



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E AMBIENTAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS**

MARCILIO CAETANO DE OLIVEIRA

PROPOSTA METODOLÓGICA DE ALOCAÇÃO DE ÁGUA EM PERÍODOS DE  
ESCASSEZ HÍDRICA PARA O VALE DO RIO CURU-CEARÁ

FORTALEZA-CE  
2013

MARCILIO CAETANO DE OLIVEIRA

PROPOSTA METODOLÓGICA DE ALOCAÇÃO DE ÁGUA EM PERÍODOS DE  
ESCASSEZ HÍDRICA PARA O VALE DO RIO CURU-CEARÁ

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Gestão de Recursos Hídricos do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos parciais para obtenção do Título de Mestre em Gestão de Recursos Hídricos.

Prof. Orientador: Dr. Francisco de Assis Souza Filho

FORTALEZA - CE

2013

MARCILIO CAETANO DE OLIVEIRA

PROPOSTA METODOLÓGICA DE ALOCAÇÃO DE ÁGUA EM PERÍODOS DE  
ESCASSEZ HÍDRICA PARA O VALE DO RIO CURU-CEARÁ

Dissertação apresentada à coordenação do curso de Mestrado Profissional em Gestão dos Recursos Hídricos, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Gestão de Recursos Hídricos.

Aprovada em 27 de novembro de 2013

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. PhD. Francisco de Assis Souza Filho (Orientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Profa. Dr<sup>a</sup> Ticiano Marinho de Carvalho Studart

Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Profa. Dr<sup>a</sup> Ana Bárbara de Araújo Nunes

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dedico este trabalho aos que deram incentivo e suporte à sua realização, em especial, a: Ilda Caitano de Oliveira (mãe) – *In memoriam*;

Hercílio Rebouças de Oliveira (Pai);

Núbia Dias Costa Caetano (esposa); e

Ilda Victória Dias Costa Caetano (filha).

### **AGRADECIMENTOS ESPECIAIS**

Ao Prof. Francisco de Assis Souza Filho, orientador e camarada que, com sua experiência e brilho, soube levar-me a entender a melhor forma de expressar as ideias contidas neste trabalho. À sua equipe de orientandos, cujo apoio foi providencial.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos professores do curso de Mestrado Profissional em Gestão dos Recursos Hídricos, representado por todo seu corpo docente, em especial, pela sua coordenação, Prof. Dra. Ticiania Marinho de Carvalho Studart, que soube, com paciência e integridade, repassar seus conhecimentos a todos nós.

À Secretaria de Recursos Hídricos e à Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos, pelo apoio e entendimento da necessidade de formação profissional de seus empregados.

Ao presidente da COGERH, Sr. Rennys Frota, e ao Diretor de Planejamento, Sr. João Lúcio, pelo apoio e incentivo na realização dessa pesquisa.

Aos colegas da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos, que contribuíram de forma substancial para a realização deste trabalho, a partir de conversas e debates sobre questões relacionadas ao tema.

Aos colegas do curso de Mestrado Profissional em Gestão dos Recursos Hídricos, pela contribuição valiosa durante o período de realização do trabalho.

*“... Sem chuva na terra*

*Descamba janeiro,*

*Depois fevereiro*

*E o mesmo verão*

*Meu Deus, meu Deus*

*Entonce o nortista*

*Pensando consigo*

*Diz: ‘isso é castigo*

*não chove mais não’*

*Ai, ai, ai, ai ...”*

(Triste Partida – Patativa do Assaré)

## RESUMO

A escolha acertada de um modelo de alocação de água em períodos críticos ameniza o sofrimento causado pela ausência de um bem tão precioso. Apesar da infraestrutura hídrica existente, o estado do Ceará vem sofrendo com os problemas causados pela estiagem. A metodologia de alocação de água, sobretudo em períodos de escassez, precisa ser formatada e discutida com os agentes envolvidos nesse processo. Esta pesquisa tem como objetivo apresentar uma proposta de estratégia para alocação de água, em período de escassez, para o Vale do Rio Curu, Ceará, construída a partir da junção de dois mecanismos de alocação: a formação de consenso entre usuários e instrumentos econômicos. É demonstrado, para isso, que o uso da água no Vale do Curu é predominante na atividade de irrigação. Dessa forma, a estratégia proposta é composta por um sistema de prioridades de uso de água intrassetorial para irrigação, com base na cobrança pelo uso da água variando em função da garantia de longo prazo. Os recursos arrecadados com essa cobrança serão utilizados para pagamento de seguro e compensação financeira, em anos secos, aos usuários com garantia menores. A metodologia de alocação proposta alcançou resultados satisfatórios quanto aos critérios de eficiência econômica, legitimidade e sustentabilidade política, equidade, sustentabilidade financeira e capacidade de adaptação. Para sua efetiva implantação, foram sugeridas as medidas necessárias de controle, monitoramento e fiscalização do uso da água, além da adequação da legislação vigente. A discussão e deliberação pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Curu foi apresentada como premissa fundamental para efetivação da metodologia proposta.

Palavras-chave: Escassez hídrica, alocação de água, mecanismos econômicos.



## **ABSTRACT**

The right choice of a model of water allocation in critical periods alleviates the suffering caused by the absence of so precious. Despite the existing water infrastructure, the state of Ceará has been suffering with the problems caused by drought. The methodology for allocation of water, especially in times of scarcity needs to be formatted and discussed with stakeholders in this process. This research aims to propose a strategy for allocating water in lean period for the River Valley Curu, Ceará, built from the junction of two allocation mechanisms consensus building between users and economic instruments. It is shown that for this water use in Curu Valley is dominantly in the activity irrigation. Thus the proposed strategy consists of the definition of a system of priorities for the use of intra-sectoral water for irrigation from the payment of charges for water use varies depending on the long-term warranty. The funds raised from this collection will be used to pay insurance and financial compensation, in dry years, users with lower collateral. The proposed allocation methodology achieved satisfactory results regarding the criteria of economic efficiency, legitimacy and political sustainability, equity, financial sustainability and adaptability. For its effective implementation were suggested appropriate measures for monitoring, control and supervision of water use, the adequacy of current legislation. The discussion and deliberation by the committee River basin Curu was presented as a prerequisite for realization of the proposed methodology..

Key words: water scarcity, water allocation, economic mechanisms.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 – Condições para alocação e uso eficiente dos recursos hídricos. Kemper (1997). .....	21
Figura 2.2: Variáveis de um modelo de esvaziamento de reservatório (ZARANZA, 2003) .....	32
Figura 2.3 – Correlação entre os diversos tipos de seca. Fonte: Adaptado de <a href="http://drought.unl.edu/DroughtBasics/TypesofDrought.aspx">http://drought.unl.edu/DroughtBasics/TypesofDrought.aspx</a> .....	41
Figura 4.1 – Mapa de localização da Bacia do Curu. Fonte: COGERH, 2013. ....	56
Figura 4.2 – Esquema gráfico da divisão do Vale do Curu em trechos. Fonte: COGERH, 2013. Elaboração própria. ....	58
Figura 4.3 – Evolução da Capacidade de Armazenamento ao longo do tempo, no Vale do Curu. COGERH, 2013. Elaboração própria. ....	61
Figura 4.4 – Distribuição dos usuários cadastrados por finalidades de uso. Fonte de Dados: COGERH, 2013. Elaboração própria. ....	63
Figura 4.5 - Percentual da vazão demandada no Vale do Curu por finalidade de uso. Fonte de Dados: COGERH, 2103. Elaboração própria. ....	64
Figura 4.6 – Distribuição percentual do tamanho das áreas irrigadas pelo quantitativo de usuários cadastrados. Fonte de Dados: COGERH, 2013. Elaboração própria. ....	64
Figura 4.7 – Distribuição percentual das áreas irrigadas por tipo de cultura. Fonte de Dados: COGERH. Elaboração própria. ....	65
Figura 4.8 – Distribuição percentual dos métodos de irrigação. Fonte de Dados: COGERH, 2013. Elaboração própria. ....	66
Figura 4.9 – Distribuição espacial dos cadastros da Bacia do Curu. Fonte: COGERH. Elaboração própria. ....	67
Figura 4.10 - Outorgas vigentes classificadas por finalidade de uso para o Vale do Curu. Fonte de Dados: COGERH, 2013. Elaboração própria. ....	72
Figura 5.1 – Processo de Alocação de Água do Ceará. Fonte: Adaptado de Souza Filho, 2007. ....	77

## LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Histórico da intervenção federal de enfretamento da seca: fim do século XIX até a atualidade .....	44
Quadro 4.1 - Açudes Monitorados no Vale do Curu.....	60
Quadro 4.2 - Histórico das vazões negociadas para os açudes do Vale do Curu .....	69
Quadro 4.3 - Balanço Hídrico do Vale do Curu. Oferta x demanda.....	73
Quadro 5.1 – Relação dos principais usuários no Vale do Curu indicados para monitoramento da vazão .....	91
Quadro 5.2 – Descrição, quantitativo e custo dos equipamentos e materiais necessários para aquisição.....	94
Quadro 5.3 – Descrição, quantitativo e custo mensal dos veículos.....	94
Quadro 5.4 – Descrição, quantitativo e custo mensal com pessoal .....	95
Quadro 5.5 – Custo total do plano de fiscalização, monitoramento e controle.....	95

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	14
1.1. Objetivos.....	18
1.1.1. Objetivo Geral .....	18
1.1.2. Objetivos Específicos.....	18
1.1.3. Organização do Trabalho.....	18
2. CONTEXTO .....	20
2.1. Gestão e Alocação de Água .....	20
2.2. Conflito .....	22
2.3. Mecanismos de Alocação de Água.....	23
2.3.1. O Mecanismo de Alocação Administrativa.....	24
2.3.2. O Mecanismo de Cobrança pelo Uso da Água .....	24
2.3.3. O Mecanismo de Mercado de Água.....	25
2.3.4. O Mecanismo de Consenso entre Usuários – Alocação Negociada .....	29
2.4. Operação de Hidrossistemas .....	32
2.5. Gestão da demanda .....	34
2.6. Risco e Incerteza Climática .....	37
2.7. Seguro e Compensação Financeira .....	38
2.8. Principais Conceitos e Definições sobre Seca .....	39
2.9. Gestão e Planejamento para Secas .....	41
2.10. Histórico das Ações de Combate à Seca – Governo Federal .....	43
3. METODOLOGIA.....	49
3.1. A Caracterização do Uso da Água no Vale do Curu.....	49
3.2. A Situação dos Direitos de Usos, atualmente, em Vigência, no Vale do Curu 51	51
3.3. O Balanço Hídrico da Área de Estudo .....	51
3.4. A Estratégia de Alocação de Água em Anos Secos, para o Vale do Curu .....	52
3.5. Metodologia Específica de Controle, Fiscalização e Monitoramento dos Recursos Hídricos para Anos Secos.....	53
3.6. Estimativa dos Custos Necessários para Implantação e Acompanhamento da Estratégia de Alocação Proposta .....	53
4. ANÁLISE DA ÁREA DE ESTUDO.....	55
4.1. Breve Descrição da Área de Estudo.....	55
4.2. Histórico.....	59

4.3.	Oferta.....	60
4.4.	Demanda .....	62
4.5.	Alocação de Água no Vale do Curu.....	68
4.5.1.	Alocação Negociada .....	68
4.5.2.	Outorga.....	70
4.6.	Balanço Hídrico .....	72
5.	DESCRIÇÃO DO MODELO DE ALOCAÇÃO PROPOSTO .....	75
5.1.	Descrição do Processo Atual de Alocação do Ceará .....	75
5.2.	Proposta da Estratégia de Alocação em Anos Secos.....	82
5.2.1.	O Sistema de Prioridades de Uso de Água Intrasetorial – Irrigação .....	83
5.2.2.	A Cobrança pelo Uso da Água Variando em Função da Garantia e da Oferta Hídrica Disponível .....	86
5.2.3.	Seguro e Compensação Financeira.....	87
5.3.	Implementação da Estratégia de Alocação .....	88
5.3.1.	Plano de Fiscalização, Controle e Monitoramento.....	88
5.3.1.1.	A Atualização da Base de Dados Existente.....	89
5.3.1.2.	A Metodologia de Monitoramento das Vazões .....	89
5.3.1.3.	A Fiscalização e os Mecanismos de Punição ao Infrator .....	92
5.3.1.4.	A Estimativa dos Custos para Implantação .....	93
5.3.1.5.	O Processo de Pactuação com a Sociedade .....	96
6.	CONSIDERAÇÕES E SUGESTÕES .....	97
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	104
	APÊNDICE A – DETERMINAÇÃO DA DEMANDA HÍDRICA PARA O VALE DO CURU: MEMÓRIA DE CÁLCULO .....	112
	APÊNDICE B – DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NO MONITORAMENTO DAS VAZÕES .....	124
	ANEXO A – QUESTIONÁRIO - ATUALIZAÇÃO CADASTRAL.....	126

## 1. INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo, o homem vem usando os recursos naturais de forma indiscriminada, o que tem implicado na degradação de sua qualidade e interferido nos ciclos geradores de matéria e energia que mantêm a vida no nosso planeta. A relação de usurpação que o homem cultiva com seu ambiente natural vem explicar essa atitude, que se mostra contrária à plenitude da vida em sua essência. Com o advento do pensamento sistêmico, o homem se percebe parte integrante desse ambiente e, daí, começa a tomar consciência de seus atos nas relações empregadas com seu *habitat*.

No tocante ao recurso água, sua característica vital e o risco de escassez iminente, em alguns locais, evidente, forçam-nos, peremptoriamente, a buscar soluções que atenuem a problemática gerada por seu uso equivocado. A saúde e o bem-estar, a garantia do suprimento de alimentos, o desenvolvimento industrial e os ecossistemas correspondentes estão todos em risco, a não ser que a água e os demais recursos naturais sejam gerenciados com maior eficiência na década presente e nas futuras do que como foi feito no passado.

Em alguns lugares do mundo, a gestão dos recursos hídricos vem sendo desenvolvida há muito tempo. Aqui, no Brasil, um dos estados pioneiros foi o Ceará. A experiência daqui se baseia no modelo de gestão adotado na França, que realiza a alocação de água com a participação dos usuários, ou seja, alocação negociada.

O modelo de gestão dos recursos hídricos adotado pelo Ceará tem como princípios: a bacia hidrográfica como unidade de gestão; a água reconhecida como um bem finito, limitado e, por isso, dotado de valor econômico; a gestão descentralizada e participativa e a água como um bem natural sujeito a múltiplos usos. Tais princípios podem ser encontrados tanto na Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, como na primeira Lei Estadual, nº 11.996/1992, alterada pela nova Lei: nº 14.844, de 28 de dezembro de 2010.

A atitude inovadora do estado do Ceará, no desenvolvimento e implantação da Política de Gestão dos Recursos Hídricos, com certeza, deu-se através da necessidade imposta pelas características climáticas e topológicas de um estado integrante da região semiárida. A variabilidade espacial e temporal das chuvas, aliada às baixas médias pluviométricas anuais (cerca de 700 mm no sertão), além do fato de 85% do território cearense ser composto por um substrato cristalino, submete a região do Ceará à ocorrência de eventos extremos, como cheias e secas.

Atrelada às secas, existe a escassez dos recursos hídricos, que pode causar impactos ao meio ambiente, acarretando prejuízos econômicos, financeiros e sociais. Diante dessa possibilidade de escassez de água, surge a necessidade de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos.

Em um ambiente propício ao conflito pelo uso da água condicionado pela possibilidade de escassez, a dominialidade desse recurso passa a ser um aspecto importante na hora de realizar seu gerenciamento.

O código das águas, instituído pelo Decreto Federal nº 24.643, de 10 de junho de 1934, apresenta em seu bojo três principais tipos de água: aquelas consideradas Públicas, as Comuns e as Particulares. Com o advento da Constituição Federal de 1988, a água, no Brasil, passa ser um bem exclusivamente público, podendo ser de domínio da União ou do Estado.

As águas da União são aquelas localizadas em terrenos de seu domínio, que banhem mais de um Estado, ou sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro, ou dele provenham. As águas de domínio do Estado são aquelas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes ou em depósito, ressalvadas, nesse caso, as decorrentes de obras da União (Constituição Federal, 1988).

No estado do Ceará, a maioria dos corpos d'água é de domínio do Estado, nesse caso, representado pela Secretaria Estadual dos Recursos Hídricos (SRH), que concebe, desenvolve e implementa a política estadual. A SRH tem como empresa vinculada a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), órgão responsável pela execução das políticas de gestão da água, além de atuar como secretaria executiva dos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH), dando o suporte técnico necessário para a tomada de decisão através do monitoramento da

quantidade (nível de água dos reservatórios e simulações de esvaziamentos) e qualidade da água.

Nesse modelo de gestão de água, não existe um direito de propriedade (*abusus*) por parte dos usuários, e, sim, apenas uma autorização de uso (outorga) concedida pelo Estado através da SRH.

No âmbito estadual, apesar de a legislação vigente estabelecer uma prioridade para concessão de outorga de uso da água, diferente para cada finalidade, não define as regras de priorização para alocação de água em períodos de escassez hídrica, por exemplo, entre os usuários de uma mesma categoria de uso. Ou seja, não define qual deve ser o procedimento de alocação de águas em períodos em que a oferta acumulada pela infraestrutura hídrica não atenda a demanda instalada.

O não atendimento às demandas instaladas pode trazer à tona conflitos entre diferentes usos, assim como entre usuários de um mesmo setor. A escala desses conflitos pode variar de simples argumentações entre indivíduos até a falta de acordo entre comunidades inteiras e, em casos extremos, entre cidades.

Sobre esse aspecto, faz-se necessária e urgente a idealização, com a participação dos atores envolvidos na gestão participativa, de planos emergenciais para tratar da alocação de água em períodos de escassez hídrica, uma vez que, em um clima semiárido, esses eventos extremos são periódicos.

Analisar os fatores envolvidos numa situação como essa e propor mecanismos para equacionamento do problema são tarefas que devem ser desenvolvidas com a participação da sociedade. Essa participação dá credibilidade e legitimidade às decisões tomadas, uma vez que envolve os usuários de águas, a sociedade civil organizada e os poderes públicos municipal, estadual e federal. Esses quatro segmentos estão representados no Comitê de Bacias Hidrográficas (CBH), órgão integrante do sistema estadual dos recursos hídricos, conforme a Lei Estadual nº 14.844/2010. Além dos CBH, as Comissões Gestoras (CG) surgem como importante espaço de participação da sociedade no processo de gestão dos recursos hídricos, sobretudo nos sistemas hídricos com pequena abrangência espacial, ou que operem de forma isolada.



Esses planos devem contar, entre outros aspectos, com a transparência entre as partes envolvidas, respostas rápidas, viabilidade financeira e regras discutidas com os usuários de água.

Este trabalho de dissertação tem como tema central a elaboração de uma estratégia de alocação de água em anos secos. Essa estratégia será apresentada para uma bacia hidrográfica específica do Ceará: a bacia do Rio Curu.

As bases analisadas para proposição dessa estratégia são apresentadas aqui e levaram em consideração: as características de uso da água na área de estudo, abrangendo o dimensionamento da demanda no vale perenizado; as finalidades de uso desse recurso e suas características próprias, como também a prioridade de cada uso de acordo com a legislação vigente; as relações econômicas, sociais e culturais advindas dessas atividades; o histórico de alocação de água implementado pelos setores envolvidos (Comitê de Bacias Hidrográficas) e a disponibilidade de ação que cada setor integrante do processo esta disposto a realizar.

Trata-se, portanto de uma estratégia de alocação de água para períodos específicos e limitados no tempo. Este trabalho analisará os principais mecanismos de alocação de água atualmente adotados, além de abordar os aspectos envolvidos nesse processo, como a gestão da demanda, a incerteza climática e o risco associado, a operação de hidrossistemas e a aplicação de instrumentos econômicos para alocação de água. Outros aspectos importantes desta dissertação são a caracterização do uso da água no Vale do Curu e o levantamento dos custos envolvidos na implantação da estratégia proposta.

Espera-se como resultado uma proposta que tenha eficiência econômica, equidade social, legitimidade e sustentabilidade política, sustentabilidade financeira e capacidade de adaptação necessárias para sua implantação, e os custos operacionais referentes às atividades de controle e fiscalização compõem a estratégia apresentada por este trabalho.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo Geral**

Propor uma estratégia de alocação de água em períodos de escassez, para o Vale do Rio Curu, no Estado do Ceará, que relacione diferentes níveis de garantias a um sistema de prioridades de uso para a irrigação, a partir da adoção de instrumentos econômicos.

### **1.1.2. Objetivos Específicos**

- Realizar a caracterização do uso da água no Vale do Curu;
- Apresentar a situação dos direitos de usos, atualmente, em vigência, no Vale do Curu;
- Realizar o balanço hídrico para a área de estudo;
- Propor um Plano de controle, fiscalização e monitoramento dos recursos hídricos, para anos secos;
- Estimar os custos necessários para implantação e acompanhamento da estratégia de alocação proposta;

### **1.1.3. Organização do Trabalho**

O trabalho está organizado em seis capítulos. O primeiro apresenta uma breve introdução sobre o tema, relatando, em linhas gerais, as características climáticas do estado do Ceará e o modelo de gestão dos recursos hídricos em vigor, além da formulação do problema e escopo geral do trabalho. Nesse mesmo capítulo, são lembrados o objetivo geral e os objetivos específicos deste trabalho.

No segundo capítulo, é apresentada uma revisão bibliográfica da base conceitual sobre alocação e realocação de água, os pré-requisitos para implementação de modelos teóricos, suas principais características, como também a descrição dos principais mecanismos de alocação. Ainda nesse capítulo, são descritos os principais aspectos envolvidos com a gestão dos recursos hídricos, como, por exemplo, a operação de hidrossistemas, a gestão da demanda, risco e incerteza climática, instrumentos econômicos, gestão e planejamento para secas, além da apresentação de um histórico sobre a intervenção do governo federal em relação às secas.

No terceiro capítulo, é apresentada a metodologia que inclui a descrição dos métodos utilizados para obtenção dos resultados.

No quarto capítulo, é apresentado o diagnóstico do uso da água na área de estudo, iniciando-se pelo histórico do uso da água no vale e suas características principais, como a capacidade de oferta instalada e demanda requerida. São apresentados também o processo atual de alocação negociada, informações sobre a outorga de uso no vale e o balanço hídrico.

No quinto capítulo, é exposta a proposta de alocação de água para períodos de escassez hídrica, para o Vale do Curu. Esse capítulo descreve toda a estratégia de alocação, os mecanismos adotados, além da estimativa dos custos para sua implantação.

No sexto e último, são realizadas as considerações sobre os objetivos sugeridos, a avaliação da estratégia de alocação proposta, além da recomendação das medidas necessárias para a correta implantação da estratégia de alocação.

## 2. CONTEXTO

### 2.1. Gestão e Alocação de Água

A água pode ser analisada através dos vários aspectos diferenciados que compreendem a esfera socionatural; não é coerente a análise realizada de forma independente e isolada. Tanto sua natureza física como sua amplitude de relacionamento social lhe conferem um olhar multidisciplinar.

Diante dessa complexidade, Silva (2004) defende que a gestão dos recursos hídricos deve ser implementada de forma abrangente. Sob esse viés, Oliveira (2008) defende que a gestão deve ter como princípio não apenas o desenvolvimento econômico, mas também os aspectos ligados ao ambiente físico e sociocultural da comunidade, com a finalidade de contribuir para a implementação de um desenvolvimento sustentável.

Qualquer modelo de alocação de água a ser implementado deve ser baseado em alguns princípios que possam abranger a complexidade do recurso em questão, alhures mencionada, como, por exemplo:

- Gerenciamento integrado, participativo e descentralizado;
- Bacia hidrográfica como unidade de gestão;
- Base institucional bem definida e estruturada;
- Ser encarada como um bem público de uso comum do povo;
- Ser dotada de valor econômico e social;
- Ser analisada sempre em conjunto, nos aspectos de qualidade e quantidade;
- O órgão que auxilia no desenvolvimento e implementação da gestão não dever ter ligação com nenhum dos setores dos usuários;
- Ter planejamento e implementação integrado às políticas públicas existentes. (SILVA, 2004)

Kemper (1997) cita alguns fatores necessários para a alocação eficiente dos recursos hídricos; são eles: 1 – direitos ao uso bem definidos; 2 – cobrança; 3 – informações relativas ao valor e à disponibilidade do fornecimento da água; 4 – flexibilidade que permitam mudanças na alocação e no processo decisório.

A alocação e o uso dos recursos hídricos sofrem influência da estrutura do processo decisório. Kemper (1997) expõe que são necessários alguns arranjos institucionais<sup>1</sup>, como, por exemplo, a legislação nacional de recursos hídricos e costumes regionais e/ou normas sociais amplamente aceitas, além de impactos produzidos por outros setores, como o preço da energia elétrica, para que a alocação atinja a eficiência satisfatória.

A seguir, Kemper (1997) apresenta um conjunto de condições para alocação e uso eficiente dos recursos hídricos, através da Figura 2.1.

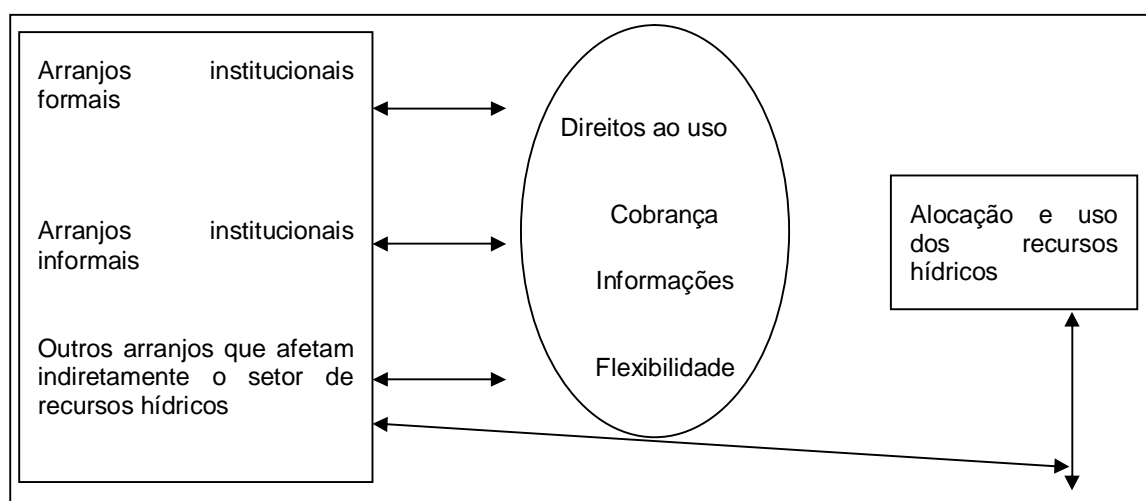


Figura 2.1 – Condições para alocação e uso eficiente dos recursos hídricos. Kemper (1997).

Kemper (1997) discorre ainda sobre a existência de uma infinita combinação entre os modelos de alocação de água, que podem variar nos seguintes aspectos: características dos que tomam decisão (governo, usuários de água ou um órgão independente); definição dos direitos à água (personalizado, ligado a terra, transferível, intransferível, entre outros); alocação baseada em ordem de prioridade por chegada, critérios técnicos ou regime de livre acesso.

<sup>1</sup> “Regras do Jogo”. Kemper (1997)

De acordo com Silva (2004), o processo de gestão dos recursos hídricos tem uma natureza complexa, que se deve ao envolvimento de interesses tanto de múltiplos usos como entre usuários da mesma finalidade de uso. Devido a essa complexidade, a gestão dos recursos hídricos deve ser abordada de forma participativa, com o envolvimento de todas as partes envolvidas.

## **2.2. Conflito**

Larousse (1998 apud PINHEIRO, 2003) conceitua conflito como oposição de interesses, sentimentos, ideias, disputa, desentendimento. Outro conceito mencionado por Hoban (1992, apud ZARANZA, 2003) descreve conflito como uma divergência natural decorrente da convivência entre indivíduos com diferentes crenças, atitudes, valores ou necessidades.

Sobre os conflitos referentes aos recursos hídricos, Grigg (1996) e Mostert (1998, apud SOUZA FILHO, 2005) declaram que o gerenciamento do conflito pela água nada mais é do que a administração de sua escassez. A divergência fica evidente quando a oferta não atende a demanda instalada e ocasiona crises nos abastecimentos.

Mostert (1998, apud SOUZA FILHO, 2005) fala das quatro etapas que um modelo de gerenciamento de conflitos pela água deve possuir: a) fontes geradoras de conflitos; b) mecanismos básicos de conflito; c) métodos e procedimentos para resolução de conflitos e d) fatores contextuais.

Nesse aspecto, o mesmo autor coloca que as possíveis *Fontes Geradoras* de conflitos possuem origens diferentes cada uma com uma abordagem para sua resolução ou através da junção de vários métodos resolutivos diferenciados. Os conflitos cujas fontes são do tipo de *Discordâncias Factuais* têm solução mais indicada com a melhoria de mecanismos de comunicação e a aplicação de um Sistema de Suporte à Decisão (SSD). Aquelas classificadas como *Conflitos de Objetivo* necessitam da existência de uma solução de compromisso, em que todas as partes ganham. Nesse caso, faz-se necessária a criação de mecanismos de compensação para as partes. Outra fonte geradora existente é do tipo *Aspectos de*

Relacionamento, que necessita da presença de uma terceira parte auxiliando na criação e aplicação de mecanismos de comunicação para desconstruir as impressões iniciais.

O Plano Zero (Plano Diretor dos Recursos Hídricos, publicado em 1983) já indicava que o Vale do Curu estava com sua potencialidade praticamente comprometida com os diversos tipos de demanda, merecendo, portanto, atenção especial. Daí uma das causas para criação, nesse vale, do projeto piloto de gerenciamento descentralizado dos recursos hídricos no Ceará e criação do primeiro comitê de bacias.

Com o processo de gestão participativa dos recursos hídricos que vem sendo desenvolvido no Vale do Curu, desde a criação do comitê de bacias, esse cenário de conflito iminente vem sendo gerenciado de forma satisfatória. Entretanto não existe ainda uma estratégia definida com os atores envolvidos, para realocação de água em anos secos.

### **2.3. Mecanismos de Alocação de Água**

Sobre os modelos praticados ou desenvolvidos no mundo, podemos observar o descrito por Sales (1999):

A nosso ver a gestão de recursos hídricos, partindo da observância dos modelos praticados ou em desenvolvimento no mundo, gravita entre dois pólos: o pólo regulador e o pólo de negociação social. Grosso modo, a grande maioria dos modelos se caracteriza pela combinação de elementos característicos desses dois pólos. Alguns modelos tendem a assumir formas mais regulatórias, como é o caso do Sistema Inglês, outros possuem métodos mais descentralizados e mais abertos às intervenções sociais como são os casos da França, Holanda, etc [...] (Sales, 1999, p. 77).

A seguir, são apresentados os principais mecanismos de alocação de água descritos na literatura. A análise desses mecanismos se faz necessária para o entendimento dos fatores envolvidos no processo de alocação de água e, portanto, utilizada na proposição da estratégia para alocação de água, em anos secos, no Vale do Curu.

### **2.3.1. O Mecanismo de Alocação Administrativa**

Esse mecanismo de alocação tem fundamento na economia ambiental e se constitui basicamente da distribuição de determinado bem entre os usuários, através de um sistema de direitos de uso (SOUZA FILHO, 2005). A característica fundamental é a discricionariedade da escolha pelo agente público.

Segundo Dinar et al (1997), é difícil tratar a água como a maioria dos bens de mercado de água. A esse respeito, Souza Filho (2005) declara que a alocação administrativa é o principal mecanismo utilizado por diversos países, devido à natureza da água ser amplamente aceita como bem público (controle de enchentes), segurança nacional e desenvolvimento regional.

Dinar (apud SOUZA FILHO, 2005) apresenta algumas características da água para justificar a hegemonia desse modelo pelo mundo: 1) altos custos de investimento no setor de recursos hídricos (grande escala das infraestruturas); 2) os investimentos são de longo horizonte temporal; 3) relação hidráulica e hidrológica dos usos da água.

As principais vantagens apontadas por Dinar et al (1997) residem no fato de que esse mecanismo busca alcançar objetivos de equidade e bem-estar social, uma vez que os recursos hídricos guardam interdependências com os demais setores de produção, transportes, saúde, segurança e soberania nacional.

Entretanto Freitas (2010) pontua que esse mecanismo, raramente, cria iniciativas ao uso racional e cita como desvantagens a flexibilidade pequena, que tende a substituir o mecanismo de mercado, levando ao desperdício e à má alocação.

### **2.3.2. O Mecanismo de Cobrança pelo Uso da Água**

Segundo Souza Filho (2005), o primeiro grande debate sobre cobrança pelo uso da água no Brasil ocorreu no ano de 1989, no VIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, promovido pela Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH).



Souza Filho et al (2005) afirmam que a cobrança pelo uso dos recursos hídricos pode ser fundamentada em três aspectos básicos: 1) Financeiro – financiamento da manutenção e operação das infraestruturas, ou seja, o custo de suprimento; 2) Econômico - usar a água na atividade como maior possibilidade de lucro e 3) Compensação à Sociedade - pelo uso de um bem de domínio público. A esses aspectos, podem-se ainda acrescentar a equidade social, a justiça e a conservação do recurso.

O processo de alocação de água seguindo esse mecanismo é dado através do uso da água na atividade que gera maior eficiência econômica do uso, ou seja, a que produzir maior valor econômico por unidade de água (DINAR et al, 1997). Entretanto, para que esse mecanismo possa ser utilizado para alocação, Souza Filho (2005) sugere a incorporação de algumas observações: 1) Custo do serviço – não se pode incluir o custo social dentro deste; 2) Necessidade de incorporar o preço da escassez (custo de oportunidade); 3) Distinção de preço da água como um recurso e do preço pelo suprimento de água.

Freitas (2010) aponta como a principal vantagem da aplicação desse mecanismo o nível mais elevado de eficiência econômica, evitando-se o desperdício. Continuando, o mesmo autor destaca que a principal desvantagem observada está na dificuldade de definição do preço marginal devido a sua composição ter características multidimensionais e variação no tempo da oferta e demanda pela água.

Dinar et al (1997) apresentam outra desvantagem, que é a tendência à negligência da equidade, por exemplo, em períodos de escassez, quando o custo da água estaria elevado, e os grupos de baixa renda seriam afetados negativamente.

### **2.3.3. O Mecanismo de Mercado de Água**

Kemper (1997) menciona que a teoria econômica neoclássica indica o mercado como a maneira mais adequada para alcançar a eficiência na alocação de determinado bem. “Um mercado perfeito”, no qual não haveria custos de transação,

e os critérios seriam bem definidos, ou seja, sem falhas de mercado, o que não poderia ser possível no mundo real.

Sobre esse aspecto, Sales (1999) comenta:

Os defensores desse modelo de alocação consideram ser o mercado aberto de direitos comercializáveis de água, o melhor mecanismo para se alcançar a eficiência, ou seja, a maximização dos resultados do seu uso. É claro que os pressupostos que dão suporte a essas convicções partem da teoria neoclássica e se fundamentam no conceito limite do mercado perfeito ou de concorrência perfeita [...] (SALES, 1999, p 65).

Kemper (1997) fala da influência do Estado na criação de estruturas institucionais que são essenciais ao modelo de mercado. Um exemplo disso é o modelo implantado nos EUA e no Chile, onde o governo e os usuários precisam contribuir substancialmente para seu funcionamento. Ainda considerando Kemper, algumas das dificuldades encaradas durante a implantação do modelo de mercado podem ser lembradas, como, por exemplo, a característica da água enquanto bem público, a dificuldade de definir e medir um bem em fluxo, as externalidades e a possibilidade da ocorrência de um monopólio.

O modelo do mercado de águas é baseado nas leis de mercado de bens em geral; para isso, os usuários necessitam ter o direito à propriedade<sup>2</sup> da água para posterior negociação de sua transferência, já que esse recurso, na maioria dos casos, é um bem de domínio do Estado.

Um exemplo desse modelo de alocação é descrito por Kemper (1997):

Esse por exemplo é o caso do Northern Colorado Conservancy District<sup>3</sup> nos Estados Unidos, onde existe o direito permanente à água, isto é, os portadores dos direitos à água podem usar a água, usufruir os seus rendimentos, e transferir os seus direitos a outras pessoas. Contudo, os recursos hídricos permanecem como propriedades do governo dos Estados Unidos. (KEMPER, 1997, p 34).

Campos et al (2002) declaram existir a necessidade de seis pré-condições para a implantação do mercado de água, a saber:

---

<sup>2</sup> O direito de propriedade é composto por três elementos: 1) o direito de usar o bem (*usus*); 2) o direito aos rendimentos do bem (*usus fructus*); e 3) o direito de mudar a forma, a substância e a localização do bem (*abusus*). Kemper, 1997. p. 34.

<sup>3</sup> Um distrito de irrigação no estado do Colorado, nos EUA.

- Existência de um produto definido, com possibilidade de ser negociado, vendido ou trocado como um bem de comércio;
- A existência de uma demanda em relação ao produto que deve ser ofertado;
- O produto deverá ser negociado quando necessário;
- A possibilidade de transferência do produto de um local onde ele ocorra em abundância para o local de escassez;
- Existência de mecanismos da administração que promovam justiça e equidade nessa relação;
- Aceitação pela sociedade envolvida na livre comercialização do bem.

Campos et al (2002) continuam ainda, descrevendo três condições necessárias para aplicação do mercado de água:

- a) A legislação deve permitir ao titular do uso o direito de transferi-lo;
- b) Os sistemas hídricos devem ser organizados para processos de alocação e realocação, exercendo o controle através da outorga;
- c) As transferências permanentes devem ser informadas e avaliadas pelo órgão gestor que deverá emitir nova outorga para o novo usuário. Esta situação deve figurar na legislação como transferência de outorga. (CAMPOS; STUDART; COSTA, 2002, p. 4).

Kemper (1997), sobre esse assunto, menciona, de forma genérica, os pré-requisitos para o funcionamento dos mercados de água, a saber:

- Direitos de água transferíveis – para que ocorra uma negociação, faz-se necessário que o comprador saiba o que e quanto está comprando, enquanto o vendedor deverá deter o direito de negociar esse bem;
- Alocação inicial dos direitos à água – em locais onde não existam os direitos de água privados, necessários para começar a negociação, faz-se preciso que se estabeleçam mecanismos para alocação inicial, como, por exemplo, leilões, consumo histórico e uso beneficente da água;
- Agência técnica – trata-se de um órgão que deverá mediar as transações, processando as informações relacionadas ao comércio e gerenciando as transações físicas;

- Mecanismo de fiscalização – esse mecanismo deverá garantir aos usuários que o contrato seja executado. Esse papel deverá ser exercido pela agência técnica que funcionará como árbitro do processo;
- Regras para lidar com os impactos sobre terceiros – esses impactos surgem quando as partes levam em conta somente os custos e benefícios particulares, e não as consequências de suas transações sobre terceiros.

Atendidas as condições para existência do mercado de água e obedecendo ao modelo sequencial de alocação e realocação, o mercado poderá ser colocado em prática, e a transação do direito de uso da água é a principal característica, segundo Campos et al (2002).

Campos et al (2002) afirma que as transações do direito de uso podem variar em termos de tempo e espaço. Em termos de tempo, quando o direito de uso é transferido de forma permanente ou limitado a certo período, como, por exemplo, um período de escassez. Em termos de espaço, o modelo poderia ser empregado na área da bacia hidrográfica, em um distrito de irrigação ou em um país, dependendo sempre das estruturas disponíveis para as transferências de águas.

Barraqué (1999, apud SALES,1999), sobre os mercados de água existentes:

Tomando como exemplo o Tribunal de Valência, na Espanha, ou mesmo o Distrito de Irrigação do Colorado, EUA, Barraqué (1999) não identifica nesses sistemas uma expressão prática de mercado de águas. Ele argumenta que tanto no primeiro como no segundo caso, o Estado é intermediador de conflitos, e não há direitos de propriedades. Por outro lado, o Tribunal de Valência caracteriza-se como um sistema baseado em negociação comunitária e, portanto perde-se aí o conceito de mercado. (BARRAQUÉ, 1999 apud Sales, 1999, p. 77)

Sales (1999) declara que, sendo a água um bem que se apresenta como vital e, em alguns casos, de fundamental importância para autossustentação material, “não pode estar sujeita apenas às relações puramente econômicas de um mecanismo de mercado”. Sales (1999) observou ainda o exposto por Kemper (1997) sobre o direito de propriedade, que, embora seja exclusivo, não deve ser ilimitado. Normalmente, faz-se necessário algum controle por parte da sociedade, limitando o poder de decisão sobre esse bem.

### 2.3.4. O Mecanismo de Consenso entre Usuários – Alocação Negociada

Segundo Sales (1999), a diferença fundamental entre o modelo de alocação baseado nas leis do mercado e a alocação negociada é a possibilidade da transferência do direito de uso. No mercado de águas, como foi debatido anteriormente, os recursos hídricos seriam alocados seguindo as transações de compra e venda.

Sales (1999) ainda argumenta que a decisão precípua da alocação negociada é o exercício da democracia através do controle social de uma questão estratégica de Estado. Essa dimensão social é evidenciada quando da descentralização e organização de fóruns sociais (comitês de bacia) que deliberam sobre seu uso, controle, proteção e planejamento estratégico dos recursos hídricos. As soluções aqui encontradas se baseiam na supremacia da decisão tomada em conjunto por todos os usuários.

Continua Sales (1999), explanando que o modelo de alocação via negociação demonstra ser o que mais se encaixa na solução de conflitos entre usuários de água, sobretudo em regiões semiáridas, onde, via de regra, o balanço oferta-demanda é deficitário.

De acordo com Silva (2004), o modelo de alocação negociada de água tem por características a negociação do uso e a alocação entre os usuários através, por exemplo, dos comitês de bacia hidrográfica e a deliberação sobre os valores da tarifa pelo uso da água. Nesse modelo, não existe o direito de propriedade sobre a água; o que, de fato, existe é o direito de usar a água. A existência de um direito de uso transferível transformaria o modelo de alocação negociada em um mercado de direitos de uso da água, em que a alocação se daria da mesma forma que no modelo de mercado de água.

Sales (1999) alerta para as bases institucionais necessárias à implantação do modelo de alocação negociada, a saber:

- Legislação clara e resumida sobre o direito ao uso da água (usufruto);
- Informações relativas ao valor da tarifa, disponibilidade, fornecimento e monitoramento;

- Organizações representativas de usuários de água;
- Mecanismos de avaliação de impactos sobre terceiros; e
- Mecanismos de fiscalização de contratos.

Continua Sales (1999), argumentando que quase todas as condições necessárias para a implementação dos modelos de alocação de água são genéricas, ou seja, todos os modelos de alocação, sejam via negociação ou baseados nas leis de mercado, necessitam dos pré-requisitos semelhantes.

A participação dos usuários de água pode ser viabilizada através dos Comitês de Bacia Hidrográfica - CBH. Sobre eles, Sales (1999) fala:

O comitê de bacia, por sua vez, é um órgão colegiado cuja finalidade principal é promover o gerenciamento descentralizado, participativo e integrado dos recursos hídricos através de critérios que venham a atender o aproveitamento múltiplo e de serviços de interesse comum ou coletivo, estabelecendo parcerias, orientando usuários e capacitando recursos humanos voltados para a conservação dos mananciais e meio ambiente, no sentido de adotar os instrumentos legais necessários ao cumprimento da política de recursos hídricos local na gestão eficiente da água [...] (SALES, 1999, p. 83).

Bordevane (1994, apud SILVA, 2004) define dois tipos de participação social: a participação *simbólica*, na qual os atores têm influência muito pequena na tomada de decisão, e a participação *real*, na qual os envolvidos influenciam todos os processos da vida institucional. De acordo com Silva (2004), para que exista, de fato, a participação *real*, é necessário que os atores possuam o conhecimento da realidade, a capacidade de organização, a comunicação, a educação para participação (capacitação) e a escolha dos instrumentos.

Sabendo que a alocação da água via negociação não é apenas uma questão técnica, Silva (2004) cita alguns procedimentos que devem ser considerados quando da sua implantação:

I - Respeitar as especificidades de cada realidade, enquanto espaço de negociação social, com o intuito de mediar eventuais conflitos que venham a ocorrer; II - Dotar os(as) usuários(as) de informações técnicas para que possam ter uma visão global e integrada da problemática dos recursos hídricos; III - Capacitar os(as) usuários(as) de água, nos diversos usos, para que estes(as) possam acompanhar as ações governamentais e colaborar com o processo de gestão dos recursos hídricos, principalmente no que tange a implementação dos instrumentos de gestão. (SILVA, 2004, p. 214).

Para implantação de um modelo de alocação dos recursos hídricos de forma participativa, é necessário observar os múltiplos usos da água. Essas finalidades de usos podem ser conflitantes se não existirem regras claras, ou se essas regras forem desobedecidas. Para isso, Silva (2004) fala da necessidade do atendimento de algumas premissas, a saber:

1. Diálogo - deve ser criado um ambiente de respeito, transparência e confiança entre os setores sociais envolvidos;
2. Aparato técnico – essa premissa é necessária para qualquer que seja o modelo de alocação adotado. Trata-se de um assessoramento (agências de bacia) que detenha informações seguras sobre a disponibilidade dos recursos hídricos e suas garantias, conhecimento da realidade local e das bases institucionais e organizacionais da região;
3. Aspecto Normativo – criação de forma participativa de regulamentos formais que norteiem as ações dos usuários dos sistemas hídricos no que diz respeito ao uso, controle e conservação dos recursos hídricos.

O modelo de gestão de águas adotado no Ceará foi implementado pela Lei nº 11.996, de 24 de julho de 1992. É baseado na experiência francesa, na qual a unidade de gestão é a bacia hidrográfica. As decisões são tomadas a partir de fóruns realizados nas bacias hidrográficas e que contam com a participação dos usuários de água, da sociedade civil organizada e de representantes dos poderes públicos municipais, estaduais e federais dentro da estrutura dos Comitês de Bacias Hidrográficas - CBH.

No Ceará, o Estado é detentor do domínio da água e, através da Secretaria Estadual dos Recursos Hídricos – SRH, concebe, desenvolve e implementa a política estadual. Conforme já explicitado, a SRH tem como empresa vinculada a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH, órgão responsável pela execução das políticas de gestão da água. Ademais, funciona como secretaria executiva dos CBH, oferecendo suporte administrativo, financeiro e técnico necessários para a tomada de decisão. Nesse modelo, como também já exposto, não existe um direito de propriedade (*abusus*) por parte dos usuários, e sim somente uma autorização de uso (outorga) concedida pelo Estado através da secretaria supracitada.

## 2.4. Operação de Hidrossistemas

A operação eficiente de hidrossistemas deve levar em consideração alguns aspectos, como as características hidrológicas da região de estudo, as estruturas de oferta existentes e a demanda instalada e prevista dentro do horizonte de tempo da operação.

Outro importante aspecto sobre essa operação está em quem participa da tomada de decisão. O modelo de gestão adotado no estado do Ceará tem como princípios a participação social, a descentralização do processo de decisão e a integração entre os vários estágios do ciclo hidrológico<sup>4</sup>. No caso do Vale do Curu, esse modelo de operação teve início em 1997, com a instalação do CBH-Curu (ZARANZA, 2003).

Desde o início do processo de operação participativa, a COGERH utiliza como técnica de apoio à decisão a construção de vários cenários de simulação de esvaziamentos dos reservatórios para o segundo semestre (ZARANZA, 2003). O esvaziamento do reservatório é simulado de julho a janeiro e leva em conta alguns fatores relevantes para a realização dessa simulação. A Figura 2.2, apresentada por Zaranza (2003), representa essas variáveis.

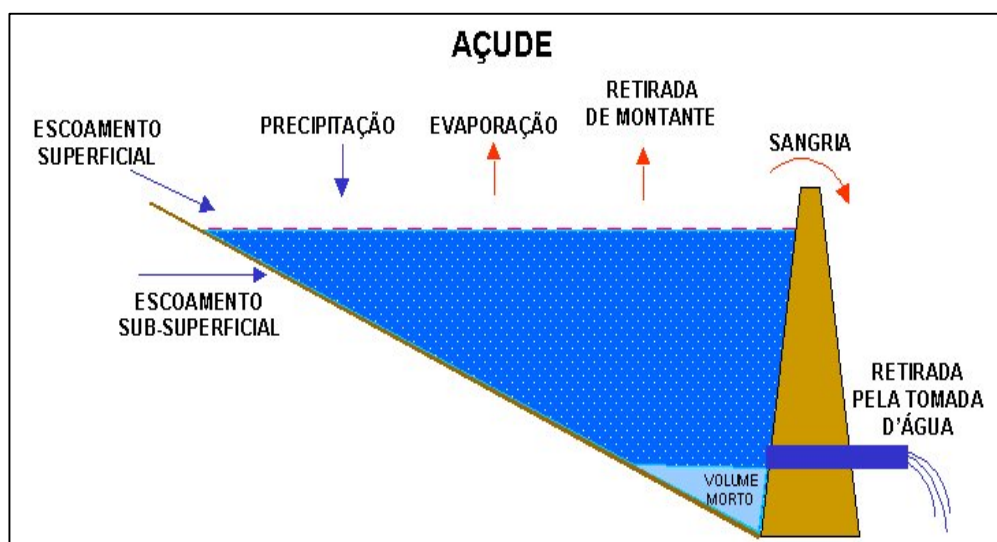


Figura 2.2: Variáveis de um modelo de esvaziamento de reservatório (ZARANZA, 2003)

<sup>4</sup>

Lei nº 14.844/2010



Os componentes de entrada de água (escoamento superficial e subssuperficial) representados na Figura 2.2 são considerados desprezíveis durante o período de simulação, como também a saída por percolação profunda. Dessa forma, o esvaziamento para o período de simulação leva em consideração os seguintes componentes: evaporação média do espelho d'água, captações diretas na bacia hidráulica e vazão liberada pela estrutura de saída.

A simulação de esvaziamento é realizada através de um sistema corporativo denominado SAGREH – Sistema de Apoio ao Gerenciamento dos Recursos Hídricos. Trata-se de um suplemento/Add-in desenvolvido em *Visual Basic for Applications* (VBA), para automatizar e personalizar o aplicativo Excel, com vistas à produção de relatórios voltados para o gerenciamento dos recursos hídricos, com ênfase nas atividades desenvolvidas pela Gerência de Desenvolvimento Operacional da COGERH.

A COGERH, em um projeto piloto, implementou o uso do *Acquanet* como Sistema de Suporte à Decisão (SSD) para o Vale do Curu. Essa utilização foi realizada em paralelo com a ferramenta atualmente utilizada com a intenção de aprimorar a gestão da demanda e avaliar de forma integrada a operação do sistema integrado do Vale do Curu.

O *Acquanet* possibilita a simulação de cenários de operação dos sistemas hídricos baseados em dados de séries históricas de vazões afluentes aos reservatórios e, em função das demandas atuais, proporciona tomadas de decisões mais eficientes durante as reuniões de alocação negociada de água. Brigadão (2006) comenta que esse SSD tiveram utilizações em vários sistemas hídricos, como, por exemplo: Região Metropolitana de São Paulo, Bacia do Rio São Francisco (ANA, 2004), Sistema do Auto Tietê - Sabesp, Paraíba do Sul (ANA), SSD Piracicaba, Capivari e Jundiá (Cobrape).

Em relação à operação de reservatórios em períodos de escassez, Freitas (2010) apresenta uma metodologia que visa basicamente diminuir as perdas por evaporação, garantindo períodos mínimos de fornecimento de água e reduzindo assim os prejuízos socioeconômicos com o desabastecimento. A proposta descrita por Freitas (2010) objetiva encontrar uma sequência mensal de retirada de água do

reservatório, com a intenção de atender as demandas pelo maior tempo possível, buscando atingir uma perda total mínima por evaporação e os mínimos custos (perdas na produção) com o racionamento.

Essa proposta segue dois critérios de distribuição. O primeiro é o *acionamento total*, em que a redução do fornecimento de água obedece à prioridade dos usos existentes entre as demandas, ou seja, os usos com prioridades mais nobres somente serão afetados quando a redução do fornecimento de água atingir totalmente todas as outras demandas com menor prioridade de uso.

O segundo critério é o *acionamento parcial*, no qual a demanda de cada setor usuário é dividida em faixas de vazões (Q1, Q2 e Q3). A faixa de vazão Q1 corresponde à vazão total outorgada e utilizada pelo usuário em situações normais de oferta. A faixa Q2, a um valor de vazão em que cada usuário do setor possa atingir o equilíbrio financeiro (produção igual à despesa). Por último, a faixa de vazão Q3 é aquela correspondente ao mínimo de produção de cada setor, mesmo com prejuízos, mas que não acarreta o encerramento das atividades. O racionamento, nesse critério, acontece também obedecendo às prioridades de uso, entretanto a redução do consumo ocorre de forma distribuída, uma vez que os usuários com menor prioridade, ao sofrerem racionamento em sua primeira faixa de vazão (Q1), só irão passar para a segunda faixa de redução (Q2) após a contribuição do setor usuário com maior prioridade e assim por diante.

Outro aspecto envolvido na metodologia descrita por Freitas (2010) é a minimização das perdas econômicas para os dois critérios de distribuição de água (acionamento total e parcial). Esses critérios visam à obtenção do menor impacto socioeconômico.

## **2.5. Gestão da demanda**

Em um cenário de variabilidade climática, no qual a média de precipitação varia tanto na escala anual como decadal, e o aumento da demanda é constante, soluções de oferta de água são pensadas visando sempre à diminuição do risco de desabastecimento. Essas soluções de oferta de água buscam reservar o recurso em

períodos de abundância, para seu uso nos períodos de escassez. Quando da execução das obras hídricas de oferta, um aspecto crucial é a viabilidade técnica de uma obra que deve levar em consideração o baixo custo de execução, além dos aspectos sociais e ambientais.

Em uma bacia hidrográfica em que as obras relacionadas à oferta e disponibilização de água já foram construídas, e a demanda aumenta com o passar dos anos, conflitos pelo uso da água são iminentes devido à escassez relativa dos recursos hídricos.

Diante da impossibilidade técnica de execução de obras hídricas, seja por aspectos ambientais, hidrológicos ou econômicos, a gestão da demanda surge como ferramenta para o incremento da oferta de água, considerando o aumento na eficiência dos usos, a reutilização de água e a redução do consumo.

Grigg (1996) escreve sobre os ganhos econômicos na construção e operação de estruturas hídricas quando se leva em conta os aspectos relacionados à reutilização, diminuição de desperdícios e conservação da água.

Sobre a conservação, continua o mesmo autor, descrevendo que o conceito de “conservação de água” vem mudando ao longo dos tempos: no início do século XX, conservar significava reservar água para ser utilizada mais tarde, em processos produtivos; hoje, a conservação pode ser encarada como a diminuição do consumo do recurso em pauta.

Outro ponto importante, descrito por Studart e Campos (2001), é a mudança de paradigma em relação à percepção da água como um bem econômico que pode ser observado em diversos documentos, como a *Informal Copenhagen Consultation* (1991), a Declaração de Dublin e a Agenda 21, ambas de 1992.

Dessa forma, a gestão da demanda pode ser entendida como um conjunto de medidas adotadas por um usuário ou grupo, visando ao incremento da oferta sem a necessidade de construção de novas estruturas de disponibilização da água. Esse incremento na oferta é alcançado através de mudança de comportamento que resulte no menor consumo possível para determinado uso.

A gestão da demanda pode lançar mão de alguns instrumentos; Bhatia et al (1993, apud STUART; CAMPOS, 2001) classifica-os em três grandes grupos que se interrelacionam: Medidas Conjunturais, Incentivos e Intervenção Direta.

O grupo das Medidas Conjunturais abrange os aspectos institucionais, legais e medidas macroeconômicas. Essas medidas podem ter aspecto formal quando tratam das leis que estabelecem o regime de uso e a propriedade da água. São informais quando englobam as relações sociais e culturais com a água e os costumes adotados em sua partilha e distribuição.

Outro grupo de instrumentos são os Incentivos Econômicos, que podem ser relacionados com outros setores. Um exemplo clássico disso é a disponibilização de linhas de crédito para determinadas atividades usuárias de água, como a agricultura irrigada para exportação ou a aquicultura. Outro incentivo possível é a cobrança pelo uso da água, que tem como um de seus objetivos induzir o uso eficiente.

O terceiro grupo de instrumentos da gestão da demanda descrito por Stuart e Campos (2001) é a Intervenção Direta, que pode ser entendida como medidas estruturais de aumento da eficiência, como melhoria na rede de distribuição ou campanhas educativas sobre reuso, reciclagem e diminuição da poluição.

O uso da água na irrigação pode ser otimizado pela adoção de métodos de irrigação com maior eficiência de aplicação da lâmina d'água e por culturas que consumam um volume menor do recurso.

Sobre esse aspecto, Grigg (1996) argumenta que baixos valores de eficiência na irrigação não representam necessariamente perdas econômicas, da mesma forma que elevados índices de eficiência não representam economia substancial de água.

A adoção de incentivos para a modernização dos sistemas de irrigação com alteração do método de aplicação da água deve ser planejada a partir de uma visão sistêmica e integrada dos usos que são desenvolvidos em determinado vale perenizado.

Um exemplo da necessidade dessa visão sistêmica que pode ser observado no Vale do Curu é a água de retorno proveniente do perímetro Curu/Pentecoste, cuja experiência do monitoramento da COGERH demonstra que, do volume

fornecido, apenas 60% é efetivamente aproveitado pelas plantas. O volume drenado do perímetro (40%) contribui com a perenização do trecho II, dessa forma, a água de retorno do perímetro Curu/Pentecoste complementa a demanda a jusante do Açude Pereira de Miranda. Uma alteração no método de irrigação desse perímetro irá modificar a disponibilidade dessa água que vem do Açude Gal. Sampaio e Tejuçuoca.

Outro exemplo, na mesma bacia, é o consumo de sede do município de Paraipaba, que capta água da lagoa da Cana Brava, alimentada pela água de retorno do Perímetro Curu/Paraipaba.

Grigg (1996) cita que a eficiência na irrigação deve observar três aspectos: a aplicação da lâmina de água; o armazenamento na zona da raiz (turno de rega adequado) e a distribuição e transporte eficientes.

## **2.6. Risco e Incerteza Climática**

No processo de gestão dos recursos hídricos, a segurança da informação sobre a disponibilidade hídrica é de suma importância para o planejamento regional. As variações de precipitação observadas em regiões com clima semiárido dificultam a determinação segura de um volume de água disponível para alocação.

Freitas (2010) demonstra existir variação da precipitação interanual e decadal, observando o período de janeiro a junho (chuvoso), através do estudo de 30 postos pluviométricos localizados no estado do Ceará. Essa análise apresenta uma relação entre a ocorrência de fenômenos meteorológicos, como *El Niño* e a Oscilação Sul (ENSO), e a variação da precipitação de longo prazo.

Diante dessa variação, o processo de alocação de água fica ainda mais incerto. A forma aleatória com que é disponibilizada pela natureza produz uma incerteza que necessita ser considerada no momento da tomada de decisão de quanto usar desse recurso em determinado período e quanto armazenar para o próximo (SOUZA FILHO, 2005).

Continua o mesmo autor, afirmando que as incertezas hidrológicas estão associadas ao processo natural de variabilidade climática, e essa variação pode ser potencializada em um cenário de mudanças de clima.

A quantidade de água disponibilizada para um período é obtida a partir do tratamento das incertezas de longo prazo, realizado através do cálculo de uma retirada de referência, que deverá ser sempre associada a uma garantia ou a uma falha no suprimento de longo prazo (SOUZA FILHO, 2005).

A decisão, em um cenário de incerteza, pode ser aprimorada a partir da melhoria na previsão das vazões afluentes. Para tanto, existem estudos demonstrando diversas técnicas para prever vazões afluentes a reservatórios, utilizando índices associados ao El Niño e à oscilação decadal do Pacífico (HAMLET et al, 1999 apud SOUZA FILHO, 2005), além da construção de modelos de previsão de vazão sazonal utilizando a técnica do vizinho (LALL; SHARM, 1996 apud SOUZA FILHO, 2005).

## **2.7. Seguro e Compensação Financeira**

Numa região de clima semiárido, onde o risco de desabastecimento de água é elevado, o seguro para atividades agrícolas surge como um instrumento econômico eficiente na transferência dos riscos associados à variabilidade climática. Esse tipo de seguro foi utilizado, inicialmente, nos Estados Unidos, por volta do ano de 1920 (SILVA, 2011).

Frente a um cenário de variabilidade climática decadal, em que se percebem longos períodos de anos secos, alternados por anos úmidos, o seguro de água aparece como uma das soluções plausíveis para o problema de desabastecimento (SOUZA FILHO, 2005).

O seguro/compensação financeira de água como instrumento econômico na alocação desse recurso funciona como mecanismo de transferência de renda entre usuários fora de um modelo de alocação baseado no mercado de água. Essa compensação financeira se efetivaria a partir de possíveis perdas, em um cenário de escassez hídrica, no qual a distribuição não seria igualitária. Com um sistema de

garantias diferenciadas, os usuários com maior garantia pagariam um seguro que seria utilizado como compensação das perdas daqueles com garantias menores. Trata-se, dessa forma, de um modelo de alocação de água via preço com seguro (SOUZA FILHO, 2005).

Na política atual de recursos hídricos, a outorga é concedida com garantia de 90%, entretanto, devido às prioridades de uso definidas pelo Decreto Estadual nº 31.076/2012, as garantias variam em períodos de escassez. A irrigação, que possui menor prioridade, sofre com a não utilização da água antes dos setores do abastecimento humano e indústria, que apresentam maior prioridade.

## **2.8. Principais Conceitos e Definições sobre Seca**

Neste item, serão abordados os diferentes tipos de seca e como o governo vem lidando com esse fenômeno ao longo da história. Em seguida, serão apresentados um conceito geral de Planos de Contingência e quais são as principais características desses planos para um evento de seca.

Freitas (2010) afirma que ainda não existe uma definição geral formulada para seca; as conceituações variam de região para região. Já Campos e Studart (2001) declaram que o conceito de seca está relacionado de forma íntima com o ponto de vista do observador.

Wilhite e Glantz (1985, apud FREITAS, 2010) apresentam a classificação mais usual para secas, dividindo-as em quatro tipos, a saber:

- Meteorológicas – ocorrem quando a precipitação registrada fica abaixo da média regional. Esse tipo tem alcance regional por limitar-se ao volume precipitado;
- Hidrológicas – relacionadas à diminuição dos níveis da água subterrânea e superficial. Resultado de secas meteorológicas de longa duração;

- Agrícolas – ligação entre as características das secas meteorológicas e hidrológicas e seus efeitos sobre a disponibilidade da água no solo para as culturas;
- Socioeconômicas – ocorrem em período em que a oferta disponível de recursos hídricos não atende satisfatoriamente a demanda. Dessa forma, podem ser encaradas como o resultado da junção dos outros tipos de seca descritos anteriormente.

Apesar da relação de interdependência dos tipos de seca descritos acima, outro aspecto conceitual deve ser considerado. Após um grande período de seca, em que os níveis dos reservatórios estão reduzidos (seca hidrológica), mesmo que, no ano seguinte, registre-se uma precipitação dentro da média histórica, os níveis dos reservatórios podem não atingir o volume necessário para suprir a demanda instalada, dessa forma, mesmo em anos em que não ocorra seca meteorológica, os efeitos da seca hidrológica podem causar impactos socioeconômicos. Outra variável importante, nesse caso, são as características da precipitação ocorrida em cada ano, tais como intensidade e distribuição espacial irregular.

A Figura 2.3 foi adaptada do *website* do *National Drought Mitigation Center - NDMC* (Centro Nacional de Mitigação da Seca) da Universidade de Nebraska, nos Estados Unidos da América (EUA), e mostra as principais variáveis e características atribuídas a cada tipo de seca.



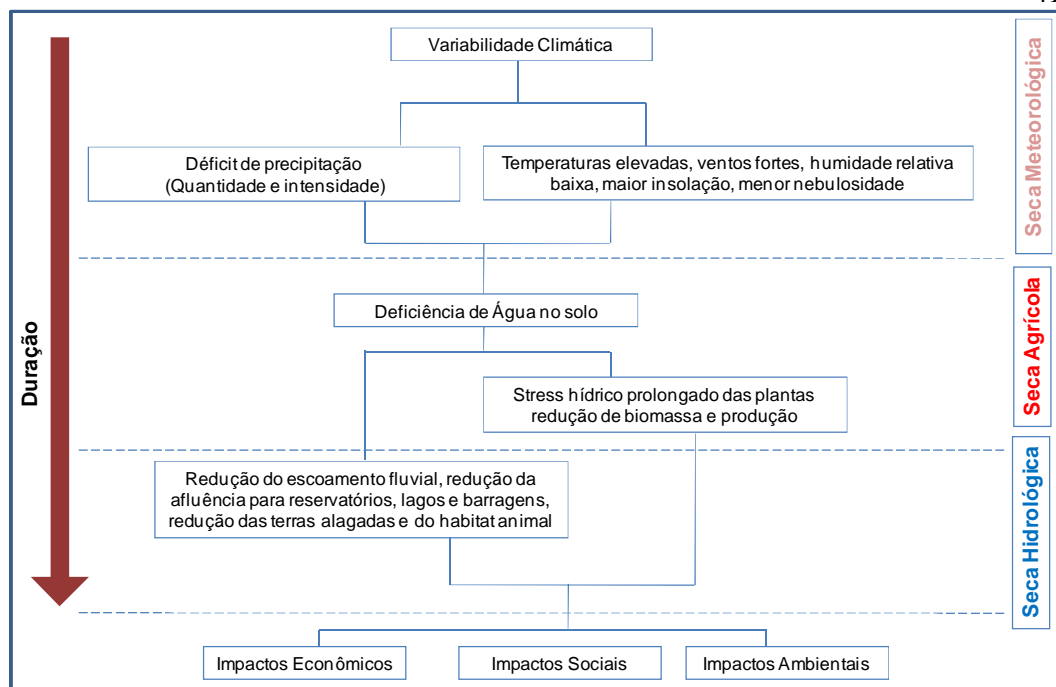


Figura 2.3 – Correlação entre os diversos tipos de seca. Fonte: Adaptado de <http://drought.unl.edu/DroughtBasics/TypesofDrought.aspx>

O conceito de seca que será aprofundado nesse trabalho, basicamente, será o de seca socioeconômica, uma vez que uma das justificativas de deste estudo é a confecção de um plano de como mitigar os efeitos negativos do desabastecimento da demanda instalada no Vale do Curu.

## 2.9. Gestão e Planejamento para Secas

Em uma região de clima semiárido, caracterizado pela irregularidade das precipitações, tanto espacial como temporal, e onde o coeficiente de variação dos deflúvios anuais ( $C_{Vdef}$ ) varia de 0,2 a 1,6 (STUDART, 2000, p.67), eventos extremos, como as cheias e a seca, são recorrentes. Dessa forma, o planejamento para situações de seca deve ser perseguido pela administração estadual.

Os motivos que levam à necessidade de realização do planejamento para seca são os prejuízos econômicos (custos elevados), a baixa produtividade agrícola e a redução no abastecimento urbano de água (NDMC, 2012). Esse planejamento

deve ocorrer em todos os níveis de decisão, no caso deste estudo, o nível de decisão mais adequado é o local, representado pelo CBH Curu.

De acordo com o NDMC, para nortear o planejamento para seca, algumas perguntas precisam ser respondidas: Como a seca nos afeta?; Como podemos reconhecer a próxima seca em sua fase inicial? e Como podemos nos proteger da próxima seca?

Wilhite (1993 apud FREITAS, 2010) declara que um plano de convivência com a seca deve se caracterizar pelo conjunto de ações mitigadoras que devem ser implementadas pelo poder público, usuários de todos os setores, além da sociedade civil organizada. Nesse aspecto, continua descrevendo que as ações mitigadoras podem ser agrupadas em três fases: preparação, implementação e avaliação.

Ainda o mesmo autor descreve que a fase de preparação é composta pelas atividades do planejamento propriamente dito, que incluem a execução dos planos de convivência com a seca, o método de análise dos impactos das secas e o desenvolvimento de um sistema de suporte à decisão para declaração dos períodos de seca. A fase de implementação é composta pelos procedimentos administrativos e financeiros necessários para seu funcionamento. Nessa fase, a população atingida pela seca é beneficiada. Por fim, a fase de avaliação é iniciada sempre após os períodos de seca, pois visam classificar as ações realizadas quanto a sua eficiência e eficácia.

Sobre o que se deve considerar na elaboração de um plano de contingência de seca, Macy (1989 apud FREITAS, 2010) elenca alguns aspectos importantes, como: o levantamento dos dados, a identificação de novas fontes, a previsão do fenômeno seca e a adoção de medidas de gestão da demanda.

O NDMC descreve a necessidade da elaboração de um plano detalhado de como o poder público deverá conviver com a seca. Esse plano deve conter “gatilhos” para cada fase, dependendo da gravidade da seca. Esses gatilhos acionariam todas as medidas planejadas anteriormente. Outros aspectos são importantes, como a redução, a longo prazo, da vulnerabilidade à seca, a atualização da infraestrutura e a alteração do comportamento dos usuários em todos os níveis sobre o aumento da eficiência do uso da água.

## 2.10. Histórico das Ações de Combate à Seca – Governo Federal

De acordo com Freitas (2010), as ações ou soluções governamentais propostas com a intenção de minimizar os impactos das grandes secas ocorridas no Nordeste brasileiro podem ser agrupadas em quatro tipos diferentes: i) naturalistas; ii) hidráulicas; iii) ecológicas; iv) sociais.

Continua o autor, definindo que as soluções *naturalistas (i)* são aquelas oriundas das visitas de especialistas ao Nordeste Brasileiro, no século 19. Essas ações versavam sobre a construção de reservatórios, cisternas e poços. Um destaque especial vai para o grupo de estudo denominado Comissão Imperial de Investigação, criado após a seca de 1889. Foi dessa comissão que surgiu a proposição da interligação do Rio São Francisco com o Rio Jaguaribe. Outro destaque importante é para a criação da Inspetoria de Obras Contra as Secas – IOCS em 1909. Depois, ocorreu a transformação do IOCS em Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS).

Sobre as soluções *hidráulicas (ii)*, o mesmo autor destaca a construção de reservatórios superficiais como de importância fundamental. Esses reservatórios são construídos para armazenamento em anos de abundância e uso em anos de seca. Nesse tipo de ação, o DNOCS tem destaque importante, tanto na construção dos principais reservatórios do Nordeste como na implantação dos perímetros irrigados.

A solução *ecológica (iii)*, conforme Freitas (2010), é a junção de todos os outros tipos de ações anteriores com a intenção de funcionar em condições adequadas. Nesse campo de ações, o autor destaca alguns programas governamentais, como o Programa de Redistribuição de Terras e Estímulos à Agroindústria do Norte-Nordeste – PROTERRA e o Programa Especial de Apoio ao Desenvolvimento da Região Semiárida do Nordeste – PROJETO SERTANEJO.

O último grupo de soluções apontadas por Freitas (2010) são as do tipo *sociais (iv)*, que tinham como objetivo auxiliar a população das camadas mais vulneráveis à seca, ou seja, os trabalhadores sem terra e os pequenos agricultores. Os programas com essa nova visão que merecem destaque são o Programa de Desenvolvimento de Áreas Integradas do Nordeste – POLONORDESTE e o Programa de Apoio ao Pequeno Produtor – PAPP.

Campos (2004) apresenta uma avaliação dos programas acionados pelo governo federal para enfrentar os impactos da seca, sob alguns aspectos. Tanto o conteúdo como o modo de implementação das ações são muito semelhantes. Outro aspecto é que os objetivos desses programas nunca estão claramente definidos, com destaque especial para duas questões: a definição do público, da meta e da área de atuação.

A seguir, o Quadro 2.1 lista os principais acontecimentos que caracterizam a ação governamental de enfrentamento da seca, organizados de forma cronológica.

**Quadro 2.1 – Histórico da intervenção federal de enfrentamento da seca: fim do século XIX até a atualidade**

Período	Descrição
SÉCULO XIX	
1823	Construção dos primeiros reservatórios (Primeiro Reinado).
1877 a 1879	A grande seca desse século, com meio milhão de mortos. Foi a partir de então que o governo passou a encarar a seca como um problema.
Após a seca de 1889	Comissão Imperial de Investigação - proposição da interligação do Rio São Francisco com o Rio Jaguaribe.
SÉCULO XX	
1909	Criação da Inspetoria de Obras Contra as Secas (IOCS), órgão que tinha forte tendência técnica, inspirado no exemplo do <i>U.S. Bureau of Reclamation</i> .
1915	Grande Seca: socorro governamental às vítimas da fome, mesmas práticas anteriores: a formação de campos de concentração; o fornecimento de alimentos; as frentes de serviço; e, principalmente, o incentivo à emigração para a Amazônia e para São Paulo.
1919	Alteração do nome IOCS para Inspetoria Federal de Obras Contra a Seca (IFOCS) – construção de reservatórios. Outra ação importante foi a Lei Eptácio Pessoa (Lei 3.965, de 1919), que instituiu a “Caixa Especial das Obras de Irrigação das Terras Cultiváveis no Nordeste e dos Serviços Complementares ou Preparatórios”.
1934	Promulgação da Constituição de 1934, introduzindo uma nova base legislativa para implementação de uma política para o controle dos efeitos da seca no Nordeste.
1936	Lei nº 175, que delimitou o polígono das secas, uma área que seria considerada nos planos de trabalho contra os efeitos da seca.
1945	Transformação da IFOCS em Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS), com a finalidade de realizar obras e serviços permanentes e desenvolver ações em situação de emergência.
	Em 1945, foi criada a Companhia Hidrelétrica do São Francisco (Chesf), voltada para o aproveitamento e o desenvolvimento do potencial energético do Rio São Francisco, resultando na construção da Usina Hidrelétrica de Paulo Afonso, em 1948.

<b>Período</b>	<b>Descrição</b>
1948	Construção da Usina Hidrelétrica de Paulo Afonso.
1949	Lei 1.004, que criou o “Fundo Especial das Secas”, que deveria destinar um quinto da verba para o socorro às populações atingidas pela seca (obras de emergência e serviços de assistência) e o restante para empréstimos aos produtores rurais.
1ª metade do século XX	Entendimento de que todos os problemas da região Nordeste tinham origem na falta d'água. Essa fase foi caracterizada pelos programas de açudagem - construção de reservatórios.
1952	Criação do Banco do Nordeste Brasileiro – BNB por Getúlio Vargas.
	Elaboração do estudo Planejamento do Combate às Secas (BRASIL, 1953), com sugestões no sentido de redirecionamento das ações de enfrentamento das consequências da seca e de reordenamento político, envolvendo órgãos federais e estaduais da região Nordeste.
1956	Produção de relatório histórico pelo Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste (GTDN), cujo relator foi Celso Furtado. Esse relatório originou a criação da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE.
1959	Criação da SUDENE durante o governo de Juscelino Kubistchek.
1963	Criação do Fundo de Emergência e Abastecimento do Nordeste (FEANE), com o objetivo de assistir as populações atingidas pela seca.
1964	Com o golpe militar, a SUDENE perdeu a relativa autonomia no planejamento regional, e as empresas capitalistas do Centro-Sul continuaram a protagonizar o desenvolvimento regional.
1970	Programas Especiais: Programa de Integração Nacional – PIN, que previa implantação de 130 mil hectares irrigados, aproveitando as águas represadas nos açudes e barragens já construídos pelo DNOCS e o potencial hídrico do Rio São Francisco.
1971	Programa de Redistribuição de Terras e Apoio à Agroindústria Canavieira – PROTERRA.
1972	Programa de Desenvolvimento de Áreas Integradas do Nordeste - POLONORDESTE.
1974	Criação da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco.
1976	Projeto Sertanejo – Programa Especial de Apoio ao Desenvolvimento da Região Semiárida do Nordeste.
1979	Programa de Aproveitamento dos Recursos Hídricos (PROHIDRO), com o intuito de dar maior prioridade ao aspecto hidrológico dentro do planejamento regional. Atuou basicamente com dois instrumentos de ação: investimentos a fundo perdido e uma linha de crédito rural subsidiado.
1982	Embrapa e a Embrater divulgaram um documento intitulado Convivência do Homem com a Seca.
	Projeto Nordeste, fusão dos Programas Especiais.

Período	Descrição
1979 a 1983	Programa de Emergência: devido ao modo concentrador de renda do sistema capitalista, todas as ações desenvolvidas pelo Estado tiveram um viés centralizador. No caso do Programa de Emergência da Grande Seca (1979-1983), esse aspecto fica evidente quando as verbas liberadas pelo Estado eram para construção de obras de melhoria no interior dos imóveis daqueles proprietários rurais inscritos no programa. Essa medida, apesar de amenizar a fome dos flagelados, dando trabalho ao homem do campo, beneficiava de uma forma mais perene aqueles que detinham a propriedade da terra. Além disso, ampliava ainda mais a situação de dependência dos trabalhadores rurais para com esses proprietários.
1986	Instituição do Programa de Irrigação do Nordeste (Proine) e o Programa Nacional de Irrigação (Proni).
1988	Criação do Projeto Padre Cícero, com o objetivo de ampliar o número de reservatórios de água no interior do Nordeste, incentivando a convivência com a seca.
1993	Reformulação radical dos projetos do Programa de Desenvolvimento Rural, que passam a ter uma conotação cada vez mais social e descentralizada, seguindo as experiências do Programa de Solidariedade do México. Elaboração de proposta de Ações Permanentes para o Desenvolvimento do Nordeste Semiárido Brasileiro, centrada no fortalecimento da agricultura familiar, no uso sustentável dos recursos naturais e na democratização das políticas públicas.
1994	Projeto Áridas – proposta de desenvolvimento sustentável para o Nordeste.
1996	O Programa de Apoio ao Desenvolvimento da Fruticultura Irrigada do Nordeste. Mudança do papel do Estado: de agente executor para agente indutor da atividade de irrigação.
1998	PROÁGUA SEMIÁRIDO: Celebrado em junho de 1998, o Subprograma de Desenvolvimento Sustentável de Recursos Hídricos para o Semiárido Brasileiro, vinculado à Agência Nacional das Águas e ao Ministério da Integração Nacional, visa garantir a ampliação da oferta de água de boa qualidade para o Semiárido brasileiro, com a promoção do uso racional desse recurso, com ênfase na gestão participativa. A prioridade é o fornecimento de água potável à população do Semiárido por meio da construção de barragens e adutoras.
1998/1999	Com essa grande seca, o governo inovou com a diversificação das ações educacionais e a abertura de uma linha especial de crédito no Programa Especial de Financiamento para Combate aos Efeitos da Estiagem.
1999	Programa Um Milhão de Cisternas, com o objetivo principal de ampliar a compreensão e a prática da convivência sustentável e solidária com o ecossistema do semiárido.
2001	Fim da elaboração da Agenda 21, que, entre outras proposições, mencionava a necessidade de capacitar o homem do campo para a convivência com a seca, incentivando o uso de tecnologias já comprovadas e difundidas por centros de pesquisa e organizações não-governamentais com experiências no manejo dos recursos naturais em regiões semiáridas.

Período	Descrição
2003	<p>Programa Conviver: Desenvolvimento Sustentável do Semiárido. Esse programa incluía, entre outras ações, o seguro-safra (renda mínima aos produtores); a compra de alimentos pelo governo federal, garantindo renda aos agricultores da região; o acesso ao crédito para ações de manejo e captação de recursos hídricos; o investimento em culturas forrageiras e manejo da caatinga; o Cartão-Alimentação para compra de alimentos; a assistência técnica; e a educação para desenvolvimento de metodologias e tecnologias de convivência com o semiárido.</p> <p>Criação de uma linha de crédito especial do Programa Nacional de Agricultura Familiar (Pronaf) para o semiárido, com a intenção de apoiar as atividades dos agricultores da região por meio do financiamento de tecnologias de convivência, como a construção de pequenas obras hídricas para consumo humano e pequena produção.</p>
2004	<p>O Projeto Água Doce, lançado pelo Ministério do Meio Ambiente, apoia a implantação de pequenas usinas de dessalinização, viabilizando o abastecimento de água doce para consumo humano em regiões de grande quantidade de água salobra. A novidade do projeto é o aproveitamento do rejeito na produção de alimentos para animais, reduzindo os impactos ambientais decorrentes dos processos de dessalinização de águas.</p>
2005	<p>A câmara de Políticas de Integração Nacional e Desenvolvimento Regional elaborou uma agenda de compromissos que envolveu 16 ministérios do governo federal para atuação articulada no semiárido.</p>

Fonte: Campos, 2004 e Silva, 2010. Elaboração própria.

Muitos dos programas citados no Quadro 2.1 ainda estão em pleno desenvolvimento e são constantemente renovados.

Araújo (1997 apud SILVA, 2010) conclui que, apesar do aumento do Produto Interno Bruto (PIB) da região Nordeste, observado de 1960 a 1997, de 463,3%, ainda existe muita diferenciação social, e as secas continuaram a gerar crises econômicas e sociais. Exemplos desse aspecto foram evidenciados durante dois períodos de seca ocorridos na década de 90: 1992 a 1993, em que 2,1 milhões de pessoas foram alistadas nas Frentes e Emergência do governo federal, e 1998 a 1999, em que foram distribuídas 3 milhões de cestas básicas por mês às famílias residentes no semiárido.

Ainda, Silva (2010) afirma que a situação de pobreza na região do semiárido tem sido amenizada com a expansão dos programas governamentais de transferência de renda.

A ação governamental no século XX, em relação à seca, pode ser resumida nas ações da seca de 1998 e 1999 e se baseava nos seguintes aspectos:

reação tardia pressionada pelos governantes locais, pelos riscos de perda de controle da situação e pela pressão da opinião pública; a demora na implementação de ações emergenciais, quando a gravidade dos problemas estava avançada; e a destinação de recursos para ações emergenciais e o corte de recursos, logo após o período mais grave da estiagem, caracterizando uma descontinuidade das ações avançada; e a destinação de recursos para ações emergenciais e o corte de recursos, logo após o período mais grave da estiagem, caracterizando uma descontinuidade das ações. (SILVA, 2010, p 73)



### 3. METODOLOGIA

O presente capítulo apresenta a metodologia adotada para execução deste estudo, descrevendo os métodos empregados para o atendimento dos objetivos desejados.

#### 3.1. A Caracterização do Uso da Água no Vale do Curu

Inicialmente, para atendimento desse objetivo, optou-se por caracterizar a área de estudo através da descrição simplificada de sua hidrologia, elaboração de um mapa de localização, além da descrição e subdivisão do trecho perenizado em subtrechos, para efeito de organização da pesquisa.

Após essa descrição, foi elaborado um histórico sobre o uso da água na área da pesquisa, abrangendo as principais ações públicas desenvolvidas e o processo de gestão dos recursos hídricos até os dias atuais.

Para auxiliar na caracterização do uso da água, será apresentado o potencial de armazenamento dos reservatórios responsáveis pela perenização do vale com a exposição de um gráfico com a evolução de acumulação ao longo do tempo.

Referente à demanda hídrica instalada, foi estabelecida por duas formas diferentes: a primeira relaciona-se aos usos de aquicultura, abastecimento humano e indústria. Nesse caso, a demanda foi extraída da informação do sistema de outorgas e licença (SOL). O detalhamento dos valores integra o Apêndice A.

A segunda forma de determinação da demanda refere-se somente à irrigação e teve início com a atualização do cadastro dos usuários do vale, obtido através dos relatórios de acompanhamento do Convênio nº 003/2012, entre COGERH e Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura (FCPC/UFC), concernente à atividade de atualização cadastral.

Essa atualização cadastral foi realizada com vistorias *in loco* para caracterização dos usos, as quais foram baseadas na aplicação de um questionário

(ver Anexo I) composto por quatro itens. A seguir, será detalhado o formulário aplicado para a determinação da demanda hídrica na atividade de irrigação, por representar maior volume de água requerido entre os usos existentes na área de estudo.

O primeiro item trata da identificação do usuário, como, por exemplo, nome, endereço de correspondência, número de telefone, *email*, etc. O segundo trata da caracterização do imóvel: as informações colhidas foram a denominação, localização e relação de propriedade com a terra. O terceiro item apresenta a caracterização do uso com as seguintes informações: cultura, área, método de irrigação, período de irrigação, ciclo e tempo de captação de água. Ainda nesse item, foi identificado o *status* sobre a regularização do uso, ou seja, se possuía outorga de uso vigente e a finalidade de uso. O quarto e último item do questionário traz as informações sobre o manancial utilizado como fonte de abastecimento de água e apresenta as seguintes informações: nome do manancial, bacia e sub-bacia hidrográfica, local de captação e as coordenadas geográficas do ponto de captação de água.

Com essas informações obtidas no campo, os dados foram tratados, e a demanda hídrica foi calculada através da determinação do volume necessário para irrigação de cada área cadastrada. As variáveis utilizadas no cálculo foram o coeficiente cultural, a eficiência de aplicação de água do método de irrigação adotado, a evapotranspiração média da região e a área irrigada informada em cada questionário. O detalhamento do cálculo de determinação da demanda hídrica para irrigação está descrito de forma integral no Apêndice A.

Os dados obtidos na atualização cadastral também serviram de base para a elaboração de gráficos que apresentaram a distribuição percentual do quantitativo de usuários por finalidade de uso, vazão demandada por finalidade de uso, o tamanho das áreas irrigadas pela quantidade de usuários cadastrados, a área irrigada por cultura, o método de irrigação por área irrigada, além de um mapa que apresenta a distribuição espacial dos usuários cadastrados.

### **3.2. A Situação dos Direitos de Usos, atualmente, em Vigência, no Vale do Curu**

A situação dos direitos de uso da água foi avaliada quanto ao seu *status* de regularização, ou seja, se tem outorga de direito de uso, atualmente, vigente. Para tanto, foi utilizado o Sistema de Outorga e Licença (SOL). O SOL é um sistema cooperativo da COGERH/SRH que permite, via intranet, que os diversos segmentos do sistema gestor de recursos hídricos possam manter a base de dados dos usuários de água regulares, permitindo uma maior visibilidade da outorga de uso da água no estado, de forma descentralizada, em que as gerências regionais da COGERH, na qualidade de secretarias executivas dos comitês de bacia, possuem um acesso, em tempo real, às informações disponíveis na base de dados.

### **3.3. O Balanço Hídrico da Área de Estudo**

O balanço hídrico foi obtido a partir da relação entre a demanda hídrica instalada no vale e a oferta disponível nos reservatórios.

Para a determinação da oferta disponível nos reservatórios do vale, foram adotados 90% (noventa por cento) da vazão regularizada, com 90% de garantia (Q90) para cada reservatório isoladamente. A oferta total disponível foi igual ao somatório das Q90 dos cinco reservatórios que perenizam o vale: Pereira de Miranda, General Sampaio, Caxitoré, Tejuçuoca e Frios.

Para obtenção da demanda instalada, foram utilizadas as informações colhidas na atualização cadastral descrita no item 3.4. Com isso, a demanda foi calculada a partir das informações, como área irrigada, coeficiente cultural (Kc), método de irrigação, evapotranspiração da região (ver Apêndice A).

### **3.4. A Estratégia de Alocação de Água em Anos Secos, para o Vale do Curu**

A estratégia de alocação de água em anos secos foi elaborada, inicialmente, através descrição e avaliação do fluxo do processo atual de alocação de água adotado pelo Ceará. Nessa análise, foi avaliada a efetivação do fluxo processual na prática, além dos fatores que influenciam no exercício de poder e no processo de tomada de decisão entre os membros do comitê.

Essa avaliação tomou como base alguns aspectos relevantes, como a efetivação do fluxo do processo de alocação na prática, a forma com que o sistema gestor de recursos hídricos lida com as incertezas inerentes ao processo, a descrição da metodologia de resolução de conflito adotada, a descrição das relações de liderança e poder entre os membros do CBH Curu, além da metodologia de cumprimento do acordo firmado e seu acompanhamento.

Após essa avaliação, foi sugerido um sistema de prioridade de uso da água para o setor da irrigação, com a definição dos principais critérios que devem ser analisados para a realização de uma prioridade intrassetorial.

Ainda integrando a estratégia de alocação proposta, foram descritas as bases para implantação de um sistema de cobrança pelo uso da água, variando em função da garantia pelo uso do recurso. Nesse sistema de cobrança, quanto maior a garantia, maior o valor da tarifa pelo uso da água.

A instituição de um seguro e compensação financeira como transferência de risco associada às incertezas climáticas compõe a estratégia proposta. Esse seguro/compensação financeira deverá ser custeado a partir da arrecadação do excedente, com a tarifa pelo uso da água em períodos úmidos recebendo um prêmio nos períodos em que ocorra desabastecimento de água.

### **3.5. Metodologia Específica de Controle, Fiscalização e Monitoramento dos Recursos Hídricos para Anos Secos**

A metodologia de controle, fiscalização e monitoramento de recursos hídricos para anos secos foi elaborada com a intenção de acompanhar a operação dos reservatórios após a adoção da estratégia de alocação de água proposta.

Para tanto, foi descrito um plano de fiscalização, controle e monitoramento de recursos hídricos subdividido em três partes:

- Atualização da base de dados existente – descrição da estratégia de execução e das informações importantes para levantamento;
- A metodologia de monitoramento das vazões - descrição das categorias de medição de vazão, identificação das estações fluviométricas ao longo do trecho perenizado e dos usuários medidos, definição da metodologia de medição de vazão e dos equipamentos utilizados e a frequência das medições; e
- A fiscalização e os mecanismos de punição ao infrator - definição de metodologia de realização das campanhas de fiscalização e acompanhamento, descrição dos arranjos institucionais necessários para execução de fiscalizações em conjunto com outros órgãos e apresentação do rito processual de punição dos infratores.

### **3.6. Estimativa dos Custos Necessários para Implantação e Acompanhamento da Estratégia de Alocação Proposta**

A estimativa dos custos necessários para implantação e acompanhamento da estratégia de alocação foi elaborada a partir da definição do tipo das despesas necessárias, custo fixo e custeio mensal.

Para a composição do custo com a implantação da estratégia, foram definidos os equipamentos, o período de duração dos serviços e o dimensionamento da equipe a ser contratada.

Para tanto, foram elaborados quadros descritivos com a relação e quantitativo dos materiais, veículos, equipamentos necessários. Outra informação importante para a elaboração do custo foi a definição da forma de contratação e o dimensionamento da equipe que realizou os serviços técnicos.

Além das informações mencionadas acima, foram estimados, com base na experiência de monitoramento da COGERH, a distância média percorrida pelos veículos e seu respectivo consumo de combustível.

Os valores utilizados nessa estimativa foram extraídos de contratos, atualmente, vigentes na COGERH.

## 4. ANÁLISE DA ÁREA DE ESTUDO

### 4.1. Breve Descrição da Área de Estudo

A Bacia do Curu está localizada no Centro-Norte do estado. Limita-se, ao sul, com a sub-bacia do Rio Banabuiú, integrante do Sistema do Jaguaribe; a oeste, com as Bacias do Acaraú e do Litoral; e, a leste, com as Bacias Metropolitanas (Figura 4.1).

Tem como principal afluente, pela margem direita, o Rio Canindé e, pela margem esquerda, o Rio Caxitoré. Com uma extensão de 195 km, tem sentido preferencial sudeste-nordeste. O Rio Curu drena uma área de, aproximadamente, 8.750 km<sup>2</sup> e equivale a cerca de 6% da área do território do Ceará (PACTO DAS ÁGUAS, 2009).

O rio principal fornece o nome à bacia, tendo como nascentes as Serras do Céu, da Imburana e do Lucas. Ao longo de seu percurso, passa pelos municípios de Caridade, General Sampaio, Itapajé, Itatira, Paramoti, São Luís do Curu, Tejuçuoca e, parcialmente, Aratuba, Canindé, Guaramiranga, Irauçuba, Maranguape, Mulungu, Palmácia, Pacoti, Paracuru, Paraipaba, Pentecoste, São Gonçalo do Amarante, Tururu e Umirim.

A Figura 4.1 apresenta um mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Curu, com detalhamento da rede hidrográfica, os principais reservatórios e as sedes municipais.

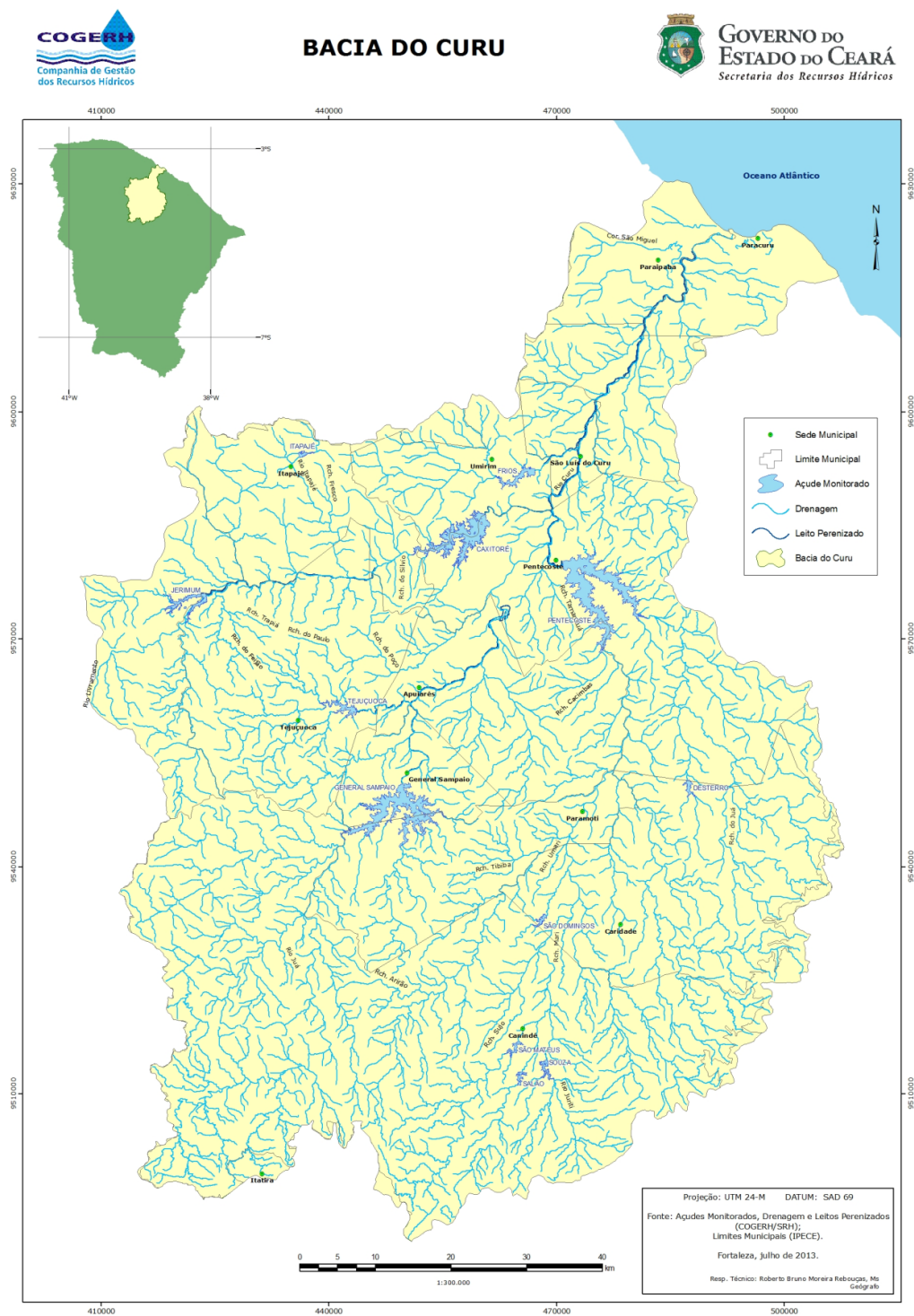


Figura 4.1 – Mapa de localização da Bacia do Curu. Fonte: COGERH, 2013.

Disponível em: <http://portal.cogerh.com.br/base-cartografica/mapas/BH-Curu.jpg>



A área de desenvolvimento do presente estudo é o Vale perenizado do Rio Curu-Ce, neste trabalho, denominado “Vale do Curu”. Para efeito de organização didática aqui, o Vale do Curu foi dividido em dois trechos, a saber:

- O trecho I, que tem início no canal de liberação Açude General Sampaio, chegando até a Barragem Serrota, localizada no município de Pentecoste. Esse trecho possui 40 (quarenta) km de extensão ao longo do Rio Curu.
- O trecho II, que tem início no Açude Pereira de Miranda, percorrendo 68 (sessenta e oito) km até o fim do trecho perenizado na Barragem dos Torrões, município de Paracuru.

Segundo Gorayeb et al (2010), a Bacia Hidrográfica do Rio Curu, se comparada às outras bacias do estado do Ceará, pode ser considerada de pequeno porte, muito embora ela possua grande importância econômica, devido à proximidade de Fortaleza, ao seu potencial para atividades de irrigação e aos grandes investimentos em obras hídricas feitos durante a segunda metade do século passado.

A seguir, a Figura 4.2 apresenta a representação simplificada do vale perenizado e os principais reservatórios da área.

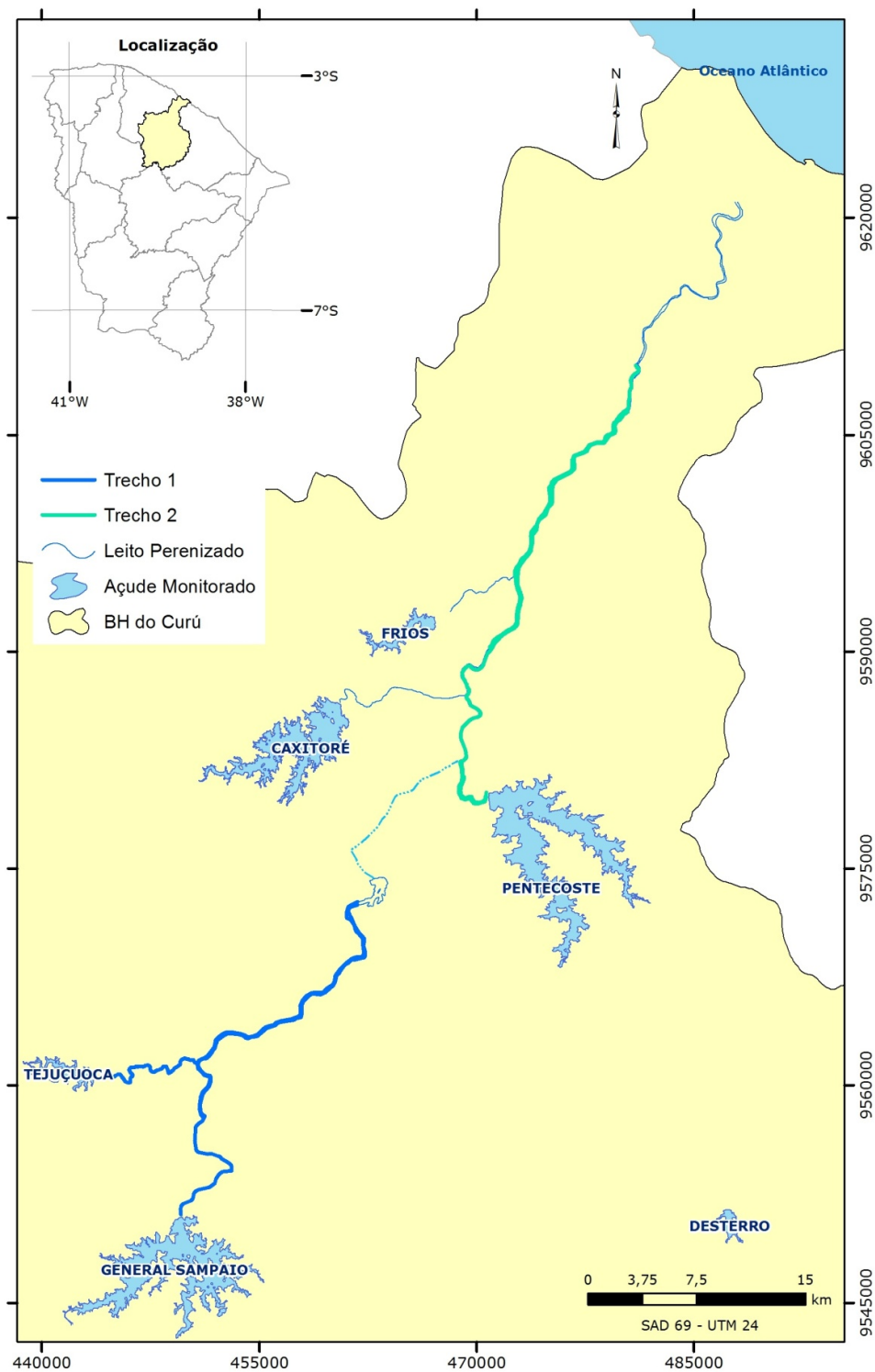


Figura 4.2 – Esquema gráfico da divisão do Vale do Curú em trechos. Fonte: COGERH, 2013. Elaboração própria.

## 4.2. Histórico

As ações públicas na área de recursos hídricos, no vale do Curu, tiveram início da mesma forma e no mesmo período em que foram desenvolvidas para o restante da região Nordeste. A partir das grandes secas ocorridas na região, a exemplo daquela do ano de 1877, o império, inicialmente, e, depois, o governo federal, começou a construção da infraestrutura hidráulica atualmente existente até a metade do século passado (STUDART et al, 1998).

Studart et al (1998) declaram que a construção da infraestrutura hidráulica no Vale do Curu, como no restante da região Nordeste, seguiu duas linhas distintas: a construção dos médios e grandes reservatórios eminentemente públicos, destinados à irrigação, abastecimento humano e piscicultura, e os pequenos reservatórios, construídos em cooperação entre o governo e os proprietários de terras da região, portanto, particulares. Nesse caso, era garantido à população localizada nos arredores do reservatório o acesso à água.

A gestão das águas, no vale do Curu, foi inicialmente conduzida pelo DNOCS, que realizava as atividades de manutenção e operação das infraestruturas dos reservatórios e dos perímetros públicos. Com a promulgação da Constituição Federal de 1988, o Estado do Ceará teve maior presença na gestão das águas estaduais (STUDART et al, 1998).

Nesse novo contexto legal, a SRH<sup>5</sup> passou a integrar o processo de gestão das águas estaduais no Ceará, entretanto, somente a partir da sanção da Lei nº 11.996/92, que institui a Política Estadual de Gestão dos Recursos Hídricos, foi que o Estado passou a desempenhar um papel mais atuante no processo de gestão. Com a criação da COGERH, em 1993, o gerenciamento dos recursos hídricos da região do Curu e do restante do Ceará passa a ser efetivamente implementado pelo Estado.

Desde então, o gerenciamento dos recursos hídricos, na Bacia do Curu, vem sendo realizado através de convênio firmado entre a Agência Nacional de Águas (ANA), SRH, COGERH e o DNOCS. O outro componente integrante desse processo

---

<sup>5</sup> Criada em 1987.

de gestão é o Comitê de Bacias Hidrográficas do Curu (CBH Curu), que tem, na composição de seu plenário, representantes dos poderes públicos municipais (20%), poderes públicos estaduais e federais (20%), usuários de água bruta (30%) e sociedade civil organizada (30%). Sua implantação teve início no ano de 1994, com a realização do diagnóstico institucional na bacia pela COGERH e posterior definição de metodologia em conjunto com a população local, para sua instalação em 17 de outubro de 1997 (OLIVEIRA et al, 1995).

### 4.3. Oferta

Os principais reservatórios existentes no Vale do Curu são o Pereira de Miranda (1950 a 1957) e o General Sampaio (1932 a 1935), que, juntos, somam 70% do volume de acumulação da bacia. A seguir, o Quadro 4.1 lista os cinco reservatórios monitorados pela COGERH que perenizam o vale.

**Quadro 4.1 - Açudes Monitorados no Vale do Curu**

Nome do Açude	Município	Capacidade (m <sup>3</sup> )	Ano de Construção	Vazão Q <sub>90</sub> (m <sup>3</sup> /s)
Caxitoré	Umirim	202.000.000	1962	2,32
Frios	Umirim	33.020.000	1988	0,64
General Sampaio	General Sampaio	322.200.000	1935	3,15
Pereira de Miranda	Pentecoste	360.000.000	1957	4,25
Tejuçuoca	Tejuçuoca	28.110.000	1990	0,39
Total	<b>5 açudes</b>	<b>945.330.000</b>	-	<b>10,75</b>

Fonte: COGERH, 2013.

Os reservatórios listados no Quadro 4.1 foram construídos pelo Departamento Nacional de Obras contra a Seca (DNOCS) para regularização do Rio Curu e uso em irrigação, abastecimento humano e aproveitamento hidroelétrico. A motivação principal para a construção dessa infraestrutura foi a irrigação ao longo do vale, com destaque para os dois perímetros públicos de irrigação: o Curu/Pentecoste, localizado no Trecho I, e o Curu/Paraipaba, localizado no Trecho II.

A seguir, a Figura 4.3 apresenta um gráfico com a evolução da capacidade armazenamento de água ao longo do tempo, para o Vale do Curu. Este gráfico apresenta evolução do volume ofertado em metros cúbicos.

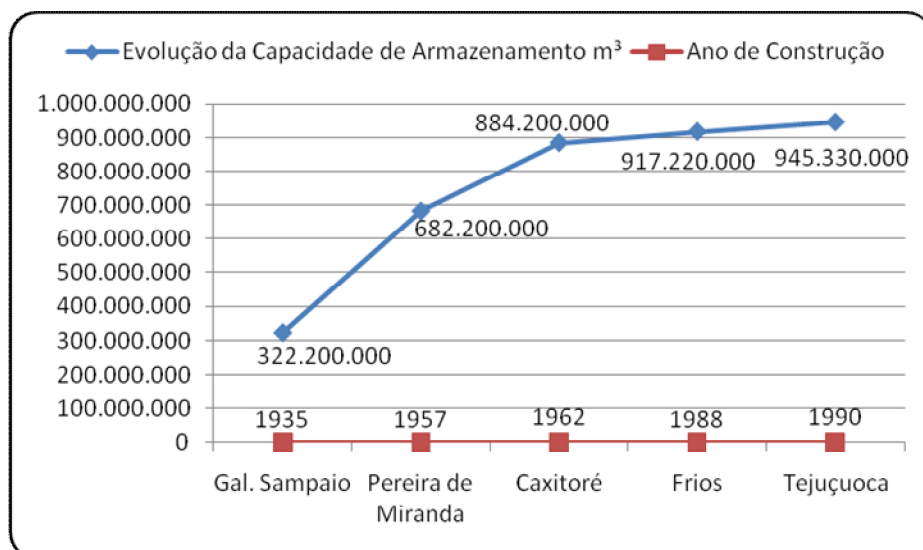


Figura 4.3 – Evolução da Capacidade de Armazenamento ao longo do tempo, no Vale do Curu. COGERH, 2013. Elaboração própria.

A Figura 4.3 apresenta que, somente a partir da década de 1960, com o término da construção dos grandes reservatórios do vale do Curu, Açude Pereira de Miranda (1957) e Açude Caxitoré (1962), a atividade de irrigação pôde ter início efetivo. Campos et al (2002) relatam outro aspecto importante, ocorrido na mesma época: a implantação do posto agrícola do DNOCS para incentivo e transmissão de experiência. Logo depois, foi instalado o primeiro perímetro público da região, denominado de Curu-Pentecoste.

Em relação à possibilidade de aumento na oferta para o Vale do Curu, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PLANERH 2005), a Bacia do Curu possui o nível de açudagem próximo da saturação, devido a sua composição topográfica, impossibilitando assim incremento significativo na oferta através da construção de mais reservatórios. Dessa forma, a possibilidade de aumento da capacidade de suprimento de água deve primar pelo aumento da eficiência do uso, monitoramento da quantidade e qualidade da água, controle, fiscalização e gestão da demanda no vale.

#### 4.4. Demanda

O uso da água, no Vale do Curu, possui caracterização eminentemente agrícola, desenvolvida através de propriedades particulares localizadas ao longo do trecho perenizado do Rio Curu, além de dois perímetros públicos de irrigação, implantados pelo DNOCS: Curu-Paraipaba e Curu-Pentecoste. A atividade de irrigação foi implantada no vale a partir da década de 1960, com a implantação do Posto Agrícola do DNOCS (CAMPOS et al, 2002). As principais culturas irrigadas no vale são a cana-de-açúcar e o coco.

Entretanto é importante destacar que o suprimento de água para o abastecimento humano das sedes municipais localizadas às margens do trecho perenizado é fornecido pelos reservatórios que perenizam o Vale do Curu, apesar de o volume demandado ser ínfimo quando comparado com a demanda da atividade de irrigação (ver Figura 4.4).

O volume de água demandado no Vale do Curu, utilizado na presente pesquisa, foi obtido a partir das informações colhidas através do Convênio nº 003/2012, entre a Fundação Cearense de Cultura e Pesquisa (FCPC) e a COGERH, no qual um dos produtos é a atualização cadastral dos usuários do Vale do Curu.

Essa atividade de atualização cadastral foi realizada a partir de vistorias às propriedades localizadas ao longo do trecho perenizado, identificando-se, entre outras informações, a finalidade de uso da água, a localização geográfica e o manancial de abastecimento.

A estimativa da necessidade hídrica das culturas teve como base os valores de áreas exploradas para as diferentes culturas, os métodos de irrigação na bacia e os dados médios de evapotranspiração potencial estimados pelo método de Hargreaves, os coeficientes de culturas apresentados pelo banco de dados do boletim 56 da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO).

A metodologia adotada e a memória de cálculo estão descritas de forma integral no Apêndice A.

A Figura 4.4 apresenta um gráfico com a distribuição percentual do quantitativo dos usuários cadastrados no Vale do Curu, classificados pela finalidade de uso da água.

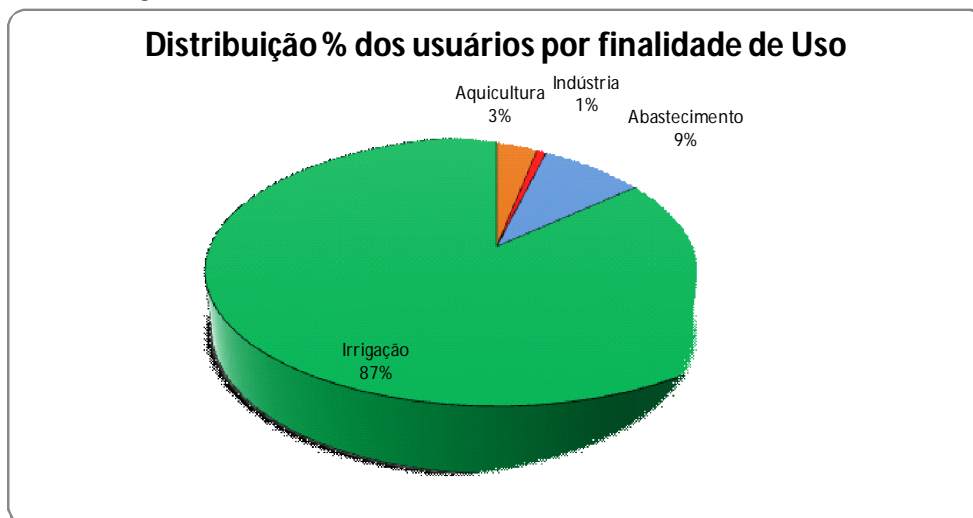


Figura 4.4 – Distribuição dos usuários cadastrados por finalidades de uso. Fonte de Dados: COGERH, 2013. Elaboração própria.

A distribuição percentual apresentada na Figura 4.4 comprova a aptidão eminentemente agrícola do Vale do Curu, uma vez que 87% dos usuários cadastrados utilizam água para irrigação.

Com a intenção de corroborar as informações da Figura 4.4, foi produzida a Figura 4.5, que apresenta um gráfico com a distribuição percentual da vazão total demandada pelos usuários cadastrados no Vale do Curu, classificados pela finalidade de uso da água.

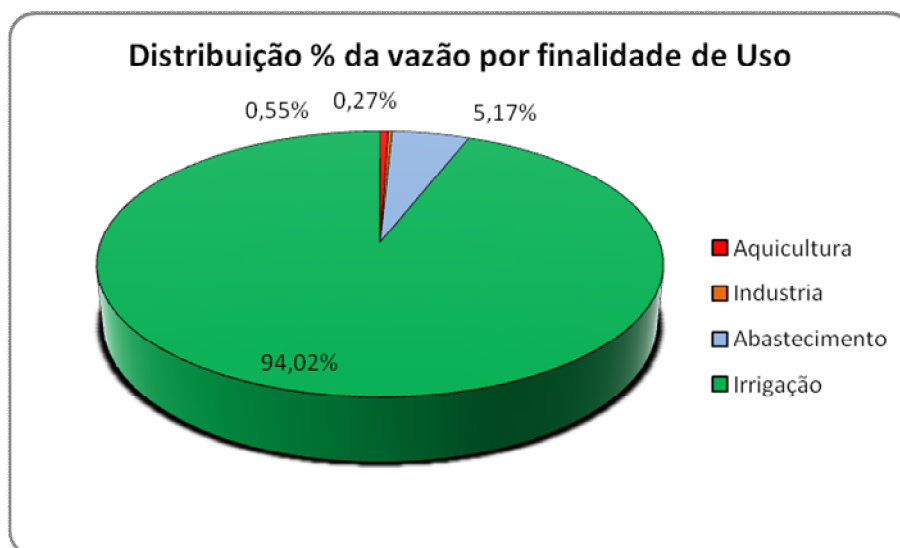


Figura 4.5 - Percentual da vazão demandada no Vale do Curu por finalidade de uso. Fonte de Dados: COGERH, 2103. Elaboração própria.

Como pode ser observado na Figura 4.5, em termos do percentual de vazão demandada pelos usuários do Vale do Curu, 94% da água são utilizados pelos usuários do setor de irrigação.

Devido à importância da atividade de irrigação no Vale do Curu, foi elaborada a Figura 4.6, que apresenta um gráfico com a distribuição percentual do tamanho das áreas irrigadas ao longo do vale pelo quantitativo de usuários cadastrados.

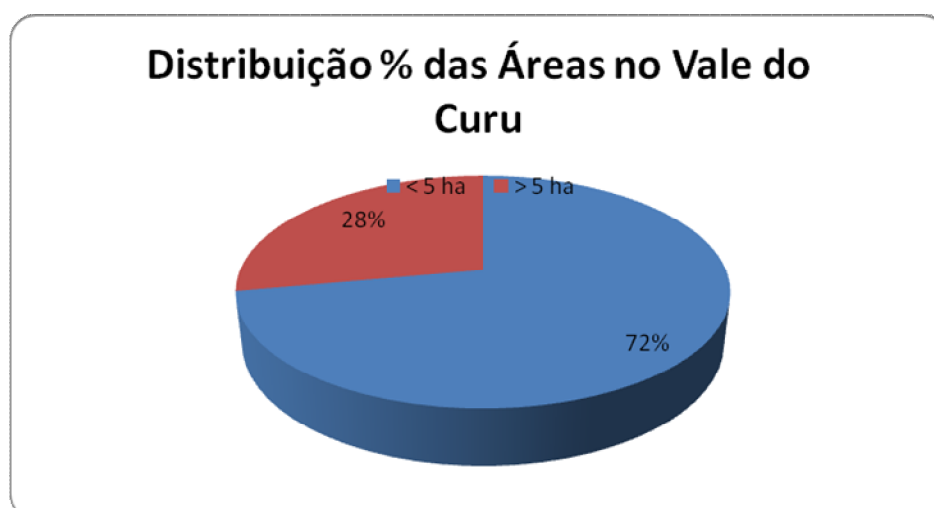


Figura 4.6 – Distribuição percentual do tamanho das áreas irrigadas pelo quantitativo de usuários cadastrados. Fonte de Dados: COGERH, 2013. Elaboração própria.



Para a Figura 4.6, foi adotada uma classificação referente ao tamanho das áreas, dividindo-as em duas classes de tamanho: < (menor que) cinco hectares e > (maior que) cinco hectares.

Observando-se a Figura 4.6, percebe-se um predomínio de pequenos produtores (< 5ha) - 72% do quantitativo de proprietários cadastrados possuem áreas irrigadas menores que cinco hectares, e apenas 28% desse quantitativo apresentam áreas maiores que cinco hectares (grandes produtores). Uma observação importante a se fazer é que a área ocupada pelos grandes produtores representa 94% (noventa e quatro) por cento da área total irrigada no vale.

Outro aspecto importante para diagnosticar o uso da água, no Vale do Curu, é a identificação das áreas irrigadas classificadas pelos principais tipos de cultura. Para tanto, foi elaborada a Figura 4.7, que apresenta um gráfico com a distribuição percentual das áreas irrigadas para cada tipo de cultura.

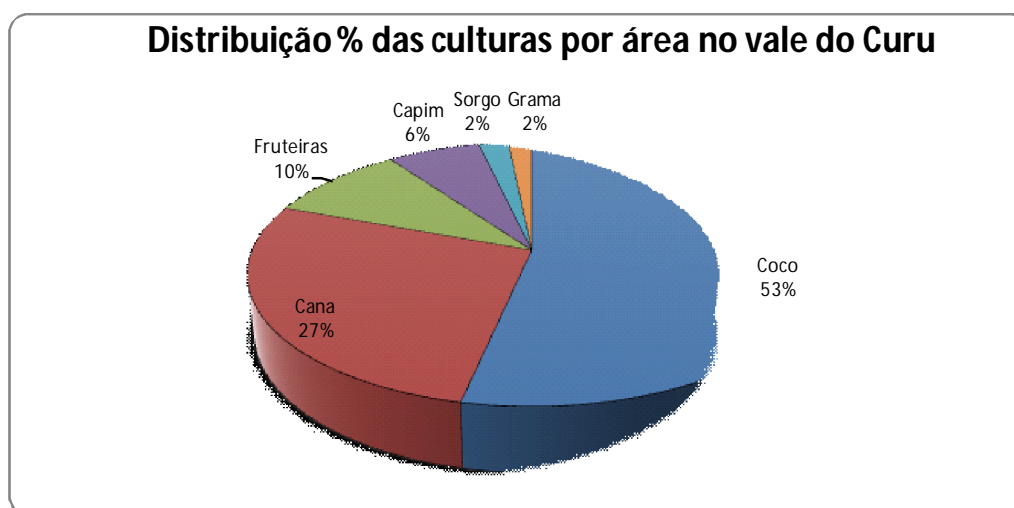


Figura 4.7 – Distribuição percentual das áreas irrigadas por tipo de cultura. Fonte de Dados: COGERH. Elaboração própria.

Observando-se a Figura 4.7, percebe-se que a maioria da área irrigada é composta por culturas perenes e semiperenes (cana-de-açúcar, coco e outras fruteiras), o que corresponde a 90% da área irrigada. A área restante é composta por culturas temporárias (sorgo, capim e grama).

Ainda com a intenção de caracterizar a atividade de irrigação desenvolvida na região, foi elaborado um gráfico, apresentado a seguir pela Figura 4.8. Esse gráfico apresenta uma distribuição percentual dos métodos de irrigação adotados pela área total irrigada.

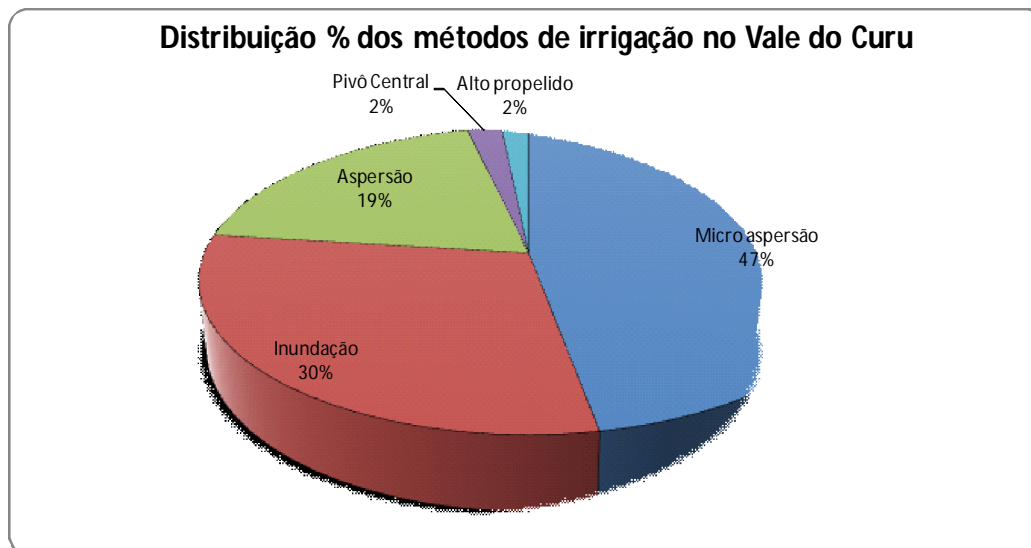


Figura 4.8 – Distribuição percentual dos métodos de irrigação. Fonte de Dados: COGERH, 2013. Elaboração própria.

A Figura 4.8 apresenta que o método de irrigação mais utilizado no vale é a microaspersão, utilizado em cerca de 47% da área irrigada. Em seguida, vêm o método de inundação, com 30%, e aspersão convencional, com 19%.

Esses percentuais se justificam devido ao tipo de cultura implementada no vale. A maioria da cana-de-açúcar, por exemplo, é quase toda irrigada por aspersão convencional, enquanto o coco é irrigado por microaspersão, com exceção da área irrigada pelo Perímetro Irrigado Curu-Pentecoste, que utiliza a inundação como método de irrigação.

Observando-se a Figura 4.9, nota-se o nível de cobertura do cadastro realizado e a saturação da demanda pelo uso da água ao longo do trecho perenizado, demonstrando-se uma cobertura espacial adequada à realidade do Vale do Curu.

Além de a caracterização do uso da água apresentada neste item ser um dos objetivos deste estudo, ela servirá também como subsídio para a elaboração do

sistema de prioridades de uso intrassetorial que irá compor a proposta de alocação apresentada no item 5.2.1.

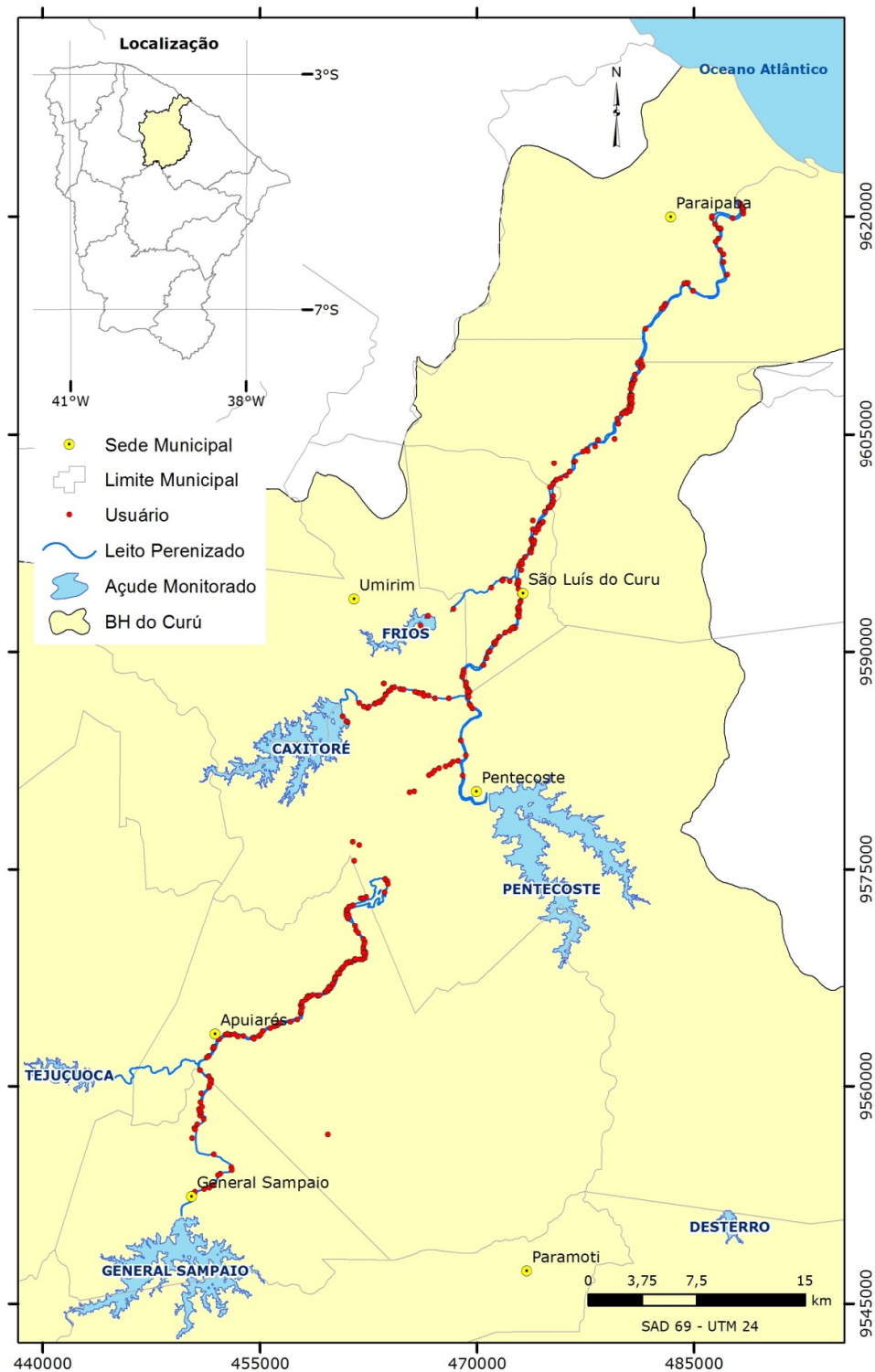


Figura 4.9 – Distribuição espacial dos cadastros da Bacia do Curú. Fonte: COGERH. Elaboração própria.

## **4.5. Alocação de Água no Vale do Curu**

### **4.5.1. Alocação Negociada**

A gestão participativa dos recursos hídricos, na Bacia do Curu, teve início com o processo de instalação do Comitê de Bacias Hidrográfica em meados de 1994 (SILVA et al, 2002). Durante a implantação do CBH-Curu, foram realizados vários seminários para formação do colegiado e, nesse caminho, a alocação negociada de água foi sendo construída. Antes desse período, a operação dos reservatórios era realizada pelo DNOCS sem a participação dos usuários.

Silva et al (2002) declaram que a instalação oficial do CBH-Curu somente se efetivou em outubro de 1997. Nesse mesmo período, foi instalada a Gerência Regional da COGERH, que atua, até hoje, como secretaria executiva do CBH-Curu e está localizada no município de Pentecoste.

A ata da primeira reunião ordinária do CBH-Curu já trouxe como ponto de pauta o acompanhamento da operação pelo plenário, o que comprova que o processo de alocação negociada de água ocorreu mesmo antes da instalação do CBH-Curu (ZARANZA, 2003).

Atualmente, o processo de alocação negociada, no Vale do Curu, ocorre anualmente, sempre entre meados de junho e início de julho (após a quadra chuvosa), período em que já se efetivou o aporte hídrico anual. Tem-se, portanto, a situação de oferta de água para aquele ano. A alocação negociada de água ocorre durante a reunião ordinária do CBH-Curu, denominada de Seminário de Alocação Negociada de Água do Vale do Rio Curu.

Na oportunidade, são realizados levantamentos para atualização das demandas ao longo do vale perenizado<sup>6</sup> e do volume atual dos reservatórios. Esse diagnóstico é apresentado aos membros do CBH juntamente com as simulações de diversos cenários de operação dos reservatórios para o período do segundo

---

<sup>6</sup> Atividade realizada pela COGERH através de visitas aos usuários mais estratégicos.

semestre (início de julho a fim de dezembro). Na construção desses cenários, levam-se em consideração dois aspectos fundamentais: 1) o aporte hídrico ocorrido naquele ano e 2) o histórico de vazões negociadas. Todas as decisões tomadas no seminário de alocação são registradas em ata, para acompanhamento posterior. No final do seminário, é eleita uma comissão de acompanhamento da operação para a realização do monitoramento das vazões acordadas.

Sobre as vazões negociadas no plenário do CBH-Curu, o Quadro 4.2 apresenta o histórico das deliberações para os cinco reservatórios que perenizam o Vale do Curu.

**Quadro 4.2 - Histórico das vazões negociadas para os açudes do Vale do Curu**

Ano	Vazões Acordadas (l/s)					Total
	Gal. Sampaio	Tejuçuoca	Pentecoste	Caxitoré	Frios	
1997	2.000	100	3.300	1.700	50	7.150
1998	1.400	50	2.000	2.100	130	5.680
1999	1.300	60	1.100	1.600	700	4.760
2000	800	160	1.200	1.600	800	4.560
2001	700	60	2.200	700	1.000	4.660
2002	1.100	100	3.000	700	1.000	5.900
2003	1.700	160	3.100	1.100	900	6.960
2004	1.800	180	3.200	1.400	600	7.180
2005	1.800	160	2.800	2.100	300	7.160
2006	1.700	160	2.800	2.000	400	7.060
2007	1.650	220	3.100	1.900	400	7.270
2008	1.800	180	3.200	1.950	400	7.530
2009	1.800	180	3.100	1.800	350	7.230
2010	1.800	170	3.200	1.800	300	7.270
2011	1.800	150	3.360	1.680	480	7.470
2012	1.400	50	2.600	1.500	200	5.750
2013	1.200	50	1.400	1.300	120	4.070

Fonte de dados: COGERH. Elaboração própria.

Ao realizar uma análise das informações do Quadro 4.2, devem-se levar em conta alguns aspectos de ordem conceitual. Os reservatórios que perenizam o Vale do Curu operam como um sistema integrado, muito embora pertençam a sub-bacias diferentes; têm, portanto, aporte hídrico diferenciado. A deliberação por determinada vazão considera, entre outros aspectos, a situação volumétrica e as demandas específicas de cada açude. Desse modo, dependendo da recarga de cada ano, podem ocorrer alterações consideráveis de uma vazão quando realizada a comparação entre diferentes anos de operação.

A alocação negociada de água realizada no Vale do Curu distribui, na realidade, vazão por trecho de rio perenizado, e não por categoria de uso, uma vez que o uso preponderante é a irrigação. Dessa forma, quando ocorre a necessidade de redução da vazão normalmente ofertada, essa redução se dá maneira generalizada por todas as categorias, independentemente da prioridade do uso.

#### **4.5.2. Outorga**

A outorga é um ato administrativo na forma de autorização que assegura ao usuário o direito de captar a água em local determinado, de um corpo hídrico com vazão, volume e período definidos, bem como as finalidades de seu uso, sob especificadas condições (SRH, 2008).

A outorga de direito de uso da água bruta tem fundamentação legal na Constituição Federal de 1988, em seu art. 21, inciso XIX, na Lei Federal de nº 9.433/97, que institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos, em seu art. 5º, inciso III. Muito embora a autorização para derivação de águas públicas tenha surgido inicialmente no Código das Águas de 1934, em seu art. 43. O referido artigo estabelece que as águas públicas não podem ser derivadas sem a concessão ou autorização pública de acordo com a utilidade verificada.

Na esfera estadual, a Constituição Estadual, em seu art. 88, IV e VI, além da Lei Estadual nº 14.844/10, em seu artigo 5º, define a outorga de direito de uso como instrumento da gestão dos recursos hídricos. A regulamentação da outorga de direito de uso dos recursos hídricos está descrita no Decreto Estadual de nº 31.076/2012.

Para que o usuário regularize sua situação junto ao sistema gestor de recursos hídricos do Ceará, é necessário o preenchimento de requerimento padrão, a ser encaminhado ao secretário dos recursos hídricos do Estado. Para subsidiar a decisão do secretário, a COGERH realiza análise técnica do pleito requerido e emite um parecer técnico. Essa análise leva em consideração a vazão disponível. Essa vazão é alocada nos seminários de alocação negociada. Quando ocorre redução na vazão alocada, automaticamente, as vazões outorgadas podem sofrer redução, no

entanto essa redução não é comunicada formalmente aos usuários. Isso ocorrerá sempre que a oferta alocada não satisfizer a demanda já outorgada.

De acordo com o disposto no decreto supracitado, a outorga de direito de uso é um ato administrativo, na modalidade de autorização, de competência do Secretário dos Recursos Hídricos (art. 6º).

Em relação à ordem de deferimento da outorga de direito de uso, ou seja, a prioridade de uso para concessão de outorga, o Decreto Estadual nº 31076/12, em seu art. 15, apresenta *in verbis*:

Art.15. A outorga do direito de uso da água se defere na seguinte ordem:

I - abastecimento doméstico e dessedentação animal, assim entendido o resultante de um serviço específico de fornecimento da água;

II - abastecimento coletivo especial, compreendendo hospitais, quartéis, presídios, colégios;

III - outros abastecimentos coletivos de cidades, distritos, povoados e demais núcleos habitacionais, de caráter não residencial, compreendendo abastecimento de entidades públicas, do comércio e da indústria;

IV - uso da água, mediante captação direta para fins industriais, comerciais e de prestação de serviços;

V - uso da água, mediante captação direta ou por infraestrutura de abastecimento para fins agropecuários;

VI - a data de protocolo do requerimento, ressalvada a complexidade de análise do uso ou interferência pleiteada e a necessidade de complementação de informações.

Como pode ser observado na legislação citada acima, o que existe definido em relação à prioridade de uso é a ordem de deferimento para finalidades de uso distintas. No caso da finalidade de uso de irrigação, não existe definição de prioridade diferenciada entre culturas permanentes e culturas temporárias, por exemplo.

Atualmente, no Vale do Curu, existem 139 (cento e trinta e nove) outorgas vigentes<sup>7</sup>, distribuídas ao longo do trecho perenizado e nas bacias hidráulicas dos reservatórios. A Figura 4.10 mostra um gráfico com o percentual de outorgas vigentes classificadas por finalidade de uso.

<sup>7</sup>

Fonte: COGERH – SOL: consulta realiza em 15 de outubro de 2013.

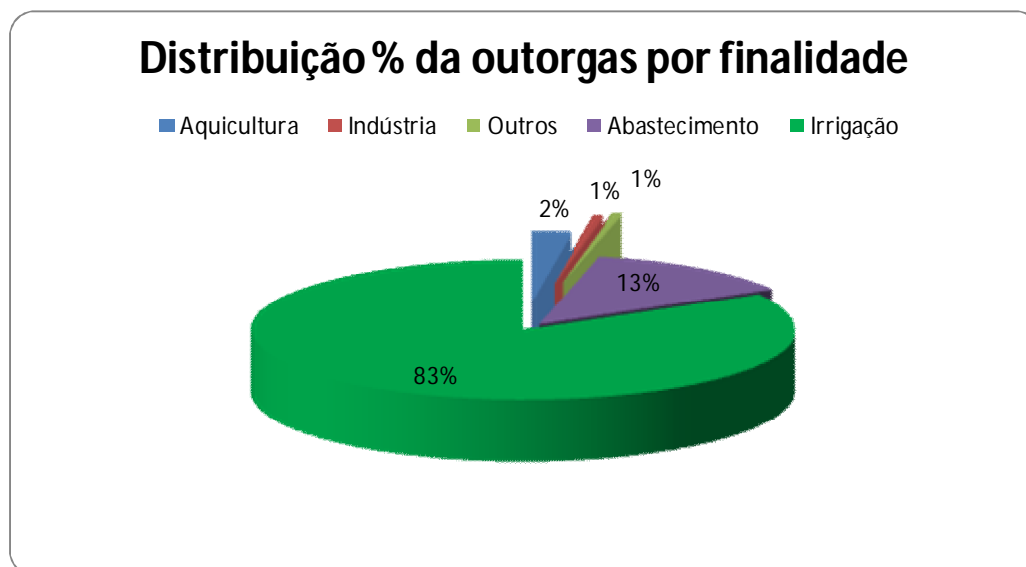


Figura 4.10 - Outorgas vigentes classificadas por finalidade de uso para o Vale do Curu. Fonte de Dados: COGERH, 2013. Elaboração própria.

A Figura 4.10 demonstra que a maioria das outorgas concedidas para o Vale do Curu é para a atividade de uso de irrigação (83,43%). Essas outorgas têm validade média de quatro anos a partir da data de assinatura da portaria de concessão de uso.

Uma informação importante que foi obtida a partir da consulta realizada ao sistema de outorga e licença (SOL) da COGERH/SRH é a área irrigada com outorga vigente no Vale do Curu, que corresponde a 6.046 ha (seis mil e quarenta e seis hectares) irrigados. Quando comparamos esse valor ao total da área cadastrada no vale, que corresponde a 7.007 ha, percebe-se que 86% estão com outorga vigente.

#### 4.6. Balanço Hídrico

Neste item, será apresentado o balanço hídrico do Vale do Curu, obtido a partir da subtração entre a oferta e a demanda instalada. Referente à oferta, será utilizado o valor estabelecido pelo Decreto nº 31.076/2012 para outorga, que é igual



a 90% do somatório das vazões regularizadas dos reservatórios que perenizam o vale (item 4.3). A demanda foi calculada no Apêndice A.

Para confecção do balanço, tanto a vazão disponível para outorga como o somatório das vazões demandadas foram transformadas em volumes anuais ( $\text{hm}^3/\text{ano}$ ) e, daí, foi realizada a subtração. Dessa forma, o Quadro 4.3 apresenta o balanço hídrico para o Vale do Curu.

**Quadro 4.3 - Balanço Hídrico do Vale do Curu. Oferta x demanda**

Trechos	Demanda ( $\text{hm}^3/\text{ano}$ )	Oferta ( $\text{hm}^3/\text{ano}$ )	Saldo
Trecho I	35,61	100,47	64,55%
Trecho II	137,63	204,64	32,74%
<b>Total</b>	<b>173,25</b>	<b>305,11</b>	<b>43,22%</b>

Fonte: COGERH 2013. Elaboração própria.

Na observação do Quadro 4.3, percebe-se um saldo total de 43,22% de vazão disponível para outorga, entretanto, quanto à disponibilidade real para uso, devem ser analisados alguns aspectos:

O primeiro refere-se à extensão do trecho perenizado. Nesse caso, o fato do trecho perenizado do Rio Curu, que equivale a cerca de 100 (cem) km de distância (Açude Gal. Sampaio até Barragem de Torrões), causa uma alteração do regime de fluxo do rio, ocasionando uma perda de água em “trânsito”. Essa alteração se deve aos meandros naturais do rio, ao excesso de vegetação em seu álveo e à movimentação de areia pelas empresas mineradoras, favorecendo assim uma infiltração nas margens do canal perenizado e conseqüente diminuição da vazão disponível para captação, portanto esse aspecto reduziria a vazão, uma vez que parte do volume liberado é armazenada no lençol freático da aluvião.

O segundo aspecto é que o volume anual médio, historicamente, liberado pelos reservatórios, da ordem de 230  $\text{hm}^3$  (Quadro 4.2), é superior à demanda instalada, o que comprova uma ineficiência de uso água existente no vale. Ao se realizar uma análise das atas das reuniões de acompanhamento e encerramento das operações, percebe-se que a vazão liberada pelos reservatórios é responsável pelo abastecimento de todo o trecho perenizado; não há, por conseguinte, exagero na deliberação a respeito das vazões, pelo menos, nas condições e características

atuais de uso da água no Vale do Curu. Nas atas e relatórios de alocação, não se encontra menção a respeito de saldo volumétrico considerável no final dos períodos de operação.

O terceiro aspecto é referente à baixa eficiência do uso da água na irrigação. Essa baixa eficiência de uso refere-se tanto à aplicação da lâmina de irrigação quanto à condução da água no interior das propriedades. Um exemplo desse caso é o perímetro Curu/Pentecoste, que irriga toda a área por inundação (ver item 2.5), além de alguns trechos dos canais de uso comum apresentarem vazamentos.

O quarto aspecto trata da forma de captação de água no leito do rio. Devido a alterações nesse leito, durante a estação chuvosa, o trecho perenizado que possui largura diminuta pode mudar de lado e distanciar-se da captação de água de determinado usuário. Para que esse usuário possa captar água na próxima estação seca, são realizados uma movimentação de terra e um desvio do leito perenizado, para aproximar a água de sua captação, o que ocasiona retardamento do fluxo, infiltração e conseqüente perda de água.

O quinto aspecto consiste no dimensionamento ineficiente dos sistemas de irrigação existentes ao longo do rio. Com a intenção de concentrar o turno de bombeamento à noite, hora em que a tarifa de energia é mais barata, as captações de água retiram grande quantidade desse recurso ao mesmo tempo, e é necessário, para tanto, uma liberação de vazão maior que a, realmente, necessária. O tempo de aplicação da lâmina de água, quando não é corretamente dimensionado, pode resultar em consumo excessivo.

O sexto e último aspecto a considerar é a necessidade de revisão dos valores de vazões regularizadas dos reservatórios do vale. Essa revisão se justifica devido à alteração das condições iniciais, com diminuição de volume dos reservatórios por assoreamento e o surgimento de tecnologias mais robustas na determinação de series sintéticas de vazão para o cálculo dos volumes regularizados.

## **5. DESCRIÇÃO DO MODELO DE ALOCAÇÃO PROPOSTO**

Este item apresenta a descrição da proposta de alocação para anos secos, iniciando pela descrição do modelo de alocação atual. A partir daí, a proposta se estrutura em duas etapas: a primeira trata da apresentação da proposta, descrevendo o sistema de prioridades de uso intrassetorial para irrigação, a implantação da cobrança pelo uso da água variando com a garantia de disponibilidade hídrica, o seguro e compensação financeira para anos secos e a regra de operação dos reservatórios; a segunda etapa trata da estratégia de implantação dessa proposta e inicia pela descrição do plano de monitoramento e fiscalização, estimativa dos custos envolvidos e o processo de negociação com a sociedade.

### **5.1. Descrição do Processo Atual de Alocação do Ceará**

O modelo de alocação negociada de água do Ceará foi testado, pela primeira vez, em 1994, no seminário de alocação negociada do Vale do Jaguaribe. Desde então, vem sendo aperfeiçoado e utilizado em todas as regiões do estado.

Souza Filho (2007) descreve que a força justificadora desse modelo está na legitimidade social obtida a partir do diálogo negocial, cujo objetivo é a construção do consenso. Entretanto esse modelo não apresenta diferenciação de metodologia para anos secos.

O processo de decisão sobre a alocação de água ocorre, inicialmente, nos seminários anuais de alocação negociada de água, cujo respectivo comitê de bacia decide sobre a alocação.

Para a preparação desses seminários, as gerências regionais da COGERH realizam, além do processo de sensibilização e mobilização dos membros do comitê, outras duas etapas: a atualização da demanda a partir do cadastro de usuários existente e de levantamentos expeditos ao longo dos trechos perenizados; e a construção dos diversos cenários de simulação de esvaziamento dos reservatórios.

Com os cenários construídos e com os membros dos CBH devidamente mobilizados, o seminário é realizado dentro de uma reunião ordinária do comitê, marcada com essa finalidade. A negociação gira em torno da vazão de operação para o segundo semestre do ano, sempre observando as prioridades de uso estabelecidas na legislação.

Em anos em que a oferta disponível satisfaz a demanda instalada, não ocorrem grandes problemas, entretanto, em anos secos, somente a ordem de prioridades estabelecida na legislação não garante a distribuição da água de forma eficiente, devido à composição da demanda dos trechos perenizados. No caso do Vale do Curu, 94% (noventa e quatro por cento) do volume demandado estão na categoria de uso da irrigação.

A seguir, a Figura 5.1 apresenta o fluxo do processo de decisão ocorrido nos seminários de alocação negociada.

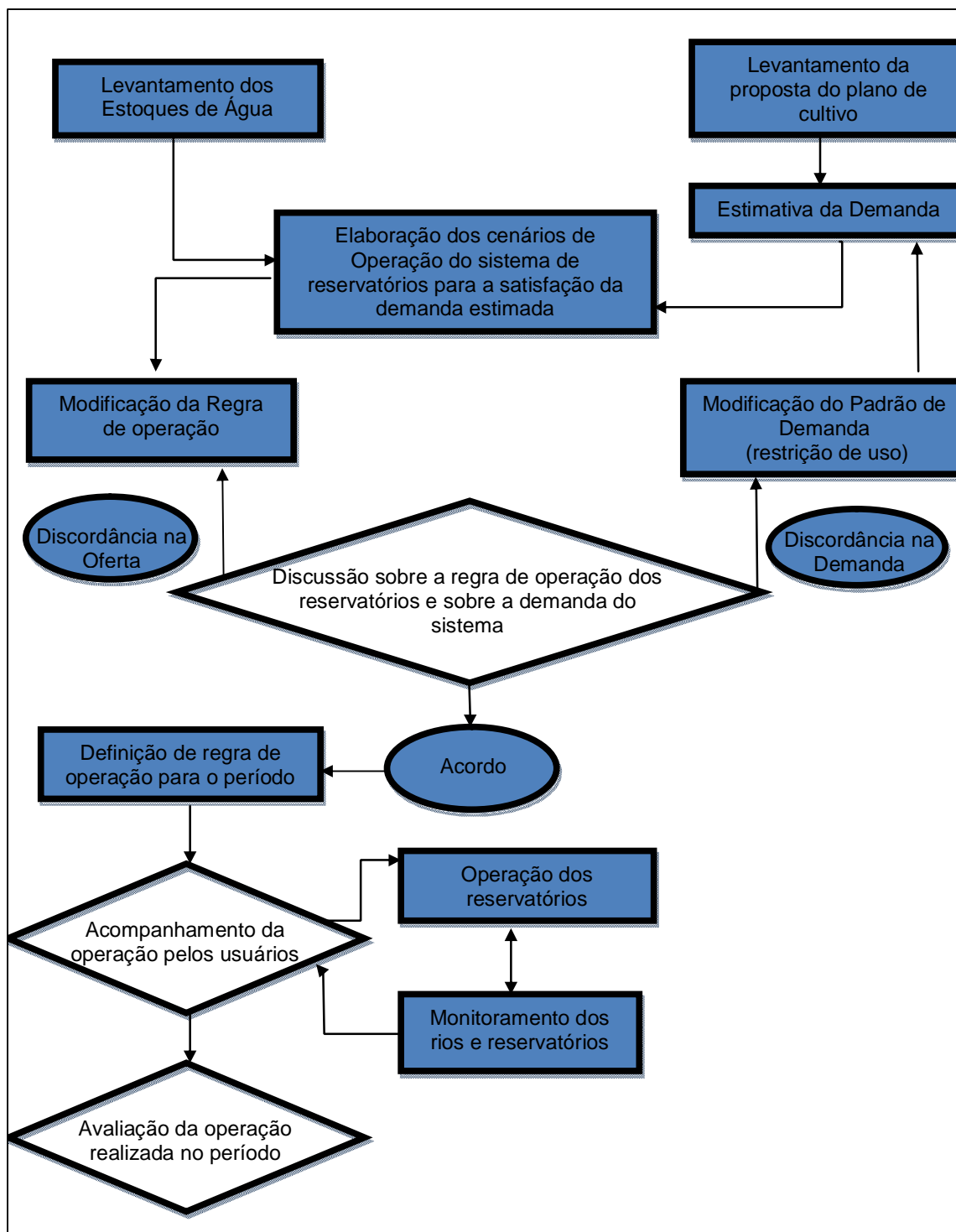


Figura 5.1 – Processo de Alocação de Água do Ceará. Fonte: Adaptado de Souza Filho, 2007.

A respeito do fluxo do processo de decisão apresentado pela Figura 5.1, cabe aqui realizar alguns comentários sobre suas etapas.

Sob orientação da COGERH e acompanhamento dos membros do CBH-Curu, o processo de decisão é implantado seguindo a descrição da Figura 5.1, entretanto existem algumas incertezas no tocante à elaboração dos cenários de uso, ao controle e fiscalização e à comunicação entre o órgão gestor e os membros do comitê que influenciam diretamente no processo de decisão:

- Uso de água sem autorização – aqueles usuários que não aparecem no cadastro ou no sistema de outorga não estão contabilizados na determinação da demanda instalada e, por isso, os cenários apresentados para a plenária do CBH-Curu podem apresentar inconsistência;
- Alteração da demanda durante o período de operação – impulsionados pela alta de determinados produtos agrícolas no mercado ou incentivados pelo poder público para produzirem certos tipos de culturas ou outras atividades que impactem no consumo de água, o cenário de demanda é alterado, causando inconsistência na operação e dificuldade de cumprimento do acordo negociado;
- Estruturas das equipes técnicas – devido à série de atividades relacionadas a recursos hídricos, atualmente, desenvolvidas pela COGERH, a equipe técnica responsável pela alocação se envolve com outras atividades que demandam tempo, o que gera interferência no serviço referente à alocação de água. Dessa forma, é necessário dimensionar a equipe técnica para cada bacia hidrográfica a partir de sua área territorial, demanda e oferta instalada e hidrologia;
- Capacidade heterogênea de entendimento do processo de decisão - devido a diferentes graus de instrução, idade, além de características pessoais, o entendimento diverge entre os membros do CBH-Curu. Apesar de esse problema existir, continuamente, a equipe técnica da COGERH procura adequar sua linguagem, para que seja estabelecido o entendimento, entretanto essa estratégia pode não resolver o problema por inteiro;

Outro grupo de incertezas envolvidas no processo de decisão é de ordem climatológica. A dúvida a respeito de qual será o volume de recarga aos reservatórios na próxima estação chuvosa faz com que os cenários de simulação induzam ao armazenamento de determinado volume no reservatório, para garantir o fornecimento de água para abastecimento humano na próxima estação seca.

Como tentativa de minimizar essa incerteza, a COGERH e a UFC, através do Convênio nº 003/2012, incluiu a variável de previsão das vazões afluentes aos reservatórios na elaboração dos cenários simulados para o ano de 2013. Essa foi a primeira vez em que ocorreu essa tentativa, de modo que está ainda em fase experimental.

Outro grupo de variável que interfere de maneira substancial no processo de decisão é composto pelos instrumentos de gestão, sobretudo a outorga, a cobrança e a fiscalização.

A outorga de uso da água se relaciona de, pelo menos, duas formas com o processo de decisão. A primeira ocorre quando os usos outorgados estão compondo as demandas existentes. A segunda se dá pelo uso da outorga como o direito efetivo de uso, em que aqueles usuários outorgados exigem que os acordos sejam cumpridos.

A cobrança influencia nesse processo de decisão no tocante às informações relacionadas ao consumo de água, que são fornecidas durante os levantamentos expeditos para determinação de demanda. Por medo de uma possível cobrança pelo uso da água, a demanda declarada é reduzida.

A fiscalização se relaciona de forma direta com o acompanhamento do acordo negociado através da realização de campanhas de fiscalização nos trechos perenizados. Rotineiramente, são realizadas campanhas de vistorias para identificação de consumos e atendimento de todas as demandas instaladas.

Em relação ao acompanhamento do acordo firmado pela assembleia do CBH-Curu, a COGERH implementa o monitoramento das vazões ao longo do trecho perenizado, aliado ao monitoramento diário do nível da água nos reservatórios.

Quando ocorre problema de diminuição do fluxo da água no rio, é acionada uma vistoria para identificação do problema. Nos casos em que são identificados consumos acima do outorgado ou novos usuários, é emitida uma notificação por parte da equipe de fiscalização com prazo para regularização do uso.

A diminuição do fluxo da água pode ser ocasionada pela obstrução do rio, seja por vegetação ou por barramentos irregulares. Nesses casos, é providenciada limpeza da vegetação em parceria com os usuários e prefeituras municipais, e emitida notificação a respeito dos barramentos irregulares.

Outra medida tomada pela COGERH, para restabelecer o fluxo normal de água no trecho perenizado, é a liberação de uma vazão superior à média alocada por um determinado tempo. Essa medida ocorre quando há necessidade de restabelecimento do fluxo da água no trecho perenizado.

A manobra de liberação da vazão acima da média pode ocorrer, em alguns casos, de forma programada. Um exemplo desse tipo de operação acontece no Açude General Sampaio, que pereniza o Trecho I até a Serrota, barragem de captação do perímetro Curu/Pentecoste. Em determinados períodos de operação, a vazão liberada é duplicada durante 10 (dez) dias, em seguida, a vazão é reduzida pela metade durante os 20 (vinte) dias restantes do mês, de forma que o volume mensal liberado não é alterado.

Essa manobra de liberação da vazão descrita pode ser utilizada também como indução de eficiência nas captações, forçando a adoção de um turno de rega mais prolongado, ou para evitar que alguns usuários irregulares captem a água liberada. Essa restrição da vazão média por 20 (vinte) dias faz com que os usuários captem o mínimo do volume para manutenção das áreas irrigadas.

Além dos fatores acima descritos, de ordem operacional, que interferem no processo de decisão, as relações socioculturais entre os membros do CBH-Curu e destes com os órgãos integrantes do sistema gestor de recursos hídricos podem interferir no planejamento, desenvolvimento e implantação da decisão a ser tomada na alocação de água.

No processo de alocação de água realizado pelo comitê, os conflitos ocorrem, basicamente, entre os membros representantes dos municípios localizados na região próxima à bacia hidráulica dos reservatórios e àqueles localizados ao longo



do trecho perenizado. Trata-se, portanto, do clássico conflito entre usuários de montante *versus* usuários de jusante.

No caso do CBH-Curu, a influência que algumas lideranças exercem sobre os demais membros é fruto de uma série de fatores, tais como carisma, conhecimento técnico e postura clara de formação de consenso diante de situações conflituosas.

A característica de carisma que algumas lideranças do CBH-Curu apresentam entre os demais membros pode ser observada pela capacidade de mobilização da plenária através de articulações com cada representante, para participação no dia da assembleia.

A liderança é exercida também através do conhecimento técnico que alguns possuem. Dessa forma, é através do discurso organizado, da argumentação coerente e clara que se consegue a formação do consenso diante de questões que pareciam polêmicas.

Sendo o comitê espaço para as diversas lideranças envolvidas com o uso e conservação da água no Vale do Curu, é natural existir diferença de poder econômico entre seus membros, uma vez que estão representados os diversos setores da sociedade. Apesar de essa diferença existir de fato, não parece ter influência direta no processo de tomada de decisão, entretanto determinado setor do comitê com poder econômico diferenciado pode ter como seu representante um membro com conhecimento técnico e carisma capazes de exercer poder e influenciar a plenária em uma discussão.

Outra forma que pode influenciar nas decisões junto ao comitê é a postura de uma liderança diante de situações conflituosas. Muitas vezes, quando determinada liderança que não aparenta ter ligação direta com a causa conflituosa entra na discussão e apresenta uma visão “isenta” do conflito, preocupando-se em não demonstrar preferência por nenhuma das partes, consegue construir o consenso. Esse papel, por diversas vezes, é exercido pelos representantes de dois setores dentro do comitê: poderes públicos municipais e sociedade civil. Essa parece ser a influência mais forte no processo de decisão, pois abrange fragmentos de todos os aspectos relacionados ao exercício da liderança elencados acima: carisma, conhecimento técnico e postura consensual.

Ainda referente à influência no processo de decisão que relações socioculturais podem exercer, pode-se citar a confiança que os membros do CBH-Curu depositam nos técnicos do sistema gestor. Essa confiança é fruto de uma relação próxima e de longo tempo, nesse caso, desde a formação do comitê, no ano de 1997. Desde sua instalação, o CBH-Curu aprendeu a acreditar nas informações repassadas pela COGERH sobre o monitoramento do nível dos açudes, as vazões liberadas e o cumprimento dos acordos firmados.

Essa confiança, apesar de positiva, pode reduzir o exercício de poder do CBH-Curu no processo de tomada de decisão. Um exemplo desse aspecto é a preparação prévia, sem a presença do comitê, dos cenários de simulação de esvaziamento apresentados durante o seminário de alocação. Esses cenários são apresentados seguindo os critérios de demanda instalada, acumulação atual dos reservatórios e histórico das alocações.

A tentativa de equilibrar as relações de poder e capacidade de influenciar dentro do comitê é perseguida continuamente, através do processo de formação dos membros do comitê, além de incentivo à participação de encontros de comitês e capacitações específicas relacionadas com a gestão dos recursos hídricos.

## **5.2. Proposta da Estratégia de Alocação em Anos Secos**

A estratégia de alocação de água aqui apresentada se baseia na junção dos mecanismos de formação de consenso entre os usuários e os instrumentos econômicos, como a cobrança variando em função da garantia e o seguro/compensação financeira funcionando como transferência de risco e garantia da renda.

A metodologia de alocação para anos secos aqui proposta deverá ser discutida com a sociedade, sobretudo com as Comissões Gestoras (CG) e o CBH-Curu.

Apesar de o CBH-Curu ser constituído como espaço de representação dos diversos setores envolvidos, o processo de alocação de água baseado no consenso dos usuários está submetido ao risco de uma lógica econômica não eficiente e/ou,

socialmente, injusta. Esse fato se dá devido a vários fatores, entre eles, os diferentes níveis de instrução e acesso à informação a que os membros do comitê estão submetidos, o exercício de poder e influência obtido a partir das relações socioculturais entre os membros do comitê, e a relação de confiança que os membros do CBH-Curu têm com os técnicos do sistema gestor. Dessa forma, o resultado da alocação de água pode não ser o que se espera do ponto de vista da justiça social e eficiência econômica.

Para que a metodologia proposta mitigue esse risco, a estratégia de alocação de água para anos secos apresentada por este estudo será composta pelos seguintes componentes:

- Sistema de prioridades de uso intrassetorial;
- Cobrança pelo uso da água em função da garantia;
- Seguro e compensação financeira;
- Gestão da demanda e da oferta;
- Regra de operação dos reservatórios; e
- Estratégia de implantação e acompanhamento do acordo firmado.

### **5.2.1. O Sistema de Prioridades de Uso de Água Intrassetorial – Irrigação**

Souza Filho (2005) afirma que a garantia ideal pode ser distinta para diferentes usos e usuários. Por esse motivo, a garantia de 90% não é, necessariamente, o volume alocável que levará à máxima eficiência do sistema hídrico.

A prioridade de uso refere-se à ordem do deferimento de outorga de uso da água ou à prioridade de uso na alocação negociada de água, que deverá ser implantada no Vale do Curu.

Mesmo com a publicação do novo decreto<sup>8</sup>, que regulamenta a outorga de uso da água, a prioridade de uso não foi alterada, conforme descrito no item 4.5.2.

---

<sup>8</sup>

Decreto Estadual nº 31.076/12

Como o maior volume demandado no Vale do Curu, é destinado ao uso de irrigação (93%), será dada ênfase nesse setor, definindo-se os critérios que nortearão o sistema de prioridades e, conseqüentemente, os níveis diferenciados de garantias. Os demais setores usuários, como o abastecimento humano e indústria, seguirão a prioridade definida pelo Decreto Estadual nº 31.076/2012, que regulamenta a outorga de direito de uso.

Esse sistema indicará quem deverá utilizar a água e quem receberá a compensação financeira. Para tanto, alguns aspectos têm relevância e devem ser considerados. São descritos a seguir.

**1 - O tipo de cultura:** O primeiro critério que deve ser considerado para a construção de um sistema de prioridades de uso intrassetorial na irrigação é a classificação da cultura como perene, semiperene e de ciclo curto. As áreas irrigadas, quando submetidas a um estresse hídrico prolongado, podem apresentar perdas significativas, ao ponto de necessitarem de replantio, o que causa prejuízo econômico. Fatores importantes que devem ser levados em conta, quando da avaliação para definição de um sistema de prioridades de uso na irrigação, são o custo de replantio e o tempo necessário para a produção comercial. Na retomada dessa produção, o tempo que cada cultura leva para voltar a produzir em escala comercial é determinante para essa definição. Culturas perenes levam maior tempo até atingir sua idade produtiva. Um exemplo desse tipo de cultura, que existe no vale do Curu, é o coqueiro híbrido intervarietal anão x gigante, ou, simplesmente, coqueiro híbrido, que floresce, em média, entre 3,0 a 3,2 anos (EMBRAPA, 2002). Outra cultura que também ocupa uma área considerável no vale é a cana-de-açúcar (27,32 %). Essa cultura é semiperene e, apesar de necessitar de novo investimento em caso de perda de área, o ciclo de sua produção é interanual.

**2 - Cadeia produtiva integrada:** O segundo critério importante que deve ser considerado para a definição das prioridades de uso é a análise da cadeia produtiva integrada a uma cultura específica, seja ela perene, semiperene ou de ciclo curto.

Dessa forma, mesmo que o custo de replantio seja menor em uma cultura de ciclo curto, os rendimentos auferidos com a produção integrada podem justificar a necessidade de permanência de determinada cultura. Um exemplo desse tipo de cultivo é o caso do milho, que compõe a cadeia produtiva da criação de aves e gera,

como produtos, a carne de frango e ovos. Observa-se que essa atividade pode ter disponibilidade de pagar um valor de tarifa diferenciado, devido ao rendimento obtido com atividade integrada na cadeia produtiva. Aqui, o que definiria a prioridade seria a disponibilidade de pagar um valor de tarifa superior, para compensar financeiramente os usos com menor garantia.

Outro exemplo de cultura que integra uma cadeia produtiva é a cana-de-açúcar. Essa cultura tem ciclo de produção anual e ocupa uma área de 1.914ha (um mil novecentos e quatorze hectares) no Vale do Curu, o que representa 27,32% da área total irrigada. Da mesma forma que o milho, a cana-de-açúcar possui uma estrutura produtiva e comercial integrada muito forte no Vale do Curu. O grupo multinacional DIAGEO, detentor da marca Ypioca, possui uma área de 1.800ha (um mil e oitocentos hectares) de cana-de-açúcar irrigados, sendo que cerca 1.000ha são próprios e 800 ha pertencentes aos produtores parceiros. A cadeia produtiva da cana-de-açúcar está relacionada à produção de água ardente, etanol e açúcar.

Além das culturas do milho e cana-de-açúcar, existem o capim e o sorgo, que possuem relação com a atividade de criação bovina.

**3 - A eficiência de aplicação de água / método de irrigação adotado:** O terceiro critério considerado é a eficiência de aplicação da lâmina de irrigação. Essa avaliação deve ser realizada pelo método de irrigação adotado pelo usuário. Os métodos de irrigação por superfície possuem uma eficiência de aplicação de água menor que os de aspersão convencional e irrigação localizada respectivamente (COELHO et al, 2005). Esse critério deverá observar se a eficiência de aplicação de água observada em campo está obedecendo ao estabelecido na outorga de direito de uso. Como referência comparativa, o Quadro A.1, integrante do Apêndice A, apresenta os valores de eficiência para cada método de irrigação.

Ainda em relação à eficiência de uso da água, devem ser observadas as condições das estruturas de condução de água localizadas no interior das fazendas, sejam essas de particulares (irrigação privada) ou de uso comum (irrigação pública).

**4 - A área total irrigada:** O quarto critério avaliado é o tamanho da área total irrigada. Quanto maior a área total irrigada pelo usuário, maior deverá ser a prioridade de uso, devido aos custos referentes ao replantio em caso de desabastecimento. Uma propriedade que possua uma área de 100 hectares de cana

irrigada deve ter maior prioridade que um proprietário de uma área de dois hectares, uma vez que o prejuízo do pequeno produtor pode ser mais facilmente ressarcido do que o de um grande produtor.

Dessa forma, a análise em conjunto dos aspectos mencionados deve constituir uma classificação para o sistema de prioridades. Esse sistema deverá ser apreciado pelo CBH do Curu/CG e pelo Conselho Estadual dos Recursos Hídricos (CONERH).

### **5.2.2. A Cobrança pelo Uso da Água Variando em Função da Garantia e da Oferta Hídrica Disponível**

Essa estratégia apresenta uma ligação direta entre dois instrumentos importantes da política de gestão dos recursos hídricos: a outorga de uso e a cobrança pelo uso da água.

Diferente do modelo atual, a concessão de outorga deverá ter outra ordem de deferimento, baseando-se nos critérios do sistema de prioridades definido no item anterior.

Relacionada à ordem de prioridade, estará uma garantia associada, de tal forma que se poderá ter, em uma mesma categoria de uso, diferentes garantias. Essa diferença será processada mediante a disponibilidade de cada usuário para pagar por uma tarifa maior, que representará uma maior garantia.

Aqui, a cobrança será diferenciada e obedecerá aos níveis de garantias variáveis, ou seja, quanto maior a prioridade de uso, maior será o nível de garantia e maior o valor da tarifa a ser pago pelo uso da água.

Essa cobrança deverá ser efetivada de tal maneira que os valores excedentes obtidos em anos normais de situação volumétrica sejam depositados em um fundo de recursos hídricos criado, especificamente, para o pagamento de um seguro aos usuários com as menores garantias (SOUZA FILHO, 2007).

A garantia do uso dos recursos do fundo para os anos de seca poderá ser efetivada de duas formas distintas: a primeira é a contratação de uma agência de

seguro privada, para operar o fundo, garantindo assim uma “blindagem”, e a segunda seria a fiscalização por parte dos usuários (SOUZA FILHO, 2007).

Outro aspecto relevante sobre a cobrança variável em função da garantia é que os usuários com o direito de uso assegurado deverão permanecer pagando pelo uso da água em períodos de escassez. Nesses anos, o valor da tarifa deverá ser maior, em função da redução da oferta. Esse acréscimo da tarifa se justifica devido ao aumento dos custos com controle, monitoramento e fiscalização, aliados à redução da arrecadação em anos secos. Essa variação tende a equilibrar o balanço financeiro em anos de escassez hídrica.

Assim, os usos com maior eficiência econômica poderão compensar aqueles que apresentam menor capacidade de pagamento. Dessa forma, esse sistema apresenta eficiência econômica e equidade social.

### **5.2.3. Seguro e Compensação Financeira**

O risco de falha no fornecimento de água, em regiões de clima semiárido, como é o caso do Vale do Curu, é extremamente elevado. Essa variação pode ter um padrão interanual ou decadal.

O seguro é um dos mecanismos econômicos que apresenta maior eficácia na transferência de risco e garantia da renda. Sob certas condições, possibilita ao indivíduo igualar sua renda quando da ocorrência de um evento indesejado. Essa compensação se dá através do pagamento de um prêmio e o recebimento caso ocorra um sinistro (ROTHSCHILD; STIGLITZ, 1976 apud SILVA, 2011).

O sistema de seguro e compensação financeira integrante dessa proposta visa garantir aos usuários a compensação financeira pela ocorrência do desabastecimento de água.

Essa compensação poderá ser custeada a partir dos recursos de um fundo de recursos hídricos, descrito no item anterior, criado, especificamente, com essa finalidade, e tem duas formas básicas para isso. A primeira é através de compensação financeira àqueles usuários que possuem menor garantia de uso e deixaram de usar água em benefício dos usuários com maior garantia. A segunda é

por meio do pagamento de seguro aos usuários com maior garantia associada e que tenham contratado o seguro em anos normais.

A ideia central desse mecanismo é a transferência de riscos intrassetorial, para o caso da irrigação.

De posse desse valor, saber-se-iam, automaticamente, em função do sistema de prioridades definido na outorga, quais usuários teriam direito à água e quais não teriam. Essa lista seria publicada pela Secretaria de Recursos Hídricos. Os usuários que não tiverem água disponível receberiam o seguro ou compensação financeira.

### **5.3. Implementação da Estratégia de Alocação**

Um aspecto importante que deve ser observado na implantação dessa proposta é a necessidade de reequilíbrio financeiro dos custos com o gerenciamento dos recursos hídricos. Com a escassez de água evidenciada, o volume de água faturado, naturalmente, diminui. Com isso, também a arrecadação com a cobrança pelo uso da água fica menor. Aliado a essa diminuição, na receita do órgão de gerenciamento, está o aumento dos custos relativos à operação, monitoramento, controle e fiscalização dos usos.

#### **5.3.1. Plano de Fiscalização, Controle e Monitoramento**

Essa etapa representa o acompanhamento do pacto obtido através do processo de alocação da água. Dessa forma, propõe-se a detalhar qual deve ser a estratégia de controle, monitoramento dos recursos hídricos e fiscalização dos usos a ser adotada em anos secos.

Essa etapa se compõe de três partes: a primeira trata da atualização da base de dados cadastrais referente à quantificação da demanda existente e as outras duas etapas são desenvolvidas concomitantes, pois possuem caráter contínuo; são elas: o monitoramento das secções de medição de vazão e a realização de vistorias de fiscalização.



### **5.3.1.1. A Atualização da Base de Dados Existente**

A atualização da base de dados é realizada a partir das informações colhidas em campo, como também do banco de dados da COGERH. As informações que devem ser levantadas nessa etapa se referem à identificação do usuário e do ponto de captação de água. São elas: a finalidade de uso, área irrigada em hectare, método de irrigação, quantidade de ciclos por ano, turno de bombeamento, além do município, localidade e coordenadas do ponto de captação. O resultado dessa atualização é a estimativa da demanda de água de cada usuário identificado por trecho do rio e classificados por finalidade de uso e fonte de suprimento, em forma de planilha, gráficos e mapa de localização.

A atualização da base de dados existente deve ser a primeira fase do acompanhamento do pacto de alocação. Para o trecho perenizado do Vale do Curu (100km), essa etapa deve durar dois meses.

Com a caracterização dos usos existentes na bacia realizada, passa-se então para fase seguinte, que trata do monitoramento das vazões ao longo do rio.

### **5.3.1.2. A Metodologia de Monitoramento das Vazões**

O monitoramento das vazões deverá acompanhar duas categorias de vazão: a primeira é a vazão captada por cada usuário, e a segunda é a vazão medida em estações fluviométricas.

A primeira categoria de vazão deverá ser medida nas captações dos principais usuários com a intenção de identificar se o consumo real está próximo da demanda estimada. Essa medição será realizada com medidor de vazão ultrassônico, utilizado para condutos fechados. As gerências regionais da COGERH possuem esse equipamento. O período de realização dessas medições será semanal, de forma que, em cada um dos grandes usuários, pelo menos, deve ser realizada uma medição de vazão por semana. Essa medição deverá ser realizada

em dias e horários aleatórios, para se evitar qualquer alteração premeditada nas instalações de captação de água, ou seja, o risco moral da medição.

Outra forma de acompanhar essa vazão é através da instalação de equipamentos de medição tipo hidrômetro, que, além de medir a vazão instantânea, totalizam volume mensal das captações.

Um aspecto importante no monitoramento das captações dos usuários, ao longo do trecho perenizado, é a identificação daqueles consumos estratégicos. Os critérios que nortearam essa escolha foram o volume consumido e a localização estratégica em relação a outros centros de demanda.

A seguir, o Quadro 5.1 apresenta a relação dos principais usuários no Vale do Curu, indicados para monitoramento da vazão, como também o custo de aquisição e instalação dos hidrômetros.

**Quadro 5.1 – Relação dos principais usuários no Vale do Curu indicados para monitoramento da vazão**

Localização	Ord	Usuários	Tipo de Sensores	R\$
Trecho 2	1	Itogress	Eletromagnético (150mm)	12.000
				12.000
				12.000
				12.000
	2	Dufrota	Calha Parshall c/ nível ultrassônico	6.000
	3	Fazenda Boa Vista	Eletromagnético (150mm)	12.000
			Eletromagnético (150mm)	12.000
	4	Cialne	Eletromagnético (250mm)	13.500
			Eletromagnético (250mm)	13.500
	5	Vicente Granjeiro	Calha Parshall c/ nível ultrassônico	6.000
	6	Ypioca	Ultrassônico	30.000
				30.000
				30.000
30.000				
7	Curu Paraipaba	Ultrassônico (Duplo)	49.000	
Trecho 1	1	Curu Pentecoste (canal P1, P2 e Pereirão)	Calha Parshall c/ nível ultrassônico	6.000
			Calha Parshall c/ nível ultrassônico	6.000
			Nível ultrassônico	3.500
				3.500
<b>TOTAL</b>				<b>302.500</b>

Fonte: Adaptado de COGERH, 2013.

A segunda categoria de vazão deverá ser realizada a partir das estações fluviométricas escolhidas estrategicamente, ao longo do trecho do rio perenizado. A escolha dessas estações deverá obedecer, além de aspectos técnicos, à

proximidade dos usuários estratégicos, com a finalidade de acompanhar os consumos e perdas na extensão do trecho. Assim, deverá ser comparada a vazão medida nas captações dos usuários com a vazão monitorada nas estações fluviométricas.

A medição da vazão nessas estações será a Vau, devido à pequena profundidade do rio. O equipamento de medição utilizado será o ADV (*Acoustic Doppler Velocimeters*), disponível na gerência regional da COGERH. De mesma forma que o medidor de vazão em tubulações, esse equipamento não entrará nos custos de implantação, uma vez que a gerência regional já os possui. As estações fluviométricas já são monitoradas pela equipe da gerência regional da COGERH em Pentecoste.

Conforme descrito no item 4.1, o vale perenizado do Rio Curu foi dividido em dois trechos: trecho I e trecho II. Para efeito de controle da vazão ao longo de cada trecho, foram adotadas 15 estações fluviométricas.

As campanhas de medição obedecerão a uma rotina de realização: cada estação fluviométrica deverá ter duas medições por semana, de preferência, em horários e dias aleatórios.

#### **5.3.1.3. A Fiscalização e os Mecanismos de Punição ao Infrator**

Outro aspecto com importância, referente ao acompanhamento do acordo firmado após o seminário de alocação, é a fiscalização de recursos hídricos. Para fins da estratégia proposta, a equipe que realizará o monitoramento das vazões deverá identificar, em primeiro plano, as possíveis irregularidades à legislação. Quando constatada uma irregularidade, a equipe de fiscalização da COGERH/SRH deverá ser acionada para realização da vistoria de constatação da possível infração.

A Instrução Normativa nº 02/2004 da SRH apresenta, em seu artigo 5º, os seguintes instrumentos utilizados no processo de fiscalização, a serem aplicados na seguinte ordem: Relatório de Vistoria, Termo de Compromisso, Auto de Infração e Termo de Embargo, que pode ser provisório ou definitivo.

Como forma de apoiar a atividade de fiscalização de recursos hídricos, os usuários de água, os membros do CBH-Curu e a sociedade em geral podem e devem atuar como fiscais através da denúncia de possíveis irregularidades.

Devem ser realizadas campanhas de fiscalização em conjunto com outros órgãos integrantes do Sistema de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SIGERH), como, por exemplo, a Superintendência Estadual de Meio Ambiente (SEMACE) e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA).

Essas campanhas deverão ser realizadas diariamente, para acompanhamento do acordo negociado. Para isso, é necessária a elaboração de um calendário de visita por trecho, a fim de que seja dada a devida atenção a toda a extensão do trecho perenizado.

Outra instituição que deverá ser acionada como parceira desse processo, devido à sua função constitucional, é o Ministério Público, através das comarcas situadas na cidade do Vale do Curu.

Dessa forma, espera-se que o acordo firmado durante o seminário de alocação negociada deva ser cumprido pelos agentes envolvidos no processo.

#### **5.3.1.4. A Estimativa dos Custos para Implantação**

A estimativa dos custos para implantação do plano de fiscalização, controle e monitoramento envolve o investimento em equipamentos e aluguel de veículos necessários para a execução dos serviços, além da contratação temporária de pessoal especializado durante a permanência da seca.

Os custos envolvidos nessa estimativa são de dois tipos: um custo inicial fixo, referente à compra dos equipamentos, e um custo contínuo, referente às despesas mensais. O Quadro 5.2 apresenta a relação e o quantitativo dos equipamentos necessários.

**Quadro 5.2 – Descrição, quantitativo e custo dos equipamentos e materiais necessários para aquisição**

Descrição	Quantidade	Valor Unit.(R\$)	Valor Total(R\$)
Aparelho de radionavegação GPS	9	690,00	6.210,00
Câmera Fotográfica	9	515,00	4.635,00
Ilha Conjunto de trabalho para 4 pessoas	1	2.100,00	2.100,00
Mesa para Gerente	1	750,00	750,00
CPU	5	1.770,00	8.850,00
Impressora Laser	1	1.300,00	1.300,00
Tablet	1	2.350,00	2.350,00
<b>Sub total</b>			<b>26.195,00</b>

Fonte de dados: COGERH, 2013. Elaboração própria.

Como alhures mencionado, o tipo de custo indicado no quadro 5.2 é fixo e poderá ser reutilizado ao fim da etapa de fiscalização.

A outra categoria de custos refere-se aos valores mensais investidos no aluguel dos veículos, consumo de combustível e salário da mão-de-obra contratada. A seguir, o Quadro 5.3 apresenta a estimativa dos custos mensais com os veículos.

**Quadro 5.3 – Descrição, quantitativo e custo mensal dos veículos**

Descrição	Quant.	Valor Uni(R\$)	Valor Total(R\$)
Alugel de Carro	1	3.918,54	3.918,54
Alugel de Moto	9	600,00	5.400,00
Combustível	1.155,00	3,00	3.465,00
<b>Sub total</b>			<b>12.783,54</b>

Fonte de dados: COGERH, 2013. Elaboração própria.

O outro item que integra a categoria de custos mensais é o pessoal. Para o Vale do Curu, que possui 100km de leito perenizado, foram determinados 10 técnicos de nível superior. Dessa forma, cada técnico ficará responsável por 10km de rio. A seguir, o Quadro 5.4 apresenta a estimativa dos custos mensais com pessoal.

**Quadro 5.4 – Descrição, quantitativo e custo mensal com pessoal**

<b>Cargo</b>	<b>Quat.</b>	<b>Salário Base(\$)</b>	<b>Encargos* (R\$)</b>	<b>Custo Unitário (R\$)</b>	<b>Custo/categoria (R\$)</b>
Tecnólogo	9	2.042,70	105%	4.189,39	37.704,51
Supervisor do Projeto	1	3.457,25	101%	6.944,04	6.944,04
				<b>TOTAL MÊS</b>	<b>44.648,55</b>

\* Valor referente a Encargos sociais(68,76%), Vale transporte, Vale Alimentação, Taxa de administração (1%) e Tributos (14,25%)

Fonte de dados: COGERH, 2013. Elaboração própria.

Dessa maneira, o custo para implantar o plano de fiscalização, controle e monitoramento é composto pela soma dos custos fixos (Quadro 5.2) com os custos mensais (Quadros 5.3 e 5.4). A seguir, será apresentado o Quadro 5.5, com o custo total do referido plano para o primeiro mês.

**Quadro 5.5 – Custo total do plano de fiscalização, monitoramento e controle**

<b>Descrição</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor Unit.(R\$)</b>	<b>Valor total(R\$)</b>
Desp. Mensais	1	52.333,14	52.333,14
Equipamentos diversos	1	26.195,00	26.195,00
<b>Total</b>			<b>78.528,14</b>

Fonte de dados: COGERH, 2013. Elaboração própria.

Observando-se o Quadro 5.5, percebe-se que o valor global do plano dependerá da duração da estiagem, uma vez que foram estimados o custo fixo e o custo mensal.

### 5.3.1.5. O Processo de Pactuação com a Sociedade

A premissa que orienta e viabiliza a implementação da proposta de alocação de água para períodos de escassez é a participação da sociedade. Nesse aspecto, o processo de pactuação com a sociedade visa à construção de uma metodologia que seja, economicamente eficiente, socialmente justa e, ecologicamente sustentável.

Sobre esse aspecto, Oliveira (2008) declara que o sucesso da implantação de qualquer política pública que afete a vida da população se deve à discussão e participação com as pessoas envolvidas. No caso de uma política pública na área de recursos hídricos, o espaço adequado e legítimo é o comitê da bacia hidrográfica.

Dessa forma, o processo de pactuação deverá ser desenvolvido dentro do CBH-Curu, através de uma série de encontros com os membros do comitê, além de usuários estratégicos e representantes das instituições envolvidas no processo. As reuniões deverão ser divididas por trechos e subtrecos do vale perenizado do Rio Curu, tendo sempre como premissas a participação e a divulgação com a sociedade.

A organização dos encontros deverá primar pela clareza na apresentação das informações e ser dividida por eixos temáticos, a saber:

- Avaliação do modelo de alocação atual;
- Sistemas de garantias e prioridades diferenciadas;
- Instrumentos econômicos na alocação de água;
- Arranjos institucionais necessários para implantação da proposta pactuada.

O resultado de cada encontro deverá ser registrado em relatórios descritivos, que serão compilados para composição da proposta na íntegra.

Após a pactuação com o CBH-Curu, a proposta deverá ser submetida à apreciação superior da SRH e do CONERH.

A partir dos arranjos institucionais estruturados para a implementação da proposta de alocação de água para períodos de escassez hídrica, a metodologia poderá ser adaptada para outras regiões hidrográficas do estado do Ceará.



## 6. CONSIDERAÇÕES E SUGESTÕES

O objetivo desta pesquisa foi apresentar uma estratégia de alocação de água para períodos de escassez que relacionasse diferentes níveis de garantias a um sistema de prioridades de uso para a irrigação, a partir da adoção de instrumentos econômicos. Para isso, optou-se por escolher o vale perenizado do Rio Curu como área de estudo.

Apesar de a proposta ter sido desenvolvida para o Vale do Curu, a estratégia de alocação não se restringe somente à área de estudo, uma vez que se buscou definir, de forma geral, um sistema de prioridades de uso intrassetorial (irrigação), relacionado a alguns instrumentos econômicos, para que pudesse ser replicado para qualquer região do estado.

Em relação à caracterização do uso da água no Vale do Curu, pode-se chegar a algumas conclusões, descritas a seguir:

- Confirmação da vocação eminentemente agrícola do Vale do Curu, com ênfase no cultivo da cana-de-açúcar para indústria de destilaria alcoólica e produção de coco. Essa conclusão pode ser facilmente confirmada através do volume demandado de água para a irrigação, que representa 94% da demanda total;
- Outro aspecto importante é o tamanho das áreas cultivadas. Do total das propriedades cadastradas, 72% possuem uma área irrigada menor que cinco hectares, e o restante das propriedades possuem área irrigada maior que cinco hectares (28%). Apesar do elevado percentual das propriedades menores que cinco hectares, as que possuem área superior a cinco hectares representam cerca de 94% da área total irrigada (7.007 ha). Para efeito desse percentual, foi considerado cada perímetro de irrigação como um único usuário;
- Sobre os métodos de irrigação no Vale Curu, foi constatado que a irrigação localizada e a aspersão convencional, que possuem maior eficiência de aplicação da lâmina de água, ocupam 70% da área total irrigada.

Em relação à situação dos direitos de uso da água (outorga) para o Vale do Curu, foi identificada a existência de 139 (cento e trinta e nove) outorgas vigentes, sendo que, desse quantitativo, o maior percentual, 83%, corresponde aos usuários de irrigação.

Outro aspecto relevante a ser considerado é que a área irrigada com outorga vigente representa 86% da área total cadastrada no vale, apresentando assim uma cobertura significativa da demanda requerida no vale com o direito de uso devidamente garantido pela outorga.

A elaboração do balanço hídrico para o Vale do Curu apresentou um saldo volumétrico da ordem de 43,22%, entretanto a disponibilidade real do uso da água é afetada por vários aspectos, tais como:

- Baixa eficiência de condução de água, devido às perdas em trânsito ao longo do vale perenizado;
- Histórico de volume liberado é maior que a demanda, o que indica que, nas condições atuais de uso água, a disponibilidade efetiva desse recurso não estaria nesse nível de conforto;
- Eficiência de aplicação da lâmina de irrigação menor que indicada na literatura consultada;
- Existência de captações de água ineficientes;
- Dimensionamento inadequado dos sistemas de irrigação, ocasionando maior consumo de água.

Sobre o balanço hídrico do Vale do Curu, faz-se necessária a realização de dois importantes estudos complementares.

O primeiro é a determinação da perda em trânsito, ao longo do vale perenizado. Com a identificação dos pontos de maior perda, estes deverão ser trabalhados, a fim de se estabelecer maior eficiência de condução de água e incremento na oferta (gestão da demanda).

O segundo aspecto é a revisão periódica das vazões regularizadas com posterior emissão de resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CONERH), com as vazões redefinidas.

A respeito do desenvolvimento da metodologia de fiscalização, controle e monitoramento dos recursos hídricos para anos secos, foi apresentada uma estratégia composta por três principais atividades:

- Atualização da base de dados existente – que consistiu no levantamento das principais características do uso da água para a determinação da demanda instalada;
- Metodologia de monitoramento das vazões – foram descritos os dois tipos de medição de vazão que deverão ser realizados em campo, além da descrição dos equipamentos necessários e da frequência de realização das campanhas;
- Fiscalização e mecanismos de punição do infrator – nessa atividade, foram apresentados os instrumentos estabelecidos pela legislação e a necessidade de realização de campanhas de fiscalização multi-institucionais. Para tanto, sugere-se a elaboração de um calendário de vistorias abrangendo todo o trecho perenizado.

No tocante ao estabelecimento dos custos necessários para implantação e operação do plano de fiscalização, controle e monitoramento dos recursos hídricos em anos secos, foi elaborado um orçamento para os custos do primeiro mês de implantação do plano.

Para tanto, foram estabelecidos dois tipos de custos: os fixos iniciais, que são referentes à aquisição de equipamentos, e os contínuos mensais, referentes às despesas com aluguel de veículo, combustível e pessoal contratado. O custo de implantação para o primeiro mês é de cerca de R\$ 78.528,00 (setenta e oito mil e quinhentos e vinte e oito reais). Esse valor engloba as despesas mensais, R\$ 52.333,14, e o custo inicial fixo de R\$ 26.195,00.

A seguir, será apresentada uma avaliação da estratégia de alocação de água proposta por este estudo para anos de escassez, a partir da adoção de alguns critérios sugeridos por Souza Filho (2007):

- Eficiência econômica;
- Legitimidade e sustentabilidade política;

- Equidade;
- Sustentabilidade financeira; e
- Capacidade de adaptação.

O sistema proposto garante **eficiência econômica** ao adotar como uma de suas estratégias o estabelecimento da cobrança pelo uso da água variando em função da oferta disponível e dos níveis de garantias de água a longo prazo.

Admitindo que o sistema proposto só deva ser implantado após prévia discussão e aprovação pelo CBH-Curu e existindo a compensação financeira para os usuários com menores garantias em anos secos, busca-se atender o critério de **legitimidade e sustentabilidade política**.

O critério de **equidade** é atendido parcialmente, uma vez que a negociação ocorrerá dentro da assembleia do CBH-Curu. Esse processo deverá ser realizado de forma transparente, buscando sempre a distribuição igualitária das informações para os diversos setores representados no CBH. Entretanto continuará a existir a diferença de poder entre os grandes grupos produtores e os pequenos usuários distribuídos ao longo do vale perenizado.

Quanto à **sustentabilidade financeira** da proposta apresentada, pode-se afirmar que dependerá da adoção do Fundo de Recursos Hídricos, que arrecadará o valor excedente com a cobrança pelo uso da água, com maiores garantias nos anos úmidos, equilibrando assim o fluxo de caixa em períodos de seca. A tendência, nesses períodos, é que, com a disponibilidade de água reduzida, diminua a arrecadação, além de se elevarem os custos com fiscalização e monitoramento. Serão os recursos do Fundo de Recursos Hídricos que atenderão o critério de sustentabilidade financeira.

A proposta apresentada possui razoável **capacidade de adaptação** quando mescla a formação do consenso pelos usuários com a adoção de incentivos financeiros no processo da tomada de decisão.

Essa proposta foi desenvolvida para aplicação somente em anos secos, entretanto sua estratégia tem alcance durante todos os períodos, independente da disponibilidade hídrica observada, pois é durante os períodos normais de

precipitação e recarga dos reservatórios que o excedente obtido com a cobrança será reservado no Fundo de Recursos Hídricos. Dessa forma, a estratégia proposta possui um alcance de caráter contínuo.

Uma dificuldade que deverá ser encontrada quando da discussão da estratégia de alocação proposta é a resistência ao pagamento pelo uso da água pelos usuários do setor da irrigação. Essa resistência reside no fato de que a atividade de irrigação sempre foi subsidiada pelos governos, seja com a construção dos perímetros de irrigação ou pela concessão de linhas de créditos com juros subsidiados.

A reação da sociedade à apreciação de uma proposta como essa depende do período em que sejam iniciados os diálogos com o CBH. O debate sobre o tema ocorrido em anos cujo total precipitado foi considerado normal ou acima da média não motivará a participação efetiva da população, uma vez que a abundância da água mascara os efeitos da seca.

Por outro lado, se essa negociação tiver seu início durante um período seco, dois aspectos podem ser observados: o primeiro é que a decisão tomada no clamor da escassez poderá não ser a mais acertada, contribuindo, assim, para o descrédito dos atores envolvidos, ineficiência alocativa e possível descumprimento do acordo firmado; o segundo aspecto é que, durante um período de escassez d'água, a crise instalada pode se transformar em oportunidade para melhoria da eficiência da alocação. Dessa forma o período ideal para discussão de uma nova metodologia de alocação de água para períodos de escassez deve ocorrer logo após um período de seca, onde a disponibilidade hídrica está sendo recuperada, mas a lembrança da seca ainda é sentida.

Sobre esse aspecto, a COGERH está desenvolvendo em convênio com a FCPC/UFC (nº 003/2012) uma metodologia de alocação de água para períodos secos que deverá ser pactuada como o CBH-Curu a partir do segundo semestre deste ano.

É também durante os períodos críticos de disponibilidade hídrica que as instituições envolvidas com a gestão dos recursos hídricos saem da zona de conforto hidrológico proporcionada por essa última década úmida e desenvolvem

soluções criativas que podem revolucionar drasticamente a metodologia adotada na alocação.

No setor de usuários, a crise pode também ocasionar uma mudança no comportamento, forçando-os a rever suas estratégias de investimento, influenciando na adoção de culturas de ciclo curto ou alteração da finalidade de uso para outras atividades, como a aquicultura, por exemplo.

Uma tentativa de alocação de água em períodos de escassez ocorreu no Vale do Rio Jaguaribe-Ce, no ano 2001. O governo do Estado, em convênio com a Agência Nacional de Águas (ANA), desenvolveu uma estratégia de alocação de água dentro da mesma categoria de uso, a irrigação, denominada “Programa Águas do Vale”. Basicamente, a estratégia adotada pelo programa consistia na compensação financeira para os produtores de arroz que não irrigassem naquele ano. Essa água seria alocada para a fruticultura irrigada, que pagaria uma tarifa pelo uso da água.

Sobre o Programa Águas do Vale, Oliveira (2008) escreve que ocorreram problemas na aceitação e no entendimento da estratégia adotada, devido à participação dos usuários apenas durante a implementação do programa, e não na sua elaboração.

Dessa forma, para que a proposta de alocação de água em períodos secos apresentada por este estudo seja corretamente implementada, é necessária a realização de algumas adequações ao sistema atual de gestão de recursos hídricos, realizada com a participação da sociedade. As alterações necessárias são de ordem legal, metodológica e estrutural.

A necessidade de alteração na legislação abrange alguns itens específicos, a saber:

- Possibilidade da cobrança pelo uso da água variando em função da garantia;
- Definição de um sistema de prioridades diferenciado, dentro da finalidade de uso de irrigação;
- Instituição de seguro para anos secos;
- Compensação financeira para usuários com menor garantia;

- Regulamentação da punição.

Para alteração na cobrança pelo uso da água variando em função da garantia outorgada, é necessária alteração no decreto de outorga (31.076/2012), para flexibilizar o percentual de garantia da vazão regularizada, prevendo a possibilidade de garantias maiores ou menores que 90%. Como, a cada garantia outorgada, estará atrelado um valor de tarifa diferente, o decreto de cobrança (31.195/2013) deverá ser alterado para inclusão dessa previsão.

Sobre o sistema de prioridades dentro de uma mesma categoria de uso, no caso, a irrigação, o comitê terá que deliberar sobre os critérios indicados na proposta para determinação do sistema de prioridades. A partir dessa deliberação, o CBH-Curu enviaria a proposta ao CONERH para deliberação e emissão de resolução.

A instituição do seguro deverá constar em lei. Dessa forma, é necessária alteração na Política Estadual de Recursos Hídricos (14.844/2010), para criação de um fundo específico que recolherá os recursos arrecadados com o pagamento do seguro. A compensação financeira estará atrelada a essa alteração na lei, por isso deverá estar descrita para sua validade.

Com a intenção de dar viabilidade social e atender um dos princípios da Política Estadual de Recursos Hídricos, que determina que o gerenciamento da água deve ser integrado, participativo e descentralizado, o CBH-Curu deverá avaliar a estratégia proposta. Após a avaliação do CBH-Curu, o Conselho Estadual dos Recursos Hídricos (CONERH) deverá deliberar sobre a implantação da proposta. A viabilidade dessa proposta passa, necessariamente, pela apreciação e aprovação do CBH-Curu. Essa aprovação dará o apoio social de que uma proposta dessa natureza necessita.

Por fim, o que se espera de uma metodologia de alocação de água em períodos de escassez hídrica é que ela possa garantir eficiência econômica, equidade social e sustentabilidade dos ecossistemas.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; SMITH, M. **Crop Evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 1998, 318 p.

ARAÚJO, T. B. **A promoção do desenvolvimento das forças produtivas no Nordeste: da visão do GTDN aos desafios do presente**. Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v. 28, n. 4, p. 451-468, out.-dez. 1997.

BARRAQUÉ, B. **Subsidiary Water in a Complex Europe: decision levels, federalism and decentralization**. Semana Internacional de Estudos sobre Gestão de Recursos Hídricos.

Foz do Iguaçu. 1999.

BATHIA, R.; CESTTI, R.; WINPENNY, J. **Water Conservation and Reallocation: "Best Practice" Cases in Improving Economic Efficiency and Environmental Quality**. A World Bank, 1993.

BORDEVANE, Juan. E.D. **O que é participação**. Coleção Primeiros Passos. Brasiliense. São Paulo. 1994. 88p.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em: 17 de maio de 2012, 17h00min

BRASIL. **Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934**. Decreta o Código das Águas. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d24643.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm)>. Acesso em: 17 de maio de 2012, 16h45min.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/19433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/19433.htm)>. Acesso em: 17 de maio de 2012, 16h45min.

BRIGADAO, E. N. **Integração de Análise Econômica Financeira a Sistemas de Apoio a Decisão de Enquadramento, Outorga e Cobrança de Recursos Hídricos**: Aplicação À Bacia Barragem do Descoberto no Distrito Federal. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos. Publicação



PTARH.DM-101/06. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade de Brasília. Brasília. DF. 133 p. 2006.

CAMPOS, J.N.B. e STUDART, T.M.C. **Secas no Nordeste Brasil: Origens, Causas e Soluções**. IN: IV Dialogo Interamericano de Gerenciamento de Águas". ABRH, Foz do Iguaçu, 2001

CAMPOS, José Nilson Beserra, STUDART, Ticiania Marinho de C. e COSTA, Antônio Martins. **Alocação e realocação do Direito de Uso da Água**: uma proposta de modelo de mercado limitado no espaço. RBRH, vol. 7, n. 2, 2002.

CAMPOS, Nivalda Aparecida. **A grande seca de 1979 a 1983: um estudo de caso das ações do governo federal em duas sub-regiões do estado do Ceará (Sertão Central e Sertão dos Inhamuns)**. Dissertação de Mestrado, São Carlos: PPGCSo – UFSCar. 2004.

CEARÁ. Assembléia Legislativa. **Constituição do Estado do Ceará, 1989**. Atualizada até a emenda nº 65 de 24 de setembro de 2009. INESP. Fortaleza. 390 p. 2009.

CEARÁ. **Decreto Estadual nº 23.067, de 11 de fevereiro de 1994**. Regulamenta o artigo 4º da Lei nº 11. 996, de 24 de julho de 1992, na parte referente à outorga do direito de uso dos recursos hídricos, cria o Sistema de Outorga para Uso da Água e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.cogerh.com.br/categoria3/legislacao-estadual/decretos>>. Acesso em: 17 de julho de 2013, 22h10min.

CEARÁ. Secretaria dos Recursos Hídricos. Plano Estadual de Recursos Hídricos (Planerh). Fortaleza: SRH, 2005.

CEARÁ. Assembleia Legislativa. Caderno Regional da Bacia do Curu / Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos. Eudoro Walter de Santana (Coordenador). Fortaleza. INESP, 2009.

CEARÁ, Lei Estadual nº 14.844, de 28 de dezembro de 2010. **Dispõe sobre a Política Estadual dos Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH e da outras providências**. Diário Oficial do Estado, 30 de dezembro de 2010.

CEARÁ, Decreto Estadual nº 31.076, de 12 de dezembro 2012. **Regulamenta os artigos 6º a 13 da lei estadual nº 14.844, de 28 de dezembro de 2010, referentes à outorga de direito de uso dos recursos hídricos e de execução de obras e serviços de interferência hídrica, cria o sistema de outorga para uso da água e**

**de execução de obras, e dá outras providências.** Diário Oficial do Estado, 17 de dezembro de 2012.

COELHO, Eugênio Ferreira, COELHO FILHO, Maurício Antônio, OLIVEIRA, Sizernando Luiz. **Agricultura Irrigada: eficiência de irrigação e de uso de água.** Revista Bahia Agrícola. v.7, n.1, 2005. Disponível em: <[ufrb.edu.br/neas/images/Artigos\\_NEAS/2005\\_3.pdf](http://ufrb.edu.br/neas/images/Artigos_NEAS/2005_3.pdf)>. Acesso em 18/01/2013, 21h55min.

COGERH, **Plano Diretor da Bacia do Curu**, Volume 1, Tomo 1. Fortaleza. 1996.

COGERH, Relatório do Seminário de Planejamento e Operação dos Açudes da Bacia Hidrográfica do Curu. Pentecoste. 1999.

COGERH, Relatório do Seminário de Planejamento e Operação dos Açudes da Bacia Hidrográfica do Curu. Pentecoste. 2002.

COGERH, Relatório do Seminário de Planejamento e Operação dos Açudes da Bacia Hidrográfica do Curu. Pentecoste. 2003.

COLARES, D. S. Análise técnico-econômica do cultivo de arroz irrigado no perímetro de Irrigação de Morada Nova Ceará. 2004. 58f. Dissertação (Mestrado), Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, 2004.

DINAR, A., ROSEGRANT, M.W, Meizen-Dick, R.; **Water Allocation Mechanisms, principles and examples.** World Bank: Policy Research Working Paper 1779, Washington, DC. 1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA ABROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema de produção para a cultura do coqueiro.** Editores: Humberto Rollemberg Fontes, Joana Maria Santos Ferreira, Luiz Alberto de Siqueira. Aracaju: Embrapa. Tabuleiros Costeiros, 2002. 63p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Sistemas de Produção, 01). Disponível em: <<http://www.cpatc.embrapa.br>>. Acesso em 08. Ago. 2013.

FAO. Irrigation water management: Irrigation scheduling. 1989. Disponível em: <[www.fao.org/docrep/t7202e/t7202eoo.htm#contents](http://www.fao.org/docrep/t7202e/t7202eoo.htm#contents)> Acesso em: 10. Ago. 2013.

FREITAS, Marcos Airton de Souza. **Que Venha a Seca:** modelos para gestão de recursos hídricos em regiões semiáridas. Rio de Janeiro: CBJE. 2010.

FONTES, Humberto Rollemberg, FERREIRA, Joana Maria Santos e SIGUEIRA, Luiz Alberto. **Sistema de produção para a cultura do coqueiro**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 63p. Disponível em: <<http://www.cpatc.embrapa.br>>. Acesso em 02 de agosto de 2013, 20h34min.

GIUSTINA, José Sérgio Della. **Um Sistema de Contabilidade Analítica para Apoio a Decisões do Produtor Rural**. Fortaleza: UECE, 2003. Especialização em Planejamento e Gestão Ambiental, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará, 2003, 164p.

Grigg, N.S; **Water Resources Management: principles, regulations, and cases**. Chapter 17. Editora: McGraw-Hill Companies.1996.

GORAYEB, A.; Souza, M.; Figueiredo, M.; Araújo, L.; Rosa, M.; Silva, E. **Aspectos geoambientais, condições de uso e ocupação do solo e níveis de desmatamento da bacia hidrográfica do rio Curu, Ceará - Brasil**. Geografia, América do Norte, 2010.

HAMLET, A.F., LETTENMAIER, D.P. “**Columbia River Streamflow Forecasting Based on ENSO and PDO Climate Signals**”. Journal of Water Resource Planning and Management, Vol. 125, N.6, Novembro-Dezembro, 1999.

HOBAN, J. T. Managing Conflits. **A guide for watershed porneaships**: Disponível em <[www.bearriverinfo.org/html/digital-resources/browser/publication=14141](http://www.bearriverinfo.org/html/digital-resources/browser/publication=14141), 1992>. Acesso dia: 12/03/2013.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ – IPECE. **Ceará em Mapas: Informações georreferenciadas e especializadas para os 184 municípios cearenses**. Disponível em: <<http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/12.htm>>. Acesso dia: 17/06/2013

KEMPER, Karem E. **O Custo da Água Gratuita**: alocação e uso dos recursos hídricos no vale do Curu, Ceará, Nordeste Brasileiro. Porto Alegre: ABRH. 1997.

LALL, U., SHARMA, A. “**A nearest neighbor botstap for reasampling hydrologic time series**”. Water Resources Research, N.32. Vol. 3, 1996.

LAROUSSE. Grande enciclopédia cultural. São Paulo: Nova Cultural, 1998.

LIMA, L. O. *et al.* Estimativa da eficiência de um sistema de irrigação por microaspersão. In: VII Congresso Norte e Nordeste de Pesquisa e Inovação. Anais..., p.1-8, Tocantins, 2012.

MACY, P. **A Complet Plan ‘...Experiences from the U.S.’ Planning for Water Shortage: Water Reallocations and Transfers Drought Management, Proceedings of 1989 Regional Meetings.** St. Louis. Missouri. U.S. Committee on Irrigation and Drainage, 1989.

MELLO, Jorge Luiz Pimenta, SILVA, Leonardo Duarte Batista. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Tecnologia. Departamento de Engenharia. Rio de Janeiro. 2009.

MOSTERT, E. A Framework for Conflict Resolution. International Water Resources Association. Water International, Vol. 23. N.4. Dezembro, 1998.

NATIONAL DROUGHT MITIGATION CENTER. Why Plan for Drought: Drought Reduces Agricultural Productivity. Disponível em: <<http://drought.unl.edu/Planning/WhyPlanforDrought.aspx>>. Acesso em: 17/10/2012.

OLIVEIRA, João Lúcio F.; GARJULLI, Rosana; SILVA, Ubirajara Patricio A.; **Conflitos e Estratégias - A implantação do Comitê de Bacia do rio Curu.** In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 11, 1995, Recife. Anais. Recife: ABRH, 1995.

OLIVEIRA, Marcilio Caetano. **Modelos de Alocação e Realocação de Água: um estudo de caso do programa “águas do vale” nos rios Jaguaribe e Banabuiú.** Especialização em Gestão dos Recursos Hídricos e Infraestrutura Hidráulica, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

PINHEIRO, M.I.T., CAMPOS, J.N.B. e STUDART, T.M.C. **Conflitos pelo Uso da Água no Estado do Ceará:** Um Estudo De Caso. In: XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2003, Curitiba. XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Porto Alegre: ABRH, 2003.

REUNIÃO ORDINÁRIA DO COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO CURU, 1ª. Seminário de Planejamento e Operação. Pentecoste. Ata. Pentecoste, 01 de dezembro de 1997. CD-ROM.

REUNIÃO ORDINÁRIA DO COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO CURU, 8ª. Seminário de Planejamento e Operação. Pentecoste. Ata. Pentecoste, 07 de julho de 2000. CD-ROM.

REUNIÃO ORDINÁRIA DO COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO CURU, 11ª. Seminário de Planejamento e Operação. Pentecoste. Ata. Pentecoste, 27 de junho de 2001. CD-ROM.

REUNIÃO ORDINÁRIA DO COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO CURU, 18ª. Seminário de Planejamento e Operação. Pentecoste. Ata. Pentecoste, 09 de junho de 2004. CD-ROM.

REUNIÃO ORDINÁRIA DO COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO CURU, 24ª. Seminário de Planejamento e Operação. Pentecoste. Ata. Pentecoste, 06 de julho de 2006. CD-ROM.

REUNIÃO ORDINÁRIA DO COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO CURU, 27ª. Seminário de Planejamento e Operação. Pentecoste. Ata. Pentecoste, 03 de julho de 2007. CD-ROM.

REUNIÃO ORDINÁRIA DO COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO CURU, 30ª. Seminário de Planejamento e Operação. Pentecoste. Ata. Pentecoste, 03 de julho de 2008. CD-ROM.

REUNIÃO ORDINÁRIA DO COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO CURU, 33ª. Seminário de Alocação Negociada de Água. Pentecoste. Ata. Pentecoste, 03 de junho de 2009. CD-ROM.

REUNIÃO ORDINÁRIA DO COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO CURU, 36ª. Seminário de Alocação Negociada de Água. Pentecoste. Ata. Pentecoste, 09 de junho de 2010. CD-ROM.

REUNIÃO ORDINÁRIA DO COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO CURU, 40ª. Seminário de Alocação Negociada de Água. Pentecoste. Ata. Pentecoste, 16 de junho de 2011. CD-ROM.

REUNIÃO ORDINÁRIA DO COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO CURU, 42ª. Seminário de Alocação Negociada de Água. Pentecoste. Ata. Pentecoste, 07 de junho de 2012. CD-ROM.

REUNIÃO ORDINÁRIA DO COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO CURU, 45ª. Seminário de Alocação Negociada de Água Pentecoste. Ata. Pentecoste, 06 de junho de 2013. CD-ROM.

ROTHSCHILD, M.; STIGLITZ, J. **Equilibrium in competitive insurance markets: an essay on the economics of imperfect information.** Quarterly Journal of Economics, v. 90, n. 4, p. 629-649, nov. 1976.

SALES, Célio Augusto Tavares. **Contribuição para um modelo de alocação de água no Ceará.** 1999. 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Hidráulica e Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1999.

SANTOS, C. A. C., et al: **Tendências dos Índices de Precipitação no Estado do Ceará.** Revista Brasileira de Meteorologia, v.24, n.1, 39-47, 2009. Fonte: <http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v24n1/04.pdf>. Acesso dia 17/06/13.

SILVA, Edna Lúcia. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** 3. ed. rev. atual. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.121p.

SILVA, Ubirajara P.A.; Bezerra, Hugo E.R. **A Descentralização da Gestão dos Recursos Hídricos no Ceará: A Experiência da Gerência da Bacia Hidrográfica do Curu.** Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Aracaju – SE. Novembro de 2001.

SILVA, Ubirajara Patrício Álvares. **Análise da importância da gestão participativa dos recursos hídricos no Ceará:** Um estudo de caso. 2004. 246 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Departamento de Economia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

SILVA, Ubirajara Patrício Álvares da, Antônio Martins da Costa, Gianni Peixoto B. Lima e Berthyer Peixoto Lima. **A Experiência da Alocação Negociada de Água nos Vales do Jaguaribe e Banabuiú.** COGERH. Fortaleza. 2004.

SILVA, Ubirajara Patrício Álvares. **O Histórico de Formação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Curu** In: XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2005, João Pessoa. Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2005.

SILVA, Roberto Marinho Alves. **Entre o combate a seca e à convivência com o semiárido: transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento.** Banco do Nordeste do Brasil, Fortaleza, 2010.

SOUZA FILHO, Francisco de Assis. **Alocação de Água Sazonal e Anual: Modelos Matemáticos, Experimentação Comportamental e Justiça Alocativa.** Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. 2005. 439 f.

SRH. Secretaria dos Recursos Hídricos, Coordenadoria de Gestão dos Recursos Hídricos. **Outorga e Licença de Obras Hídricas; Manual de procedimentos.** Fortaleza: SRH, 2008. p. 67.

STUDART, Ticiania Marinho de Carvalho, CAMPOS, José Nilson Beserra. **A Gestão das Águas na Bacia do Curu – Ontem e Hoje.** In: Simpósio Internacional sobre Gestão dos Recursos Hídricos, Gramado - RS, em novembro de 1998. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/iph/simposio>>. Acesso em 25 de agosto de 2012, 21h35min.

STUDART, Ticiania Marinho de Carvalho. **Análise de Incertezas na Determinação de Vazões Regularizadas em Climas Semináridos.** 200. 151 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Ceará – UFC. Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental - DEHA. Fortaleza. 2000.

STUDART, T.M.C. e CAMPOS, J. N. B. **Gestão da Demanda** In: **Gestão das Águas: Princípios e Práticas.** ABRH - Associação Brasileira de recursos Hídricos, Porto Alegre, 2001

WILHITE, D.A.; GLANTZ, M.H. **Understanding The Drought Phenomenon: The Role of Definitions,** In: **Planning for Drought, Toward a Reduction of Societal Vulnerability,** D.A. Wilhite, W.E. Easterling an D.A. Wood (editors). Westwiew Press. Boulder. Colorado. 1985.

WILHITE, D.A. **Drought assessment, management and planning: theory and case studies.** Norwell. Massachusettes. Kluwer Academic Publishers. 1993.

ZARANZA, Antônio Ribeiro. **A Gestão Participativa dos Recursos Hídricos e a Alocação Negociada de Água: Experiência na Bacia Hidrográfica no Rio Curu.** Especialização em Planejamento e Gestão Ambiental, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará - UECE, 2003, 164p.

## APÊNDICE A – DETERMINAÇÃO DA DEMANDA HÍDRICA PARA O VALE DO CURU: MEMÓRIA DE CÁLCULO

A demanda hídrica da irrigação foi obtida a partir da equação abaixo:

$$Dem\ Irr\ (hm^3) = \frac{(ET_o \times K_c)(A/E_a)}{100.000}$$

Em que:

ET<sub>o</sub> é a evapotranspiração potencial (mm);

K<sub>c</sub> é o coeficiente de cultivo;

A é área plantada da cultura (ha);

E<sub>a</sub> é a eficiência de aplicação do método de irrigação.

Os valores médios de K<sub>c</sub> foram provenientes do banco de dados FAO 56 (Allen *et al.*, 1998). A evapotranspiração potencial (ETP) foi estimada pelo método de Hargreaves, por ser de larga aplicação no Nordeste e por ser o método recomendado pela *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO). A fórmula de Hargreaves é apresentada a seguir:

$$ET_o = 0,000938.(T_{med} + 17,8)(T_{max} - T_{min})^{1/2} \cdot R_a$$

Em que:

T<sub>med</sub> é a temperatura média;

T<sub>max</sub> é a temperatura máxima;

T<sub>min</sub> é a temperatura mínima;

R<sub>a</sub> é a radiação no topo da atmosfera para o hemisfério sul.

Os valores de temperatura e radiação foram obtidos das Normais Climatológicas, 1961 a 1990, publicadas pelo Instituto Nacional de meteorologia –



INMET em 1992 para a estação meteorológica de Fortaleza, por ser a estação mais próxima à área estudada.

A eficiência de aplicação ( $E_a$ ) dos métodos de irrigação foi obtida de literaturas científicas, conforme o Quadro A.1 abaixo:

Quadro A.1 – Eficiência de aplicação de água para diferentes métodos de irrigação

Método de irrigação	$E_a$	Referência
Inundação	0,51	Colares, 2004
Sulco	0,60	FAO, 1989
Aspersão	0,75	FAO, 1989
Microaspersão	0,85	Lima <i>et al.</i> , 2012
Gotejamento	0,90	FAO, 1989
Pivô Central	0,85	Coelho <i>et al.</i> , 2005

## MEMÓRIA DE CÁLCULO: EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA (ET<sub>o</sub>) - MÉTODO DE ESTIMATIVA DE HARGREAVES

Estação Meteorológica

Fortaleza-CE

Latitude

03°45'S

Longitude

38°33'W

Altitude

26,45

$$ET_o = 0,000938 \cdot (T_{med} + 17,8) (T_{max} - T_{min})^{1/2} \cdot R_a$$

--	--	--

Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Temp. média (°C)	30,60	30,20	29,70	29,80	29,90	29,60	29,60	30,00	30,20	30,50	30,70	30,80
Temp. máxima (°C)	30,50	30,10	29,70	29,70	29,90	29,60	29,50	29,90	30,20	30,50	30,70	30,70
Temp mínima (°C)	24,40	24,00	23,60	23,40	23,30	22,80	22,40	22,70	23,40	24,10	24,40	24,60
Ra (mm/dia)	37,25	38,1	38	36,2	33,75	32,2	32,7	34,9	37,05	37,85	37,3	36,8
Eto (mm/dia)	4,18	4,24	4,18	4,06	3,88	3,73	3,87	4,20	4,35	4,34	4,26	4,14
Eto (mm/mês)	129,48	118,63	129,63	121,71	120,26	112,00	120,09	130,16	130,50	134,48	127,77	128,44

## MEMÓRIA DE CÁLCULO: EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA (ET<sub>o</sub>) - MÉTODO DE ESTIMATIVA DE HARGREAVES

Valores de radiação no topo da atmosfera (Ra), em MJ.m <sup>-2</sup> .dia <sup>-1</sup> , para latitudes do hemisfério sul.												
Latitude	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
70	41,4	28,6	15,8	4,9	0,2	0	0	2,2	10,7	23,5	37,3	45,3
68	41	29,3	16,9	6	0,8	0	0	3,2	11,9	24,4	37,4	44,7
66	40,9	30	18,1	7,2	1,5	0,1	0,5	4,2	13,1	25,4	37,6	44,1
64	41	30,8	19,3	8,4	2,4	0,6	1,2	5,3	14,4	26,3	38	43,9
62	41,2	31,5	20,4	9,6	3,4	1,2	2	6,4	15,5	27,2	38,3	43,9
60	41,5	32,3	21,5	10,8	4,4	2	2,9	7,6	16,7	28,1	38,7	43,9
58	41,7	33	22,6	12	5,5	2,9	3,9	8,7	17,9	28,9	39,1	44
56	42	33,7	23,6	13,2	6,6	3,9	4,9	9,9	19	29,8	39,5	44,1
54	42,2	34,3	24,6	14,4	7,7	4,9	6	11,1	20,1	30,6	39,9	44,3
52	42,5	35	25,6	15,6	8,8	6	7,1	12,2	21,2	31,4	40,2	44,4
50	42,7	35,6	26,6	16,7	10	7,1	8,2	13,4	22,2	32,1	40,6	44,5
48	42,9	36,2	27,5	17,9	11,1	8,2	9,3	14,6	23,3	32,8	40,9	44,5
46	43	36,7	28,4	19	12,3	9,3	10,4	15,7	24,3	33,5	41,1	44,6
44	43,2	37,2	29,3	20,1	13,5	10,5	11,6	16,8	25,2	34,1	41,4	44,6
42	43,3	37,7	30,1	21,2	14,6	11,6	12,8	18	26,2	34,7	41,6	44,6
40	43,4	38,1	30,9	22,3	15,8	12,8	13,9	19,1	27,1	35,3	41,8	44,6

Valores de radiação no topo da atmosfera (Ra), em MJ.m <sup>-2</sup> .dia <sup>-1</sup> , para latitudes do hemisfério sul.												
Latitude	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
38	43,4	38,5	31,7	23,3	16,9	13,9	15,1	20,2	28	35,8	41,9	44,5
36	43,4	38,9	32,4	24,3	18,1	15,1	16,2	21,2	28,8	36,3	42	44,4
34	43,4	39,2	33	25,3	19,2	16,2	17,4	22,3	29,6	36,7	42	44,3
32	43,3	39,4	33,7	26,3	20,3	17,4	18,5	23,3	30,4	37,1	42	44,1
30	43,1	39,6	34,3	27,2	21,4	18,5	19,6	24,3	31,1	37,5	42	43,9
28	43	39,8	34,8	28,1	22,5	19,7	20,7	25,3	31,8	37,8	41,9	43,6
26	42,8	39,9	35,3	29	23,5	20,8	21,8	26,3	32,5	38	41,8	43,3
24	42,5	40	35,8	29,8	24,6	21,9	22,9	27,2	33,1	38,3	41,7	43
22	42,2	40,1	36,2	30,6	25,6	23	24	28,1	33,7	38,4	41,4	42,6
20	41,9	40	36,6	31,3	26,6	24,1	25	28,9	34,2	38,6	41,2	42,1
18	41,5	40	37	32,1	27,5	25,1	26	29,8	34,7	38,7	40,9	41,7
16	41,1	39,9	37,2	32,8	28,5	26,2	27	30,6	35,2	38,7	40,6	41,2
14	40,6	39,7	37,5	33,4	29,4	27,2	27,9	31,3	35,6	38,7	40,2	40,6
12	40,1	39,6	37,7	34	30,2	28,1	28,9	32,1	36	38,6	39,8	40
10	39,5	39,3	37,8	34,6	31,1	29,1	29,8	32,8	36,3	38,5	39,3	39,4
8	38,9	39	37,9	35,1	31,9	30	30,7	33,4	36,6	38,4	38,8	38,7
6	38,3	38,7	38	35,6	32,7	30,9	31,5	34	36,8	38,2	38,2	38
4	37,6	38,3	38	36	33,4	31,8	32,3	34,6	37	38	37,6	37,2
2	36,9	37,9	38	36,4	34,1	32,6	33,1	35,2	37,1	37,7	37	36,4
0	36,2	37,5	37,9	36,8	34,8	33,4	33,9	35,7	37,2	37,4	36,3	35,6
Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Número de dias	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31

### COEFICIENTES CULTURAIS: K<sub>c</sub> PARA DIVERSAS CULTURAS

<b>CULTURA</b>	<b>K<sub>c</sub>(médio)</b>	<b>K<sub>c</sub>(medio) **</b>
MAMÃO FORMOSA	1,05	1,00
GOIABA	1,00	1,15
BANANA	1,15	0,85
ACEROLA	0,85	0,85
MANGA	0,85	1,00
COCO	1,00	0,90
TOMATE	1,05	1,20
FEIJÃO	1,05	1,10
CAPIM ELEFANTE	1,05	1,00
MACAXEIRA	1,15	0,95
MILHO(GRÃO)	0,95	1,15
SORGO FORRAGEIRO	0,85	1,00
MELÃO	1,05	1,00
ALHO	1,05	0,95
QUIABO	0,85	1,15
CEBOLA	1,05	0,95
ABOBORA	0,90	1,05
HORTALIÇAS	0,85	1,15

\* Adotar para capacidade do sistema

\*\*p/ estimar todo o ciclo e analise economica

### CÁLCULO DA DEMANDA HÍDRICA DA IRRIGAÇÃO – TRECHO I

$$Dem\ Irr\ (hm^3) = \frac{(ET_o \times Kc)(A/Ea)}{100000}$$

Coco	ÁREA (ha)	Ea
Inundação	626,45	0,51
Sulcos	1,00	0,6
Microaspersão	114,65	0,85
Aspersão	4,20	0,75
Gotejamento	3	0,9

Banana	ÁREA (ha)	Ea
Inundação	321,83	0,51
Microaspersão	8,00	0,85
Aspersão	1,50	0,75

Capim	ÁREA (ha)	Ea
Inundação	106,48	0,51
Microaspersão	4,50	0,85
Aspersão	112,00	0,75

Cultura	Kc (FAO)
Coco	0,9
Banana	0,75
Capim	1
Cana	0,95
Mamão	1
Culturas diversas	1

100.000

Mamão	ÁREA (ha)	Ea
Microaspersão	25,95	0,85

Culturas Diversas	ÁREA (ha)	Ea
Inundação	9,50	0,51
Microaspersão	24,30	0,85
Aspersão	16,70	0,75
Gotejamento	1,00	0,90

Cana	ÁREA (ha)	Ea
Inundação	123,20	0,51

Eto (Hargreaves)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
	129,48	118,63	129,63	121,71	120,26	112,00	120,09	130,16	130,50	134,48	127,77	128,44

### CÁLCULO DA DEMANDA HÍDRICA PARA IRRIGAÇÃO – TRECHO I

Demanda hídrica (hm³)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Coco	1,60	1,47	1,60	1,50	1,49	1,38	1,48	1,61	1,61	1,66	1,58	1,59	18,59
Banana	0,62	0,57	0,62	0,58	0,58	0,54	0,58	0,63	0,63	0,65	0,61	0,62	7,22
Capim	0,47	0,43	0,47	0,44	0,44	0,41	0,44	0,47	0,47	0,49	0,46	0,47	5,46
Cana	0,08	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,37
Mamão	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,33
Culturas diversas	0,09	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	1,04
<b>Techo I</b>	<b>2,89</b>	<b>2,60</b>	<b>2,84</b>	<b>2,67</b>	<b>2,64</b>	<b>2,46</b>	<b>2,63</b>	<b>2,85</b>	<b>2,86</b>	<b>2,95</b>	<b>2,80</b>	<b>2,82</b>	<b>33,01</b>

## CÁLCULO DA DEMANDA HÍDRICA DA IRRIGAÇÃO – TRECHO II

$$Dem\ Irr\ (hm^3) = \frac{(ET_o \times Kc)(A/Ea)}{100000}$$

Coco	ÁREA (ha)	Ea
Inundação	168,56	0,51
Sulcos	5,75	0,60
Microaspersão	2.800,27	0,85
Aspersão	13,30	0,75
Gotejamento	0,50	0,90

Fruteiras	ÁREA (ha)	Ea
Inundação	17,56	0,51
Microaspersão	163,41	0,85
Gotejamento	1,00	0,9

Capim	ÁREA (ha)	Ea
Inundação	47,30	0,51
Microaspersão	0,30	0,85
Aspersão	163,16	0,75

Milho	ÁREA (ha)	Ea
Inundação	3,20	0,51
Sulcos	10,00	0,6
Microaspersão	0,50	0,85
Aspersão	2,50	0,75

Cultura	Kc (FAO)
Coco	0,9
Fruteiras	0,97
Capim	1
Gramma	1
Sorgo	1
Cultura diversas	1
Cana	0,95
Feijão	1,1
Milho	1,15

Cana	ÁREA (ha)	Ea
Inundação	651,19	0,51
Sulcos	3,50	0,6
Microaspersão	128,48	0,85
Aspersão	1.008,00	0,75

Feijão	ÁREA (ha)	Ea
Inundação	2,55	0,51
Sulcos	2,60	0,6
Microaspersão	0,60	0,85
Aspersão	2,00	0,75

100.000

Gramma	ÁREA (ha)	Ea
Inundação	110,50	0,51

Sorgo	ÁREA (ha)	Ea
Pivô Central	140,00	0,85

Culturas diversas	ÁREA (ha)	Ea
Microaspersão	27,20	0,85
Gotejamento	1,13	0,90
Aspersão	22,00	0,75

Eto (Hargreaves)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
	129,48	118,63	129,63	121,71	120,26	112,00	120,09	130,16	130,50	134,48	127,77	128,44



## CÁLCULO DA DEMANDA HÍDRICA PARA IRRIGAÇÃO – TRECHO II

Demanda hídrica (hm³)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Coco	4,26	3,90	4,26	4,00	3,95	3,68	3,95	4,28	4,29	4,42	4,20	4,22	49,42
Fruteiras	0,28	0,26	0,29	0,27	0,26	0,25	0,26	0,29	0,29	0,30	0,28	0,28	3,31
Capim	0,40	0,37	0,40	0,38	0,37	0,35	0,37	0,40	0,41	0,42	0,40	0,40	4,67
Gramma	0,28	0,26	0,28	0,26	0,26	0,24	0,26	0,28	0,28	0,29	0,28	0,28	3,26
Sorgo	0,21	0,20	0,21	0,20	0,20	0,18	0,20	0,21	0,21	0,22	0,21	0,21	2,48
Culturas diversas	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,94
Cana	3,42	3,13	3,42	3,21	3,17	2,96	3,17	3,43	3,44	3,55	3,37	3,39	39,67
Feijão	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07
Milho	2,24	2,06	2,25	2,11	2,08	1,94	2,08	2,26	2,26	2,33	2,21	2,23	26,06
<b>Techo I</b>	<b>11,19</b>	<b>10,25</b>	<b>11,20</b>	<b>10,51</b>	<b>10,39</b>	<b>9,68</b>	<b>10,38</b>	<b>11,25</b>	<b>11,27</b>	<b>11,62</b>	<b>11,04</b>	<b>11,10</b>	<b>129,86</b>

**Observações:**

**Culturas diversas:** Todas as outras culturas excluindo coco, fruteiras, capim, grama, sorgo, cana, feijão e milho

**Fruteiras:** Abacate, acerola, banana, caju, limão, laranja, mamão, maracujá, manga, pomar e sapoti.

## RESUMO DA DEMANDA HÍDRICA PARA IRRIGAÇÃO - VALE DO CURU

Demanda hídrica (hm <sup>3</sup> )	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
Trecho I	2,89	2,60	2,84	2,67	2,64	2,46	2,63	2,85	2,86	2,95		2,80	2,82	33,01
Trecho II	11,19	10,25	11,20	10,51	10,39	9,68	10,38	11,25	11,27	11,62	11,04	11,10	129,86	
<b>Total</b>	<b>14,08</b>	<b>12,85</b>	<b>14,04</b>	<b>13,18</b>	<b>13,03</b>	<b>12,13</b>	<b>13,01</b>	<b>14,10</b>	<b>14,14</b>	<b>14,57</b>	<b>13,84</b>	<b>13,91</b>	<b>162,88</b>	

OBS:

**Culturas diversas do Trecho I:** Todas as outras culturas excluindo mamão, cana, capim, banana e coco.

**Culturas diversas do Trecho II :** Todas as outras culturas excluindo coco, fruteiras, capim, grama, sorgo, cana, feijão e milho

**Fruteiras do Trecho II:** Abacate, acerola, banana, caju, limão, laranja, mamão, maracujá, manga, pomar e sapoti.

### **Demanda das demais finalidades de uso da água**

**Aquicultura:** referente à criação de peixe em tanques escavados, em uma área útil de 42 hectares.

**Indústria:** refere-se a apenas duas indústrias - uma usina de produção de água ardente e álcool anidro e uma fábrica de papel.

**Abastecimento Humano:** referente aos diversos sistemas de abastecimento humano das sedes municipais de General Sampaio, Paramoti, Apuiarés, Tejuçuoca, Pentecoste, São Luis do Curu e Umirim, além das localidades com captações ao longo do trecho perenizado.

Demanda Hídrica - Vale do Curu		
<b>Finalidade</b>	<b>Vazão(l/s)</b>	<b>%</b>
Aquicultura	30,00	0,55%
Industria	14,60	0,27%
Abastecimento	284,00	5,20%
Irrigação	5.136,48	93,99%
<b>TOTAL</b>	<b>5.465,08</b>	<b>100,00%</b>

## APÊNDICE B – DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NO MONITORAMENTO DAS VAZÕES

O objetivo deste apêndice é apresentar os equipamentos utilizados no monitoramento das vazões. Esses equipamentos dividem-se em dois tipos distintos: o primeiro é utilizado para medir vazão na captação dos usuários, e o segundo, para realizar medições de vazão nas estações fluviométricas espalhadas ao longo do trecho perenizado.

### Medidor de Vazão Eletromagnético – captação dos usuários

Tem seu princípio de funcionamento baseado na lei de Faraday da indução eletromagnética, que diz: “Quando um condutor elétrico se desloca dentro de um campo magnético, de modo a cortar as linhas de campo, surge uma força eletromotriz induzida neste condutor.” É construído de modo a gerar o campo magnético na tubulação por onde irá circular o fluido, possuindo eletrodos que ficam em contato com ele, que captam o sinal gerado e o enviam para a unidade de tratamento de sinais (ROSA, 2008).



Fonte: <http://www.manutencaoesuprimentos.com.br/imagens/um-medidor-de-vazao-eletromagnetico.jpg>.

### **Medidor de Vazão ADV (Acoustic Doppler Velocimeters) – seções fluviográficas**

Consiste em um instrumento que opera com um sensor acústico intrusivo, no qual se coletam os dados de velocidade local instantaneamente, situando-se a uma distância suficientemente grande da sonda, para que eventuais perturbações causadas sobre o escoamento no ponto de medição possam ser desprezadas. O equipamento faz o cálculo automático de vazão, utilizando uma variedade de métodos analíticos internacionais, incluindo as normas ISO e USGS. Ressalta-se que o equipamento possui a capacidade de monitorar à distância, sem interferir no campo de medição (WANG et al, 2000; HOITINK e HOEKSTRA, 2005).



Fonte: <http://www.clean.com.br/site/tag/medidores-de-vazao/>

## ANEXO A – QUESTIONÁRIO - ATUALIZAÇÃO CADASTRAL

### ATUALIZAÇÃO DOS USUARIOS DA BACIA DO CURU

#### 1. DADOS DO USUÁRIO:

Nome ou Razão social: \_\_\_\_\_

(CPF ou CNPJ): \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_ Bairro: \_\_\_\_\_

Localidade: \_\_\_\_\_ CEP: \_\_\_\_\_

Município: \_\_\_\_\_ Email: \_\_\_\_\_

Fone: \_\_\_\_\_ Cel: \_\_\_\_\_

#### 2. DADOS DO IMÓVEL:

Denominação do Imóvel: \_\_\_\_\_ Localidade: \_\_\_\_\_

Município: \_\_\_\_\_

##### a. CARACTERIZAÇÃO DO IMÓVEL:

( ) própria: ( ) arrendada: ( ) espólio: ( ) outros: \_\_\_\_\_

#### 3. CARACTERIZAÇÃO DO USO

Ciclo – T – temporário; SP – Semi-permanente; P – permanente.

CULTURA	MÉTODO DE IRRIGAÇÃO	ÁREA PLANTADA(ha)	PERÍODO DE IRRIGAÇÃO	CICLO

• Período de captação: Início(h) \_\_\_\_\_ término \_\_\_\_\_ dias por semana \_\_

• Possui Outorga? ( ) Sim ( ) Não

• Finalidade do uso: \_\_\_\_\_

#### 4. INFORMAÇÕES SOBRE O MANANCIAL

Nome do manancial: \_\_\_\_\_ BACIA: \_\_\_\_\_ SUB – BACIA: \_\_\_\_\_

##### • Local de captação:

( ) Bacia hidráulica ( ) Galeria ( ) Calha do Rio ( ) Poço tubular ( ) Poço amazonas ( ) Canal ( ) Manancial público ( ) Outro local: \_\_\_\_\_

• Coordenadas do ponto de Captação (UTM – SAD 69)N: \_\_\_\_\_ E: \_\_\_\_\_

#### OBSERVAÇÕES:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_