



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

ADRIANA DÉBORA CHAGAS DE ARAÚJO

**ANÁLISE CRÍTICA NO PROCESSO DE OUTORGA NO ESTADO DO CEARÁ:
ESTUDO DE CASO NO VALE DO RIO CURU**

FORTALEZA

2014

ADRIANA DÉBORA CHAGAS DE ARAÚJO

**ANÁLISE CRÍTICA NO PROCESSO DE OUTORGA NO ESTADO DO CEARÁ:
ESTUDO DE CASO NO VALE DO RIO CURU**

Dissertação de Mestrado Profissional apresentada ao Curso de Mestrado em Recursos Hídricos, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Gestão de Recursos Hídricos. Área de concentração: Recursos Hídricos.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Osny Enéas da Silva.

FORTALEZA

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Pós-Graduação em Engenharia - BPGE

- A687a Araújo, Adriana Débora Chagas de.
Análise crítica do processo de outorga no Estado do Ceará: estudo de caso do Vale do Rio Curu / Adriana Débora Chagas de Araújo. – 2014.
128f.: il. color., enc.; 30 cm.
- Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Mestrado Profissional em Gestão de Recursos Hídricos, Fortaleza, 2014.
Área de Concentração: Recursos Hídricos.
Orientação: Prof. Dr. Francisco Osny Enéas da Silva.
1. Recursos hídricos - Gestão. 2. Alocação. I. Título.

CDD 627

ADRIANA DÉBORA CHAGAS DE ARAÚJO

**ANÁLISE CRÍTICA NO PROCESSO DE OUTORGA NO ESTADO DO CEARÁ:
ESTUDO DE CASO DO VALE DO RIO CURU**

Dissertação de Mestrado Profissional apresentada ao Curso de Mestrado em Recursos Hídricos, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Gestão de Recursos Hídricos. Área de concentração: Recursos Hídricos.

Aprovada em: 28/ 04/ 2014.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Francisco Osny Enéas da Silva (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dra. Ticiano Marinho Carvalho Studart
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dra. Érika da Justa Teixeira Rocha
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Aos meus pais, Araújo e Graça, com amor.

Ao meu marido e minha filha, Vilson Bezerra e Maria Clara.

Aos meus demais familiares e amigos dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus que é a força da minha existência.

Aos meus pais, Araújo e Graça, que mesmo com muitas lutas conseguiram educar seus filhos com amor.

Ao meu marido, Vilson Bezerra e a minha filha, Maria Clara pelo carinho, incentivo e compreensão.

Aos meus enteados, Rafaela, Valéria e Emilson Neto; irmãos Katiany e Hercules; sogros, Vilma e Emilson; cunhados Paulo, Vanessa e Samuel e aos sobrinhos, pelos estímulos e o apoio incondicionais oferecidos em minha vida.

Aos professores do Curso de Mestrado Profissional em Recursos Hídricos da Universidade Federal do Ceará (UFC). Especialmente ao Professore Francisco Osny Enéas da Silva (orientador) pela atenção, paciência e dedicação. À equipe de coordenação dos trabalhos da UFC, Professora Ticiania, Teresinha e Marlene pela disponibilidade e apoio.

À Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (Cogerh) nas pessoas do Presidente, Sr. Rennys Frota, do Diretor de Operação, Ricardo Adeodato e dos Gerentes, Walt Disney, Lauro Filho, Arimateia Paiva e Yarley Brito pela oportunidade e suporte na realização desta etapa profissional.

Aos estimados amigos Lauro, Otaciana, Anamélia, Marcelo, Francimeyre, Luciana, Rafael, Miguel e Celineide as reflexões, críticas e sugestões.

Aos colegas da turma do mestrado que trabalham na Cogerh, SRH, Cagece, Sohidra e Fetraece pelo apoio, estímulo e paciência, que foram fundamentais para uma caminhada valiosa e emocionante.

“A água de boa qualidade é como a saúde ou a liberdade: só tem valor quando acaba de verdade.”

(João Guimarães Rosa)

RESUMO

Este trabalho apresenta uma proposta para a aplicação da outorga como um instrumento de gestão na alocação para o vale do rio Curu, no estado do Ceará. Foram trabalhadas e apresentadas séries históricas de simulações dos reservatórios, assim como suposições do uso da outorga como instrumento para alocação, tendo por base as demandas de água do vale do rio Curu. Estimaram-se as demandas através do cadastro de usuários realizado pela Cogerh no ano de 2013 e do registro das outorgas concedidas no mesmo ano. Também foram efetuadas simulações com os programas Sagreh e Acquanet para os anos seguintes, incluindo uma estimativa de crescimento da região que ainda possui um grande número de áreas em desuso. Observando as variáveis encontradas foi efetuado um estudo sobre o risco do não atendimento das demandas, baseado em séries históricas de escassez e redução de vazão. Neste estudo aplicaram-se as demandas: estimadas, outorgadas e máximas e testou-se teoricamente uma estratégia para aplicação da outorga como instrumento de gestão a ser considerada na alocação de modo a sistematizar o uso da água na bacia hidrográfica e no vale do rio Curu.

Palavra-chave: *Recursos hídricos, Gestão e Alocação.*

ABSTRACT

This paper presents a proposal for the grant application as a management tool in the allocation to the valley of Curu river in the state of Ceará. Were developed and presented historical series of simulations of reservoirs, as well as assumptions of using the grant as a tool for allocation, based on water demands of the Curu river valley. Were estimated by registering the demands of users conducted by COGERH in 2013 and the record of the grants awarded in the same year. Simulations with Sagreh and ACQUANET programs for the following year, including an estimate of growth in the region that still has a number of large areas into disuse were also made. Observing the variables found a study on the risk of not meeting the demands, based on historical series of scarcity and reduction of flow was made. This study applied if the demands: estimated, granted and maximum theoretically and tested a strategy for the grant application as a management tool to be considered in the allocation to systematize the use of water in the basin and the river valley Curu.

Keywords: *Water resources, management and allocation.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Gerências e bacias hidrográficas	21
Figura 2 – Eixo de atuação da Cogeh.....	22
Figura 3 – Diagrama de alocação negociada de água.....	25
Figura 4 – Diagrama de fluxo do processo para obter outorga no Ceará.....	36
Figura 5 – Comparativo das outorgas concedidas no Ceará	40
Figura 6 – Divisão do vale em dois trechos.....	42
Figura 7 – Localização do trecho 1	43
Figura 8 – Localização do trecho 2	43
Figura 9 – Projeção da demanda industrial para a bacia do Curu.....	45
Figura 10 – Topologia usada no Acquanet.....	48
Figura 11 – Divisão da bacia em alto, médio e baixo Curu	56
Figura 12 – Culturas e áreas irrigadas dos perímetros Pentecoste e Paraibapa	57
Figura 13 – Área de drenagem da bacia do Curu	58
Figura 14 – Localização da bacia e vale do Curu.....	60
Figura 15 – Histórica do volume do açude General Sampaio	62
Figura 16 – Histórica do volume do açude Pentecoste	62
Figura 17 – Histórica do volume do açude Caxitoré.....	63
Figura 18 – Histórica do volume do açude Tejuçuoca.....	63
Figura 19 – Histórica do volume do açude Frios	64
Figura 20 – Reservatórios atendendo a demanda cadastrada.....	71
Figura 21 – Reservatórios atendendo a demanda outorgada	71
Figura 22 – Reservatórios atendendo a demanda máxima estimada	72
Figura 23 – Reservatórios em volume crítico atendendo a demanda cadastrada.....	73
Figura 24 – Reservatórios em volume crítico atendendo a demanda humana	73
Figura 25 – Cálculo do consumo realizado pelo SOL Apuiães trecho 1	86
Figura 26 – Cálculo do consumo realizado pelo SOL General Sampaio trecho 1.....	87
Figura 27 – Cálculo do consumo realizado pelo SOL Pentecoste trecho 1.....	88
Figura 28 – Cálculo do consumo realizado pelo SOL Paraipaba trecho 2	89
Figura 29 – Cálculo do consumo realizado pelo SOL Paracuru trecho 2	90
Figura 30 – Cálculo do consumo realizado pelo SOL São Gonçalo trecho 2.....	91
Figura 31 – Cálculo do consumo realizado pelo SOL São Luiz do Curu trecho 2.....	92
Figura 32 – Cálculo do consumo realizado pelo SOL Umirim trecho 2	93

Figura 33 – Simulação de esvaziamento do açude General Sampaio com vazão alocada.....	97
Figura 34 – Simulação de esvaziamento do açude General Sampaio com vazão outorgável.....	98
Figura 35 – Simulação de esvaziamento do açude General Sampaio com vazão do cadastro	99
Figura 36 – Simulação de esvaziamento do açude General Sampaio com vazão volume crítico	100
Figura 37 – Simulação de esvaziamento açude Tejuçuoca com vazão outorgável	101
Figura 38 – Simulação de esvaziamento açude Tejuçuoca com vazão liberada	102
Figura 39 – Simulação de esvaziamento açude Tejuçuoca com vazão alocada	103
Figura 40 – Simulação de esvaziamento açude Tejuçuoca com vazão crítica	104
Figura 41 – Simulação de esvaziamento açude Pentecoste com vazão alocada ...	105
Figura 42 – Simulação de esvaziamento açude Pentecoste com vazão crítica	106
Figura 43 – Simulação de esvaziamento açude Pentecoste com vazão outorgável	107
Figura 44 – Simulação de esvaziamento açude Pentecoste com vazão liberada ...	108
Figura 45 – Simulação de esvaziamento açude Caxitoré com vazão liberada	109
Figura 46 – Simulação de esvaziamento açude Caxitoré com vazão outorgável ...	110
Figura 47 – Simulação de esvaziamento açude Caxitoré com vazão alocada.....	111
Figura 48 – Simulação de esvaziamento açude Caxitoré com vazão Crítica	112
Figura 49 – Simulação de esvaziamento açude Frios com vazão alocada	113
Figura 50 – Simulação de esvaziamento açude Frios com vazão liberada	114
Figura 51 – Simulação de esvaziamento açude Frios com vazão crítica	115
Figura 52 – Simulação de esvaziamento açude Frios com vazão outorgável	116

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comitês das Bacias Hidrográficas do Ceará	23
Tabela 2 – Critérios da vazão outorgável pelos Estados	29
Tabela 3 – Procedimentos para alocação dos recursos hídricos no Curu	32
Tabela 4 – Casos que estão sujeitos à outorga	32
Tabela 5 – Volume máximo e mínimo dos reservatórios.....	49
Tabela 6 – Evaporação do açude Pentecoste.....	50
Tabela 7 – Vazão afluyente dos reservatórios	50
Tabela 8 – Prioridade de atendimento na simulação dos cenários	51
Tabela 9 – Nomenclatura das demandas do vale	53
Tabela 10 – Siglas para as demandas	53
Tabela 11 – Divisão da bacia por municípios.....	55
Tabela 12 – Capacidade de acumulação da bacia por município	57
Tabela 13 – Vazão outorgável disponível no vale do Curu	61
Tabela 14 – Demanda de água para consumo humano no trecho 1.....	65
Tabela 15 – Demanda de água para consumo humano no trecho 2.....	66
Tabela 16 – Demanda de água para irrigação no trecho 1	67
Tabela 17 – Demanda de água para irrigação no trecho 2	67
Tabela 18 – Demanda de água para irrigação nos perímetros	67
Tabela 19 – Usuários com e sem outorga por trecho.....	67
Tabela 20 – Determinação da demanda para indústria no trecho 1.....	68
Tabela 21 – Determinação da demanda para indústria no trecho 2.....	68
Tabela 22 – Determinação da demanda para aquicultura no trecho 1.....	69
Tabela 23 – Determinação da demanda para aquicultura no trecho 2.....	69
Tabela 24 – Cenários das demandas.....	70
Tabela 25 – Simulação com a vazão outorgável.....	74
Tabela 26 – Histórico das vazões alocadas e liberadas dos últimos 15 anos.....	75
Tabela 27 – Simulação da vazão alocada.....	76
Tabela 28 – Simulação da vazão liberada	76
Tabela 29 – Simulação com volume crítico para abastecimento humano.....	77
Tabela 30 – Demanda do município de General Sampaio no trecho 1	83
Tabela 31 – Demanda do município de Apuiaries no trecho 1.....	83
Tabela 32 – Demanda do município de Pentecoste no trecho 1	83

Tabela 33 – Demanda do município de Paracuru no trecho 2	84
Tabela 34 – Demanda do município de Paraipaba no trecho 2.....	84
Tabela 35 – Demanda do município de Pentecoste no trecho 2	84
Tabela 36 – Demanda do município de São Gonçalo no trecho 2	84
Tabela 37 – Demanda do município de Umirim no trecho 2.....	84
Tabela 38 – Demanda do município de São Luís do Curu no trecho 2	85
Tabela 39 – Resumo da estimativa da vazão da demanda no trecho 1	94
Tabela 40 – Resumo da estimativa da vazão da demanda no trecho 2.....	94
Tabela 41 – Resumo dos métodos de irrigação nos trechos 1 e 2.....	94
Tabela 42 – Enumeração das Ofertas.....	96
Tabela 43 – Levantamento das outorgas e vazões conforme cadastro Cogeh/2013 no trecho 1	96
Tabela 44 – Levantamento das outorgas e vazões conforme cadastro Cogeh/2013 no trecho 2	96

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABA – Abastecimento humano
ANA – Agência Nacional de Águas
AQUI – Aqüicultura
CAV – Cota x área x volume
CBH – Comitê de Bacia Hidrográfica
CNARH – Cadastro nacional de usuários de recursos hídricos
Cogerh – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
CPARA – Perímetro irrigado Curu Paraipaba
CPENT – Perímetro irrigado Curu Pentecoste
DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contrás as Secas
EAV – Etapas de agregação de valor
FUNERH – Fundo Estadual de Recursos Hídricos
GEREC – Gerência de Regulação
IFOCS – Inspeção Federal de Obras Contra as Secas
IND – Indústria
IPLANCE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
IRR – Irrigação
MPA – Ministério da Pesca e Aqüicultura
NH – Número total de anos de simulação
NT – Número total de anos de simulação
PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos
SCBH – Controle de Balanço Hídrico
SIGERH – Sistema Integrado de Recursos Hídricos
SNIRH – Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
SOL – Sistema de Outorga e Licenças
SRH – Secretário de Recursos Hídricos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1 Objetivo Geral	18
1.2 Objetivos Específicos	18
2. REVISÃO DA LITERATURA	19
2.1 Política de Recursos Hídricos	19
2.2 Processo de Alocação de Águas	24
2.3 Balanço das Águas	28
2.4 Outorga	32
2.4.1 Solicitação de Outorga.....	33
2.4.2 Processo da Outorga	34
2.4.3 Prioridades para Emissão da Outorga	35
2.4.4 Outorga no estado do Ceará	36
2.4.5 Pedido e renovação da outorga	37
2.4.6 Transferência e alteração da outorga	37
2.4.7 Conversão da outorga preventiva e direito de uso.....	38
2.4.8 Suspensão e desistência da outorga	39
2.4.9 Desistência da outorga	39
2.5 Situação atual da outorga no Ceará.....	40
3. METODOLOGIA	41
3.1 Caracterização da área de estudo	41
3.2 Levantamento de dados.....	41
3.2.1 Estudo da Oferta.....	44
3.2.2 Estudo da Demanda	44
3.2.2.1 Demanda humana.....	44
3.2.2.2 Demanda industrial	44
3.2.2.3 Demanda para irrigação.....	44
3.2.2.4 Demanda outorgada	44
3.3 Cenários e métodos de simulações	57
3.3.1 Acquanet.....	44
3.3.1.1 Balanço hídrico no Acquanet.....	44
3.3.1.2 Topologia utilizada.....	44

3.3.1.3 Dados de entrada do modelo Acquanet	44
3.3.2 Sagreh	44
3.4 Traçando cenários	59
3.5 Determinação da disponibilidade hídrica	60
4. RESULTADOS E DISCURSSÕES	62
4.1 Caracterização da área de estudo	62
4.1.1 Vale do rio Curu	44
4.2 Levantamento de dados	63
4.2.1 Oferta de água	44
4.2.1.1 Reservatórios	44
4.2.2 Demanda de água	44
4.3 Traçando cenários	65
4.3.1 Simulação com Acquanet	44
4.3.2 Simulação com Sagreh	44
5. CONCLUSÃO	85
REFERÊNCIAS	87
APÊNDICE A – CLASSIFICAÇÃO DOS USUÁRIOS POR CULTURA E MÉTODO DE IRRIGAÇÃO	87
APÊNDICE B – CÁLCULO DO VOLUME DA DEMANDA DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO UTILIZANDO O PROGRAMA SOL	87
APÊNDICE C – SISTEMATIZAÇÃO DOS DADOS DO CADASTRO	87
APÊNDICE D – SISTEMATIZAÇÃO DOS DADOS DE ALOCAÇÃO	87
APÊNDICE E – SIMULAÇÕES DE Esvaziamento usando o Sagreh	87
ANEXO A – FICHA TÉCNICA DOS AÇUDES	87
ANEXO B – HISTÓRICO DE EVOLUÇÃO DOS AÇUDES	87

1 INTRODUÇÃO

A história da humanidade está diretamente ligada às fontes de água, que há muito tempo têm sido consideradas mercadorias inesgotáveis. No entanto, isso não é verdade, pois a escassez e a poluição são fatores que reduzem a disponibilidade da água de boa qualidade.

O Brasil possui grande extensão territorial com diferentes realidades, além de apresentar diversos problemas em relação aos recursos hídricos, tais como a falta de infraestrutura, má distribuição e a poluição, que podem ser fatores limitantes ou inibidores do desenvolvimento de algumas regiões.

A aplicação da Lei Federal nº. 9.433/1997, que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH) e a Lei de nº. 14.844/2010, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos no Estado do Ceará, constituem ferramentas importantes para a gestão das águas e funcionam como ponto de partida para a gestão dos recursos hídricos.

Essas duas leis destacam a outorga de direito de uso de recursos hídricos como um dos instrumentos da política que tem por objetivo assegurar o controle do uso da água e o direito de acessá-la. Com isso, fica mais fácil a distribuição dos recursos hídricos e, conhecendo o usuário e sua demanda, pode-se definir as prioridades de utilização a que se destina no direito de uso, bem como analisar as dificuldades para atender as demandas de cada bacia hidrográfica.

A Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (Cogerh) – empresa pública criada pela lei nº 12.217 em 18 de novembro de 1993 no Ceará, para implementar um sistema de gestão das águas superficiais e subterrâneas no Estado, introduziu a outorga em 1994 sendo um dos pioneiros no país. No entanto, o número de outorgas ainda é baixo se comparado ao total de usuários existentes, principalmente na região do semi-árido, onde há escassez e a outorga de direito de uso é utilizada para reduzir os problemas entre os usuários e também tem a função de regularizar a distribuição da oferta e da demanda.

O Ceará está dividido em doze bacias hidrográficas e o primeiro comitê de bacia hidrográfica instalado foi na bacia do rio Curu, que tem por objetivo contribuir para a gestão integrada e descentralizada dos recursos hídricos, garantindo a participação da sociedade no processo de tomada de decisão, procurando promover o desenvolvimento sustentável. Verificou-se nesta bacia que

os recursos hídricos nem sempre são suficientes para atender a todos os usuários. Dessa forma, para obter uma avaliação mais precisa e determinar as demandas foi realizado o cadastro de usuários em 2013, através do convênio da Agência Nacional de Águas (ANA) e Cogerh.

A bacia do Curu é composta por quinze municípios, destes alguns estão localizados no vale perenizado pelo rio Curu, área onde foi realizado o cadastro permitindo que se tivesse acesso às informações técnicas tais como: número e tipo de usuários, identificando que os de grande porte que ocupam mais de 80% das áreas irrigadas dessa região. Nesta ocasião foi possível constatar que alguns desses usuários ainda não aderiram ao direito de uso da água bruta.

O vale do Curu é a área abrangida pelos municípios que bordejam o rio Curu, a partir do município em que o rio se torna perene até seu encontro com o mar, compreendendo os municípios de General Sampaio, Apuiarés, Tejuçuoca, Pentecoste, Umirim, São Luís do Curu, São Gonçalo do Amarante, Paraipaba e Paracuru.

Neste trabalho, será adotado uma metodologia para simular a outorga como um instrumento no sistema de alocação na bacia do vale do rio Curu. A concessão de direitos de uso da água está enfatizada como um dos mais importantes instrumentos utilizados na gestão da qualidade e da quantidade desse recurso. Nessa simulação foram utilizados os softwares Acquanet e Sagreh, que visam dar suporte à tomada de decisões no gerenciamento de recursos hídricos.

Os dados da pesquisa de campo, foram obtidos através do registro de cadastro de usuários e das outorgas concedidas em 2013, sendo utilizados para a tabulação, análise e cálculos de consumo da demanda existente junto ao desenvolvimento do balanço da oferta e da demanda no vale perenizado do rio Curu, onde são exibidos vários cenários para o desenvolvimento de uma análise das simulações das outorgas na alocação dos recursos hídricos no vale do rio Curu.

1.1 Objetivo geral

Analisar o processo de alocação e outorga no vale do rio Curu e avaliar o impacto da outorga como instrumento na alocação de água a curto e longo prazo.

1.2 Objetivos específicos

Estudar o processo de alocação dos recursos hídricos no Ceará.

Estimular a demanda do vale do rio Curu, a partir do cadastro de usuários em paralelo com as outorgas expedidas.

Analisar o balanço hídrico do vale do rio Curu utilizando os programas computacionais: Acquanet e Sagreh para diferentes cenários de oferta e demandas.

Avaliar a aplicação das outorgas nesses cenários.

Analisar o atendimento das demandas em relação ao volume de água no vale do rio Curu.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A água foi considerada, durante muito tempo, como um bem inesgotável, entretanto, nos dias atuais surge como um recurso estratégico, assim, a questão da falta de água revela-se como uma das principais crises deste século, portanto, gerir é a melhor solução e para esse gerenciamento existe a necessidade de regras atualmente descritas na legislação dos recursos hídricos.

2.1 Política de recursos hídricos

O código de águas foi a primeira legislação para a gestão dos recursos hídricos no Brasil e tem sido aplicada a mais de 60 anos. Esse código tem garantido o livre uso da água para as necessidades básicas da vida. Algumas de suas disposições, tais como o princípio de "custos de poluição", foram introduzidas antes que esse princípio fosse reconhecido em todo o mundo como uma boa prática.

Atualmente, a nova política da água definida pela Lei brasileira nº. 9.433/97, deixa claro que a água é um bem dotado de valor econômico. Segundo tal lei, a arrecadação de fundos através do uso da água está inserido em um instrumento de controle, de acordo com os princípios do poluidor-pagador, aquele que polui paga pelos danos causados, e do utilizador-pagador, usuário paga conforme o uso. Porém, a aplicação da lei só será possível com a colaboração dos poderes do Estado e da sociedade civil como um todo (GRANZIERA, 2001).

Com a Constituição de 1988 foi extinto o domínio privado das águas, passando para a esfera pública. Assim, os rios que compreendem mais de um estado ou que ultrapassam as fronteiras do país são de responsabilidade da União, da mesma forma, os corpos hídricos resultantes de obras executadas pela União ou existentes em seus terrenos. Nesse contexto, são de domínio dos estados as águas superficiais ou subterrâneas, afluentes e emergentes que banhem um único estado. Dessa forma, o domínio da água manteve-se com a União e com o Estado, que deverão se articular para tornar a gestão organizada e planejada.

A Lei nº 9.433/1997, estabelece que a União pode delegar a gestão de recursos hídricos de seu domínio aos estados, sendo criados alguns órgãos e leis.

A Agência Nacional de Águas (ANA) criada pela lei nº. 9.984, de 17 de julho de 2000, é uma autarquia administrativa e financeira, vinculada ao Ministério

do Meio Ambiente, que tem como missão implementar, coordenar e criar estratégias para uma partilha e gestão integrada dos recursos hídricos; garantir o acesso à água e promover a sua utilização sustentável.

Em 1987, a lei nº. 11.306 cria a Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH) com o objetivo de coordenar, gerir os estudos e pesquisas, programas e projetos, obras e serviços, além de promover o uso racional dos recursos hídricos e o controle integrado das articulações dos órgãos e entidades federais, estaduais e municipais. Os primeiros estudos técnicos no Ceará foram realizados pela SRH expondo sua política de recursos hídricos com o desenvolvimento de ações garantidas na Constituição Estadual, gerando a lei nº. 11.996, de 24 de julho de 1992, que constituiu a primeira legislação sobre a água.

No tocante a gestão dos recursos hídricos, o estado do Ceará apresenta avanços em relação aos demais estados do Brasil. Pois quando foi criada a lei nº. 9.433 o Estado já possuía legislação e sistemas de gestão. Então foi necessário apenas ajustes para que esta fosse equiparada a lei nacional, como por exemplo: a portaria SRH/CE nº. 345/2001, que recomenda que os setores que utilizarão os recursos hídricos, seja obrigatória de concessões e licenças de uso da água nos projetos de sua responsabilidade.

A portaria nº. 174/2004, cria as Câmaras Técnicas de concessão, licença e conflitos e a instituição normativa que têm processos administrativos aplicados à vigilância, à violação e aos recursos interpostos contra a legislação.

A lei nº. 14.844, de 30 de dezembro de 2010, que caracteriza a nova política dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará, revoga e atualiza a lei nº. 11.996 e cria o Sistema Integrado de Recursos Hídricos (SIGERH) adicionando o Fundo Estadual de Recursos Hídrico (FUNERH) e a fiscalização como instrumento. Tais peculiaridades não são citadas na lei nacional. A nova lei deixa as seguintes ferramentas de gestão:

- outorga de direito de uso de recursos hídricos e de execução de obras e/ou serviços de interferência hídrica.
- cobrança pelo uso dos recursos hídricos;
- planos de recursos hídricos;
- FUNERH;
- sistema de informações de recursos hídricos;

- enquadramento dos corpos de água em classes de usos preponderantes;
- fiscalização de recursos hídricos.

A Cogerh foi criada pela lei nº. 12.217, de 18 de novembro de 1993, com objetivo de implementar um sistema de gestão de águas superficiais e subterrâneas, controlar os reservatórios de água e poços, operação, manutenção das obras hidráulicas e a organização dos usuários em 12 bacias hidrográficas do Ceará (FIGURA 1).

A Cogerh tem a missão de gerir os recursos hídricos do Estado e da União por delegação, de forma integrada, descentralizada e participativa, promover o uso racional e o desenvolvimento social e sustentável, contribuindo para o desenvolvimento e a melhoria da qualidade de vida da população. Para tanto, possui oito gerências regionais e seis eixos de atuação, conforme Figuras 1 e 2.

Figura 1 – Gerências e bacias hidrográficas



Fonte: adaptado de COGERH, 2014a.

Figura 2 – Eixo de atuação da Cogerh



Fonte: adaptado de COGERH, 2014.

Conforme a PNRH, é dever da Cogerh: (I) a execução de obras e serviços para a operação e a manutenção dos sistemas de abastecimento de água e o controle das águas de superfície e águas subterrâneas; (II) a realização de estudos técnicos para a implementação e modificação das taxas para o uso dos recursos hídricos, em conformidade com o previsto em lei; (III) receber recursos financeiros do FUNERH, e aplicá-los nas atividades de gestão dos recursos hídricos; (IV) receber e aplicar outros recursos financeiros não previstas no FUNERH; (V) manter em dia o balanço da disponibilidade e demanda dos recursos hídricos em sua área de atuação, comunicar dados à SRH; (VI) manter atualizado cadastro de usuários; (VII) para desenvolver os planos de gestão dos recursos hídricos das bacias dos rios de acordo com os comitês de bacias hidrográficas para a avaliação dos órgãos competentes (CEARÁ, 2010).

A Cogerh atuando como agência de águas, tanto possui autonomia para decidir sobre a aplicação dos recursos gerados, como tem direito de decidir sobre os valores recolhidos, desde que sob condicionalismos políticos e econômicos.

O Comitê da Bacia Hidrográfica (CBH) é um órgão colegiado criado pela Lei nº. 11.996/1992, regulamentado pelo Decreto nº. 26.462/2001 (CEARÁ, 2001), tem como atribuições as realizações de consultas e discussões nas operações da bacia do rio ou de uma sub-bacia hidrográfica de sua jurisdição. É composto por representantes de instituições governamentais e não governamentais, que são distribuídos em quatro setores: os usuários (30%), a Sociedade Civil (30%); Poder Público Municipal (20%); Poder Público Estadual ou Federal (20%) (COGERH,

2014a). Desses destacam-se os usuários como participantes mais importantes no planejamento e nas ações pertinentes aos recursos hídricos.

O CBH tem por objetivo contribuir para a gestão integrada e descentralizada dos recursos hídricos, garantindo a participação da sociedade no processo de tomada de decisão, procurando promover o desenvolvimento sustentável da bacia.

Para Teixeira (2003) a gestão participativa tem contribuído para mudar o status do usuário de passivo beneficiários para co-gestor no processo de tomada de decisão na gestão da oferta, utilização e conservação dos recursos hídricos.

A formação desses Comitês no estado do Ceará iniciou-se em 1994 com o trabalho na bacia hidrográfica do rio Curu, onde foi instalado o primeiro Comitê em 17 de setembro de 1997, que funcionou como um projeto piloto. As experiências desenvolvidas expandiram o trabalho para formação de outros Comitês e Comissões de usuários no Ceará, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Comitês das bacias hidrográficas do Ceará

Item	Bacia	Ano de Instalação	Nº de Membros	Municípios que Compõem a Bacia
1	Curu	1997	50	15
2	Baixo Jaguaribe	1999	46	9
3	Médio Jaguaribe	1999	30	13
4	Banabuiú	2002	48	12
5	Alto Jaguaribe	2002	40	24
6	Salgado	2002	50	23
7	Metropolitanas	2003	60	31
8	Acaraú	2004	40	27
9	Litoral	2006	40	11
10	Coreaú	2006	30	21
11	Serra da Ibiapaba	2013	30	10
12	Sertões de Crateús	2013	30	9

Fonte: adaptado de COGERH, 2014a.

Ressalta-se que além de formar os Comitês a Cogerh tem função de secretaria regional dos Comitês, sendo a agência de bacias que trata da gestão dos recursos hídricos e da parte técnica que envolve as simulações e cenários apresentados ao Comitê nas reuniões. Tendo outras atribuições como a fiscalização e a implantação dos instrumentos de gestão. Assim, a Cogerh exerce dupla função: órgão gestor do governo e agência de bacia, o acúmulo de funções poderá tornar-se

um problema, uma vez que o Comitê de Bacias necessita de maior autonomia para realizar com eficiência suas competências.

A experiência tem mostrado que os usuários através dos Comitês ou Comissões geralmente fazem alocação ou distribuição, mas não têm a autoridade necessária ou suficiente para gerir os recursos hídricos, principalmente quando escassos (MEINZEN-DICK *et al.*, 1997 *apud* MOREIRA, 2001, p. 59). No entanto, Moreira (2001, p. 72) destaca que a principal vantagem do sistema de repartição é a flexibilidade para adaptar necessidades locais à disponibilidade dos recursos hídricos.

Diante do que foi exposto, conclui-se que os usuários estão mais qualificados que o poder central para a tomada de decisões sobre alocação dos recursos hídricos, pois é mais fácil os usuários organizar ações coletivas no intuito de aumentar o abastecimento de água que distribuir a água entre si.

2.2 Processo de alocação de água

No Ceará a alocação de água é conduzida pela Cogerh com o objetivo de implementar um modelo de gerenciamento dos recursos hídricos integrado, descentralizado e participativo, sem a dissociação dos aspectos qualitativos e quantitativos, considerando as fases do ciclo hidrológico.

A Figura 3 mostra os detalhes do procedimento de adjudicação da alocação negociada no estado do Ceará.

No que diz respeito aos critérios utilizados no processo de tomada de decisão através da alocação negociada dos recursos hídricos observa-se variação em cada bacia, pois não existe uniformidade entre elas. Nota-se que alguns dos procedimentos estão presentes em umas bacias hidrográficas e outros não, para tanto necessita-se da uniformização dos critérios de alocação.

Destaca-se que a construção, simulação e apresentação de cenários é uma prática realizada em todas as bacias, ainda que não recebam essa nomenclatura; o que se deve a descentralização das bacias em gerências regionais que trabalham de modo individual de acordo com suas peculiaridades.

Figura 3 – Diagrama de alocação negociada de água



Fonte: elaborada pelo autor.

A participação dos comitês de bacias e das comissões de usuários nos processos de alocação é um procedimento comum em todas as bacias já que é através dele que os conhecimentos técnicos recebem o apoio local para fortalecer e dar legitimidade ao processo de alocação negociada.

Como descrito por Molinas (1996) o estado do Ceará situa-se na região semiárida brasileira, onde a maior parte dos rios é intermitente e a disponibilidade hídrica é assegurada por meio de reservatórios, geralmente, construídos pela União. Esses reservatórios armazenam parte do escoamento superficial, que ocorre apenas durante alguns meses do ano, e, com isso, garantem o fornecimento de água no período de estiagem. Assim, esses reservatórios tornam perenes os trechos dos rios à jusante possibilitando a instalação de usos da água. Em muitas bacias foram construídos dezenas de reservatórios que operam de forma integrada para atendimento às demandas de água no Estado.

A cada ano, no final do período de chuvas, a Cogerh realiza e apresenta simulações para verificar as demandas de água que podem ser atendidas, além disso, os riscos de esvaziamento e de desatendimento das demandas de água são apresentadas para os próximos anos. Nesse processo, busca-se respeitar o critério geral, definido pela legislação que estabelece o limite de uso da água em 90% da vazão regularizada com 90% de garantia.

Com base nesses estudos as comissões de usuários e os comitês de bacias discutem, negociam e definem os volumes de água que se pretendem consumir ao longo do ano e as vazões que devem ser mantidas à jusante. Conseqüentemente, os usuários definem os riscos a que estão expostos. As decisões são referendadas pela Cogerh que passa a operar o sistema de reservatórios e a fiscalizar os usos da água conforme a alocação de água definida.

Baseando-se nas experiências de atuação da Cogerh, na bacia do vale do rio Curu, em 1994, Garjulli *et al.* (2003) consolidam princípios metodológicos para a organização de usuários de água, como forma de atuação do poder público na gestão de recursos hídricos, e listam no processo de apoio à organização dos usuários dentre outros os seguintes procedimentos: elaboração de proposta de planejamento e gestão de recursos hídricos; organização dos usuários em diversos níveis (açudes, trechos de rios, bacias etc.); preparação e discussão do plano anual de operação de reservatórios e uso das águas com os usuários; reordenamento da política de ocupação das bacias hidrográficas dos açudes.

Os autores salientam que a promoção do processo de organização de usuários tornou-se o principal elemento da política de recursos hídricos do Ceará, utilizado para reversão de traços culturais que refletem em práticas econômicas, políticas e sociais ineficientes em relação ao uso da água. Assim, as quantidades de água alocadas podem ser definidas de forma eficiente por processos de negociação social de conflitos pelo uso da água.

Adicionalmente ao processo de alocação negociada de água foi implementada no Ceará a cobrança pelo uso da água para os setores industrial e de saneamento, visando custear a operação e manutenção da infraestrutura hídrica existente. Essa cobrança tem contribuído para a sustentabilidade do sistema de produção de água e para maior eficiência na alocação, podendo ser interpretada como um critério econômico que influi na alocação da água.

Para maior eficiência do processo de alocação as avaliações de disponibilidade hídrica são efetuadas mensalmente, o que confere maior complexidade ao mecanismo e do seu controle.

Em um rio devem ser determinadas as vazões mínimas necessárias para o atendimento aos usos não consuntivos, como a manutenção de ecossistemas e a navegação. Em alguns casos, as necessidades ambientais requerem a manutenção de ciclos naturais de vazões, ao invés de vazões mínimas constantes ao longo do

tempo. No entanto, quando essas vazões restringem a alocação de água para usos consuntivos são denominadas vazões de restrição. Após a alocação de água para usos consuntivos, as vazões remanescentes nos rios devem ser superiores às vazões de restrição. Na determinação dessas vazões devem ser considerados os seguintes aspectos: (1) adequação dos métodos de determinação às características do estudo, particularmente no que se refere à quantidade de dados e ao tempo necessários para aplicação; (2) possibilidade de atendimento às demandas não consuntivas por meio da definição de regras adequadas de operação dos reservatórios existentes e gerenciamento adequado das demandas consuntivas.

A vazão total alocada deve atender aos consumos atuais e futuros em cada sub-bacia e trechos dos rios. Para tanto, devem ser definidos cenários futuros de desenvolvimento econômico associados a consumos de água.

Para fins de verificação da proposta de alocação, devem ser estimados consumos em outras situações, tais como: situação atual de consumo de água, situação de consumo projetada para o horizonte final do plano e os volumes atualmente outorgados pelos Estados e pela União na referida bacia. Nos casos em que as demandas são integralmente satisfeitas pelas disponibilidades hídricas com alta permanência, as vazões alocadas podem ser equiparadas às demandas atuais ou futuras observando-se o atendimento às vazões de restrição.

Nos casos em que as demandas superam as disponibilidades hídricas, duas alternativas podem ser adotadas: (1) define-se a frequência com que as demandas totais podem ser atendidas e, uma regra de racionamento de usos da água; (2) define-se a parcela da demanda que pode ser atendida com alta garantia e uma regra para aproveitamento das vazões excedentes nos anos de hidrologia mais favorável. Tanto as regras de racionamento quanto as regras de aproveitamento de vazões excedentes podem ser baseadas na negociação entre usuários, critérios econômicos e definições técnicas. Em ambos os casos, é conveniente a existência de modelos de previsão da ocorrência de situações de racionamento ou de situações de hidrologia favorável.

É importante que seja mantida uniforme a relação entre vazões alocadas e disponibilidade hídrica nos rios afluentes, de modo a se atingir um melhor aproveitamento dos recursos hídricos.

2.3 Balanço das águas

No Ceará a disponibilidade hídrica é determinada em função da vazão regularizada com 90% de garantia considerando ou não o volume de alerta. A vazão regularizada (Q90) é aquela em que o reservatório atende a demanda em 90% dos meses, é a vazão regularizada obtida por meio dos planos de bacias, a partir da simulação de séries históricas ou do modelo de chuva versus deflúvio.

O conceito técnico de vazão de referência para fins de outorga é a vazão do corpo hídrico que representa uma condição de alta garantia quantitativa (BRASIL, 2006).

Ganoulis (1994, p. 24) relata que a incerteza no processo de alocação, em geral, pode ser classificada em dois grandes grupos: o primeiro seria as incertezas epistêmicas e o segundo as incertezas aleatórias ou incerteza natural. As epistêmicas podem ser reduzidas pela coleta de dados e informações que podem ser aperfeiçoados pelo modelo matemático; enquanto as incertezas aleatórias, ao contrário, são indiferentes a este processo de dados e informações devido as suas instabilidades das incertezas.

Segundo Studart (2001, p. 98) pode-se tentar reduzir as incertezas por meio dos procedimentos: ignorar as incertezas, atitude pouco prudente; tentar evitar as incertezas através de medidas mitigadoras, o que evita os impactos negativos da incerteza dos eventos, mas este não remove a fonte de risco; recolher mais dados e informações durante a fase de planejamento.

Nas incertezas aleatórias ou naturais consistem uma das maiores dificuldades em relação ao comportamento dos fluxos ou vazões naturais, já que não podem ser reduzidas, mas podem ser estudadas por meio de metodologias adequadas, adicionando informações valiosas para o planejamento de recursos hídricos (STUDART, 2001, p. 59).

Os Estados, o Distrito Federal e a União adotam diferentes critérios para definir a vazão outorgável, observa-se na Tabela 2 que há órgãos responsáveis sobre a outorga e as vazões disponíveis.

Tabela 2 – Critérios para vazão outorgável nos estados

Órgão Gestor	Vazão máxima outorgável	Legislação referente à vazão máxima outorgável	Limite máximo de vazões consideradas insignificantes	Legislação referente a vazões insignificantes	Vazões ecológicas ou mínima a jusante de barramento	Legislação p/ vazões ecológicas ou mínima a jusante de barramento
ANA	70% da Q95 variando em função de cada região. 20% por usuário	Não existe em virtude das peculiaridades do país	1,0 L/s	Resolução Ana 542/2004	Estudo caso a caso	-
SRH - BA	80% da Q95. 20% por usuário final	Dec. Estadual nº. 6296/97	0,5 L/s	Dec.Estadual nº. 6296/97	80% da Q95	Dec. Estadual Nº 6296/97
SRH - CE	90% da Q95 região	Dec. Estadual nº. 23067/97	2,0 m³/h (0,56 L/s para águas superficiais e subterrâneas)	Dec.Estadual nº. 23067/97	-	-
AAGISA-PB	90% da Q95. Em lagos, o limite outorgável é reduzido em 1/3	Dec.Estadual 19260/1997	2,0 m³/h (0,56 L/s para águas superficiais e subterrâneas)	Dec.Estadual 19260/1997	-	-
SECTMA - PE	Depende do risco que o requerente pode assumir	Não existe	5,0 m³/d (água superficial e subterrânea para abastecimento humano)	Dec.Estadual 20493/98	-	-
SEMAR - PI	80% da Q95 (rios) e 80% da Q95 reg (açudes)	Não existe	Não estão definidos	-	-	-
SERHID - RN	90% da Q95 reg	Dec.Estadual nº. 13283/97	1,0 m³/h (0,3 L/s)	Dec.Estadual 13283/97	-	-
EMPLANTEC-SE	100% da Q90 30% da Q90 p/ usuário	Não existe	2,5 m³/h - 0,69 L/S	Resolução nº. 01/2001	-	-
SEMARH - GO	70% da Q95	Não possui	Não estão definidos	-	-	-

Continua.

Conclusão.

Tabela 2 – Critérios para dar vazão outorgável pelos estados

Órgão Gestor	Vazão máxima outorgável	Legislação referente à vazão máxima outorgável	Limite máximo de vazões consideradas insignificantes	Legislação referente a vazões insignificantes	Vazões ecológicas ou mínima a jusante de barramento	Legislação p/ vazões ecológicas ou mínima a jusante de barramento
IGAM - MG	30% da Q95 para captações a fio d' água. Captações em reservatórios, podem liberar vazões superiores, mantendo o mínimo residual de 70% da Q95	Portaria IGAM Nº 010/98 e 007/99.	1,0 L/s e 0,5 L/s para regiões de escassez (água superficial) 109,0 m³/dia (água subterrânea)	Deliberação CERH-MG nº. 09/2004	70% da Q95	Portaria IGAM nº. 010/98 e 007/99
SUDERHSA - PR	50% da Q95	Dec.Estadual 4646/2001	1,0m³/h (0,3 L/s) 0,5L/s ou 43m³/dia	-	50% da Q95	-
SEMA - RS	Não está definido	-	Média mensal até 2,0 m³/dia	Dec.Estadual 420047/2002	Definido pelo órgão	Lei Estadual 10350/94
DAEE - SP	50% da Q95/bacia. Individual não ultrapassar 20% da Q 7,10	Não existe	5,0 m³/dia - águas subterrâneas	Dec.Estadual 32955/91	100% da Q 7,1	-
NATURANTIS-TO	75% Q95 por bacia. Individualmente a máxima é 25% da Q95. Barragens de regulamentação 75% da vazão de referência adotada	Decreto Estadual	0,25L/s ou 21 m³/dia. A regulamentação deve alterar para 1,0 l/s ou 21,6 m³/dia	Portaria Naturatins 118/2002	Barragens de regulamentação 75% da vazão de referência	-

Fonte: ANA, 2013.

Observa-se que no Ceará não existe uma vazão ecológica ou vazão de jusante, nem mesmo uma legislação com este fim. As experiências mostram que muitos dos reservatórios monitorados encerram totalmente suas liberações a partir do mês de janeiro, algumas vezes a chuva se responsabiliza pela perenização destes trechos, ficando o sistema e a biota em desequilíbrio.

Na bacia do Curu, onde aparentemente a demanda é menor que a disponibilidade de água, isso significa que atenderia a todos os usos, sendo uma bacia rica em recursos hídricos, porém o corpo técnico é ciente que a incerteza natural está integrada ao processo de gestão, para tanto, sempre incluem nas simulações de esvaziamento dos reservatórios um cenário chamado de fluxo zero, supondo que não haveria entrada de água, apenas a liberação para os mais diversos usos (o horizonte geralmente adotado é de dois anos). Desta forma, simula-se a situação mais grave e seus impactos a fim de atender à demanda.

Habitualmente ao final do semestre a Cogeh realiza uma avaliação e verifica se a cota que foi proposta para final da operação foi atingida, isso significa que o simulado for igual ao liberado. Se o resultado for um nível mais elevado que o simulado, é dito que houve um saldo positivo, o que pode ser explicado por: 1) a evaporação é menor do que a simulação; 2) a liberação do fluxo pode ter sido menor que o estimado devido à demanda do rio não ser usada em sua totalidade; 3) ocorreram entradas de precipitação média (que, intencionalmente, não são contadas) no período de estudo. Porém, se o saldo for negativo, as possíveis causas são: 1) aumento da demanda não identificada; 2) o excesso de vegetação no leito dos rios.

Observa-se na bacia do Curu que o estudo de demanda é uma atividade realizada mensalmente durante todo o ano e intensifica no mês de junho com as vistorias e visitas de campo (TABELA 3). A mobilização dos agentes é um procedimento bastante apreciado na bacia, bem como a preparação dos cenários que é o ponto principal das reuniões de alocação.

O acompanhamento da alocação é realizado diretamente pela Cogeh e indiretamente pelos usuários e os membros dos comitês de bacia. Quando a vazão não for suficiente para atender ao fluxo da demanda, essas entidades, se necessário, convocam uma nova assembleia ou reunião com os comitês, comissões e usuários para estabelecer um acordo para uma nova vazão.

Tabela 3 – Procedimentos para alocação dos recursos hídricos na área da bacia do Curu

Procedimentos	Mês de execução
Levantamento da demanda	janeiro a dezembro
Levantamento da oferta	junho
Mobilização dos usuários	maio – junho
Preparativos dos cenários da demanda	junho
Reunião de alocação 1 – apresentação da situação volumétrica	junho – julho
Reunião de alocação 2 – apresentação dos cenários de demanda	junho – julho
Reunião de alocação 3 – decisão da vazão, volume e trecho da operação do semestre	junho – julho

Fonte: elaborada pelo autor.

2.4 Outorga

A outorga é um ato administrativo que autoriza e assegura ao usuário o direito de uso da água em um determinado local, com um volume definido por um tempo estipulado. Tem como objetivo assegurar o controle da qualidade e da quantidade da água e garantir o efetivo exercício do direito de acesso e uso da água a todos. É um instrumento de gestão, conforme as leis n.º. 9.433, de 08/01/1997 e n.º. 14.844, de 30/12/2010. A Tabela 4 apresenta os casos que estão sujeitos à outorga de direito de uso de recursos hídricos e de execução de obras ou serviços de interferência hídrica (CEARÁ, 2010).

Tabela 4 – Casos que estão sujeitos à outorga

Outorga de direito de uso de recursos hídricos	Outorga de execução de obras ou serviços de interferência hídrica
<ul style="list-style-type: none"> - derivação ou captação de parcelas de água existente em um corpo hídrico para consumo final; - extração de água de aquífero subterrâneo; - lançamento em corpos hídricos de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados, com o fim de disposição final, dentro dos padrões de tratamento estabelecimento; - outros usos ou interferências que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existentes em um corpo hídrico. 	<ul style="list-style-type: none"> - as obras e/ou serviços de interferência hídrica caracterizadas por barramentos, travessias de corpos hídricos, - aduções, diques de proteção ou recondução de leito, construção de poços e desassoreamento de corpos hídricos; - outras interferências que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um sistema hídrico.

Fonte: CEARÁ, 2010.

A outorga garante ao usuário o direito de uso da água, condicionado à disponibilidade hídrica. Cabe ao poder outorgante (Governo Federal, Estados ou Distrito Federal) examinar os pedidos e verificar a disponibilidade de água, considerando os aspectos quantitativos e qualitativos.

Compete à ANA outorgar o direito de uso de recursos hídricos em corpos de água de domínio da União, bem como emitir outorga preventiva. Além da reserva de disponibilidade hídrica para fins de aproveitamentos hidrelétricos e sua consequente conversão em outorga de direito de uso de recursos hídricos, conforme disposições da Lei nº. 9.984, de 17 de julho de 2000. Pode também os estados por delegação emitir outorga em corpos de água de domínio da união e do estado.

O decreto nº. 31.076, de 12/12/2012 estipula a validade de outorga de direito de uso de recursos hídricos por um prazo máximo de 35 anos, porém a validade das outorgas deve ser de acordo com a finalidade.

2.4.1 Solicitação de outorga

Todos os usos de recursos hídricos sujeitos à outorga preventiva e de direito de uso, nos termos da lei no 9.433/1997, devem estar obrigatoriamente registrados no cadastro nacional de usuários de recursos hídricos (CNARH), assim como as captações, os lançamentos e as acumulações que independem de outorga, para fins de controle de usos múltiplos. Também devem se inscrever no CNARH as obras de travessia de corpos de água tais como: pontes, passagens molhadas, dutos e outras interferências hidráulicas, tipo: diques, canalizações e soleiras de nível, embora não estejam sujeitas à outorga.

O requisito para fazer o pedido de outorga conforme a ANA, deve-se iniciar pelo preenchimento do formulário no CNARH, disponível no endereço eletrônico <http://cnarh.ana.gov.br/> (ANA, 2013).

O CNARH foi desenvolvido pela ANA, em parceria com autoridades estaduais gestoras de recursos hídricos com principal objetivo de permitir o conhecimento do universo dos usuários das águas superficiais e subterrâneas em uma determinada área, bacia ou no âmbito regional, independentemente de seu domínio. Tal cadastro foi instituído por intermédio da Resolução ANA nº. 317, de 26 de agosto de 2003, sendo parte integrante do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), que é desenvolvido continuamente pela ANA, envolvendo novos módulos e aplicativos.

No CNARH contém informações sobre a vazão utilizada, local de captação, denominação e localização do curso da água, empreendimento do

usuário, sua atividade ou a intervenção que pretende realizar, como por exemplo, derivação, captação e lançamento de efluentes; a serem realizados pelo usuário, a forma do procedimento e o tempo do empreendimento é a critério da ANA.

2.4.2 Processo da outorga

O processo de alocação dos recursos hídricos pode ser dividido em curto e longo prazo. A distribuição a curto prazo é a repartição negociada, que é definida através das reuniões de alocação; a alocação a longo prazo é mais institucional pelo direito e dever a ser dado através da obtenção da outorga.

Os processos de outorga são distribuídos aos especialistas em recursos hídricos para elaboração de nota técnica e de minuta de resolução. Em alguns casos, especialmente os de barragens e outras obras hidráulicas, os processos são encaminhados aos especialistas para análises da disponibilidade hídrica, avaliação das interferências causadas a montante e a jusante da intervenção pretendida, e para avaliação das regras de operação dos reservatórios e o impacto na mudança do regime de vazões do manancial.

Na análise dos pedidos de outorga a GREG também elabora sistemas computacionais, aplicativos e modelos matemáticos, a exemplo do Sistema de Controle de Balanço Hídrico (SCBH), desenvolvidos para análise do impacto quantitativo e qualitativo no corpo de água dos usos dos recursos hídricos requeridos, além da avaliação dos pedidos de outorga para aproveitamentos hidrelétricos.

Para análise de empreendimentos da área de aquicultura em tanques-rede são realizadas consultas ao Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), órgão responsável pelo fomento da atividade e que realiza a interface direta com o requerente. No caso de tanques escavados (viveiros), quando necessário, o técnico poderá entrar em contato diretamente com o requerente, uma vez que para esse caso, não existe intermediário.

Os processos com os despachos conclusivos são verificados e assinados pelo Gerente de outorga. Após despacho conclusivo e assinaturas, o processo tramita para o Diretor da área de regulação da ANA.

De acordo com Resolução ANA nº. 273/2009, o Diretor da área de regulação, tem competência delegada pela diretoria colegiada para deferir pedidos de outorga preventiva e de direito de uso de recursos hídricos, para:

- a) abastecimento público à população de até 500.000 habitantes;
- b) utilização na irrigação de lavouras de até 2.000 hectares;
- c) unidades industriais e afins com vazão de captação de até 1 m³/s, inclusive construção civil;
- d) aquicultura e dessedentação animal;
- e) atividades minerárias;
- f) lançamento de esgoto doméstico tratado;
- g) lançamento de esgoto industrial com eficiência no abatimento de carga orgânica (expressa pela Demanda Bioquímica de Oxigênio) superior a 80%.

Se o pedido de outorga não se enquadrar na Resolução ANA nº. 273/2009, o Diretor da área de regulação encaminha o processo à diretoria colegiada da ANA para deliberação. O fluxo estabelecido de análise e encaminhamento dos processos de outorga é composto por diversas etapas de agregação de valor (EAV).

2.4.3 Prioridades para emissão de outorga

As prioridades adotadas pela ANA para emissão de outorgas preventivas e de direito de uso de recursos hídricos são definidas na Resolução CNRH nº. 16, de 08 de maio de 2001, art. 13: I) interesse público; II) data do protocolo do requerimento, ressalvada a complexidade de análise do uso ou interferência pleiteados e a necessidade de complementação de informações (BRASIL, 2001).

Dentre os critérios adicionais na definição de prioridades para emissão de outorga, ressaltam-se os casos de outorgas em lote (grupo de usuários de recursos hídricos outorgados simultaneamente) e os casos de estabelecimento de marcos regulatórios, por se tratarem de soluções coletivas.

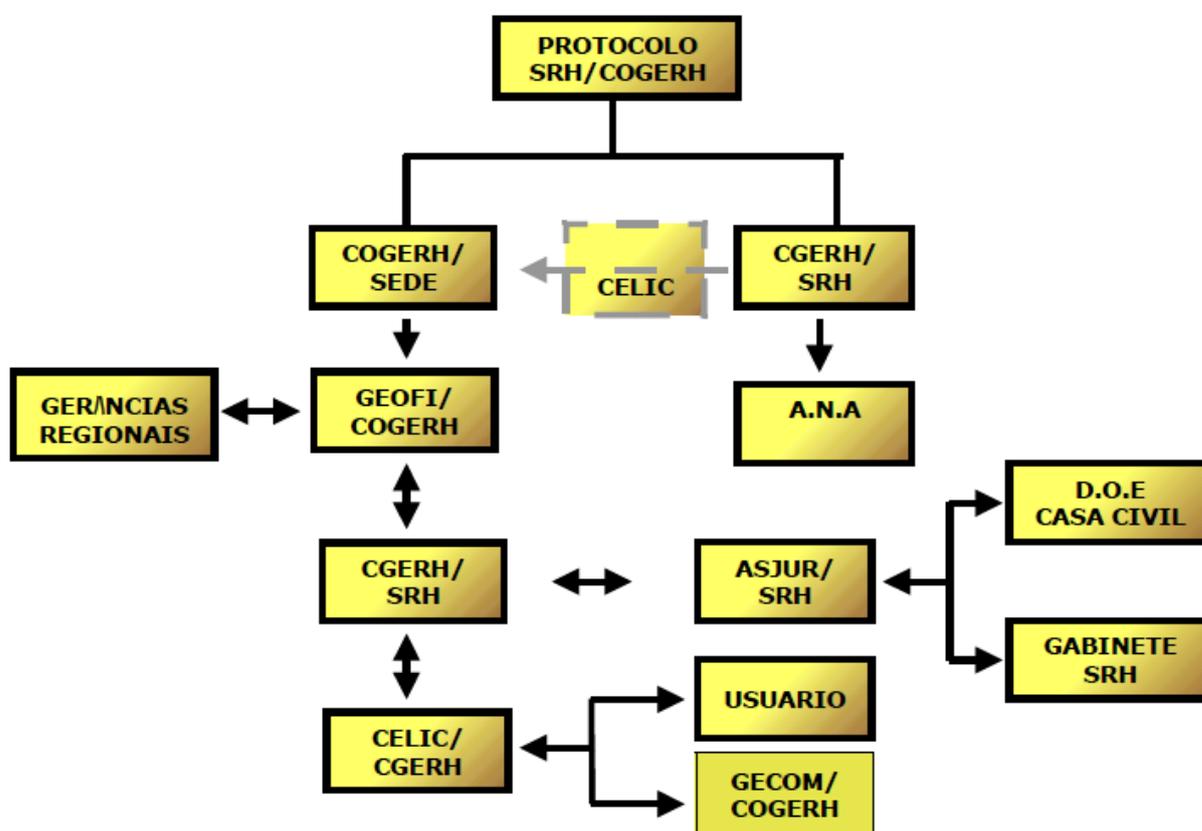
Destaca-se, ainda, que o processo de outorga de direito de uso de recursos hídricos poderá ser arquivado quando o requerente deixar de apresentar as

informações ou documentos solicitados pela ANA, após três meses contados da data da solicitação, conforme definido no art. 18 da Resolução CNRH nº. 16/2001.

2.4.4 Outorga no estado do Ceará

O processo para obter a outorga está descritos no manual de procedimentos da outorga e licenciamento de obras hídricas, atualizado em 2008, onde estão detalhadas as etapas a serem cumpridas pelos usuários no processo de solicitação de outorga, que deve-se iniciar pela abertura do processo no protocolo da SRH/COgerh, nessa fase a documentação apresentada pelo usuário será verificada. Identifica-se a fonte e encaminha ao órgão emissor da outorga, estadual ou federal. Segue-se a análise técnica e no caso das fontes para abastecimento humano e irrigação é necessário apresentar laudo de análise da água. Em seguida, é realizado a avaliação jurídica e após parecer final segue para a publicação. A Figura 4 ilustrar os passos para obtenção da outorga e os setores responsáveis.

Figura 4 – Diagrama de fluxo do processo para obter outorga no Ceará



Fonte: CEARÁ, 2008.

2.4.5 Pedido e renovação de outorga

O requerimento de outorga dá-se por meio de formulário específico assinado pelo interessado ou seu representante legal e encaminhado à ANA pelos correios.

Em casos específicos, a declaração de uso de recursos hídricos do CNARH pode ser considerada como requerimento de outorga, dispensando requisição assinada e enviadas pelos correios. São exemplos, as campanhas de retificação de usos realizadas em algumas bacias como a do rio São Francisco.

De acordo com a Resolução ANA nº. 135, de 1º de julho de 2002, quando o requerimento de outorga não estiver devidamente preenchido e acompanhado da devida documentação, será restituído ao solicitante e não haverá autuação. Nesse caso, será solicitado correções que deverão ser atendidas no prazo de trinta dias. O processo será arquivado caso o requerente não entregue a documentação solicitada ou omita informações.

A Resolução CNRH nº. 16/2001 estabelece no artigo 22, que o outorgado interessado em renovar a outorga, apresente requerimento à autoridade outorgante com antecedência mínima de noventa dias da data do término de sua vigência.

Cumprida essa exigência, haverá prorrogação automática da outorga se a ANA não se manifestar expressamente a respeito do pedido de renovação até a data de término da sua vigência. A prorrogação se dará até a data do deferimento ou indeferimento do pedido.

Nas análises dos pedidos de renovação são observados os pleitos em função das novas realidades existentes, podendo haver situações em que as condições mudaram. Nesse caso, não será automático o deferimento do pedido.

2.4.6 Transferência e alteração de outorga

De acordo com a instrução normativa SRH/MMA nº. 4, de 21 junho de 2000, a transferência de outorga é o ato administrativo mediante o qual o outorgado requer ao poder outorgante a transferência de sua outorga. Nesse caso, mantém-se todas as condições do ato original.

A transferência de outorga preventiva ou de direito de uso dar-se-á por ato da ANA a pedido do titular, apontando os motivos da transferência com a assinatura outorgado renunciante e do novo titular. Assim, a outorga conservará as mesmas características e condições da outorga original e poderá ser feita total ou parcialmente, quando aprovada pela ANA, que emitirá novo ato administrativo.

A equipe técnica deverá fazer a análise do pedido e, se necessário, solicitar informações sobre as particularidades da outorga a ser transferida antes de deferir o requerimento.

A transferência de outorga não isenta o cedente de responder por eventuais infrações cometidas durante o prazo em que exerceu o direito de uso do recurso hídrico.

Quando se faz necessária a alteração de uma outorga preventiva ou de direito de uso de recursos hídricos, essa alteração deve ser efetuada com a edição da ANA de nova resolução de outorga e poderá ocorrer a pedido do requerente ou por interesse público. No mesmo ato de outorga será revogada a outorga anterior.

Para solicitar alteração em uma outorga emitida, o usuário de recursos hídricos deverá preencher e enviar o requerimento indicando as alterações a serem realizadas, bem como promover as alterações no CNARH. Os pedidos de alteração de outorga serão analisados quanto aos impactos resultantes.

2.4.7 Conversão de outorga preventiva em outorga de direito de uso

Outorga preventiva de uso é emitida para declarar a disponibilidade de água para usos futuros. Porém, não confere direito de uso e o prazo de validade poderá ser no máximo de um ano, podendo ser renovado por período igual a critério do órgão gestor (BRASIL, 1997).

A outorga preventiva não será convertida automaticamente em outorga de direito de uso. Para obtenção da outorga de direito de uso, é necessário que o usuário encaminhe à ANA uma solicitação de conversão de outorga preventiva em outorga de direito de uso, através do requerimento de outorga.

Caso não haja alterações nas características e condições da outorga preventiva e o interessado tenha cumprido as exigências estabelecidas, não haverá impedimento para a emissão da outorga de direito de uso.

2.4.8 Suspensão e desistência de outorga

A outorga de uso poderá ser suspensão de forma total ou parcial quando: 1) descumprimento dos termos; 2) não utilização da outorga por três anos consecutivos; 3) necessidade de água para atender a situações de calamidade; 4) necessidade de prevenir ou reverter grave degradação ambiental; 5) superexploração de aquíferos; 6) indeferimento ou cassação da licença ambiental; 7) não pagamento da tarifa.

No caso de morte do usuário outorgado, os seus herdeiros ou inventariantes, se interessados em prosseguir com a utilização da outorga, deverão solicitar em até cento e oitenta dias, da data do óbito, a retificação do ato administrativo da Resolução, que manterá seu prazo e condições originais, sendo emitida nova Resolução. Nesse caso, será realizada a transferência de titularidade por meio de revogação da outorga emitida para o falecido titular e emissão de outorga para o seu herdeiro legítimo, mantendo-se o prazo e condições da outorga anterior.

2.4.9 Desistência da outorga

De acordo com a Resolução ANA nº. 833, de 21 de novembro de 2011, no caso de desativação, interrupção das atividades do empreendimento ou de desistência da outorga preventiva, ou da outorga de direito de uso de recursos hídricos, o interessado deverá comunicar formalmente à ANA, por meio de envio de formulário específico disponível no site da ANA.

A referida resolução dispõe ainda que as concessionárias e autorizadas de serviços públicos titulares de outorga preventiva e de direito de uso de recursos hídricos só poderão comunicar desistência de outorga junto à ANA mediante manifestação do poder público concedente.

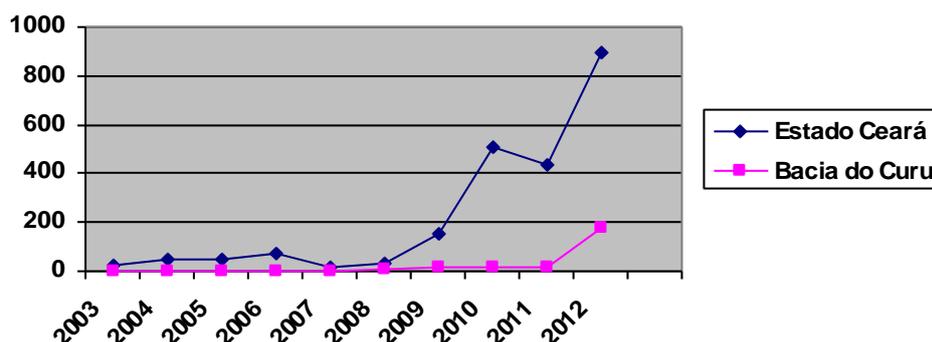
A desistência da outorga não exime o empreendedor de responder junto à ANA por quaisquer atos de infrações cometidos, bem como débitos quanto à cobrança pelo uso de recursos hídricos, que tenham ocorrido durante a vigência de sua outorga.

2.5 Situação atual da outorga no Ceará

O estado do Ceará possui atualmente 2.245 outorgas concedidas entre águas superficiais e subterrâneas, distribuídas nas doze bacias hidrográficas. (COGERH, 2013).

A bacia do rio Curu, até o final de 2013, possuía 251 outorgas conforme o Sistema de outorgas e Licenças (SOL), que representa um número reduzido em relação aos 712 usuários cadastrados, representando 35,2% do total dos usuários da bacia. Esses números ratificam que o processo de outorga ainda apresenta baixa demanda, não obstante o crescimento no decorrer dos anos como mostra a Figura 5 (COGERH, 2013).

Figura 5 – Comparativo das outorgadas concedidas no Ceará



Fonte: elaborado pelo autor.

O crescimento no número de outorgas é devido a alguns fatores tais como: a realização do cadastro de usuários; às visitas de campo, que são realizadas periodicamente e tem por finalidade o acompanhamento das demandas, principalmente no vale, devido ao consumo mais intenso e a regularização da vazão e onde o consumo é mais intenso; as denúncias de usos irregulares de recursos hídricos e, sobretudo, a obrigatoriedade de outorgas como pré-requisito para a liberação de empréstimos financeiros e licenças ambientais.

3 METODOLOGIA

Para atingir o objetivo principal desta pesquisa foi necessário realizar a caracterização da área de estudo, fazer um levantamento de dados da bacia do Curu, estudar a demanda e a oferta de água, avaliar cenários e métodos, realizar simulações de volume e determinar a disponibilidade hídrica.

3.1 Caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Curu abrange quinze municípios: General Sampaio, Apuiaries, Pentecostes, Umirim, São Luís do Curu, Paracuru, São Gonçalo do Amarante, Paraipaba, Tejuçuoca, esses no vale perenizado, além de Itapajé, Iraucuba, Paramoti, Caridade, Canindé e Itatira, localizados fora do vale perenizado.

Nesta pesquisa a bacia será detalhada e para tanto se considerou o vale do Curu, a área abrangida pelos municípios que bordejam o rio Curu, a partir do município em que se torna perene o rio até o seu encontro com o mar, compreendendo os municípios de General Sampaio, Apuiarés, Tejuçuoca, Pentecoste, Umirim, São Luís do Curu, São Gonçalo do Amarante, Paraipaba e Paracuru.

3.2 Levantamento de dados

Os dados do cadastro de usuários utilizados nesta pesquisa foram repassados pela gerência regional da Cogerh de Pentecoste. As informações estavam em planilha do excel, em que o vale do Curu estava dividido em dois trechos.

O primeiro trecho, denominado trecho 1, compreende os açudes General Sampaio, Tejuçuoca e todas as áreas desde a jusante no General Sampaio até a barragem da Serrota, englobando os municípios de General Sampaio, Apuiaries, Tejuçuoca e parte de Pentecoste.

O segundo trecho ou trecho 2, começa na jusante da barragem Serrota até a desembocadura junto a foz do rio Curu no município de Paracuru, e compreendendo os município de Paracuru, Paraipaba, São Gonçalo do Amarante,

São Luís do Curu e Umirim, que têm como fonte de abastecimento os reservatórios Pentecoste, Caxitoré e Frios, além da contribuição representativa que recebe do açude General Sampaio localizado no trecho 1. A Figura 6 ilustra a divisão do vale do Curu em dois trechos através da barragem Serrota e as Figuras 7 e 8 retratam respectivamente os trechos 1 e 2.

Figura 6 – Divisão do vale do Curu em dois trechos

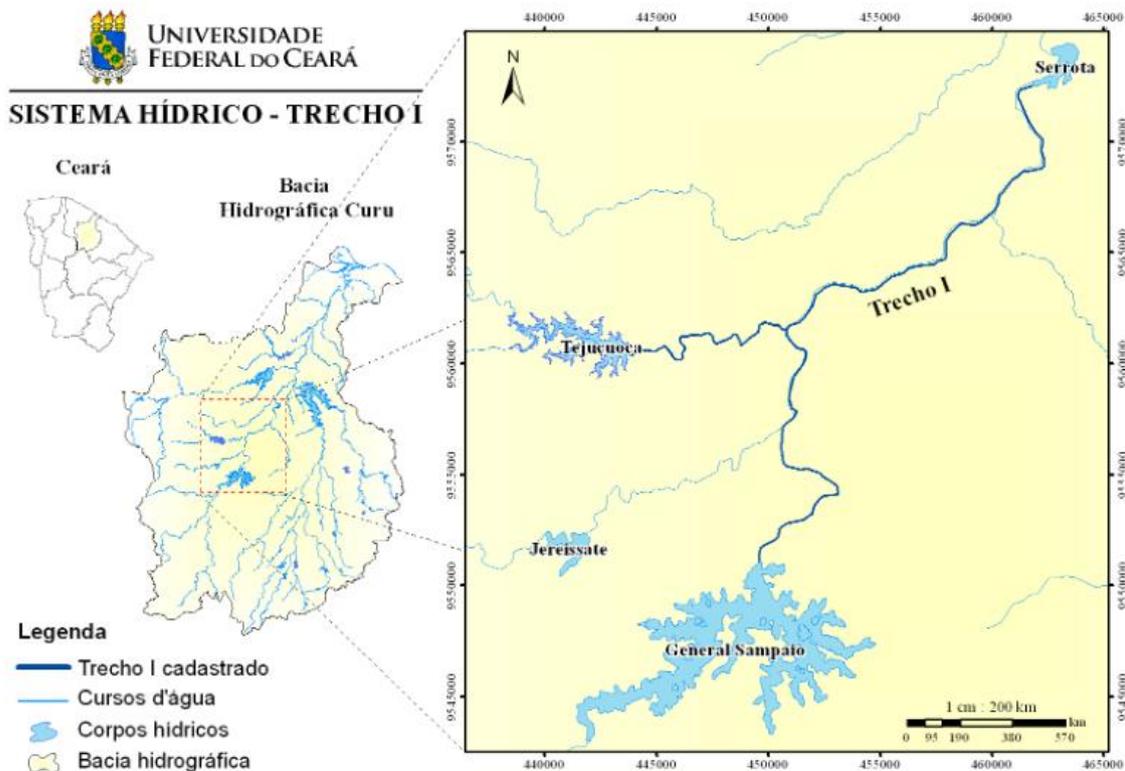


Fonte: COGERH, 2003.

Os dados usados neste trabalho são referentes ao cadastro de usuários do vale do rio Curu, realizado em 2013 por uma equipe de campo, que entrevistou individualmente todos os usuários. Nessa entrevista coletaram-se informações como: tipo da cultura, cultivo, uso da água (tempo e vazão), legalização, entre outros. A atividade foi realizada pelo convênio ANA/ Cogerh.

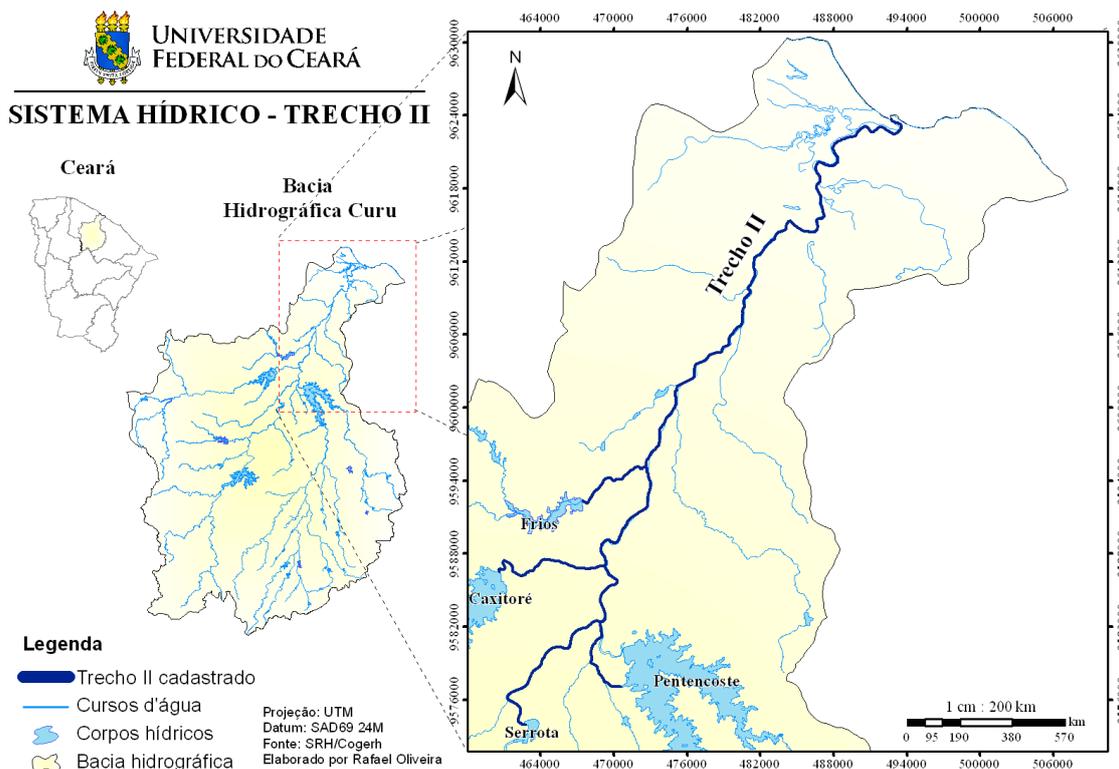
A partir do levantamento de dados dos usuários cadastrados em 2013, classificou-se os usos, destacando a irrigação como um dos maiores em relação ao consumo, enquanto o consumo humano é denominado o mais importante. Os dados foram tabulados no excel de forma a se determinar a demanda por trecho através do SOL e estimação do consumo pelos programas Acquanet e Sagreh.

Figura 7 – Localização do Trecho 1



Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 8 – Localização do Trecho 2



Fonte: elaborada pelo autor.

3.2.1 Estudo da oferta

Nesta etapa se observou a disponibilidade das reservas de água para uso em curto prazo. O estudo da oferta é adotado pela Cogerh para estimar cálculos futuros da disponibilidade hídrica.

Considerou-se, no cálculo da oferta, os cinco reservatórios que compõe o vale do Curu: General Sampaio, Pentecoste, Caxitoré, Tejuçuoca e Frios, dos quais usou-se o banco de dados do Sagreh, suas fichas técnicas e cota x área x volume (CAV).

As vazões médias adotadas neste estudo foram as mesmas utilizadas pela Cogerh, geradas a partir do histórico dos últimos quinze anos das vazões que foram alocadas nas reuniões e das vazões realmente liberadas. As liberações e vazões outorgáveis são adotadas de acordo com o projeto e em conformidade com o PLANERH, sendo 90% da Q90.

Como os cinco reservatórios do vale apresentam volumes distintos com características peculiares foram analisados individualmente. Para a descrição desses reservatórios o monitoramento quantitativo realizado pela Cogerh/ DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contrás as Secas) foi empregado utilizando o Sagreh para determinar a evolução dos níveis de água.

3.2.2 Estudo da demanda

A demanda de água na área em estudo foi estimada a partir do cadastro de usuários, maneira que apresenta maior precisão do valor real, superando a habitualmente adotada, que utiliza o consumo dos anos anteriores e as estimativas usadas nas reuniões de alocação. Nesse estudo a demanda foi realizada para o consumo humano, industrial, irrigação e outorgado.

3.2.2.1 Demanda humana

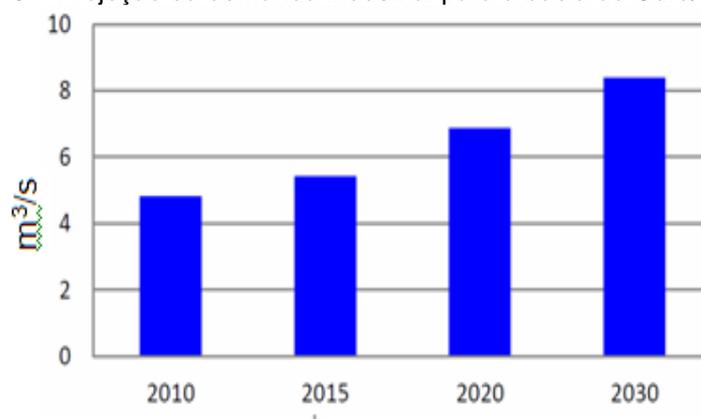
Para o estudo da projeção da demanda humana foi usado o volume per capita da literatura, em média de 100 L/hab/dia, valores referenciados pelo atlas de

obras prioritárias para a região semiárida (ANA, 2004). Para o cálculo foi utilizado o programa SOL.

3.2.2.2 Demanda industrial

No o cálculo da demanda industrial foi considerado apenas as tomadas d'água superficiais e de modo direto do rio. O método utilizado foi o proposto pelo PERH, que assume a existência de um relacionamento direto entre o processo de urbanização e o nível da atividade industrial das cidades. Dessa maneira, se tem um cenário otimista para a indústria como podemos observar na Figura 9.

Figura 9 – Projeção da demanda industrial para a bacia do Curu/ PERH



Fonte: CEARÁ, 2005.

A Figura 9 estima que de 2010 a 2020, a demanda aumentaria de 4,8 m³/s para 6,8 m³/s, significando um crescimento de quase 30%. Porém, o valor é superior ao verificado do cadastro ou da outorga. Dessa forma, a estimativa de crescimento do vale para o cálculo da demanda máxima será de 10%.

3.2.2.3 Demanda para irrigação

Para determinar o consumo da irrigação foi realizado a tabulação por cultura, usuários, método de irrigação e área para estimar do valor real. Usou-se o SOL para calcular as demanda por município e consumo por trecho.

No cálculo para estimar a demanda da irrigação, foram utilizados os dados de área irrigada, evapotranspiração real da cultura, precipitação efetiva, eficiência de aplicação dos sistemas de irrigação.

3.2.2.4 Demanda outorgada

A demanda outorgada é a soma de todas as outorgas do vale do Curu, que tem como fonte de abastecimento apenas o rio Curu pelo leito ou através dos canais de distribuição dos perímetros. Utilizou-se para este trabalho os dados do SOL uma vez que possui todos os cadastros de outorgas do vale do rio Curu.

Em relação à demanda outorgada existe uma diferença entre o SOL e o CNARH; o primeiro foi adotado porque é a única base que possibilita a consistência dos dados por setor de usuários, tipos de usos e vazão outorgada em 2013, gerando uma demanda denominada neste trabalho como demanda outorgada.

3.3 Cenários e métodos de simulações

Com os números da oferta e a estimativa da demanda, cenários foram mapeados, ainda que as demandas não fossem todas atendidas.

As projeções simulam como será o nível dos reservatórios após as liberações em um determinado tempo.

Para composição de cenários os reservatórios foram simulados diante de cenários existentes conforme as demandas, principalmente a outorgada, que significa para o estado uma parcela comprometida. Nessas simulações foram utilizados os programas matemáticos Acquanet e Sagreh.

3.3.1 Acquanet

O Acquanet é um modelo matemático baseado na teoria de fluxos em rede, que visa dar suporte à tomada de decisões no gerenciamento de recursos hídricos. Esse modelo foi aperfeiçoado no Laboratório de Sistemas de Suporte a Decisões da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (LabSid/ USP) através de mudanças feitas no modelo que o originou, o ModSim. Houve melhoramentos em sua interface gráfica e em seu sistema de gerenciamento de dados, que passaram a ser feita através da criação e utilização de banco de dados no formato Access. Foram aproveitadas, do modelo original, a estrutura e a funcionalidade que possibilita a utilização de arquivos neste formato.

O Acquanet pode efetuar os cálculos de maneira seqüencial no tempo (simulação contínua) ou estatisticamente (planejamento tático). Na simulação contínua, o valor mais importante é o número total de anos de simulação (NT). O usuário deve fornecer séries de vazões afluentes mensais com duração igual a NT. O modelo irá efetuar os cálculos continuamente para todos os anos existentes. Ao final do cálculo, os resultados serão fornecidos mensalmente para todos os anos. A simulação é dita contínua porque o modelo executa os cálculos da seguinte maneira:

- a) no primeiro ano, o modelo parte com os volumes iniciais dos reservatórios fornecidos pelo usuário e efetua os cálculos até o final deste ano;
- b) no segundo ano usa-se os volumes iniciais iguais aos volumes finais do ano anterior;
- c) o procedimento é repetido até o ano NT;
- d) os resultados da simulação são fornecidos de forma contínua, do primeiro ao último ano.

No planejamento tático o usuário deve fornecer, além do NT, o número de anos do horizonte de simulação (NH). O horizonte de simulação é o número de anos que se pretende estudar o comportamento do sistema em análise. Neste tipo de simulação, o Acquanet efetua os cálculos assim:

- a) partindo, no primeiro ano, com os volumes iniciais dos reservatórios fornecidos pelo usuário, o modelo efetua os cálculos seqüencialmente para NH, anos da série de vazões;
- b) na segunda fase o procedimento acima é repetido partindo-se novamente dos volumes iniciais fornecidos pelo usuário. Os cálculos são efetuados para NH, mas partindo do segundo ano da série de vazões;
- c) o procedimento acima é repetido até que seja efetuado o cálculo partindo-se do ano $NT - NH + 1$ da série de vazões;
- d) os resultados fornecidos são valores estatísticos para todos os meses do horizonte de simulação.

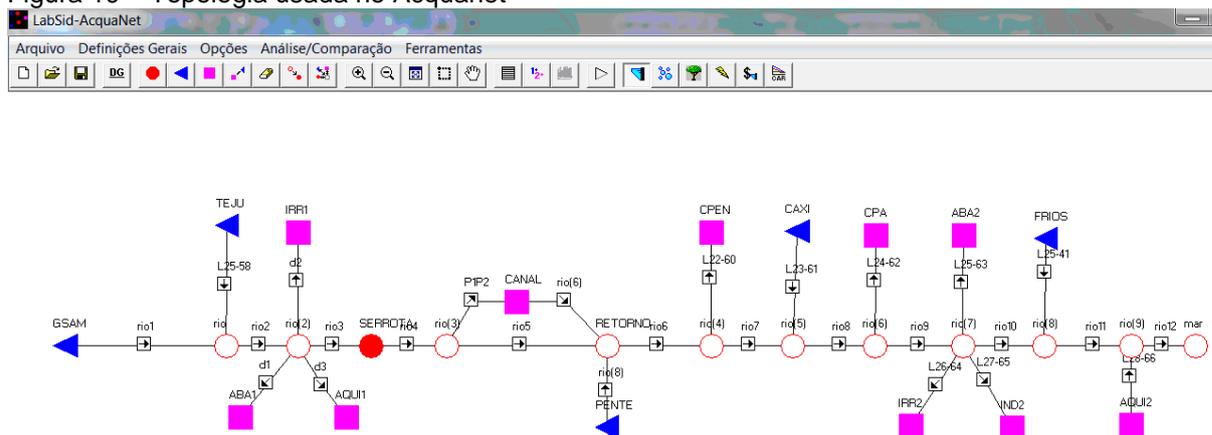
Essa opção de cálculo é a mais recomendada quando o objetivo é fazer o planejamento e/ou a operação de sistemas de reservatórios.

3.3.1.1 Topologia utilizada

A topologia para representar o vale do Curu foi desenvolvida visando representar os dois trechos divididos pela barragem da Serrota, os cinco reservatórios que subsidiarão a oferta e as demandas.

Foram considerados cinco tipos de demandas: (1) demandas por abastecimento humano, (2) demandas por irrigação no vale, (3) demandas por irrigação nos perímetros, (4) demandas para aquicultura e (5) demandas industriais. Além disso, foi representado o reservatório da Serrota que atua como passagem de nível e elo entre os dois trechos, retornando ao curso principal do rio, até o encontro com o mar. A Figura 10 apresenta a topologia adotada no Acquanet para representar os cenários do vale.

Figura 10 – Topologia usada no Acquanet



Fonte: elaborada pelo autor.

3.3.1.2. Balanço hídrico no Acquanet

Para determinar o balanço hídrico do vale foi necessário calcular os diferentes cenários e realizar um estudo de caso para cada cenário proposto.

A simulação foi realizada de forma contínua, quer dizer, no final de cada ano simulado o reservatório começou com o volume final do período anterior. Analisando os resultados finais, obteve-se o comportamento do sistema.

Para aplicação dos cenários no Acquanet foi necessário a divisão em quatro partes: primeira criar a topologia do vale; segunda parte descrever os dados

de entrada do modelo; terceira descrever as demandas utilizadas para cada um dos cenários propostos; quarto descrever as prioridades adotadas para atender cada demanda.

3.3.1.3 Dados de entrada do modelo Acquanet

Os dados de entrada do modelo para simulação dividem-se em três grupos: (1) dados dos reservatórios, (2) dados das demandas e (3) dados de prioridades de atendimento.

Os dados de entrada dos reservatórios foram obtidos através do banco de dados do Sagreh, 2014, conforme fichas técnicas no Anexo A. Os valores de CAV de dos reservatórios foram inseridos (Anexo A).

O volume máximo considerado foi quando os reservatórios estavam em suas cotas de sangria (cheios). No volume mínimo as cotas da tomada d'água foram consideradas para não esvaziar totalmente os reservatórios. O volume inicial para as simulações foi determinado conforme cada cenário. A Tabela 5 mostra o volume máximo e mínimo dos reservatórios avaliados.

Tabela 5 – Volume máximo e mínimo dos reservatórios

Reservatório	Capacidade (m ³)	Volume máximo (m ³)	Volume mínimo (m ³)
General Sampaio	322.200.000	124,50	102,07
Tejuçuoca	28.110.000	116,61	103,00
Pentecoste	392.630.000	58,00	44,20
Caxitoré	202.000.000	73,00	55,00
Frios	33.020.000	50,00	39,00
Total	977.960.000	-	-

Fonte: COGERH, 2014.

A taxa de evaporação é a estimativa de quantidade de água que é evaporada dos reservatórios. A taxa de evaporação utilizada nos cinco reservatórios foi o valor do reservatório de Pentecoste (TABELA 6).

O volume-meta corresponde ao volume almejado para todos os meses da simulação. Como o objetivo da simulação é verificar o comportamento do reservatório em situações de estiagem, o volume será fixado, ao mínimo, com a cota da tomada d'água de cada reservatório. Considerou-se a série de vazões afluentes apresentada na Tabela 7.

Tabela 6 - Evaporação do açude Pentecoste

Mês	Total (mm/mês)	Média (mm/dia)
janeiro	165,6	5,34
fevereiro	124,9	4,46
março	88,2	2,85
abril	88,2	2,94
maio	83,9	2,71
junho	104,7	3,49
julho	145,2	4,68
agosto	180,9	5,84
setembro	208,9	6,96
outubro	235,9	7,61
novembro	225,9	7,53
dezembro	206,0	6,65
ano	1.858,3	5,09

Fonte: COGERH, 2014.

Tabela 7 – Vazões afluentes dos reservatórios

Reservatório	Vazões afluentes (m ³ /s)							Média
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	Jul a dez	
General Sampaio	1,3379	3,8675	17,2610	36,5988	23,2480	8,8717	0,0000	15,1975
Tejuçuoca	0,0259	0,3627	4,7230	9,6551	5,7163	2,5547	0,0000	3,8396
Pentecoste	0,9130	4,2592	20,4068	55,7241	37,2178	17,0713	0,0000	22,5987
Caxitoré	0,2766	1,2554	8,2478	17,5626	14,9636	6,8275	0,0000	8,1889
Frios	0,0306	0,4267	5,5564	11,3591	6,7251	3,0055	0,0000	4,5172

Fonte: elaborada pelo autor.

Para cada demanda foram utilizados três valores: 1) demanda cadastrada, 2) demanda outorgada, 3) crescimento médio de 10% para 10 ou 20 anos, sendo um demanda superestimada, com a finalidade de sobrecarregar o sistema e advir cenários futuros. A simulação foi verificada nos dois trechos do estudo. As demandas de irrigação foram calculadas através do programa SOL, conforme o método e a eficiência do consumo.

As áreas irrigadas para cada cenário foram apresentadas no Apêndice A e as demandas usadas estão no Apêndice B (planilhas de cálculo do SOL).

A prioridade de atendimento no Acquanet corresponde à ordem de atendimento das demandas e dos volumes de cada reservatório. Uma demanda com prioridade 1 será atendida primeiro que uma demanda com prioridade 2, e assim sucessivamente.

Com o objetivo de cumprir a PNRH, a demanda de abastecimento humano tem prioridade em todos os cenários propostos. O segundo lugar na escala de prioridades é ocupado pela irrigação, independente do método de irrigação utilizado, neste estão os perímetros de irrigação de Pentecoste e Paraipaba. Em

terceiro lugar prioriza-se a demanda da indústria e aquicultura. O quarto lugar na escala de prioridades é o volume-meta do reservatório, já que essa escolha permite observar o comportamento do reservatório (enchimento ou esvaziamento) ao longo da simulação, além de permitir calcular o decaimento na produção que depende, diretamente, do nível no reservatório. A escala de prioridades utilizadas para os diferentes cenários é apresentada na Tabela 8.

Tabela 8 – Prioridades de atendimento na simulação dos cenários

Demanda	Nº de prioridade
Abastecimento humano	1
Irrigação e perímetros	2
Indústria e aquicultura	3

Fonte: elaborada pelo autor.

3.3.2 Sagreh

O Sagreh foi desenvolvido no ambiente do aplicativo Excel, tendo sido empregada à linguagem de programação VBA (Visual Basic edição de Aplicativos) que é a linguagem própria para automação e personalização do excel. Ao trabalhar no ambiente do excel usa-se uma interface gráfica, que obedece ao padrão windows; reaproveita-se a experiência dos usuários e as funcionalidades disponíveis pelo excel, evitando a necessidade de reprogramar toda interface gráfica.

Os pressupostos básicos que orientaram o desenvolvimento do Sagreh foram projetados de forma a possibilitar que ao término fosse obtido um ambiente flexível e de fácil utilização. Buscou-se atingir flexibilidade através da criação e disponibilização de diversas funções, ao mesmo tempo em que se facilitou a utilização através de planilhas-modelo, funções com denominação autoexplicativas e uma documentação rica em detalhes, o que permite ao usuário dirimir eventuais dúvidas. A flexibilidade que o Sagreh proporciona através das funções criadas está de acordo com o desejo da comunidade de programadores, que é a reutilização de códigos.

O Sagreh é constituído por uma barra de menu que dá acesso a diversas caixas de diálogo, inúmeras funções definidas pelo usuário e um banco de dados interno. O Sagreh opera acessando as tabelas internas nele contidas, efetuando operações, acessando tabelas externas e gerando relatórios aproveitando as funcionalidades intrínsecas ao excel. As tabelas externas que o Sagreh acessa são

aquelas modificáveis ao longo do tempo, como níveis de água dos açudes, chuva anual e diária dos postos pluviométricos localizados na bacia hidrográfica dos açudes.

Acerca do monitoramento dos recursos hídricos superficiais hoje as atividades desenvolvidas dizem respeito ao acompanhamento dos níveis d'água dos reservatórios, das vazões nas seções de rios e da qualidade da água, tanto aquela que é ofertada pelos açudes para a perenização de trechos de rios e que varia ao longo de sua longitude, quanto a que está no volume de água armazenado pelo açude e que varia espacialmente.

As informações geradas pelo Sagreh refletem a situação atual do banco de dados da Cogerh em que as únicas informações, ora produzidas, contempladas para o armazenamento em banco de dados são aquelas relativas ao monitoramento dos níveis d'água, sendo assim a sua orientação está para produzir informações relativas a estes dados.

Para o desenvolvimento do Sagreh já foram escritas mais de 104.000 linhas de códigos. O Sagreh é um suplemento/Add-in desenvolvido para automatizar/personalizar o aplicativo Excel com vistas à produção de relatórios voltados para o gerenciamento dos recursos hídricos, com ênfase às atividades desenvolvidas pelo monitoramento.

Para atingir os objetivos almejados o Sagreh tem as seguintes características:

- 1) dispõe de mais de 1400 funções personalizadas que refletem os conhecimentos envolvidos com o gerenciamento dos recursos hídricos;
- 2) dispõe de um repositório de planilhas que armazena todas as planilhas produzidas empregando as funcionalidades do Sagreh;
- 3) acesso ao banco de dados corporativo da Cogerh; 4) acesso a sites que possibilita baixar dados.

3.4 Traçando cenários

Para os cenários propostos utilizou-se o cadastrado de usuários de 2013, o registrado do outorgado em 2013; para a estimativa de crescimento, usou-se um percentual de 10%, considerando mínimas as perdas de consumo.

Na demanda industrial usou-se também o cenário cadastrado e optou-se pelo cálculo da projeção dos cenários futuros, no método sugerido pelo estudo de viabilidade (PNRH, 2000) que adotou um percentual fixo (10%) de acordo com a demanda humana para a expectativa da demanda industrial.

Quanto à irrigação, usou-se o consumo cadastrado, sendo determinado como um cenário real, embora não se tenha exatidão, no que se refere às informações, uma vez que foram os próprios irrigantes que as declararam. O cadastro é considerado como o cenário significativo em relação a real demanda. Considerou-se também a ativação das áreas de irrigação hoje desativadas como perspectiva de crescimento. Os perímetros foram inclusos na demanda e áreas possíveis de serem usadas na irrigação. Nesta etapa da pesquisa foram utilizadas as informações das outorgas de 2013. Com as demandas e a oferta, traçaram-se simulações de modo a verificar o tempo de atendimento e a vazão necessária.

Para que os cenários fossem realizados, algumas definições foram adotadas e as diferentes demandas foram nomeadas como se pode observar nas Tabelas 9 e 10.

Tabela 9 – Nomenclatura das demandas do vale

Oferta	Descrição
Vazão outorgável	Vazão passível disponível para a outorga, que representa 90% da Q90 dos reservatórios do Vale
Vazão alocada	Média das vazões definidas nas reuniões de operação dos Últimos 15 anos
Vazão liberada	Média das vazões liberadas pelos respectivos reservatórios nos últimos 15 anos
Vazão crítica	Ponto mais crítico que cada reservatório já apresentou em seu histórico de monitoramento até fevereiro de 2014
Demandas	Descrição
Demanda real	Demanda cadastrada de 2013
Demanda outorgada	Demanda outorgada em 2013 pela SRH/Cogerh
Demanda máxima	Estimativa de crescimento a fim de avaliar a condição de atendimento do Vale

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 10 – Siglas para as demandas

Sigla	Demanda
ABA	Abastecimento humano
IRR	Irrigação
AQUI	Aqüicultura
IND	Indústria
CPENT	Perímetro irrigado Curu Pentecoste
CPARA	Perímetro irrigado Curu Paraipaba

Fonte: elaborada pelo autor.

3.5 Determinação da disponibilidade hídrica

A disponibilidade hídrica para o vale do Curu varia periodicamente conforme as condições climáticas ocasionando incertezas e probabilidades, uma vez que se trabalha com a demanda superficial da capacidade de armazenamento nos cinco reservatórios que compõe o vale.

A disponibilidade é habitualmente avaliada por indicadores probabilísticos em relação aos reservatórios que regularizam a vazão perenizada, igualmente são avaliados o estudo da evolução histórica de armazenamento dos reservatórios e os fatores que a influenciam como vazão média, demanda, tempo e usos.

O método principal da determinação da disponibilidade hídrica é através dos históricos de evolução do volume armazenado dos cinco reservatórios que perenizam o vale. Além de dar uma ideia do comportamento dos reservatórios, podem-se observar as situações diferentes que sevem como balizadoras para evitar situações críticas.

As vazões naturais que se apresentam em cada um dos reservatórios, permitem estimar o balanço hídrico no vale do rio Curu, além de necessária para o uso do Acquanet. Pretende-se comparar a disponibilidade hídrica encontrada com as demandas existentes e com os possíveis cenários de desenvolvimento e evolução do uso da água na área de estudo.

Devido as informação referente às vazões naturais para cada um dos reservatórios não estarem completas, usou-se a média de afluência dos reservatórios dos anos de 1950 a 2009.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Caracterização da área de estudo

A bacia do Curu primeira a instituir o comitê de bacia, é considerada modelo por ter iniciado seu monitoramento na década de trinta pelo DNOCS com a construção do açude General Sampaio. Localizada a noroeste do Estado e possui uma área de 8.605 km² que drena quinze municípios. Sua nascente fluvial localiza-se na serra do Machado, com níveis altimétricos de 700 a 800 m (IPLANCE, 1989). Seu principal rio, o Curu, com trecho perenizado de 195 km desde a nascente até a foz, onde deságua no litoral oeste do Ceará, entre os municípios de Paracuru e Paraipaba. A bacia se subdivide em três, conforme se observa na Tabela 11 e na Figura 9.

Tabela 11 - Divisão da bacia por municípios

Alto Curu	Médio Curu	Baixo Curu
Itatira	General Sampaio	São Gonçalo do Amarante
Canindé	Tejuçuoca	Paracuru
Caridade	Apuiarés	Paraipaba
Paramoti	Irauçuba	
	Itapajé	
	Pentecoste	
	Umirim	
	São Luís do Curu	

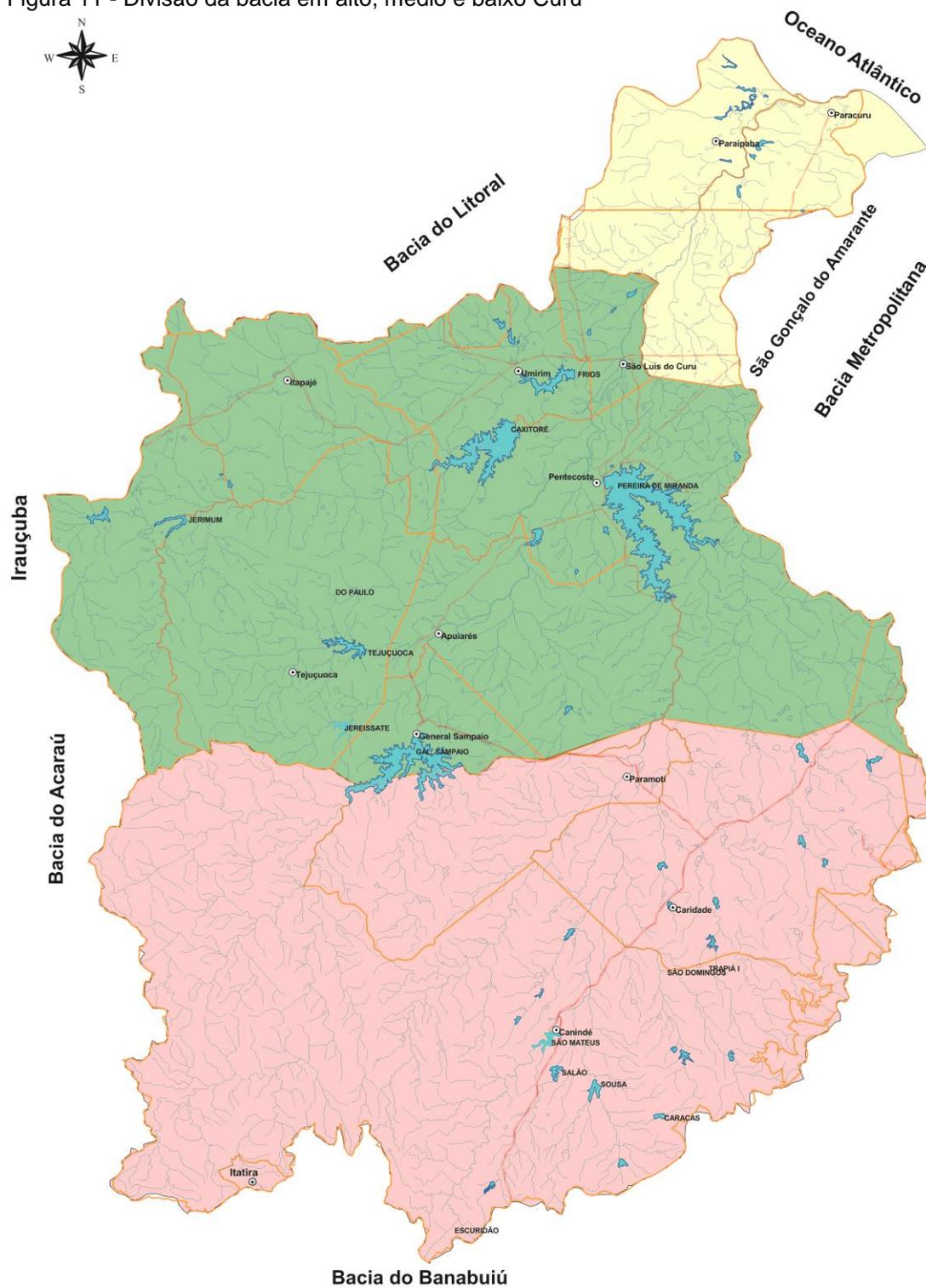
Fonte: elaborada pelo autor.

O médio Curu se destaca pela abrangência da área de drenagem e a concentração dos cinco maiores reservatórios da bacia. Também se destaca na área do médio e baixo Curu o vale do rio Curu, os perímetros irrigados Curu-Pentecoste ou Curu-Recuperação e Curu-Paraipaba, até hoje estão economicamente ativos e usam como base a agricultura irrigada. Algumas culturas de subsistência existem, porém o que se destaca é o coco e a cana-de-açúcar, esta é economicamente mais viável, embora o coco seja plantado em maior número de hectares (FIGURA 11).

A bacia possui um considerável número de obras hidráulicas, mesmo com reservatórios de grande porte alguns municípios da bacia sofrem com a escassez hídrica, tendo inclusive de recorrer ao abastecimento por carros-pipa. Isso ocorre por causa da baixa cobertura na distribuição de água, da incipiente da gestão e da manutenção dos recursos hídricos, do crescimento desordenado da irrigação, da

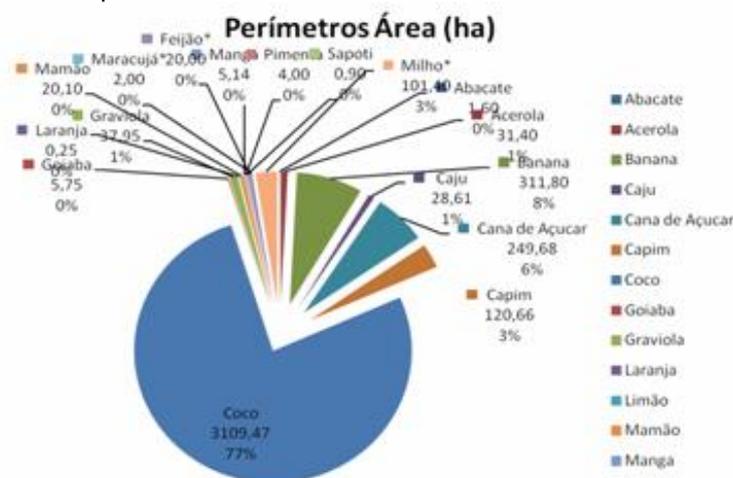
ineficiência do manejo agrícola, da falta de esclarecimento da população quanto às questões ambientais e das condições climáticas naturais (EMBRAPA, 2003).

Figura 11 - Divisão da bacia em alto, médio e baixo Curu



Fonte: COGERH, 2012.

Figura 12 - Culturas e áreas irrigadas dos perímetros Pentecoste e Paraibapa



Fonte: elaborada pelo autor.

Os reservatórios da bacia podem ser visualizados na Figura 11 e na Tabela 12 consta a capacidade de acumulação de cada açude, totalizando em 1.068.355.000 m³ na bacia.

Tabela 12 – Capacidade de acumulação da bacia por município

Açude	Município	Capacidade de acumulação (m ³)
Caracas	Canindé	9.630.000
Caxitoré	Umirim	202.000.000
Desterro	Caridade	5.010.000
Frios	Umirim	33.020.000
General Sampaio	General Sampaio	322.200.000
Jerimum	Irauçuba	20.500.000
Pentecoste	Pentecoste	395.630.000
Salão	Canindé	6.040.000
São Domingos	Caridade	3.035.000
São Mateus	Canindé	10.330.000
Sousa	Canindé	30.840.000
Tejuçuoca	Tejuçuoca	28.110.000
Trapiá I	Caridade	2.010.000
Total	13 açudes	1.068.355.000

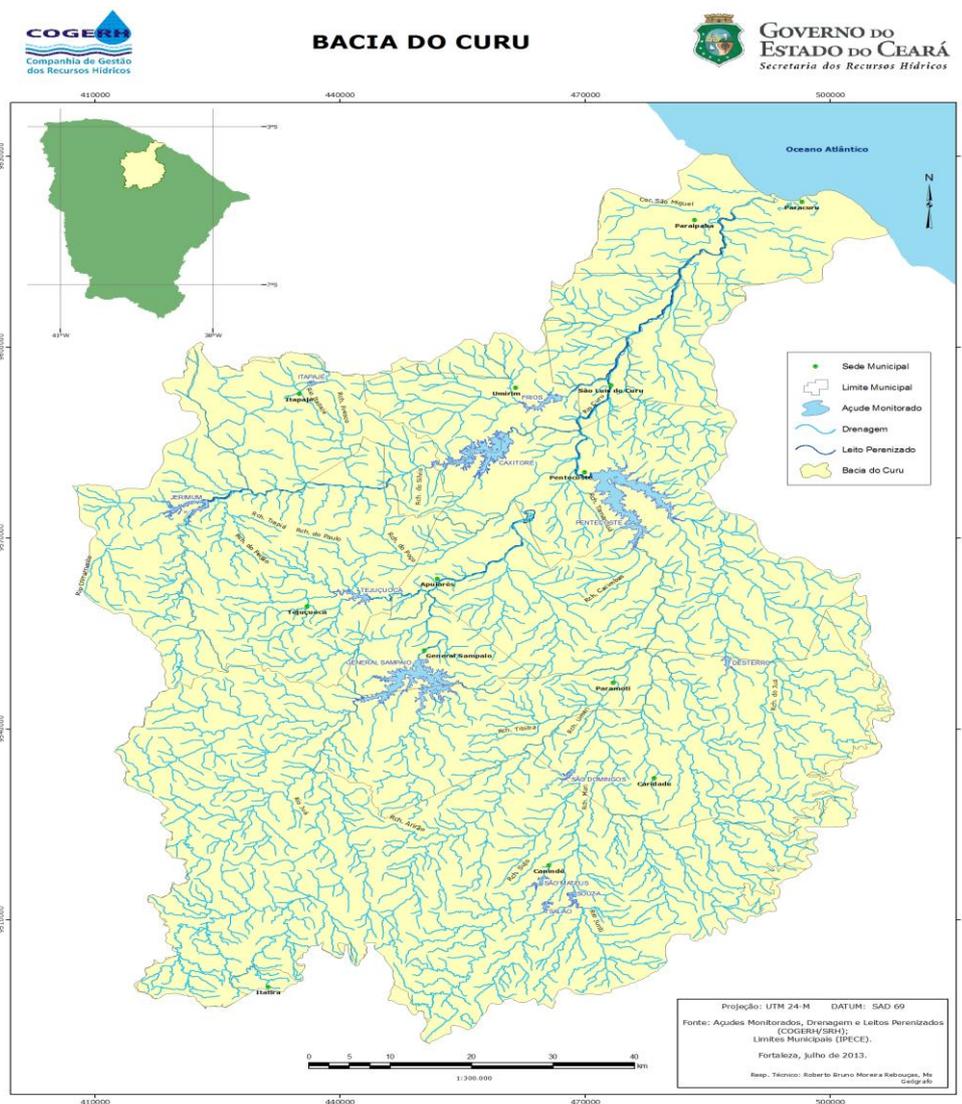
Fonte: COGERH, 2013.

A área da bacia representa aproximadamente 6% do território cearense. Em 1991, a região tinha uma população de 285.893 habitantes, 49% na área urbana e 51% na área rural. A população total do vale do Curu aumentou entre os anos 1950 e 1991, em 50%, enquanto que a população rural reduziu (KEMPER, 1997). O mesmo autor relata que o crescimento da região até 1980 pode ser explicado com a implantação de dois projetos de irrigação, o Curu-Pentecoste e Curu-Paraipaba.

Quanto à urbanização, os municípios São Luís como Curu e São Gonçalo Amarante apresentam o maior percentual da população que vive nos centros urbanos.

A partir da perenização do rio Curu desenvolveram-se as atividades agrícolas nas áreas que constituem os projetos de irrigação Curu-Pentecoste e Curu-Paraipaba, ambos os perímetros receberam empresas privadas que captaram água diretamente do rio. Por esse motivo, em alguns anos, a cana-de-açúcar tornou-se a principal fonte de renda do vale. Entre os usuários da água há duas diferentes atividades agroindustriais, a produção de cachaça e álcool, porém o dominante no vale perenizado, com destaque aos perímetros é o cultivo de coco. A Figura 13 apresenta a área de drenagem da bacia do Curu.

Figura 13 – Área de drenagem da bacia do Curu



Fonte: IPLANCE, 2013.

O perímetro irrigado Curu-Pentecoste está localizado em Pentecoste e São Luís do Curu e o Curu-Paraipaba em Paraipaba. O primeiro perímetro é constituído por solos aluvionais de textura média e pesado, e tem como fonte hídrica os açudes General Sampaio e Pentecoste. No segundo perímetro os solos são classificados em tabuleiros e superfícies similares, que representa uma característica de regiões litorâneas e o fornecimento hídrico é realizado pelo rio Curu, este perenizado pelos açudes General Sampaio, Pentecoste, Frios e Caxitoré.

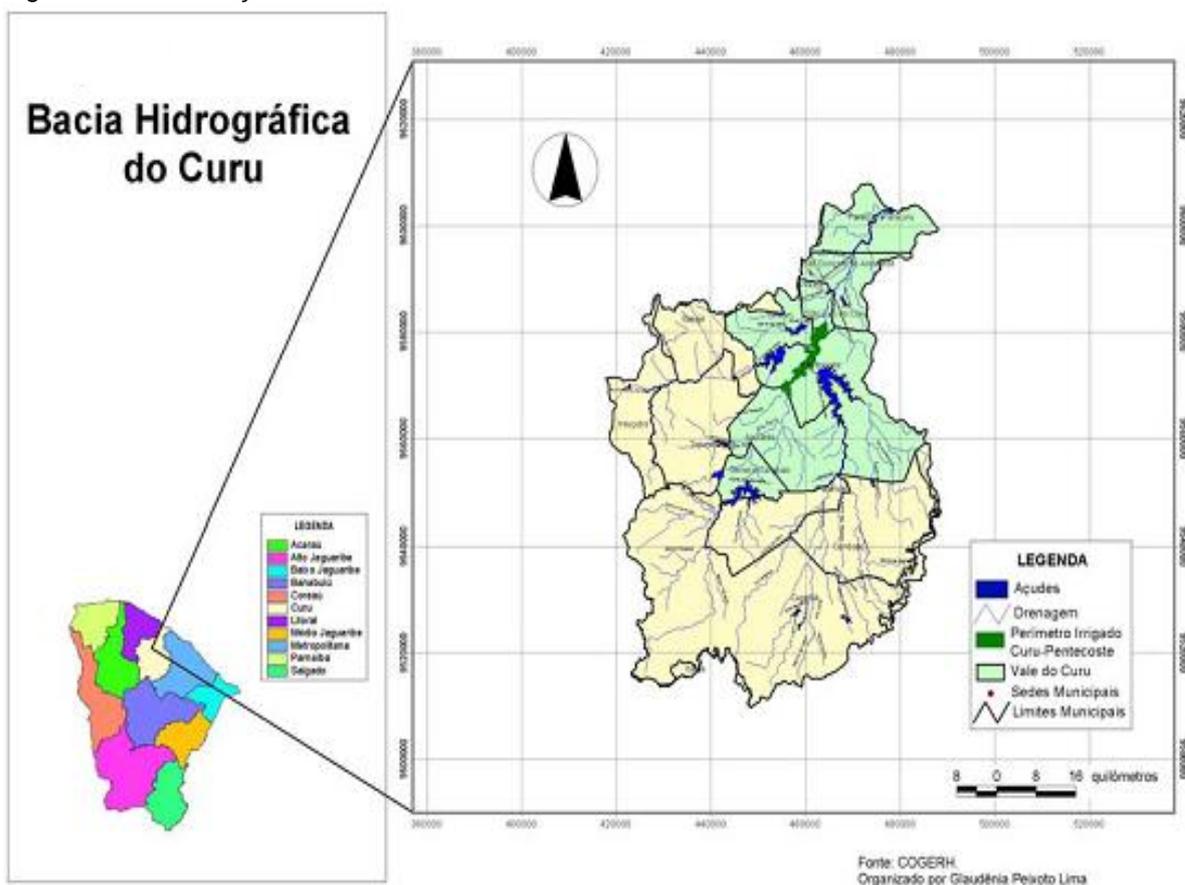
Segundo Lima (2005) o setor agrícola da região é caracterizado pelo tradicionalismo, o que se traduz em um baixo nível de rendimento e de vida da maior parte da população rural.

Pequenos agricultores ainda usam agricultura de subsistência, como milho, feijão e outros, já os grandes proprietários rurais desenvolve técnicas com métodos de irrigação mais eficientes, abrangendo culturas mais rentáveis financeiramente como a cana-de-açúcar, coco e grãos.

4.1.1 Vale do rio Curu

Os açudes Pentecoste, General Sampaio, Caxitoré, Frios e Tejuçuoca do vale do rio Curu contribuem para que a bacia apresente boas condições para a prática agrícola. Com capacidade de armazenamento de 980.960.000 m³, além do potencial hidroagrícola, estrategicamente locado próximo a capital do Estado e a outros empreendimentos, que têm papel importante no processo de reestruturação do território cearense, como exemplo, o Porto do Pecém, Eixão das águas, transposição dos rios, e outros. A Figura 14 mostra a localização da bacia e do vale do Curu.

Figura 14 - Localização da bacia e vale do Curu



Fonte: COGERH, 2012.

4.2 Levantamento de dados

4.2.1 Oferta de água

A disponibilidade de água superficial utilizado na pesquisa foi de acordo com os reservatórios General Sampaio, Pentecoste, Caxitoré, Frios e Tejuçuoca, que demonstrou um valor de $10,75 \text{ m}^3/\text{s}$ (vazão com garantia de 90%), sendo que para uso outorgável, conforme legislação estadual tem-se 90% da Q90%, que será definida em $9,675 \text{ m}^3/\text{s}$ para o vale do Curu (TABELA 13). A maior contribuição hídrica é dos reservatórios General Sampaio, Pentecoste e Caxitoré. Portanto, a vazão regularizada do vale é diferente da vazão regularizada da bacia, já que o primeiro é perenizado por cinco reservatórios e a bacia apresenta treze mananciais. A capacidade do vale é de $977.960.000 \text{ m}^3$ e da bacia $1.068.355.000 \text{ m}^3$.

Tabela 13 – Vazão outorgável disponível no vale do Curu

Reservatório	Capacidade (m³)	Vazão Q90% (m³/s)	Vazão outorgável 90% da Q90% (m³/s)
Caxitoré	202.000.000	2,32	2,088
Frios	33.020.000	0,64	0,576
General Sampaio	322.200.000	3,15	2,835
Pentecoste	392.630.000	4,25	3,815
Tejuçuoca	28.110.000	0,39	0,351
TOTAL	977.960.000	10,75	9,675

Fonte: COGERH, 2013.

4.2.1.1 Reservatórios

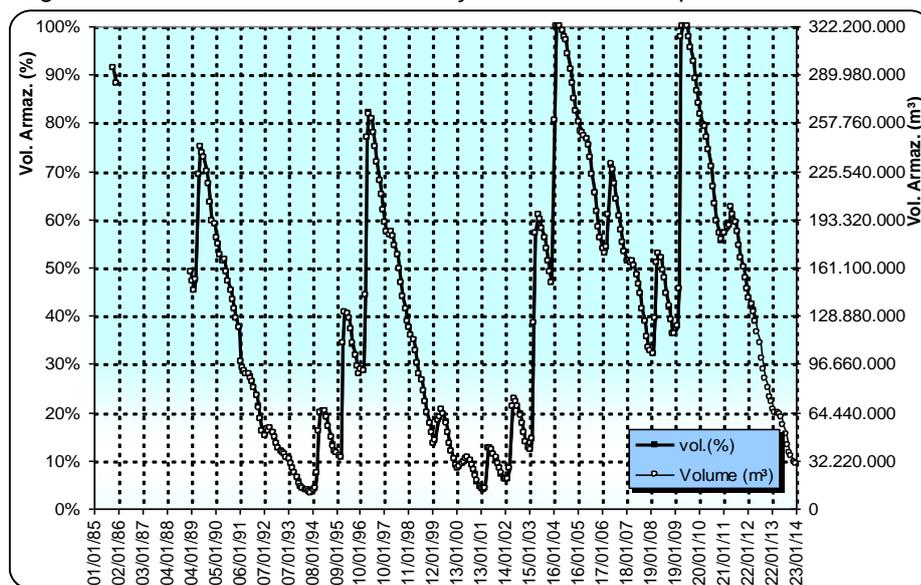
A evolução dos níveis e volume armazenado (em percentual da capacidade máxima) durante o período de monitoramento dos açudes do vale (Anexo B). Neste histórico podemos observar o aporte de água anual e a recuperando após a estação seca.

O açude General Sampaio, localizado no município de General Sampaio, barra o rio Curu. A barragem foi projetada e construída pela Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas (IFOCS), atual DNOCS. Seu monitoramento foi iniciado em 02/11/1985, após dois meses da construção e interrompido nos anos de 1985 a 1988, sendo reiniciado em 01/01/1989 até os dias atuais. Os dados do monitoramento foram trabalhados de forma mensal totalizando 299 meses, ou seja, cerca de 25 anos, conforme dados da Cogehr expostos na Figura 15.

A barragem Pereira de Miranda ou açude Pentecoste, que está localizado no município de Pentecoste e barra o rio Canindé além de contribuí de forma importante com o sistema do rio Curu. Foi projetado e construído pelo DNOCS, a sua construção ocorreu entre os anos de 1950 e 1957, sua bacia hidrográfica cobre uma área de 2.840 km². Seu monitoramento foi iniciado em 02/11/1985 e o monitoramento é atualizado diariamente até os dias atuais conforme a Figura 16.

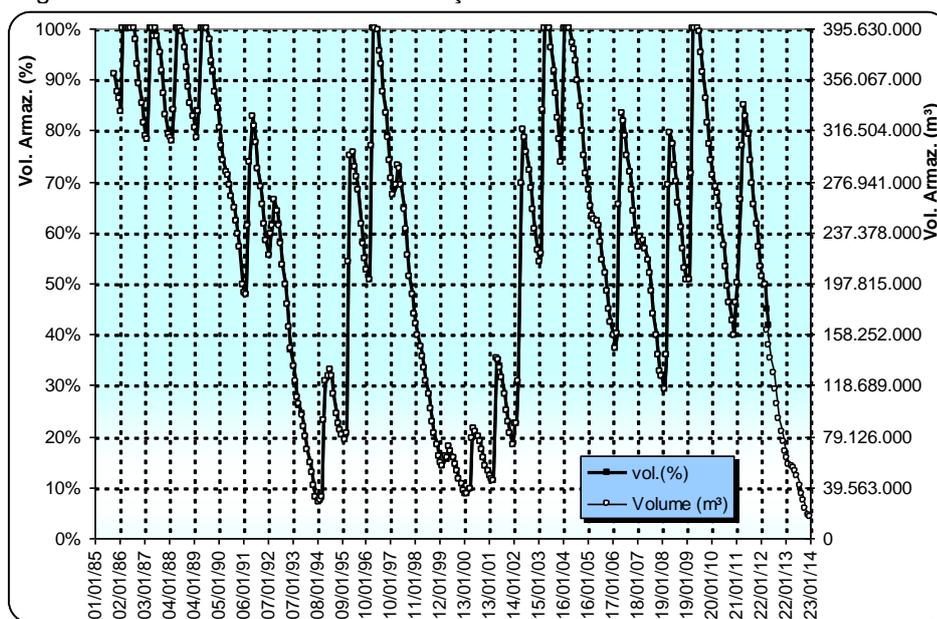
O açude Caxitoré barra o rio Caxitoré no município de Pentecoste há 11 km da sede. O lago formado tem uma superfície com cerca de 4.574 ha, no local existe um potencial energético de 500 CV capaz de irrigar até 2.200 ha, mas o aproveitamento hidrelétrico está atualmente desativado. Seu monitoramento envolve um histórico de 340 meses que equivale a aproximadamente 28 anos de acompanhamento. Esse monitoramento se deu de 02/11/1985 até 01/02/2014 data limite para este trabalho. Conforme se pode observar na Figura 17 histórico do reservatório.

Figura 15 – Histórico do volume do açude General Sampaio



Fonte: COGERH, 2014.

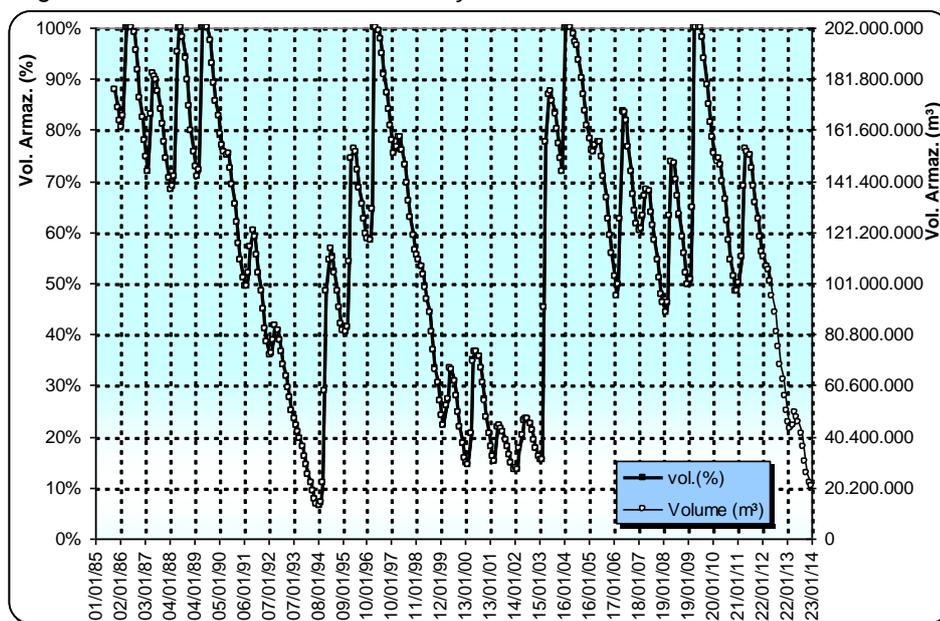
Figura 16 – Histórico do volume do açude Pentecoste



Fonte: COGERH, 2014.

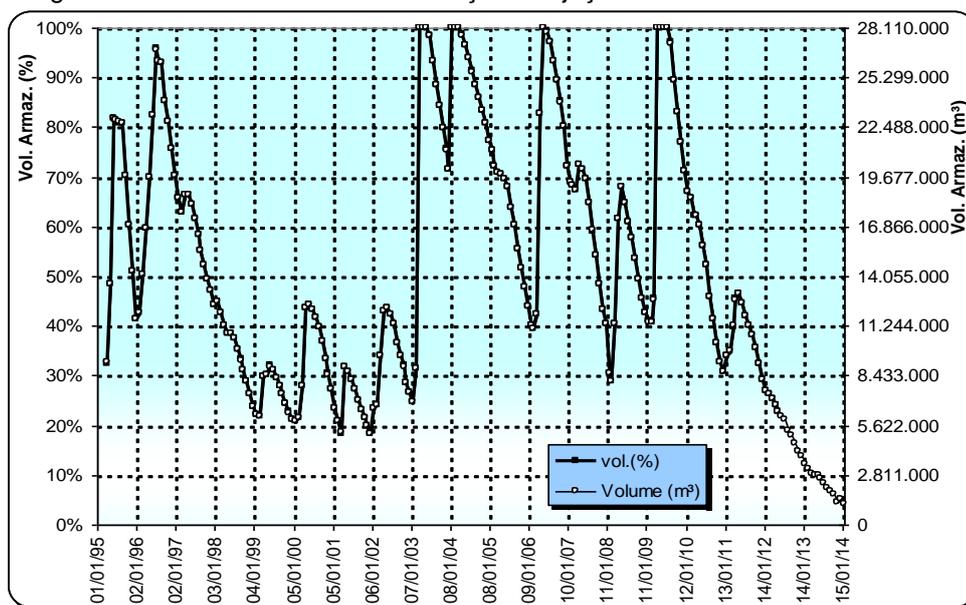
A partir do reservatório Tejuçuoca, iniciou-se o marco na cidade, onde se deu a fixação dos primeiros habitantes. O riacho Tejuçuoca deu nome ao barramento, que, atualmente, barra o riacho. Seu monitoramento envolve um histórico de 227 meses que equivale a aproximadamente 19 anos de acompanhamento do seu volume. Iniciando o monitoramento de dados em 01/04/1995, sendo acompanhado diariamente pela Cogerh com apoio do DNOCS; para este trabalho, limitou-se até a data de 01/02/2014, conforme Figura 18.

Figura 17 – Histórico de volume do açude Caxitoré



Fonte: COGERH, 2014.

Figura 18 – Histórico de volume do açude Tejuçuoca

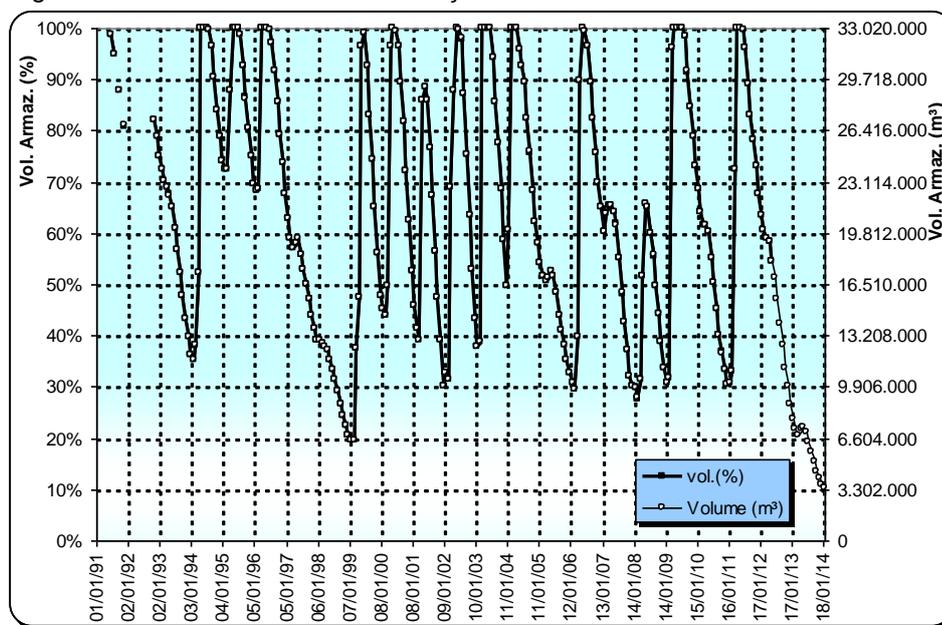


Fonte: COGERH, 2014.

O açude Frios está localizado no rio Frios, no município de Umirim, barra o riacho Maniçobinha e faz parte do conjunto de barramentos que tem como finalidade regularizar o vale do Curu, permitindo a sua exploração agrícola, com destaque para o Projeto de Irrigação Curu-Paraipaba. Os estudos e Projetos Básico e Executivo da Barragem Frios foram desenvolvidos pela empresa Aguasolos Consultora de Engenharia Ltda., no ano de 1982. Seu monitoramento envolve um histórico de 340 meses que equivale a aproximadamente 28 anos de

acompanhamento do seu volume. Iniciando este monitoramento de dados em 02/11/1985 finalizamos, para este trabalho, na data de 01/02/2014, que se pode observar na Figura 19.

Figura 19 – Histórico de volume do açude Frios



Fonte: COGERH, 2014.

4.2.2 Demanda de água

A demanda para consumo humano, nos trechos 1 e 2, foi respectivamente de 116.649,90 e 479.682,90 m³/mês (TABELA 14 e 15).

A demanda para irrigação no trecho 1 foi de 7.731.385,73 m³/ano e no trecho 2 igual a 52.083.112,87 m³/ano, as maiores demandas foram constatadas em Apuiaries (trecho 1) e Paraipaba (trecho 2). Nos perímetros Curu Pentecoste e Curu Paraipaba totalizando uma demanda de 49.665.142,29 m³/ano como mostram as TABELAS 16,17 e 18.

Dos 407 cadastros de usuários para irrigação nos trechos (TABELA 19), 116 possuíam outorga de direito de uso, significando que 71,5% não a possuem. Apesar do trecho 1 apresentar menor número de usuários (169) que o trecho 2 (238), esse apresenta percentual maior de usuários sem outorga (85,8%), em relação ao trecho 2 (61,3%).

Tabela 14 – Demanda de água para consumo humano no trecho 1

N	Adutora	Localidade	Município	Famílias	V. (m³/h)	(h/dia)	Volume Diário (m³)	Volume Mensal (m³)
1	Adutora da Assoc São Cristóvão	São Cristóvão	Apuiaries	50	6,3	6	37,80	1.134,00
2	Adutora da Boa Vista	Boa Vista	Apuiaries	71	6,78	4,5	30,51	915,30
3	Adutora Vila São João	Vila São João	Apuiaries	58	15,6	2	31,20	936,00
4	Adutora Ipueira Funda	Vila Soares	Pentecoste	27	6,29	5	31,45	943,50
5	Adutora Vila Soares	Vila Soares	Apuiaries	70	17,36	4	69,44	2.083,20
6	Adutora de Tabuleiro	Tabuleiro	Apuiaries	112	4,11	4	16,44	493,20
7	Adutora de Sto. Antônio 1 e Jaburu	Santo Antonio I	Apuiaries	71	12,62	17	214,54	6.436,20
8	Adutora Vila Monte Overne	Vila Monte Overne	Apuiaries	70	6,29	3	18,87	566,10
9	Adutora Cidade Apuiaries	Ilha Comunidades	Apuiaries	437	15,45	24	370,80	11.124,00
10	Adutora Cidade Apuiaries	Ilha Comum Riacho	Apuiaries	500	15,59	24	374,16	11.224,80
11	Adutora Ilha	Ilha	Apuiaries	19	9,26	4	13,04	391,20
12	Adutora dos Vertentes	Ilha	Apuiaries	200	9,21	24	221,04	6.631,20
13	Cagece General Sampaio	Balneário	General Sampaio	1260	39,48	24	946,32	28.389,60
14	Cagece Apuiaries	Centro	Apuiaries	2200	48,49	24	1.049,76	31.492,80
15	Cagece Serrota	Serrota	Pentecoste	800	27,59	12	331,08	9.932,40
16	Adutora Núcleo a	Serrota	Pentecoste	20	19,1	4	52,40	1.572,00
17	Adutora Núcleo b	Perímetro Núcleo B	Pentecoste	50	17,13	1,5	25,69	770,70
18	Adutora Núcleo c	Perímetro Núcleo C	Pentecoste	58	17,93	3	53,79	1.613,70
-	Total			6073	294,58	-	3.888,33	116.649,90

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 15 – Demanda de água para consumo humano no trecho 2

N	Adutora	Localidade	Município	Família	V. (m³/h)	(h/dia)	Volume Diário (m³)	Volume Mensal (m³)
1	Cagece Paraipaba	Paraipaba	Paraipaba	4.236	89,31	24	2.143,44	64.303,20
2	Cagece Pentecoste	Serrota	Pentecoste	800	27,59	12	331,08	9.932,40
3	Cagece Pentecoste	Centro	Pentecoste	6.850	370,52	20	7.414,40	222.432,00
4	Prefeitura de Pentecoste	Núcleo E	Pentecoste	36	12,69	5	63,45	1.903,50
5	Adutora núcleo D	Núcleo D	Pentecoste	50	14,50	7	101,50	3.045,00
6	Adutora vila Nova Núcleo F	Posto agrícola	Pentecoste	170	7,65	12	91,80	2.754,00
7	Assoc. Comun Alves Freitas	Melancia dos pequeninos	São Gonçalo	65	4,89	15	73,29	2.198,70
8	Prefeitura de São Gonçalo	Caiçara	São Gonçalo	170	8,53	12	102,36	3.070,80
9	Prefeitura de São Gonçalo	Jenipapo	São Gonçalo	84	13,90	10	139,00	4.170,00
10	Prefeitura de São Gonçalo	Lagoas Novas	São Gonçalo	110	10,98	8	87,84	2.635,20
11	Prefeitura de São Gonçalo	Espinhas	São Gonçalo	80	5,80	12	69,60	2.088,00
12	Prefeitura de São Gonçalo	Cágado	São Gonçalo	300	12,30	12	147,60	4.428,00
13	Prefeitura de São Gonçalo	Curral Grande	São Gonçalo	92	9,95	24	238,80	7.164,00
14	Prefeitura de São Gonçalo	Várzea redonda	São Gonçalo	460	10,24	24	245,76	7.372,80
15	Prefeitura de São Gonçalo	Rio novo	São Gonçalo	99	4,86	15	72,90	2.187,00
16	Prefeitura de São Gonçalo	Serrote	São Gonçalo	124	19,12	13	248,56	7.456,80
17	Prefeitura de São Gonçalo	M. José Escócia	São Gonçalo	120	9,13	11	100,43	3.012,90
18	Pref. São Luís do Curu	Macacos	São Luís	354	45,43	21	954,03	28.620,90
19	Cagece São Luís - Croatá	Centro	São Luís	2.875	71,45	24	1.714,80	51.444,00
20	Assoc. Melancia dos Tabosas	Monsenhor Tabosas	São Luís	59	1,73	12	20,76	622,80
21	Comun. Cajazeiras Umari	Cajazeiras/Umari	São Luís	120	13,43	24	322,32	9.669,60
22	Panatal/ Cajueiro	Pantanal	São Luís	210	26,79	24	642,96	19.288,80
23	Assoc. Nossa Sra. Graças	Pantanal	São Luís	31	15,25	10	152,50	4.575,00
24	Fazenda Comunitária	Maniçoba dos Nunes	São Luís	45	5,40	12	64,80	1.944,00
25	Maniçoba dos Nunes	Boa vista	São Luís	26	3,34	12	38,41	1.152,30
26	Comunidade Ypiranga	Comunidade Ypiranga	São Luís	100	9,76	6	58,56	1.756,80
27	Pref. São Luís do Curu	Núcleo H	São Luís	126	25,25	12	303,00	9.090,00
28	Maniçoba dos Ribeiros	Maniçoba dos Ribeiros	São Luís	20	2,26	12	27,12	813,60
29	Assoc. Comun. Torrões	Torrões	Umirim	36	5,36	2	10,72	321,60
30	Assoc. Osana Silva Pereira	Limoeiro	Umirim	19	3,82	2	7,64	229,20
-		Total		17.867	861,23	-	15.989,43	479.682,90

Tabela 16 – Demanda da irrigação no trecho 1

Local	Área (ha)	Vol. (m ³ /ano)	Vazão (l/s)
Apuiaries	266,56	4.944.779,47	158,97
General Sampaio	60,18	1.370.596,06	44,06
Pentecoste	72,75	1.416.010,20	45,52
Total	399,49	7.731.385,73	248,55

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 17 – Demanda da irrigação no trecho 2

Local	Área (ha)	Vol. (m ³ /ano)	Vazão (l/s)
Pentecoste	173,11	3.583.628,11	115,22
Paracuru	168,00	3.796.149,08	122,05
São Luís do Curu	377,09	7.188.432,24	231,11
São Gonçalo	607,85	11.093.292,31	356,65
Paraipaba	1.136,94	25.529.849,66	820,78
Umirim	51,40	891.761,47	28,67
Total	2.514,39	52.083.112,87	1.674,48

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 18 – Demanda da irrigação nos perímetros

Local	Área (há)	Vol. (m ³ /ano)	Vazão (l/s)	Demanda (hm ³ /ano)
Curu Pentecoste	1.228,20	20.627.379,63	663,17	20,63
Curu Paraipaba	2.822,91	29.037.762,66	933,57	29,04
Total	4.051,11	49.665.142,29	1.596,74	49,05

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 19 – Usuários com e sem outorga por trecho

Local	Usuário	Com outorga	Sem outorga
Trecho 1	169	24 14,20%	145 85,80%
Trecho 2	238	92 38,65%	146 61,35%
Total	407	116	291
%	100	28,5	71,5

Fonte: elaborada pelo autor.

A demanda mensal para indústria no trecho 1 foi de 4,5 m³ e de 1.352,60 m³ no trecho 2, como mostram as Tabelas 20 e 21. Para a demanda na aquicultura usou-se mensalmente 53.420,69 m³ no trecho 1 e 449.824,33 m³ no trecho 2, que podem ser observados nas Tabelas 22 e 23.

Tabela 20 – Determinação da demanda para indústria no trecho 1

	Localidade	Local	Município	Tipo	Vol. mensal (m ³)	Vazão (m ³ /h)	Vol. diário (m ³)	Vazão (l/s)
1	Fco. Rodrigues	Vila Soares	Apuiaries	Cerâmica	4,5	0,006	0,15	0,002
Total		-	-	-	4,5	0,006	0,15	0,002

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 21 – Determinação da demanda para indústria no trecho 2

	Localidade	Local	Município	Tipo	Vol. mensal (m ³)	Vazão (m ³ /h)	Vol. diário (m ³)	Vazão (l/s)
1	Gold Pell	Mel. Tabosas	São Luís do Curu	Produção de Papel	1.352,60	1,88	45,12	0,52
Total		-	-	-	1.352,60	1,88	45,12	0,52

Fonte: elaborada pelo autor.

Nota: indústrias como Dufrota, Itogras, Ypioca, Agroinvest, Cialne, estão incluídas na irrigação.

Tabela 22 – Determinação da demanda para aquicultura no trecho 1

	Localidade	Local	Município	Uso	Tipo	Área (ha)	Vazão (m³/h)	Volume diário (m³)	Volume mensal (m³)	Vazão (l/s)
1	Particular	Jaburu	Apuiaries	Piscicultura	Tanques	4,5	67,14	1.603,16	48.094,65	18,65
2	Boa vista	Boa Vista	Apuiaries	Piscicultura	Tanques	0,46	6,82	13,65	409,70	1,90
3	Boa vista	Boa Vista	Apuiaries	Piscicultura	Tanques	0,16	2,39	57	1.710,03	0,66
4	Boa vista	Boa Vista	Apuiaries	Piscicultura	Tanques	0,3	4,48	106,88	3.206,31	1,24
Total		-	-	-	-	5,42	80,83	1.780,69	53.420,69	22,45

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 23 – Determinação da demanda para aquicultura no trecho 2

	Localidade	Local	Município	Uso	Tipo	Área (ha)	Vazão (m³/h)	Volume diário (m³)	Volume mensal (m³)	Vazão (l/s)
1	Carlos Augusto	Boa vista	São Luís	Aquicultura	Piscicultura	2	25,23	605,52	18.162,69	7,00
2	Eduardo Nitton	Tigre	Paraipaba	Aquicultura	Carcinicultura	14	38,88	933,12	27.993,37	10,80
3	Moreira	Mocó	São Gonçalo	Aquicultura	Carcinicultura	19	52,77	1.266,48	37.990,99	14,64
4	Delano Pessoa	Pedreiras	Pentecoste	Aquicultura	Tanques	4	59,68	1.432,32	42.750,80	16,58
5	Eraldo Campos	Núcleo e	Pentecoste	Aquicultura	Tanques	0,7	101,27	430,48	72.918,88	28,13
6	Lucas Alder	Aroeiras	Pentecoste	Aquicultura	Tanques	1,2	173,62	4.166,88	125.003,80	48,23
7	Fco. Ferreira	Limoeiro	Umirim	Aquicultura	Tanques	1,2	173,62	4.166,88	125.003,80	48,23
Total		-	-	-	-	42,1	625,07	15001,68	449.824,33	173,61

Fonte: elaborada pelo autor.

4.3 Traçando cenários

Observa-se na Tabela 24 que a demanda cadastrada é mais da metade da demanda outorgada, essa diferença pode ser explicada pelos seguintes motivos: o volume cadastrado está abaixo do volume real, pois os irrigantes omitiram a dimensão real da área por receio de pagar água; os usuários informaram apenas a demanda instantânea (a utilizada no momento do cadastro), que não corresponde a demanda real; a demanda outorgada foi superestimada pelos usuários, de modo a garantir uma parcela maior na divisão deste recurso. O Apêndice C e D mostram sistematização dos dados do cadastro e de alocação e outorga.

Tabela 24 – Cenários das demandas

Trecho	Vazão (l/s)						Demanda
	ABA	IRR	AQUI	Perímetro	IND	Total	
1	45	249	22,45	0	0	316	Cadastro
2	185	1675	173,61	1.597	0,52	3.631	
Trecho	230	1.924	196,06	1.597	0,52	3.948	
1	13	573	29	0	0	615	Outorga
2	180	4.642	344	2.740	3	7.909	
Total	193	5.215	373	2.740	3	8.524	
1	50	630	32	0	0,1	712,1	Estimada
2	204	4.843	378	5.254	3,3	10.682,3	
Total	254	5.473	410	5.254	3,4	11.394,4	

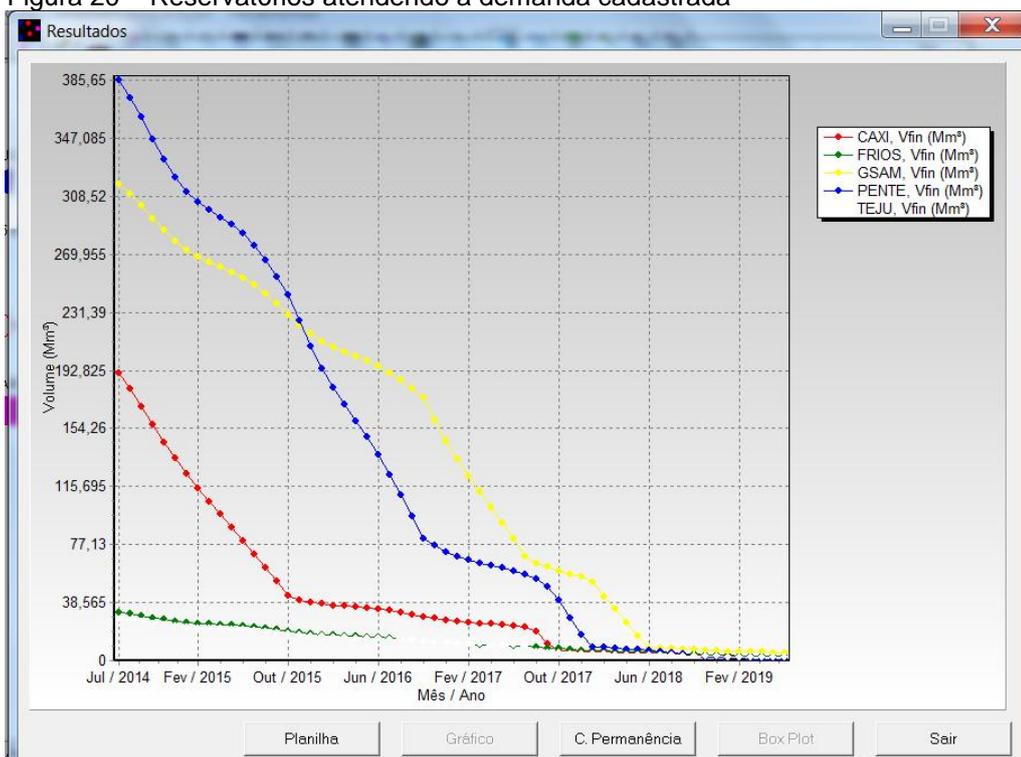
Fonte: elaborada pelo autor.

4.3.1 Simulação com Acquanet

Através do Acquanet a demanda cadastrada (humana, irrigação, aquíicultura e industrial) poderá ser atendida por aproximadamente dois anos e meio, considerando o esvaziamento dos reservatórios até o volume morto. No entanto, para o consumo humano os cinco reservatórios atenderiam de julho/2014 a outubro/2017, assim, o açude Pentecoste chegaria a janeiro/2018 e o açude General Sampaio até junho/2018 priorizando apenas o consumo humano. (FIGURA 20).

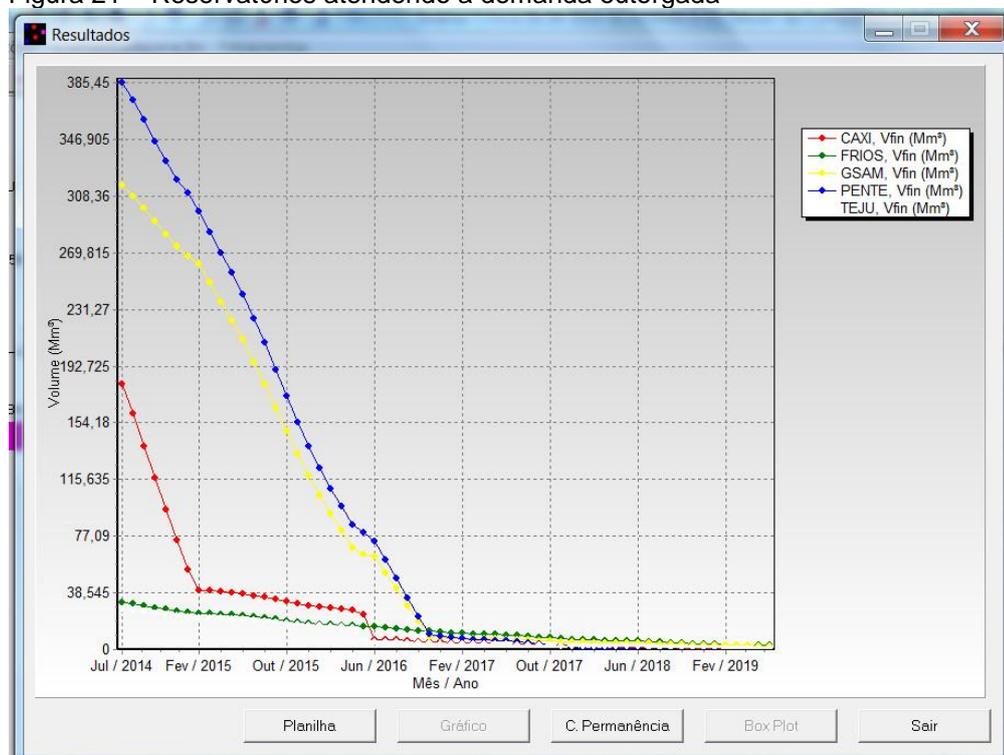
Como a demanda outorgada é quase o dobro da demanda cadastrada, o tempo de atendimento diminui de julho/2014 até julho/2016, podendo chegar até outubro/2016 (FIGURA 21).

Figura 20 – Reservatórios atendendo a demanda cadastrada



Fonte: elaborada pelo autor.

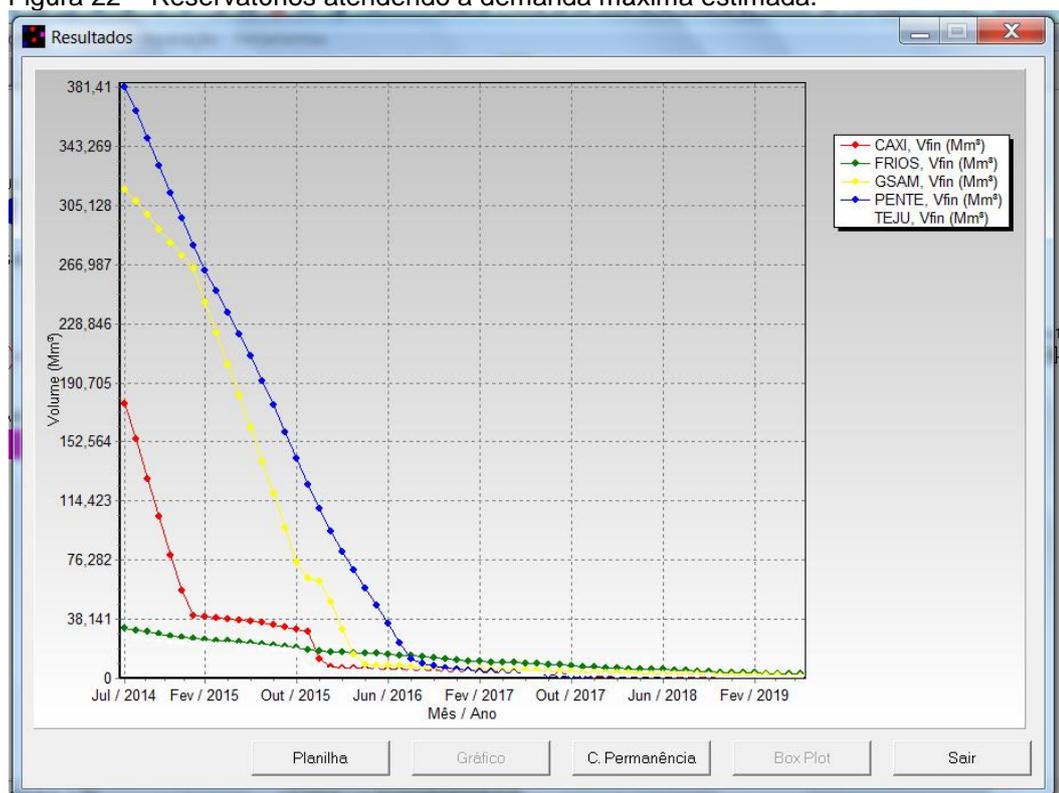
Figura 21 – Reservatórios atendendo a demanda outorgada



Fonte: elaborada pelo autor.

Para a demanda máxima (FIGURA 22) os reservatórios atenderiam de julho/2014 a julho/2015. Ao extremo, poderiam atingir o limite em setembro/2016.

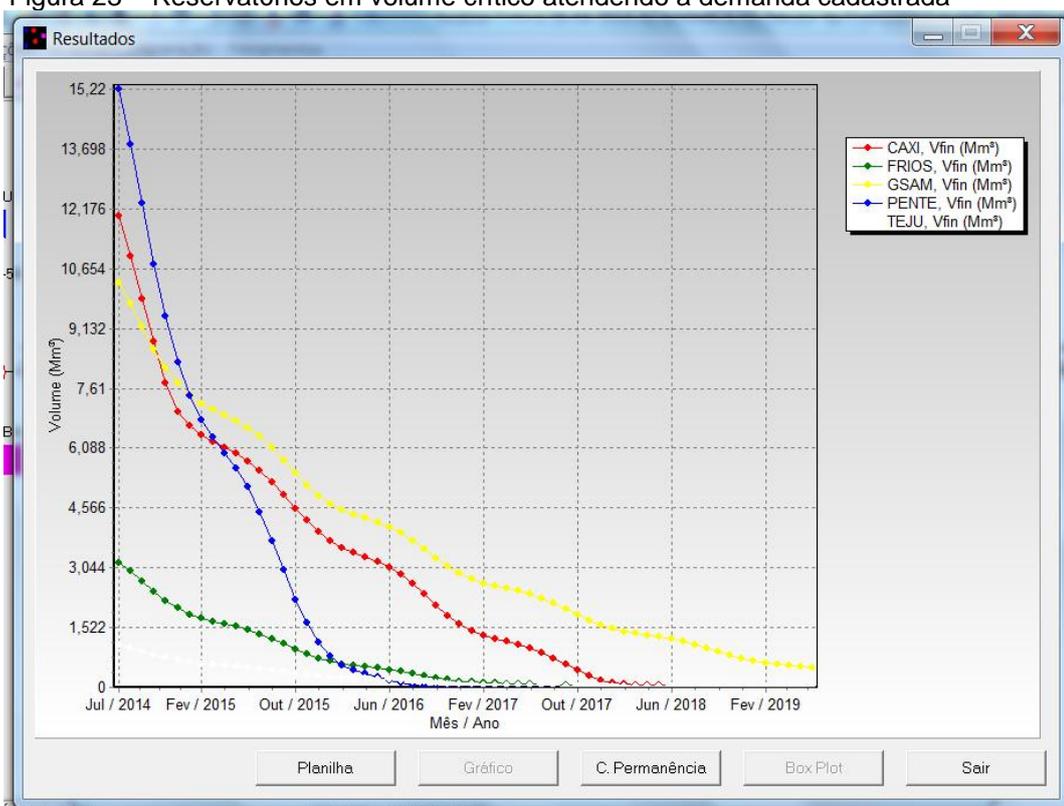
Figura 22 – Reservatórios atendendo a demanda máxima estimada.



Fonte: elaborada pelo autor.

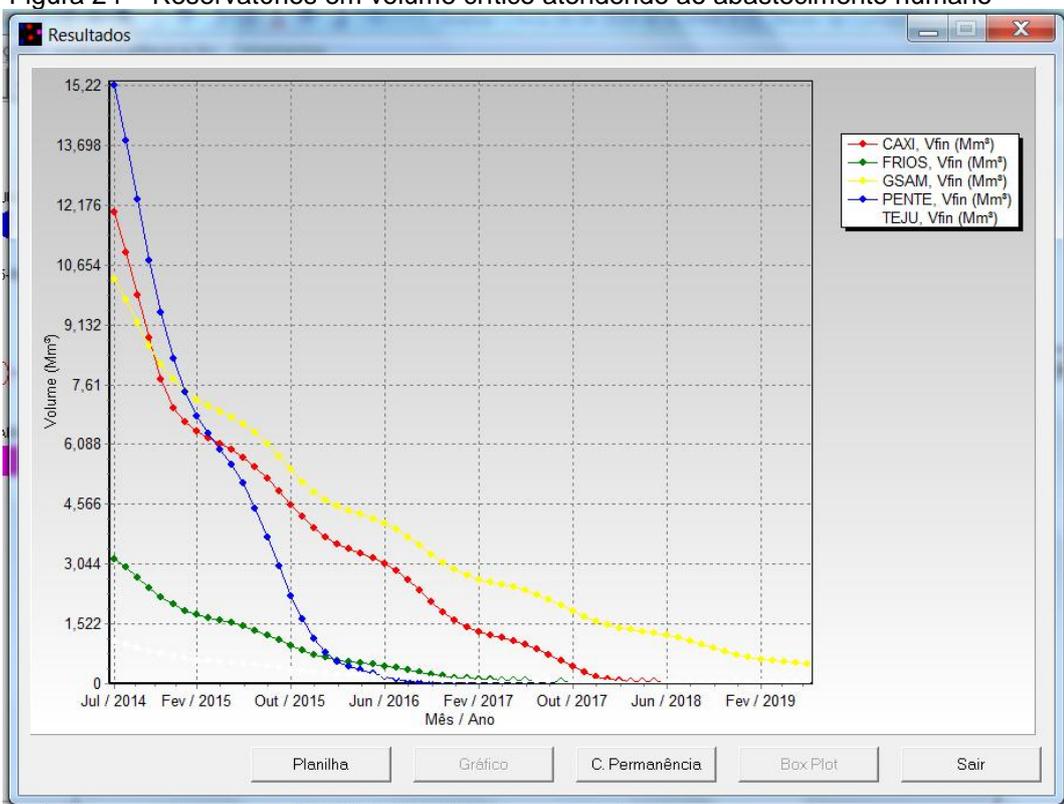
Caso os reservatórios apresentassem o volume mais crítico e tivessem que atender todas as demandas atenderiam de junho de 2014 a junho/2016 (FIGURA 23), pois o Acquanet respeita as prioridades de atendimento e o sistema prioriza o abastecimento humano, conforme registrado na lei. De modo a subsidiar as informações supracitadas, realocou-se os cenários apresentados na Figura 24, para tanto se considerou apenas o abastecimento humano, o resultado obtido foi um ano e onze meses, ou seja, igual período de atendimento.

Figura 23 – Reservatórios em volume crítico atendendo a demanda cadastrada



Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 24 – Reservatórios em volume crítico atendendo ao abastecimento humano



Fonte: elaborada pelo autor.

4.3.2 Simulação com Sagreh

Considerando que os reservatórios estariam liberando as vazões outorgáveis e utilizando o Sagreh na simulação obteve-se a Tabela 25 que as resume, os resultados podem ser analisados detalhadamente no Apêndice E.

Tabela 25 – Simulação com a vazão outorgável

Açude	Volume inicial (hm ³)	Vazão outorgável (m ³ /s)	Início		Final		Tempo	
			Data	Vol. (%)	Data	Vol. (%)	Meses	Anos
Sampaio	322,200	2,835	01/07/2014	100	30/11/2016	1,30	28	2,30
Tejuçuoca	28,110	0,351	01/07/2014	100	31/01/2016	6,70	18	1,50
Pentecoste	360,000	3,825	01/07/2014	100	31/05/2016	2,70	22	1,80
Caxitoré	202,000	2,088	01/07/2014	100	31/08/2016	1,00	25	2,00
Frios	33,020	0,576	01/07/2014	100	30/09/2015	3,80	14	1,16
-	945,330	9,675	-	-	-	3,10	21,4	1,75

Fonte: elaborada pelo autor.

Com o uso da vazão outorgável e considerando o cenário sem aporte percebeu-se que os reservatórios atenderiam em média por dois anos, liberando a vazão de 9,675 m³/s, que varia conforme a prioridade de atendimento, nesse caso tem-se uma garantia a curto prazo.

A Tabela 26 mostra o histórico das alocações nos últimos quinze anos com a média anual das vazões alocadas e liberadas por cada reservatório. Percebe-se que as vazões liberadas estão abaixo das vazões definidas nas reuniões de alocação, em que o órgão gestor trabalha os cenários com vazão acima da necessária para maior segurança. Para tal usaram-se em média as últimas vazões alocadas nas reuniões dos usuários do vale de modo a estimar um cenário de esvaziamento mais próximo dos alocado atual.

Tabela 26 – Histórico das vazões alocadas e liberadas dos últimos 15 anos

General Sampaio				Tejucuoca			Pentecoste			Caxitoré			Frios			Total		
Ano	VA (l/s)	VL (l/s)	km	VA (l/s)	VL (l/s)	km	VA (l/s)	VL (l/s)	km	VA (l/s)	VL (l/s)	km	VA (l/s)	VL (l/s)	km	VA (l/s)	VL (l/s)	km
1997	2.000	1.965	37,8	100	100	10,6	3300	2998	68,1	1700	1113	11,3	50	105	6,1	7150	6.281	133,9
1998	1400	1377	37,8	50	50	10,6	2000	2133	68,1	2100	1806	11,3	130	93	6,1	5680	5.459	133,9
1999	1300	1290	37,8	60	15	10,6	1100	915	68,1	1600	1568	11,3	700	723	6,1	4760	4.511	133,9
2000	800	670	37,8	160	189	10,6	1200	1890	68,1	1600	1152	11,3	800	619	6,1	4560	4.520	133,9
2001	700	660	37,8	60	62	10,6	2200	2202	68,1	700	335	11,3	1000	969	6,1	4660	4.228	133,9
2002	1100	895	37,8	100	92	10,6	3000	2540	68,1	700	450	11,3	1000	849	6,1	5900	4.826	133,9
2003	1700	1264	37,8	160	132	10,6	3100	2452	68,1	1100	611	11,3	900	678	6,1	6960	5.137	133,9
2004	1800	1542	37,8	180	139	10,6	3200	2718	68,1	1400	666	11,3	600	383	6,1	7180	5.448	133,9
2005	1800	1820	37,8	160	158	10,6	2800	2331	68,1	2100	1795	11,3	300	126	6,1	7160	6.230	133,9
2006	1700	1764	37,8	160	152	10,6	2800	2058	68,1	2000	1448	11,3	400	288	6,1	7060	5.710	133,9
2007	1650	1917	37,8	220	216	10,6	3100	2739	68,1	1900	1800	11,3	400	428	6,1	7270	7.100	133,9
2008	1800	1615	37,8	180	174	10,6	3200	2868	68,1	1950	1813	11,3	400	408	6,1	7530	6.878	133,9
2009	1800	1428	37,8	180	139	10,6	3100	2138	68,1	1800	1422	11,3	350	283	6,1	7230	5.410	133,9
2010	1800	2198	37,8	170	170	10,6	3200	2472	59,7	1800	1192	11,3	300	303	6,1	7270	6.335	125,5
2011	1800	1165	37,8	150	150	10,6	3360	2000	59,7	1680	1422	11,3	480	480	6,1	7470	5.217	125,5
2012	1400	1202	37,8	50	50	10,6	2600	2595	59,7	1500	1596	11,3	200	247	6,1	5750	5.690	125,5
2013	1200	443	37,8	0	44	0	1.400	664	59,7	1.300	524	11,3	120	109	6,1	4.020	1.675	114,9
Média	1.515	1.366	-	133,75	119,5	-	2.627	2.218	-	1.584	1.218	-	478	417,12	-	6.330	5.333	127,59

Fonte: COGERH, 2013.

Nota: VA = vazão alocada; VL – vazão liberada.

Usando essas vazões a garantia que se tem é de dois anos e meio para o vale (TABELA 27), considerando o aporte zero no cenário mais crítico, porém observa-se que são raros os anos em que os reservatórios encontram-se iniciando a operação com 100% da capacidade, conforme o Anexo B (histórico dos reservatórios) na maior parte do tempo os reservatórios estão com capacidade entre 80% a 40% e que dificilmente aconteceriam dois ou mais anos sem qualquer aporte. Para tanto se utilizou em média às últimas vazões alocadas nas reuniões dos usuários do vale, de modo a estimar um cenário de esvaziamento mais próximo do alocado atualmente.

Tabela 27 - Simulação da vazão alocada

Açude	Volume inicial (hm ³)	Vazão alocada (m ³ /s)	Início		Final		Tempo	
			Data	Vol. (%)	Data	Vol. (%)	Meses	Anos
Sampaio	322,200	1,800	01/07/2014	100	28/02/2017	17,9	31	2,50
Tejuçuoca	28,110	0,150	01/07/2014	100	28/02/2017	7,60	31	2,50
Pentecoste	360,000	3,100	01/07/2014	100	30/09/2016	1,60	26	2,16
Caxitoré	202,000	1,800	01/07/2014	100	31/10/2016	3,50	27	2,25
Frios	33,020	0,350	01/07/2014	100	30/04/2016	3,90	20	1,16
-	945,330	7,200	-	-	-	3,10	21,4	2,12

Fonte: elaborada pelo autor.

Para a simulação com a vazão liberada, sem aporte, utilizou-se a média da vazão por reservatório e o período de garantia foi acima de dois anos. Conforme Tabela 28, a média encontra-se bem próximo a demanda cadastrada, e essa vazão não poderia atender a demanda atualmente outorgada.

Tabela 28 – Simulação da vazão liberada

Açude	Volume inicial (hm ³)	Vazão liberada (m ³ /s)	Início		Final		Tempo	
			Data	Vol. (%)	Data	Vol. (%)	Meses	Anos
Sampaio	322,200	1,370	01/07/2014	100	28/02/2017	26,00	31	2,50
Tejuçuoca	28,110	0,120	01/07/2014	100	28/02/2017	13,50	31	2,50
Pentecoste	360,000	2,220	01/07/2014	100	28/02/2017	3,40	31	2,50
Caxitoré	202,000	1,220	01/07/2014	100	28/02/2017	11,50	31	2,50
Frios	33,020	0,420	01/07/2014	100	31/15/2015	6,30	17	1,14
-	945,330	5,350	-	-	-	12,14	28,0	2,30

Fonte: elaborada pelo autor.

Para este cenário foi considerado o volume mais crítico, historicamente, atingido pelos reservatórios. A prioridade de atendimento foi o consumo humano (TABELA 29).

Tabela 29 – Simulação com volume crítico para abastecimento humano

Açude	Volume inicial (hm ³)	Vazão (m ³ /s)	Início		Final		Tempo	
			Data	Vol. (%)	Data	Vol. (%)	Meses	Anos
Sampaio	10,767	0,045	01/07/2014	3	30/10/2014	2,70	4	0
Tejuçuoca	1,141	0,015	01/07/2014	4	28/02/2014	3,60	3	0
Pentecoste	16,409	0,185	01/07/2014	5	31/10/2014	2,60	3	0
Caxitoré	12,970	0,185	01/07/2014	6	30/11/2014	3,70	4	0
Frios	3,379	0,090	01/07/2014	10	31/10/2014	4,80	3	0
-	44,666	0,520	-	-	-	3,50	3	0

Fonte: elaborada pelo autor.

Nesse cenário o volume crítico foi definido conforme o real, pois o sistema, de fato, apresentava-se em crise. Portanto o abastecimento humano estaria comprometido entre três ou quatro meses. Aplicou-se, também, o volume mínimo até o ponto do volume morto, mas, para aumentar o número de meses de abastecimento seria necessário que se captasse diretamente da bacia hidrográfica parte do volume morte.

5 CONCLUSÃO

A partir dos resultados encontrados neste trabalho percebeu-se a necessidade de uma maior precisão no cadastro dos usuários do vale do rio Curu, com redistribuição dos usos dos recursos hídricos disponíveis para que o valor destes fique próximo do real, já que o cadastrado atual diverge significativamente do outorgado.

Conforme o balanço hídrico definiu-se que as demandas cadastradas podem ser atendidas por, aproximadamente, dois anos e meio, enquanto as demandas outorgadas por cerca de um ano e seis meses, sendo que as simulações do Sagreh e Acquanet apresentam divergências.

De acordo com os históricos das vazões alocadas e liberadas concluiu-se que o sistema de alocação atual adota uma vazão acima da real a ser trabalhada anualmente, aumentando a segurança e diminuindo a disponibilidade.

Com relação ao possível crescimento dos irrigantes nos perímetros, essas áreas não teriam como ser atendidas, já que o aumento da demanda geraria o crescimento de outras, além de que a demanda outorgada já se encontra próximo ao limite outorgável, causando uma insegurança hídrica para os novos empreendimentos. Dessa forma, a aplicação de critérios mais rígidos na solicitação, no uso e na fiscalização da outorga, pode resultar em uma alternativa de crescimento para o vale.

Para tanto se recomenda a inclusão da outorga no sistema de alocação, já que o volume outorgado consta como o registro oficial da demanda que já esta comprometida em relação ao consumo dos recursos hídricos. Também é necessário um criterioso levantamento das demandas, afim de informações exatas para que a demanda outorgada se aproxime da cadastrada.

Aos futuros trabalhos, indica-se a inserção da demanda ambiental, como por exemplo, a vazão ecológica para possibilitar uma análise mais justa que o simples balanço hídrico da bacia.

REFERÊNCIAS

ANA. Política dos recursos hídricos. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/GestaoRecHidricos/politicaderecursoshidricos/CobrancaUso.a.sp>. Acesso em: 20 out. 2013a.

_____. Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos - CN. Disponível em: <http://cнарh.ana.gov.br/>. Acesso em: 20 ago. 2013b.

_____. Resolução nº. 317, de 26 de agosto de 2003. Institui o Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos – CNARH. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2003/317-2003.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2013.

_____. Resolução nº. 833, de 21 de novembro de 2011. Estabelece condições gerais para os atos de outorgas preventiva e de direito de uso de recursos hídricos. De domínio da União. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2011/833-2011.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2013.

_____. Resolução nº. 273, de 17 de abril de 2009. Não encontrei. Citado na página 36

_____. Resolução nº. 135, de 1 de julho de 2002. Institui procedimentos para a outorga de direito e de outorga preventiva de uso de recursos hídricos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 24 jul. 2002. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2002/135-2002.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2014.

_____. Atlas de obras prioritárias para a região semi-árida. Disponível em: <http://memoria.ebc.com.br/agenciabrasil/noticia/2005-10-05/agencia-nacional-de-aguas-lanca-atlas-de-obras-prioritarias-para-regiao-semi-arida>. Acesso: 22 ago.2013.

BRASIL. Lei nº. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 09 jan.1997. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=370>. Acesso em: 23 ago. 2013.

_____. Lei nº. 9.984, de 17 de julho de 2000a. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 jul. 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9984.htm. Acesso em: 23 ago. 2013.

_____. Instrução normativa MMA nº. 4, de 21 de junho de 2000b. Aprova procedimentos administrativos para a emissão de outorga de direito de uso de recursos hídricos, em corpos d'água de domínio da União. **Diário Oficial [da]**

República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 03 jul. 2000. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/cea/IN.MMA04-00.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2014.

_____. Resolução nº. 467, de 30 de junho de 2006. Dispõe sobre critérios técnicos a serem observados na análise dos pedidos de outorga em lagos, reservatórios e rios fronteirços e transfronteirços. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 22 nov. 2006. Disponível em: <http://www.carvaomineral.com.br/abcm/meioambiente/legislacoes/bd_carboniferas/agua/resolucao_ana_467-2006.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2013.

_____. Resolução nº. 16, de 08 de maio de 2001. O Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH estabelece critérios gerais para a outorga de direito de uso de recursos hídricos. Disponível em: file:///D:/Downloads/resolucao_16--%20(1).pdf. Acesso em: 23 ago. 2013.

_____. Lei nº. 14.844, de 28 de dezembro de 2010. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH. **Diário Oficial [do] Estado do Ceará**, Ceará, CE, 30 dez. 2010. Disponível em: <<http://portal.cogerh.com.br/categoria3/legislacao-estadual/leis/Lei-no-14844%20.pdf/view>>. Acesso em: 23 ago. 2013.

_____. Lei nº. 11.306, de 1 de abril de 1987. Dispõe sobre a extinção, transformação e criação de Secretarias de Estado e cria cargos de Subsecretário. Disponível em: <<http://portal.cogerh.com.br/legislacao/legislacao-estadual-old/leis-estaduais/lei-no-11-306-cria-srh/view?searchterm=None>>. Acesso em: 23 ago. 2013.

_____. Secretaria dos Recursos Hídricos. Plano Estadual de Recursos Hídricos (Planerh). Fortaleza: SRH, 2005. Disponível em: <<http://www.sohidra.ce.gov.br/sohidra/planerh/planerh>> Acesso em: 06 de junho de 2013.

_____. Lei nº. 11.996, de 24 de julho de 1992. Dispõe sobre a Política de Recursos Hídricos do Estado do Ceará, institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH. Disponível em: <<http://portal.cogerh.com.br/categoria3/legislacao-estadual/leis/lei-no-11-996-de-24-de-julho-de-1992/view>>. Acesso em: 23 ago. 2013.

_____. Portaria nº. 11.996, de 23 de outubro de 2001. Recomenda aos setores da SRH e às suas vinculadas (COGERH, SOHIDRA e FUNCEME) a adoção obrigatória da outorga. Disponível em: <<http://portal.cogerh.com.br/legislacao/legislacao-estadual-old/portarias/portaria-no-345-2001>>. Acesso em: 23 ago. 2013.

_____. Portaria nº. 174, de 14 de maio de 2004. Criação das câmaras técnicas de outorga, licença e de conflitos. Disponível em: <<http://portal.cogerh.com.br/legislacao/legislacao-estadual/portaria-no-174-2004>>. Acesso em: 23 ago. 2013.

_____. Lei nº. 12.217, de 18 de novembro de 1993. Cria a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará - COGERH. Disponível em:

<<http://portal.cogerh.com.br/categoria3/legislacao-estadual/leis/lei-no-12-217-de-18-de-novembro-de-1993/view>>. Acesso em: 23 ago. 2013.

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

_____. Decreto nº. 26.462, de 11 de dezembro de 2001. Regulamenta os arts.24, inciso V e 36 da Lei nº 11.996, de 24 de julho de 1992, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos - SIGERH, no tocante aos Comitês de Bacias Hidrográficas - CBHS. Disponível em: <<http://www.srh.ce.gov.br/index.php/component/content/article/13-legislacao/404-decreto-no-26462-11-de-dezembro-de-2001>>. Acesso em: 23 ago. 2013.

_____. Comitês de bacias hidrograficas. Disponível em: <<http://portal.cogerh.com.br/eixos-de-atuacao/gestao-participativa/comites-de-bacias/>>. Acesso em: 15 mar. 2014a.

COGERH. Eixos de atuação. Disponível em: <<http://portal.cogerh.com.br/eixos-de-atuacao>>. Acesso em: 15 mar. 2014b.

_____. Boletim informativo dos açudes. Disponível em: <<file:///D:/Downloads/11-%20Boletim%20Informativo%20dos%20Acudes.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2013.

_____. Banco de dados. Acesso em: 15 mar. 2013.

_____. Histórico de evolução dos açudes. Banco de dados. Acesso em: 10 fev. 2014.

EMBRAPA. Aspectos econômicos dos perímetros irrigados Curu-Paraipaba, Curu-Recuperação, Araras Norte, Baixo Acaraú. Relatório de Pesquisa. Fortaleza, 2003.

GARRIDO, R. J. S. A Importância da Cobrança pelo Uso da Água como Instrumento de Gestão. Seminário Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – Seção Ceará. Fortaleza. ABES, 1999.

GANOULIS, J.G. (1994). *Engineering Risk Analysis of Water Pollution*. VCH Publishers Inc., New York, NY.

GARJULLI, R. Instrumentos Institucionais para gestão de recursos hídricos no semiárido. In: *Água e desenvolvimento sustentável no semiárido*. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer. 2003.

GRANZIERA, Maria Luiza Machado. **Direito das águas**: disciplina jurídica das águas doces. São Paulo: Atlas, 2001.

KEMPER, K., 1997. *O Custo da Água Gratuita – Alocação e Uso dos Recursos Hídricos no Vale do Curu, Ceará, Nordeste Brasileiro*. Linköping, Suécia, Universidade de Linköping,, 1997.

IPLANCE. [http://www2.ipece.ce.gov.br/cartografia_1/Mapas%20Municipais/index,p.57 e 59](http://www2.ipece.ce.gov.br/cartografia_1/Mapas%20Municipais/index,p.57%20e%2059)

LIMA, Glauênia Peixoto. Produção do território no perímetro irrigado Curu-Pentecoste/ Dissertação de Mestrado. Fortaleza, 2005.

MOLINAS, P. A. A gestão dos recursos hídricos no semiárido nordestino. A experiência cearense. Fortaleza, 1996.

Plano estadual de recursos hídricos - PLANERH. Disponível em:
<<http://www.sohidra.ce.gov.br/sohidra/planerh/planerh>> Acesso em: 06 de junho de 2013.

STUDART, T. M de C. e Costa, A. M.,. Alocação e realocação do direito do uso da água: uma proposta de modelo de mercado limitado no espaço. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH, Revista nº 2, 2001.

TEIXEIRA, Francisco José Coelho. Modelos de gerenciamento de recursos hídricos: análises e proposta de aperfeiçoamento do sistema do Ceará. 1. ed. Brasília, DF: Banco Mundial e Ministério da Integração Nacional, 2003.

APÊNDICE A – CLASSIFICAÇÃO DOS USUÁRIOS POR CULTURA E MÉTODO DE IRRIGAÇÃO

Tabela 30 – Demanda do município de General Sampaio no trecho 1

Cultura	Nº usuários	Método	Área (ha)
Abóbora	4	microaspersão	2,5
Banana	3	microaspersão	4,25
Batata doce	2	microaspersão	1,75
Cana de açúcar	1	inundação	0,25
Capim	24	aspersão	36,5
		inundação	6,25
Coco	1	inundação	0,25
Feijão	3	aspersão	3,0
Mamão	7	micro	11,0
Maracuja	2	micro	4,5
Milho	2	aspersão	1,0
Palma	1	microaspersão	1,5
Total	50	-	72,75

Fonte: elaborada pelo autor.

Nota: abrange as comunidades: Poço Novo, Morada Nova, Bom Jesus, Cajazeiras, São José e Balneário.

Tabela 31 – Demanda do município de Apuiaries no trecho 1

Cultura	Nº usuários	Método	Área (ha)
Abóbora	1	microaspersão	0,5
Acerola	1	gotejamento	1,0
Banana	18	inundação	13,13
Caju	1	microaspersão	0,5
Coco	63	microaspersão	113,45
		inundação	10,9
Capim	73	aspersão	83,35
		inundação	16,9
Citros	1	aspersão	0,5
Feijão	10	microaspersão	8,45
Graviola	1	aspersão	0,5
Mamão	4	microaspersão	8,5
Milho	6	microaspersão	8,6
Pimentão	1	microaspersão	0,3
Total	298	-	266,58

Fonte: elaborada pelo autor.

Nota: abrange as comunidades: Boa Vista, Vila Velha, Ilha Fazenda Nova, Boa Vista, São Gerardo, São Cristóvão, Serrote e Jaburu.

Tabela 32 – Demanda do município de Pentecoste no trecho 1

Cultura	Nº usuários	Método	Área (ha)
Banana	4	inundação	6,0
Capim	5	inundação	9,375
Cana de açúcar	1	inundação	2,0
Coco	13	inundação	39,3
Mamão	3	microaspersão	3,5
Total	18	-	60,17

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 33 – Demanda do município de Paracuru no trecho 2

Cultura	Nº usuários	Método	Área (ha)
Caju + Pomar	1	microaspersão	33,5
Cana de Açúcar	9	inundação	60,8
Coco	3	microaspersão	73,7
Total	15	-	168

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 34 – Demanda do município de Paraipaba no trecho 2

Cultura	Nº usuários	Método	Área (ha)
Abacate	1	microaspersão	1,6
Cana de açúcar	4	inundação	32
		pivô	1000
Capim	2	aspersão	82
Coco	2	microaspersão	20,5
Mamão	1	microaspersão	0,84
Total	10	-	1136,94

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 35 – Demanda do município de Pentecoste no trecho 2

Cultura	Nº usuários	Método	Área (ha)
Capim	5	aspersão	5,5
		inundação	4,5
Coco	14	inundação	17,15
		microaspersão	31,46
Gramma	5	autopropelino	57,5
		pivô	53,0
Gramma	5	aspersão	4,0
Total	29	-	173,11

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 36 – Demanda do município de São Gonçalo do Amarante no trecho 2

Cultura	Nº usuários	Método	Área (há)
Cana de açúcar	46	aspersão	436,35
Capim	3	inundação	2,5
		aspersão	9,0
Coco	5	inundação	4,0
		aspersão	2,5
Milho/Sorgo	2	pivô	140
Palmeira	1	microaspersão	12,0
Pomar	1	inundação	1,5
Total	58	-	607,85

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 37 – Demanda do município de Umirim no trecho 2

Cultura	Nº usuários	Método	Área (ha)
Banana	1	inundação	3,0
Cana de açúcar	2	inundação	7,0
Capim	6	inundação	11,7
Coco	9	microaspersão	29
Milho	2	aspersão	0,7
Total	20	-	51,4

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 38 – Demanda do município de São Luís do Curu no trecho 2

Cultura	Nº usuários	Método	Área (ha)
Banana	3	aspersão	2,5
		inundação	1,0
Cana de açúcar	19	aspersão	4,5
		inundação	85,02
Capim	14	Inundação	13,0
Coco	44	microaspersão	125,3
		inundação	120,77
Feijão	3	Sulco	3,1
Maracujá	1	Sulco	0,2
Milho	3	inundação	1,5
Pastagens/Capim	3	aspersão	20,2
Total	90	-	377,09

Fonte: elaborada pelo autor.

APÊNDICE B – CÁLCULO DO VOLUME DA DEMANDA DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO UTILIZANDO O PROGRAMA SOL

Figura 25 – Cálculo do consumo realizado pelo SOL – Apuiaries, trecho 1

CÁLCULO IRRIGAÇÃO															
Nome do Requerente:															
Município: APUIARES										Área Total (ha): 266,58					
Horas Trabalhadas por dia: 12										Dias Trabalhados por Semana: 7					
Cultura	Método	Área	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total
ABÓBORA	MINIASPERSÃO	0,50	628,28	752,85	527,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.908,51
ACEROLA	LOCALIZADA	1,00	999,87	829,37	716,87	659,89	653,80	690,75	760,71	650,28	943,43	1021,37	1062,51	1042,48	10.230,71
BANANA	SUPERFÍCIE	13,13	30997,24	30532,57	29180,81	12782,07	15196,83	18737,39	25057,13	32949,86	40215,34	43537,72	37056,72	38358,11	352.581,41
CAJU	MINIASPERSÃO	0,50	729,07	804,75	522,57	481,02	476,58	503,67	554,89	619,99	687,91	744,75	774,75	760,14	7.459,89
COCO	MINIASPERSÃO	113,45	177241,88	147018,89	127040,07	118940,42	108138,38	114282,87	116868,62	130828,04	158087,89	168983,05	175790,20	172478,12	1.711.494,44
COCO	SUPERFÍCIE	10,90	24124,37	20010,72	17291,41	15918,75	14718,43	15555,03	16906,97	17779,77	21245,11	23000,26	23928,78	23475,71	232.951,31
CAPIM	ASPERSÃO	83,35	192836,80	159954,59	138217,91	127229,82	126054,58	133219,55	146713,27	163986,43	181951,86	196983,55	204918,84	201055,42	1.973.122,01
CAPIM	SUPERFÍCIE	16,90	48874,35	40540,38	35031,23	32246,26	31948,45	33764,40	37184,38	41562,25	46115,52	49925,34	51938,49	50957,36	500.086,41
CITRUS	ASPERSÃO	0,50	826,28	885,38	592,24	545,16	540,13	570,83	628,85	702,86	779,84	844,05	878,05	861,49	8.454,55
FEUÃO	MINIASPERSÃO	8,45	13046,16	13237,88	6545,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32.829,38
GRAVIOLA	ASPERSÃO	0,50	885,30	734,34	834,55	584,10	578,71	611,80	673,55	752,85	835,33	904,34	940,76	923,03	9.058,44
MAMÃO	LOCALIZADA	8,50	7438,50	6188,44	5330,20	4906,45	4881,13	5137,44	5557,81	6323,93	7016,73	7596,42	7902,42	7753,44	78.090,92
MILHO	LOCALIZADA	8,80	7528,81	8100,58	8089,38	3900,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27.818,97
PIMENTÃO	LOCALIZADA	0,30	301,77	295,46	229,30	65,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	892,51

Volumes(m³)
Vazão(l/s) 24 horas e 7 dias
Vazão(l/s)12 horas e 7 dias

Sexta-Feira, 23 de Agosto de 2013

SOL - SISTEMA DE OUTORGAS E LICENÇAS

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 26 – Cálculo do consumo realizado pelo SOL – General Sampaio, trecho 1

CÁLCULO IRRIGAÇÃO															
Nome do Requerente:															
Município: GENERAL SAMPAIO										Área Total (ha): 72,75					
Horas Trabalhadas por dia: 12										Dias Trabalhados por Semana: 7					
Cultura	Método	Área	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total
ABÓBORA	MINIASPERSÃO	2,50	3139,36	3781,84	2835,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9.536,42
BANANA	MINIASPERSÃO	4,25	7077,83	8971,73	8858,48	2918,83	3470,01	4278,45	5721,48	7523,84	9182,87	9941,29	8481,44	8301,92	80.507,55
BATATA DOCE	MINIASPERSÃO	1,75	2753,40	2840,49	2448,91	580,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8.601,84
CANA DE AÇÚCAR	SUPERFÍCIE	0,25	878,29	582,83	488,17	447,52	443,39	488,59	518,08	578,81	840,00	892,88	720,79	707,20	8.940,34
CAPIM	ASPERSÃO	38,50	84391,34	70001,07	80488,42	55879,81	55185,37	58300,99	84208,28	71785,52	79827,88	88208,08	89878,72	87988,08	883.499,11
CAPIM	SUPERFÍCIE	8,25	18083,21	14983,11	12947,01	11917,73	11807,88	12478,81	13742,78	15380,77	17043,59	18451,84	19194,93	18833,08	184.824,29
COCO	SUPERFÍCIE	0,25	552,98	458,87	398,34	384,83	337,38	358,54	384,80	407,53	488,98	527,19	548,43	538,09	5.339,48
FEUÃO	ASPERSÃO	3,00	5245,97	5322,98	2832,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13.200,98
MAMÃO	MINIASPERSÃO	11,00	18029,21	13295,93	11489,11	10575,73	10478,08	11073,83	12195,27	13831,07	15124,40	18373,90	17033,49	18712,38	184.012,15
MARACUJÁ	MINIASPERSÃO	4,50	8557,40	5439,24	4700,09	4328,43	4288,48	4530,12	4988,97	5578,35	8187,25	8898,41	8988,24	8838,88	87.095,88
MILHO	ASPERSÃO	1,00	1852,51	1778,05	1775,59	858,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8.082,28
PALMA	MINIASPERSÃO	1,50	824,51	518,02	447,83	412,04	408,24	431,44	475,14	531,08	589,28	837,94	883,84	851,13	8.390,08
Volumes(m³)			148785,99	125933,78	107102,98	88059,48	88398,58	91918,58	102210,58	115372,78	128881,80	139529,34	143289,88	140588,70	1.418.010,20
Vazão(l/s) 24 horas e 7 dias			54,80	47,02	39,99	32,88	32,28	34,32	38,18	43,08	48,12	52,09	53,49	52,48	
Vazão(l/s)12 horas e 7 dias			109,59	94,04	79,98	65,76	64,51	68,64	76,32	86,15	96,24	104,19	106,98	104,96	
Estimativa do Valor Mensal da Tarifa (R\$)			298,25	249,38	207,01	184,18	180,42	172,85	198,00	225,82	258,01	279,97	288,39	282,31	2.778,38

Sexta-Feira, 23 de Agosto de 2013

SOL - SISTEMA DE OUTORGAS E LICENÇAS

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 27 – Cálculo do consumo realizado pelo SOL – Pentecoste, trecho 1

CÁLCULO IRRIGAÇÃO															
Nome do Requerente:															
Município: PENTECOSTE										Área Total (ha): 60,18					
Horas Trabalhadas por dia: 12										Dias Trabalhados por Semana: 7					
Cultura	Método	Área	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total
BANANA	SUPERFÍCIE	6,00	14219,42	14006,26	13376,90	5863,54	6971,27	6695,44	11494,50	15115,06	16448,06	19972,14	16999,10	16676,62	161.740,30
CAPIM	SUPERFÍCIE	9,38	27216,85	22575,88	19507,98	17957,10	17791,26	18802,52	20707,01	23144,93	26680,53	27802,12	26922,08	28376,82	278.465,08
CANA DE AÇÚCAR	SUPERFÍCIE	2,00	5450,78	4521,32	3906,90	3596,31	3583,09	3765,62	4147,04	4635,28	5143,09	5567,99	5792,29	5683,09	55.772,80
COCO	SUPERFÍCIE	39,30	67316,11	72427,11	62584,79	57609,31	53272,11	53300,10	57573,94	64352,36	76894,85	83247,50	86600,96	84966,32	843.147,45
MAMÃO	LOCALIZADA	3,50	3073,90	2549,75	2203,25	2028,10	2009,37	2123,58	2338,67	2614,02	2900,39	3140,00	3266,49	3204,91	31.452,43
Volumes(m³)			137277,06	116080,32	101579,83	67054,36	66607,09	66587,25	96261,16	109861,65	129066,92	139729,75	141580,91	138911,76	1.370.598,06
Vazão(l/s) 24 horas e 7 dias			51,25	43,34	37,93	32,50	31,22	33,45	35,94	41,02	48,19	52,17	52,86	51,86	
Vazão(l/s) 12 horas e 7 dias			102,51	86,68	75,85	65,00	62,43	66,90	71,88	82,04	96,38	104,34	105,72	103,73	
Estimativa do Valor Mensal da Tarifa (R\$)			274,90	227,21	194,56	161,90	154,15	167,80	182,62	213,22	256,43	280,42	284,59	278,58	2.676,21

Figura 28 – Cálculo do consumo realizado pelo SOL – Paraipaba, trecho 2

CÁLCULO IRRIGAÇÃO															
Nome do Requerente:															
Município: PARAIPABA										Área Total (ha): 1136,94					
Horas Trabalhadas por dia: 12										Dias Trabalhados por Semana: 7					
Cultura	Método	Área	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total
ABACATE	MINIASPERSÃO	1,80	2893,32	2234,06	1930,47	1776,99	1760,58	1860,85	2049,12	2290,37	2541,29	2751,23	2862,06	2808,11	27.558,25
CANA DE AÇÚCAR	SUPERFÍCIE	32,00	87757,28	72793,06	62901,00	57900,39	57365,84	60626,32	66767,12	74827,89	82803,61	89644,41	93255,55	91497,46	897.939,71
CANA DE AÇÚCAR	ASPERSÃO PIVOT	1.000,00	2193932,02	1819826,39	1572524,99	1447509,74	1434141,06	1515857,96	1669177,96	1865697,15	2070090,16	2241110,14	2331388,81	2287436,44	22.448.492,82
CAPIM	ASPERSÃO	82,00	191635,19	158957,88	137356,84	126436,83	125269,10	132389,43	145799,07	162984,59	180817,87	195756,10	203641,74	199802,60	1.960.827,05
COCO	LOCALIZADA	20,50	19410,83	16100,93	13912,92	12806,85	11842,67	12515,81	12798,99	14305,87	17094,13	18506,35	19251,85	18888,90	187.436,08
MAMÃO	LOCALIZADA	0,84	742,35	615,76	532,08	489,78	485,26	512,84	564,79	631,28	700,44	758,31	788,86	773,98	7.595,74
Volumes(m³)			2496170,98	2070528,07	1789158,11	1646920,58	1630864,32	1723563,01	1897157,04	2120517,15	2354047,49	2548526,54	2651188,88	2601207,49	25.529.849,86
Vazão(l/s) 24 horas e 7 dias			931,96	773,05	668,00	614,89	608,89	643,50	708,32	791,71	878,90	951,51	989,84	971,18	
Vazão(l/s)12 horas e 7 dias			1863,93	1546,09	1335,99	1229,78	1217,79	1287,01	1416,63	1583,42	1757,80	1903,02	1979,68	1942,36	
Estimativa do Valor Mensal da Tarifa (R\$)			5582,41	4624,72	3991,64	3671,60	3635,47	3644,05	4234,63	4737,19	5282,64	5700,21	5931,20	5818,75	57.034,52

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 29 – Cálculo do consumo realizado pelo SOL – Paracuru, trecho 2

CÁLCULO IRRIGAÇÃO															
Nome do Requerente:															
Município: PARACURU										Área Total (ha): 168,00					
Horas Trabalhadas por dia: 12										Dias Trabalhados por Semana: 7					
Cultura	Método	Área	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total
CAJÚ	MINIASPERSÃO	33,50	49292,33	40887,09	35330,82	32522,03	32221,87	34053,16	37502,38	41917,89	46509,91	50352,31	52380,65	51393,15	504.363,20
CANA DE AÇÚCAR	SUPERFÍCIE	80,80	166589,55	138168,39	119390,58	109899,05	108884,06	115073,06	126728,73	141849,03	157187,12	170151,45	177005,88	173868,87	1.704.353,32
COCO	SUPERFÍCIE	73,70	184801,18	136533,86	117979,72	108800,36	100424,21	108132,35	108533,88	121311,80	144955,88	158931,37	183253,04	180175,32	1.589.432,58
Volumes(m³)			380463,06	315587,14	272701,10	251021,45	241529,95	255258,56	272784,79	304878,51	348832,90	377435,13	392839,35	385237,14	3.798.149,08
Vazão(l/s) 24 horas e 7 dias			142,05	117,83	101,81	93,72	90,18	95,30	101,84	113,83	130,16	140,92	146,59	143,83	
Vazão(l/s)12 horas e 7 dias			284,10	235,65	203,63	187,44	180,35	190,61	203,68	227,66	260,33	281,84	293,19	287,66	
Estimativa do Valor Mensal da Tarifa (R\$)			822,07	676,10	579,81	530,83	509,47	540,36	579,75	652,01	750,45	815,26	849,47	832,81	8.138,20

Figura 30 – Cálculo do consumo realizado pelo SOL – São Gonçalo do Amarante, trecho 2

CÁLCULO IRRIGAÇÃO															
Nome do Requerente:															
Município: SÃO GONÇALO DO AMARANTE										Área Total (ha): 607,85					
Horas Trabalhadas por dia: 12										Dias Trabalhados por Semana: 7					
Cultura	Método	Área	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total
CANA DE AÇÚCAR	ASPERSÃO	436,35	651564,58	789305,37	682044,42	627822,09	622023,76	657379,73	723965,29	809200,70	897851,19	972026,94	1011183,12	992119,84	9.736.487,02
CAPIM	SUPERFÍCIE	2,50	7259,25	6021,41	5203,15	4789,50	4745,26	5014,98	5522,95	6173,19	6849,48	7415,35	7714,06	7568,63	74.277,21
CAPIM	ASPERSÃO	9,00	20906,83	17341,87	14985,06	13793,75	13666,36	14443,16	15906,09	17778,78	19726,50	21356,20	22216,50	21797,66	213.918,36
COCO	SUPERFÍCIE	4,00	8888,87	7373,16	6371,20	5864,69	5423,16	5731,41	5861,09	6551,14	7827,98	8474,68	8816,07	8649,87	85.833,31
COCO	ASPERSÃO	2,50	4444,44	3686,58	3185,60	2932,34	2711,58	2865,71	2930,54	3275,57	3913,99	4237,34	4408,04	4324,93	42.916,66
MILHOFEIJÃO	ASPERSÃO PIVOT	140,00	252055,46	292665,20	198808,37	47438,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	798.967,86
PALMEIRA	LOCALIZADA	12,00	11294,10	9888,25	8095,17	7451,61	6890,60	7282,26	7447,03	8323,80	9946,14	10767,83	11201,60	10990,42	109.058,80
FRUTEIRAS	SUPERFÍCIE	1,50	3111,11	2580,61	2229,92	2052,64	2033,68	2149,28	2366,98	2645,65	2935,49	3178,01	3306,03	3243,70	31.833,09
Volumen(m³)			1289524,43	1128342,25	918922,88	712145,45	657494,40	694866,52	763999,97	853948,83	949050,77	1027456,36	1068645,40	1048695,06	11.093.292,31
Vazão(l/s) 24 horas e 7 dias			473,99	421,27	343,09	255,88	245,48	259,43	285,24	318,83	354,33	383,61	399,06	391,54	
Vazão(l/s)12 horas e 7 dias			947,97	842,55	686,17	511,77	490,96	518,87	570,49	637,66	708,67	767,22	798,12	783,08	
Estimativa do Valor Mensal da Tarifa (R\$)			2822,46	2504,80	2033,61	1568,36	1445,39	1529,48	1685,03	1887,41	2101,39	2277,81	2370,93	2325,59	24.552,27

Figura 31 – Cálculo do consumo realizado pelo SOL – São Luís do Curu, trecho 2

CÁLCULO IRRIGAÇÃO															
Nome do Requerente:															
Município: SAO LUIS DO CURU										Area Total (ha): 377,09					
Horas Trabalhadas por dia: 12										Dias Trabalhados por Semana: 7					
Cultura	Método	Área	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total
BANANA	ASPERSÃO	2,50	4746,93	4675,77	4465,67	1957,45	2327,25	2669,45	3637,26	5045,92	6158,59	6667,38	5574,88	5567,89	53.994,44
BANANA	SUPERFÍCIE	1,00	2373,46	2337,88	2232,83	978,73	1163,62	1434,73	1918,63	2522,96	3079,30	3333,69	2837,44	2783,95	26.997,22
CANA DE AÇÚCAR	ASPERSÃO	4,50	9826,14	8150,80	7042,99	6483,08	6423,20	6788,30	7475,88	8356,05	9271,48	10037,44	10441,78	10244,93	100.541,87
CANA DE AÇÚCAR	SUPERFÍCIE	85,02	232060,86	192490,06	168332,04	153108,89	151694,64	160316,99	176555,40	197341,99	218961,43	237050,87	248600,00	241950,98	2.374.463,76
CAPIM	SUPERFÍCIE	13,00	37797,41	31352,26	27091,71	24937,93	24707,61	26112,00	28756,86	32142,53	36663,64	38610,20	40165,54	39408,32	386.746,19
COCO	LOCALIZADA	125,30	118083,31	97947,94	84637,51	77908,86	72043,36	76138,33	77861,02	87027,92	103989,95	112581,06	117116,16	114908,23	1.140.243,84
COCO	SUPERFÍCIE	120,77	268728,00	222904,95	192613,78	177301,03	163952,64	173271,74	177192,16	198053,72	238655,06	256206,26	266527,02	261502,33	2.594.908,67
FEIJÃO	SUPERFÍCIE	3,10	5842,96	5928,73	2931,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14.703,24
MARACUJÁ	SUPERFÍCIE	0,20	356,02	295,31	255,18	284,89	232,72	245,95	270,87	302,76	335,92	363,68	378,33	371,19	3.642,82
MILHO	SUPERFÍCIE	1,50	3117,09	3353,90	3349,25	1614,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11.435,13
CAPIM	ASPERSÃO	20,20	46985,09	38973,27	33677,08	30999,76	30713,46	32459,22	35746,99	39955,63	44332,90	47995,45	49928,85	48987,57	480.755,27
Volumes(m³)			729917,06	608410,88	524629,57	475525,31	453258,51	479636,70	509615,06	570749,47	658448,47	712846,02	739689,99	725725,40	7.188.432,24
Vazão(l/s) 24 horas e 7 dias			272,52	227,15	195,87	177,54	169,23	179,08	190,27	213,09	245,84	266,15	276,16	270,95	
Vazão(l/s)12 horas e 7 dias			545,04	454,31	391,75	355,08	338,45	358,15	380,54	426,19	491,67	532,29	552,32	541,91	
Estimativa do Valor Mensal da Tarifa (R\$)			1808,34	1334,95	1146,45	1035,96	985,86	1045,21	1112,66	1250,22	1447,54	1569,93	1630,29	1598,91	15.766,33

Sexta-Feira, 23 de Agosto de 2013

SOL - SISTEMA DE OUTORGAS E LICENÇAS

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 32 – Cálculo do consumo realizado pelo SOL – Umirim, trecho 2

CÁLCULO IRRIGAÇÃO															
Nome do Requerente:															
Município: UMIRIM										Área Total (ha): 51,40					
Horas Trabalhadas por dia: 12										Dias Trabalhados por Semana: 7					
Cultura	Método	Área	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total
BANANA	SUPERFÍCIE	3,00	7112,84	7006,02	6891,21	2932,98	3487,07	4299,49	5749,82	7560,84	9227,83	9990,18	8503,05	8342,75	80.903,48
CANA DE AÇÚCAR	SUPERFÍCIE	7,00	19085,58	15831,14	13879,80	12592,26	12475,98	13185,10	14520,81	18230,18	18008,25	19495,99	20281,35	19899,00	195.285,20
CAPIM	SUPERFÍCIE	11,70	33980,83	28186,31	24355,99	22419,89	22212,83	23475,21	25852,99	28898,77	32082,51	34711,34	38109,82	35428,87	347.892,58
COCO	LOCALIZADA	29,00	27299,98	22844,83	19587,58	18011,94	18855,89	17802,81	18000,88	20120,20	24041,70	28027,90	27076,38	28585,92	283.815,79
MILHO	ASPERSÃO	0,70	1182,44	1250,78	1249,03	802,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4.284,47
Volumes(m³)			88641,26	74919,05	65543,58	58559,12	54831,55	58582,40	64124,10	72807,80	83340,28	90225,41	91970,40	90238,53	891.781,47
Vazão(l/s) 24 horas e 7 dias			33,09	27,97	24,47	21,12	20,47	21,88	23,94	27,18	31,12	33,89	34,34	33,89	
Vazão(l/s)12 horas e 7 dias			66,19	55,94	48,94	42,23	40,94	43,73	47,88	54,37	62,23	67,37	68,68	67,38	
Estimativa do Valor Mensal da Tarifa (R\$)			185,47	134,80	113,50	93,29	89,40	97,80	110,31	129,85	153,55	169,04	172,98	169,06	1.598,82

Tabela 39 – Resumo da estimativa da vazão da demanda no trecho 1

Município	Volume anual (m³/ano)	Vazão (m³/s)	Vazão (L/s)
Apuiaries	4.944.779,47	0,157	156,8
Pentecoste	1.370.598,06	0,043	43,5
General Sampaio	1.416.010,20	0,045	44,9
TOTAL	7.731.387,73	0,25	245,16

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 40 – Resumo da estimativa da vazão da demanda no trecho 2

Município	Volume anual (m³/ano)	Vazão (m³/s)	Vazão (L/s)
Umirim	891.761,47	0,028	28,3
São Luís do Curu	7.188.423,24	0,228	227,9
São Gonçalo	11.093.292,31	0,352	351,8
Pentecoste	3.583.628,11	0,114	113,6
Paraipaba	25.529.849,66	0,810	809,5
Paracuru	3.798.149,08	0,120	120,4
TOTAL	52.085.112,87	1,65	1.651,61

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 41 – Resumo dos métodos de Irrigação nos trechos 1 e 2

Método de Irrigação	Área (Trecho 1)	%	Área (Trecho 2)	%	Total da área Irrigada	%
Superfície	93,95	21,82	971,43	35,21	1.065,38	33,4
Aspersão	149,25	34,67	185,98	6,74	335,23	10,5
Microaspersão	183,3	42,58	351,06	12,72	534,36	16,8
Gotejamento	4	0,93			4	0,1
Pivô/Autopropelido			1.250,50	45,32	1.250,50	39,2
TOTAL	430,50	-	2.758,97	-	3.189,47	-

Fonte: elaborada pelo autor.

APÊNDICE C – SISTEMATIZAÇÃO DOS DADOS DO CADASTRO

Tabela 42 – Enumeração das ofertas

Açude	Q90 ¹ (l/s)	90% da Q90 (l/s) ²	Volume mais crítico				VA ³ (l/s)	VL ⁴ (l/s)
			Cota	Vol. (m ³)	Vol. (%)	Data		
General Sampaio	3.150	2.835	103,11	10.767.121	3,30	01/01/1994	1.800	1.370
Tejuçuoca	390	351	103,33	1.141.701	4,10	01/02/2014	150	120
Pentecoste	4.250	3.825	45,32	16.409.800	4,60	01/02/2014	3.100	2.220
Caxitoré	2.320	2.088	56,99	12.970.005	6,40	01/02/1994	1.800	1.220
Frios	640	576	41,15	3.379.002	10,20	01/02/2014	350	420
-	10.750	9.675	-	-	28,60	-	7.200	5.350

Fonte: elaborada pelo autor.

Nota: ¹Conforme Planerh (2005) usada pela Cogeh; ²vazão outorgável; ³vazão alocada - média de 15 anos; ⁴vazão liberada - média de 15 anos.

APÊNDICE D – SISTEMATIZAÇÃO DOS DADOS DE ALOCAÇÃO E OUTORGAS

Tabela 43 – Levantamento das outorgas e vazões conforme cadastro Cogeh/2013 no trecho 1

Município	Nº. de outorgas					Vazão (l/s)
	ABA	IRR	IND	AQU	TOTAL	
Apuiaries	0	480	0	29	509	615
General Sampaio	13	93	0	0	106	
TOTAL	13	573	0	29	615	

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 44 – Levantamento das outorgas e vazões conforme cadastro Cogeh/2013 no trecho 2

Município	Nº. de outorgas					Vazão (l/s)
	ABA	IRR	IND	AQU	TOTAL	
Paraipaba	7	5.172	2	249	5.430	7.670
Umirim	38	35	0	0	73	
São Luís do Curu	42	359	0	91	492	
Pentecoste	77	286	0	0	363	
São Gonçalo	12	892	0	1	904	
Paracuru	5	400	0	3	408	
TOTAL	180	7.143	3	344	7.670	

Fonte: elaborada pelo autor.

APÊNDICE E – SIMULAÇÕES DE Esvaziamento Usando o SAGREH

Figura 33 – Simulação de esvaziamento do açude General Sampaio com vazão alocada

SIMULAÇÃO DE Esvaziamento

Açude: General Sampaio			
Cota sangria (m) -	124,5	Cap. máxima (m³) -	322.200.000
Cota inicial (m) -	124,5	Volume inicial (m³) -	322.200.000
Cota t. d'água (m) -	102,07	Volume morto (m³) -	8.487.439
Início da Simulação : 01/07/2014			
Fim da Simulação: 31/12/2020			
Intervalo Max. (dias): 31			

Data	Cota	Volume	Volume	Evapor.	Cota Intern.	Vol. Intern. 1	Liberação		Aporte		Vol. Intern. 2	Cota Final
	(m)	(m³)	(%)	Parcial (mm)	(m)	(m³)	(m³/s)	(m³)	(m³/s)	(m³)	(m³)	(m)
01/07/2014	124,50	322.200.000	100,0%	145,20	124,35	317.957.184	1,80	4.821.120	0,0	0	313.136.064	124,19
31/07/2014	124,19	313.141.856	97,2%	180,90	124,01	307.855.968	1,8	4.821.120	0,0	0	303.034.848	123,84
31/08/2014	123,84	302.914.688	94,0%	208,90	123,63	296.810.848	1,8	4.665.600	0,0	0	292.145.248	123,47
30/09/2014	123,47	292.103.424	90,7%	235,90	123,23	285.210.400	1,8	4.821.120	0,0	0	280.389.280	123,07
31/10/2014	123,07	280.415.392	87,0%	225,90	122,84	273.814.624	1,8	4.665.600	0,0	0	269.149.024	122,68
30/11/2014	122,68	269.019.616	83,5%	206,00	122,47	263.000.256	1,8	4.821.120	0,0	0	258.179.136	122,31
31/12/2014	122,31	258.208.128	80,1%	165,60	122,14	253.369.408	1,8	4.821.120	0,0	0	248.548.288	121,98
31/01/2015	121,98	248.565.696	77,1%	124,90	121,86	244.916.096	1,8	4.354.560	0,0	0	240.561.536	121,71
28/02/2015	121,71	240.676.176	74,7%	88,20	121,62	238.099.088	1,8	4.821.120	0,0	0	233.277.968	121,46
31/03/2015	121,46	233.371.168	72,4%	88,20	121,37	230.794.096	1,8	4.665.600	0,0	0	226.128.496	121,21
30/04/2015	121,21	226.066.176	70,2%	83,90	121,13	223.614.608	1,8	4.821.120	0,0	0	218.793.488	120,96
31/05/2015	120,96	218.761.168	67,9%	104,70	120,86	215.701.888	1,8	4.665.600	0,0	0	211.036.288	120,70
30/06/2015	120,70	211.163.904	65,5%	145,20	120,55	206.921.312	1,8	4.821.120	0,0	0	202.100.192	120,39
31/07/2015	120,39	202.105.776	62,7%	180,90	120,21	196.819.872	1,8	4.821.120	0,0	0	191.998.752	120,04
31/08/2015	120,04	191.878.832	59,6%	208,90	119,83	187.532.656	1,8	4.665.600	0,0	0	182.867.056	119,58
30/09/2015	119,58	182.808.992	56,7%	235,90	119,34	178.371.232	1,8	4.821.120	0,0	0	173.550.112	119,09
31/10/2015	119,09	173.591.008	53,9%	225,90	118,86	169.341.408	1,8	4.665.600	0,0	0	164.675.808	118,82
30/11/2015	118,82	164.749.488	51,1%	206,00	118,41	160.874.192	1,8	4.821.120	0,0	0	156.053.072	118,16
31/12/2015	118,16	156.095.984	48,4%	165,60	117,99	152.980.656	1,8	4.821.120	0,0	0	148.159.536	117,74
31/01/2016	117,74	148.194.832	46,0%	129,36	117,61	145.760.672	1,8	4.510.080	0,0	0	141.250.592	117,37
29/02/2016	117,37	141.234.496	43,8%	88,20	117,28	139.575.216	1,8	4.821.120	0,0	0	134.754.096	117,03
31/03/2016	117,03	134.838.336	41,8%	88,20	116,94	133.179.200	1,8	4.665.600	0,0	0	128.513.600	116,69
30/04/2016	116,69	128.442.328	39,9%	83,90	116,61	126.863.992	1,8	4.821.120	0,0	0	122.042.872	116,35
31/05/2016	116,35	122.046.168	37,9%	104,70	116,25	120.076.592	1,8	4.665.600	0,0	0	115.410.992	116,00
30/06/2016	116,00	115.462.000	35,8%	145,20	115,85	112.730.448	1,8	4.821.120	0,0	0	107.909.328	115,60
31/07/2016	115,60	107.937.168	33,5%	180,90	115,42	104.534.072	1,8	4.821.120	0,0	0	99.712.952	115,16
31/08/2016	115,16	99.659.992	30,9%	208,90	114,95	96.117.712	1,8	4.665.600	0,0	0	91.452.112	114,52
30/09/2016	114,52	91.424.680	28,4%	235,90	114,28	88.856.752	1,8	4.821.120	0,0	0	84.035.632	113,84
31/10/2016	113,84	84.022.200	26,1%	225,90	113,61	81.563.064	1,8	4.665.600	0,0	0	76.897.464	113,19
30/11/2016	113,19	76.946.368	23,9%	206,00	112,98	74.703.840	1,8	4.821.120	0,0	0	69.882.720	112,54
31/12/2016	112,54	69.870.448	21,7%	165,60	112,37	68.067.688	1,8	4.821.120	0,0	0	63.246.568	111,93
31/01/2017	111,93	63.229.984	19,6%	124,90	111,81	61.870.312	1,8	4.354.560	0,0	0	57.515.752	111,41
28/02/2017	111,41	57.569.300	17,9%									

Sempre a data inicial corresponde às 00:00, enquanto que as demais datas correspondem à 24h hora.

RESUMO DO VOLUME CONSUMIDO NO PERÍODO CONSIDERADO

Volume evaporado estimado (m³):	113.154.220	42,8%
Volume liberado (m³):	151.476.480	57,2%
Volume aporte (m³):	0	
Volume Reduzido Estimado Total (m³):	264.630.700	

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 34 – Simulação de esvaziamento do açude General Sampaio com vazão outorgável

SIMULAÇÃO DE ESVAZIAMENTO

Açude: General Sampaio

Cota sangria (m) -	124,5	Cap. máxima (m³) -	322.200.000
Cota inicial (m) -	124,5	Volume inicial (m³) -	322.200.000
Cota t. d'água (m) -	102,07	Volume morto (m³) -	8.487.439

Início da Simulação :	01/07/2014
Fim da Simulação:	31/12/2020
Intervalo Max. (dias):	31

Data	Cota (m)	Volume (m³)	Volume (%)	Evapor. Parcial (mm)	Cota Intern. 1 (m)	Vol. Intern. 1 (m³)	Liberação (m³/s)		Aporte (m³/s)		Vol. Intern. 2 (m³)	Cota Final (m)
01/07/2014	124,50	322.200.000	100,0%	145,20	124,35	317.957.184	2,835	7.593.264	0,0	0	310.363.920	124,09
31/07/2014	124,09	310.219.680	96,3%	180,90	123,91	304.934.016	2,835	7.593.264	0,0	0	297.340.752	123,65
31/08/2014	123,65	297.363.040	92,3%	208,90	123,44	291.258.976	2,835	7.348.320	0,0	0	283.910.656	123,19
30/09/2014	123,19	283.921.856	88,1%	235,90	122,95	277.028.832	2,835	7.593.264	0,0	0	269.435.568	122,69
31/10/2014	122,69	269.311.872	83,6%	225,90	122,46	262.711.104	2,835	7.348.320	0,0	0	255.362.784	122,21
30/11/2014	122,21	255.286.176	79,2%	206,00	122,00	249.266.816	2,835	7.593.264	0,0	0	241.673.552	121,74
31/12/2014	121,74	241.552.736	75,0%	165,60	121,57	236.714.016	2,835	7.593.264	0,0	0	229.120.752	121,31
31/01/2015	121,31	228.988.128	71,1%	124,90	121,19	225.338.528	2,835	6.858.432	0,0	0	218.480.096	120,95
28/02/2015	120,95	218.468.912	67,8%	88,20	120,86	215.891.824	2,835	7.593.264	0,0	0	208.298.560	120,60
31/03/2015	120,60	208.241.952	64,6%	88,20	120,51	205.664.880	2,835	7.348.320	0,0	0	198.316.560	120,26
30/04/2015	120,26	198.307.264	61,5%	83,90	120,18	195.855.696	2,835	7.593.264	0,0	0	188.262.432	119,87
31/05/2015	119,87	188.264.496	58,4%	104,70	119,77	186.294.768	2,835	7.348.320	0,0	0	178.946.448	119,37
30/06/2015	119,37	178.858.496	55,5%	145,20	119,22	176.126.944	2,835	7.593.264	0,0	0	168.533.680	118,82
31/07/2015	118,82	168.511.840	52,3%	180,90	118,64	165.108.736	2,835	7.593.264	0,0	0	157.515.472	118,24
31/08/2015	118,24	157.600.832	48,9%	208,90	118,03	153.671.008	2,835	7.348.320	0,0	0	146.322.688	117,64
30/09/2015	117,64	146.313.664	45,4%	235,90	117,40	141.875.904	2,835	7.593.264	0,0	0	134.282.640	117,00
31/10/2015	117,00	134.274.000	41,7%	225,90	116,77	130.024.392	2,835	7.348.320	0,0	0	122.676.072	116,38
30/11/2015	116,38	122.610.512	38,1%	206,00	116,17	118.735.352	2,835	7.593.264	0,0	0	111.142.088	115,77
31/12/2015	115,77	111.135.176	34,5%	165,60	115,60	108.019.984	2,835	7.593.264	0,0	0	100.426.720	115,20
31/01/2016	115,20	100.412.344	31,2%	129,36	115,07	97.978.176	2,835	7.103.376	0,0	0	90.874.800	114,47
29/02/2016	114,47	90.880.432	28,2%	88,20	114,38	89.920.248	2,835	7.593.264	0,0	0	82.326.984	113,68
31/03/2016	113,68	82.280.480	25,5%	88,20	113,59	81.320.304	2,835	7.348.320	0,0	0	73.971.984	112,92
30/04/2016	112,92	74.007.104	23,0%	83,90	112,84	73.093.760	2,835	7.593.264	0,0	0	65.500.496	112,14
31/05/2016	112,14	65.516.032	20,3%	104,70	112,04	64.376.288	2,835	7.348.320	0,0	0	57.027.968	111,36
30/06/2016	111,36	57.024.968	17,7%	145,20	111,21	55.444.292	2,835	7.593.264	0,0	0	47.851.028	110,52
31/07/2016	110,52	47.880.684	14,9%	180,90	110,34	45.911.484	2,835	7.593.264	0,0	0	38.318.220	109,29
31/08/2016	109,29	38.341.984	11,9%	208,90	109,08	37.200.972	2,835	7.348.320	0,0	0	29.852.652	107,74
30/09/2016	107,74	29.875.868	9,3%	235,90	107,50	28.587.378	2,835	7.593.264	0,0	0	20.994.114	106,11
31/10/2016	106,11	20.972.824	6,5%	225,90	105,88	19.738.964	2,835	7.348.320	0,0	0	12.390.644	103,85
30/11/2016	103,85	12.389.197	3,8%	206,00	103,64	11.937.642	2,835	7.593.264	0,0	0	4.344.378	100,18
31/12/2016	100,18	4.344.561	1,3%	165,60	100,01	3.981.558						
31/01/2017												
28/02/2017												

Sempre a data inicial corresponde às 00:00, enquanto que as demais datas correspondem à 24h hora.

RESUMO DO VOLUME CONSUMIDO NO PERÍODO CONSIDERADO

Volume evaporado estimado (m³):	93.731.679	29,5%
Volume liberado (m³):	224.123.760	70,5%
Volume aporte (m³):	0	
Volume Reduzido Estimado Total (m³):	317.855.439	

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 35 – Simulação de esvaziamento do açude General Sampaio com vazão do cadastro
SIMULAÇÃO DE ESVAZIAMENTO

Açude: General Sampaio												
Cota sangria (m) -		124,5	Cap. máxima (m³) -		322.200.000							
Cota inicial (m) -		124,5	Volume inicial (m³) -		322.200.000							
Cota t. d'água (m) -		102,07	Volume morto (m³) -		8.487.439							
Início da Simulação :		01/07/2014										
Fim da Simulação:		31/12/2020										
Intervalo Max. (dias):		31										
Data	Cota (m)	Volume (m³)	Volume (%)	Evapor. Parcial (mm)	Cota Intern. 1 (m)	Vol. Intern. 1 (m³)	Liberação (m³/s) (m³)		Aporte (m³/s) (m³)		Vol. Intern. 2 (m³)	Cota Final (m)
01/07/2014	124,50	322.200.000	100,0%	145,20	124,35	317.957.184	1,37	3.669.408	0,0	0	314.287.776	124,23
31/07/2014	124,23	314.310.688	97,6%	180,90	124,05	309.024.768	1,37	3.669.408	0,0	0	305.355.360	123,92
31/08/2014	123,92	305.252.352	94,7%	208,90	123,71	299.148.288	1,37	3.551.040	0,0	0	295.597.248	123,59
30/09/2014	123,59	295.609.696	91,7%	235,90	123,35	288.716.896	1,37	3.669.408	0,0	0	285.047.488	123,23
31/10/2014	123,23	285.090.688	88,5%	225,90	123,00	278.489.728	1,37	3.551.040	0,0	0	274.938.688	122,88
30/11/2014	122,88	274.863.520	85,3%	206,00	122,67	268.844.384	1,37	3.669.408	0,0	0	265.174.976	122,55
31/12/2014	122,55	265.221.088	82,3%	165,60	122,38	260.382.144	1,37	3.669.408	0,0	0	256.712.736	122,26
31/01/2015	122,26	256.747.264	79,7%	124,90	122,14	253.097.664	1,37	3.314.304	0,0	0	249.783.360	122,02
28/02/2015	122,02	249.734.304	77,5%	88,20	121,93	247.157.216	1,37	3.669.408	0,0	0	243.487.808	121,81
31/03/2015	121,81	243.598.128	75,6%	88,20	121,72	241.021.040	1,37	3.551.040	0,0	0	237.470.000	121,60
30/04/2015	121,60	237.461.952	73,7%	83,90	121,52	236.010.384	1,37	3.669.408	0,0	0	231.340.976	121,39
31/05/2015	121,39	231.325.776	71,8%	104,70	121,29	228.266.496	1,37	3.551.040	0,0	0	224.715.456	121,16
30/06/2015	121,16	224.605.312	69,7%	145,20	121,01	220.362.480	1,37	3.669.408	0,0	0	216.693.072	120,89
31/07/2015	120,89	216.715.776	67,3%	180,90	120,71	211.429.872	1,37	3.669.408	0,0	0	207.760.464	120,58
31/08/2015	120,58	207.657.648	64,4%	208,90	120,37	201.553.584	1,37	3.551.040	0,0	0	198.002.544	120,25
30/09/2015	120,25	198.015.008	61,5%	235,90	120,01	191.121.984	1,37	3.669.408	0,0	0	187.452.576	119,83
31/10/2015	119,83	187.512.000	58,2%	225,90	119,60	183.262.384	1,37	3.551.040	0,0	0	179.711.344	119,42
30/11/2015	119,42	179.799.008	55,8%	206,00	119,21	175.923.712	1,37	3.669.408	0,0	0	172.254.304	119,02
31/12/2015	119,02	172.274.176	53,5%	165,60	118,85	169.158.992	1,37	3.669.408	0,0	0	165.489.584	118,66
31/01/2016	118,66	165.501.984	51,4%	129,36	118,53	163.067.680	1,37	3.432.672	0,0	0	159.635.008	118,35
29/02/2016	118,35	159.670.176	49,6%	88,20	118,26	158.011.024	1,37	3.669.408	0,0	0	154.341.616	118,07
31/03/2016	118,07	154.402.832	47,9%	88,20	117,98	152.743.552	1,37	3.551.040	0,0	0	149.192.512	117,79
30/04/2016	117,79	149.135.504	46,3%	83,90	117,71	147.557.168	1,37	3.669.408	0,0	0	143.887.760	117,51
31/05/2016	117,51	143.868.160	44,7%	104,70	117,41	141.898.432	1,37	3.551.040	0,0	0	138.347.392	117,22
30/06/2016	117,22	138.412.656	43,0%	145,20	117,07	136.681.104	1,37	3.669.408	0,0	0	132.011.696	116,88
31/07/2016	116,88	132.016.512	41,0%	180,90	116,70	128.613.408	1,37	3.669.408	0,0	0	124.944.000	116,50
31/08/2016	116,50	124.868.000	38,8%	208,90	116,29	120.938.168	1,37	3.551.040	0,0	0	117.387.128	116,10
30/09/2016	116,10	117.343.168	36,4%	235,90	115,86	112.905.400	1,37	3.669.408	0,0	0	109.235.992	115,67
31/10/2016	115,67	109.254.008	33,9%	225,90	115,44	105.004.400	1,37	3.551.040	0,0	0	101.453.360	115,26
30/11/2016	115,26	101.541.160	31,5%	206,00	115,05	97.665.864	1,37	3.669.408	0,0	0	93.996.456	114,76
31/12/2016	114,76	94.037.384	29,2%	165,60	114,59	92.234.624	1,37	3.669.408	0,0	0	88.565.216	114,26
31/01/2017	114,26	88.594.384	27,5%	124,90	114,14	87.234.712	1,37	3.314.304	0,0	0	83.920.408	113,83
28/02/2017	113,83	83.913.400	26,0%									

Sempre a data inicial corresponde às 00:00, enquanto que as demais datas correspondem à 24h hora.

RESUMO DO VOLUME CONSUMIDO NO PERÍODO CONSIDERADO		
Volume evaporado estimado (m³):	122.996.168	51,6%
Volume liberado (m³):	115.290.432	48,4%
Volume aporte (m³):	0	
Volume Reduzido Estimado Total (m³):	238.286.600	

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 36 – Simulação de esvaziamento do açude General Sampaio com volume crítico

SIMULAÇÃO DE Esvaziamento

Açude: General Sampaio

Cota sangria (m) -	124,5	Cap. máxima (m ³) -	322.200.000
Cota inicial (m) -	103,11	Volume inicial (m ³) -	10.767.121
Cota t. d'água (m) -	102,07	Volume morto (m ³) -	8.487.439

Início da Simulação :	01/07/2014
Fim da Simulação:	31/12/2020
Intervalo Max. (dias):	31

Data	Cota (m)	Volume (m ³)	Volume (%)	Evapor. Parcial (mm)	Cota Intern. 1 (m)	Vol. Intern. 1 (m ³)	Liberação (m ³ /s)	(m ³)	Aporte (m ³ /s)	(m ³)	Vol. Intern. 2 (m ³)	Cota Final (m)
01/07/2014	103,11	10.767.121	3,3%	145,20	102,96	10.448.837	0,045	120.528	0,0	0	10.328.309	102,91
31/07/2014	102,91	10.328.728	3,2%	180,90	102,73	9.932.194	0,045	120.528	0,0	0	9.811.666	102,67
31/08/2014	102,67	9.802.636	3,0%	208,90	102,46	9.344.726	0,045	116.640	0,0	0	9.228.086	102,41
30/09/2014	102,41	9.232.728	2,9%	235,90	102,17	8.715.633	0,045	120.528	0,0	0	8.595.105	102,12
31/10/2014	102,12	8.597.046	2,7%	225,90	101,89	8.101.860	0,045	116.640	0,0	0	7.985.220	101,84
30/11/2014	101,84	7.983.272	2,5%	206,00	101,63	7.531.734	0,045	120.528	0,0	0	7.411.206	101,58
31/12/2014	101,58	7.413.364	2,3%	165,60	101,41	7.050.361	0,045	120.528	0,0	0	6.929.833	101,36
31/01/2015	101,36	6.931.122	2,2%	124,90	101,24	6.657.339	0,045	108.864	0,0	0	6.548.475	101,19
28/02/2015	101,19	6.558.486	2,0%	88,20	101,10	6.365.144	0,045	120.528	0,0	0	6.244.616	101,05
31/03/2015	101,05	6.251.607	1,9%	88,20	100,96	6.058.265	0,045	116.640	0,0	0	5.941.625	100,91
30/04/2015	100,91	5.944.728	1,8%	83,90	100,83	5.760.818	0,045	120.528	0,0	0	5.640.290	100,77
31/05/2015	100,77	5.637.833	1,7%	104,70	100,67	5.408.334	0,045	116.640	0,0	0	5.291.694	100,61
30/06/2015	100,61	5.287.122	1,6%	145,20	100,46	4.968.837	0,045	120.528	0,0	0	4.848.309	100,41
31/07/2015	100,41	4.848.728	1,5%	180,90	100,23	4.452.194	0,045	120.528	0,0	0	4.331.666	100,17
31/08/2015	100,17	4.322.636	1,3%	208,90	99,96	3.922.613	0,045	116.640	0,0	0	3.805.973	99,80
30/09/2015	99,80	3.809.202	1,2%	235,90	99,56	3.643.128	0,045	120.528	0,0	0	3.522.600	99,39
31/10/2015	99,39	3.520.560	1,1%	225,90	99,16	3.361.527	0,045	116.640	0,0	0	3.244.887	99,00
30/11/2015	99,00	3.246.000	1,0%	206,00	98,79	3.100.975	0,045	120.528	0,0	0	2.980.447	98,62
31/12/2015	98,62	2.978.482	0,9%	165,60	98,45	2.861.897	0,045	120.528	0,0	0	2.741.369	98,28
31/01/2016	98,28	2.739.119	0,9%	129,36	98,15	2.648.020	0,045	112.752	0,0	0	2.535.268	97,99
29/02/2016	97,99	2.534.959	0,8%	88,20	97,90	2.472.869	0,045	120.528	0,0	0	2.352.341	97,73
31/03/2016	97,73	2.351.922	0,7%	88,20	97,64	2.289.827	0,045	116.640	0,0	0	2.173.187	97,48
30/04/2016	97,48	2.175.922	0,7%	83,90	97,40	2.116.857	0,045	120.528	0,0	0	1.996.329	97,22
31/05/2016	97,22	1.992.881	0,6%	104,70	97,12	1.919.173	0,045	116.640	0,0	0	1.802.533	96,95
30/06/2016	96,95	1.802.798	0,6%	145,20	96,80	1.700.581	0,045	120.528	0,0	0	1.580.053	96,63
31/07/2016	96,63	1.577.518	0,5%	180,90	96,45	1.450.164	0,045	120.528	0,0	0	1.329.636	96,28
31/08/2016	96,28	1.331.119	0,4%	208,90	96,07	1.184.053	0,045	116.640	0,0	0	1.067.413	95,91
30/09/2016	95,91	1.070.643	0,3%	235,90	95,67	904.568	0,045	120.528	0,0	0	784.040	95,50
31/10/2016	95,50	782.000	0,2%	225,90	95,27	622.967	0,045	116.640	0,0	0	506.327	95,11
30/11/2016	95,11	507.440	0,2%	206,00	94,90	416.240	0,045	120.528	0,0	0	295.712	94,06
31/12/2016	94,06	295.266	0,1%	165,60	93,89	271.531	0,045	120.528	0,0	0	151.003	93,05
31/01/2017	93,05	150.500	0,0%	124,90	92,93	132.598	0,045	108.864	0,0	0	23.734	92,17
28/02/2017	92,17	24.366	0,0%									

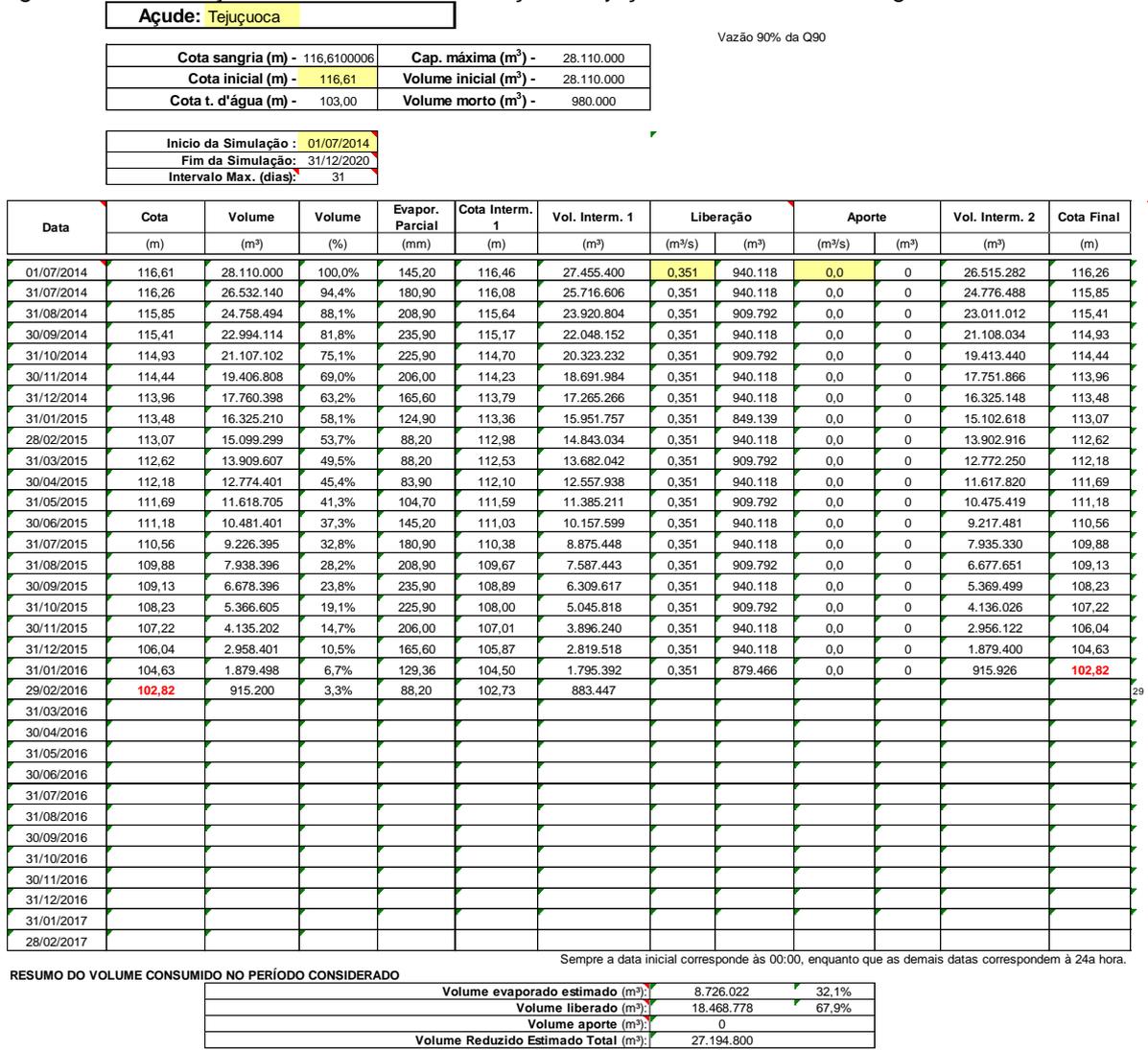
Sempre a data inicial corresponde às 00:00, enquanto que as demais datas correspondem à 24h hora.

RESUMO DO VOLUME CONSUMIDO NO PERÍODO CONSIDERADO

Volume evaporado estimado (m ³):	6.955.843	64,7%
Volume liberado (m ³):	3.786.912	35,3%
Volume aporte (m ³):	0	
Volume Reduzido Estimado Total (m ³):	10.742.755	

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 37 – Simulação de esvaziamento do açude Tejuçuoca com vazão outorgável



Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 38 – Simulação de esvaziamento do açude Tejuçuoca com vazão liberada

SIMULAÇÃO DE ESVAZIAMENTO

Açude: Tejuçuoca

Cota sangria (m) -	116,6100006	Cap. máxima (m ³) -	28.110.000
Cota inicial (m) -	116,61	Volume inicial (m ³) -	28.110.000
Cota t. d'água (m) -	103,00	Volume morto (m ³) -	980.000

Vazão Média Liberada

Início da Simulação :	01/07/2014
Fim da Simulação:	31/12/2020
Intervalo Max. (dias):	31

Data	Cota	Volume	Volume	Evapor. Parcial	Cota Intern. 1	Vol. Intern. 1	Liberação		Aporte		Vol. Intern. 2	Cota Final
	(m)	(m ³)	(%)	(mm)	(m)	(m ³)	(m ³ /s)	(m ³)	(m ³ /s)	(m ³)	(m ³)	(m)
01/07/2014	116,61	28.110.000	100,0%	145,20	116,46	27.455.400	0,12	321.408	0,0	0	27.133.992	116,39
31/07/2014	116,39	27.118.194	96,5%	180,90	116,21	26.302.658	0,12	321.408	0,0	0	25.981.250	116,14
31/08/2014	116,14	25.991.144	92,5%	208,90	115,93	25.083.706	0,12	311.040	0,0	0	24.772.666	115,85
30/09/2014	115,85	24.758.494	88,1%	235,90	115,61	23.812.532	0,12	321.408	0,0	0	23.491.124	115,53
31/10/2014	115,53	23.475.296	83,5%	225,90	115,30	22.569.442	0,12	311.040	0,0	0	22.258.402	115,23
30/11/2014	115,23	22.272.314	79,2%	206,00	115,02	21.446.248	0,12	321.408	0,0	0	21.124.840	114,94
31/12/2014	114,94	21.141.808	75,2%	165,60	114,77	20.567.164	0,12	321.408	0,0	0	20.245.756	114,68
31/01/2015	114,68	20.239.602	72,0%	124,90	114,56	19.806.196	0,12	290.304	0,0	0	19.515.892	114,47
28/02/2015	114,47	19.510.904	69,4%	88,20	114,38	19.204.838	0,12	321.408	0,0	0	18.883.430	114,29
31/03/2015	114,29	18.886.304	67,2%	88,20	114,20	18.580.238	0,12	311.040	0,0	0	18.269.198	114,11
30/04/2015	114,11	18.261.702	65,0%	83,90	114,03	17.970.568	0,12	321.408	0,0	0	17.649.160	113,92
31/05/2015	113,92	17.640.794	62,8%	104,70	113,82	17.327.746	0,12	311.040	0,0	0	17.016.706	113,71
30/06/2015	113,71	17.012.898	60,5%	145,20	113,56	16.578.741	0,12	321.408	0,0	0	16.257.333	113,46
31/07/2015	113,46	16.265.397	57,9%	180,90	113,28	15.724.505	0,12	321.408	0,0	0	15.403.097	113,17
31/08/2015	113,17	15.398.295	54,8%	208,90	112,96	14.789.632	0,12	311.040	0,0	0	14.478.592	112,84
30/09/2015	112,84	14.477.191	51,5%	235,90	112,60	13.868.586	0,12	321.408	0,0	0	13.547.178	112,48
31/10/2015	112,48	13.548.409	48,2%	225,90	112,25	12.965.570	0,12	311.040	0,0	0	12.654.530	112,13
30/11/2015	112,13	12.645.393	45,0%	206,00	111,92	12.140.528	0,12	321.408	0,0	0	11.819.120	111,78
31/12/2015	111,78	11.819.397	42,0%	165,60	111,61	11.450.118	0,12	321.408	0,0	0	11.128.710	111,47
31/01/2016	111,47	11.128.103	39,6%	129,36	111,34	10.839.536	0,12	300.672	0,0	0	10.538.864	111,21
29/02/2016	111,21	10.548.298	37,5%	88,20	111,12	10.351.621	0,12	321.408	0,0	0	10.030.213	110,97
31/03/2016	110,97	10.021.802	35,7%	88,20	110,88	9.850.688	0,12	311.040	0,0	0	9.539.648	110,72
30/04/2016	110,72	9.536.802	33,9%	83,90	110,64	9.374.035	0,12	321.408	0,0	0	9.052.627	110,47
31/05/2016	110,47	9.051.802	32,2%	104,70	110,37	8.848.688	0,12	311.040	0,0	0	8.537.648	110,20
30/06/2016	110,20	8.527.994	30,3%	145,20	110,05	8.246.316	0,12	321.408	0,0	0	7.924.908	109,87
31/07/2016	109,87	7.921.605	28,2%	180,90	109,69	7.617.692	0,12	321.408	0,0	0	7.296.284	109,50
31/08/2016	109,50	7.300.000	26,0%	208,90	109,29	6.949.047	0,12	311.040	0,0	0	6.638.007	109,11
30/09/2016	109,11	6.644.801	23,6%	235,90	108,87	6.281.222	0,12	321.408	0,0	0	5.959.814	108,65
31/10/2016	108,65	5.963.002	21,2%	225,90	108,42	5.642.226	0,12	311.040	0,0	0	5.331.186	108,21
30/11/2016	108,21	5.338.199	19,0%	206,00	108,00	5.045.677	0,12	321.408	0,0	0	4.724.269	107,73
31/12/2016	107,73	4.726.804	16,8%	165,60	107,56	4.534.704	0,12	321.408	0,0	0	4.213.296	107,29
31/01/2017	107,29	4.216.401	15,0%	124,90	107,17	4.071.516	0,12	290.304	0,0	0	3.781.212	106,90
28/02/2017	106,90	3.784.002	13,5%									

Sempre a data inicial corresponde às 00:00, enquanto que as demais datas correspondem à 24h hora.

RESUMO DO VOLUME CONSUMIDO NO PERÍODO CONSIDERADO

Volume evaporado estimado (m ³):	14.227.566	58,5%
Volume liberado (m ³):	10.098.432	41,5%
Volume aporte (m ³):	0	
Volume Reduzido Estimado Total (m ³):	24.325.998	

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 39 – Simulação de esvaziamento do açude Tejuçuoca com vazão alocada

da

Açude: Tejuçuoca	
Cota sangria (m) - 116,6100006	Cap. máxima (m³) - 28.110.000
Cota inicial (m) - 116,61	Volume inicial (m³) - 28.110.000
Cota t. d'água (m) - 103,00	Volume morto (m³) - 980.000

Vazão Alocada

Inicio da Simulação : 01/07/2014
Fim da Simulação: 31/12/2020
Intervalo Max. (dias): 31

Data	Cota (m)	Volume (m³)	Volume (%)	Evapor. Parcial (mm)	Cota Intern. 1 (m)	Vol. Intern. 1 (m³)	Liberação (m³/s)	Aporte (m³/s)	Vol. Intern. 2 (m³)	Cota Final (m)	
01/07/2014	116,61	28.110.000	100,0%	145,20	116,46	27.455.400	0,15	401.760	0,0	27.053.640	116,38
31/07/2014	116,38	27.073.102	96,3%	180,90	116,20	26.257.566	0,15	401.760	0,0	25.855.806	116,11
31/08/2014	116,11	25.855.904	92,0%	208,90	115,90	24.963.412	0,15	388.800	0,0	24.574.612	115,80
30/09/2014	115,80	24.558.012	87,4%	235,90	115,56	23.612.050	0,15	401.760	0,0	23.210.290	115,46
31/10/2014	115,46	23.194.596	82,5%	225,90	115,23	22.288.742	0,15	388.800	0,0	21.899.942	115,14
30/11/2014	115,14	21.911.398	77,9%	206,00	114,93	21.120.974	0,15	401.760	0,0	20.719.214	114,82
31/12/2014	114,82	20.725.398	73,7%	165,60	114,65	20.150.780	0,15	401.760	0,0	19.749.020	114,54
31/01/2015	114,54	19.753.804	70,3%	124,90	114,42	19.320.398	0,15	362.880	0,0	18.957.518	114,31
28/02/2015	114,31	18.955.692	67,4%	88,20	114,22	18.649.652	0,15	401.760	0,0	18.247.892	114,11
31/03/2015	114,11	18.261.702	65,0%	88,20	114,02	17.955.636	0,15	388.800	0,0	17.566.836	113,90
30/04/2015	113,90	17.581.004	62,5%	83,90	113,82	17.330.142	0,15	401.760	0,0	16.928.382	113,68
31/05/2015	113,68	16.923.200	60,2%	104,70	113,58	16.610.153	0,15	388.800	0,0	16.221.353	113,45
30/06/2015	113,45	16.235.491	57,8%	145,20	113,30	15.801.358	0,15	401.760	0,0	15.399.598	113,17
31/07/2015	113,17	15.398.295	54,8%	180,90	112,99	14.861.872	0,15	401.760	0,0	14.460.112	112,83
31/08/2015	112,83	14.451.405	51,4%	208,90	112,62	13.912.442	0,15	388.800	0,0	13.523.642	112,47
30/09/2015	112,47	13.522.603	48,1%	235,90	112,23	12.913.979	0,15	401.760	0,0	12.512.219	112,08
31/10/2015	112,08	12.516.405	44,5%	225,90	111,85	11.984.650	0,15	388.800	0,0	11.595.850	111,68
30/11/2015	111,68	11.596.401	41,3%	206,00	111,47	11.137.018	0,15	401.760	0,0	10.735.258	111,29
31/12/2015	111,29	10.726.702	38,2%	165,60	111,12	10.357.406	0,15	401.760	0,0	9.955.646	110,94
31/01/2016	110,94	9.963.605	35,4%	129,36	110,81	9.712.565	0,15	375.840	0,0	9.336.725	110,62
29/02/2016	110,62	9.342.805	33,2%	88,20	110,53	9.171.691	0,15	401.760	0,0	8.769.931	110,32
31/03/2016	110,32	8.760.799	31,2%	88,20	110,23	8.589.685	0,15	388.800	0,0	8.200.885	110,03
30/04/2016	110,03	8.198.198	29,2%	83,90	109,95	8.049.445	0,15	401.760	0,0	7.647.685	109,71
31/05/2016	109,71	7.652.799	27,2%	104,70	109,61	7.476.906	0,15	388.800	0,0	7.088.106	109,37
30/06/2016	109,37	7.081.605	25,2%	145,20	109,22	6.837.664	0,15	401.760	0,0	6.435.904	108,98
31/07/2016	108,98	6.431.605	22,9%	180,90	108,80	6.174.726	0,15	401.760	0,0	5.772.966	108,52
31/08/2016	108,52	5.778.395	20,6%	208,90	108,31	5.481.757	0,15	388.800	0,0	5.092.957	108,04
30/09/2016	108,04	5.096.802	18,1%	235,90	107,80	4.812.756	0,15	401.760	0,0	4.410.996	107,46
31/10/2016	107,46	4.413.599	15,7%	225,90	107,23	4.151.557	0,15	388.800	0,0	3.762.757	106,88
30/11/2016	106,88	3.764.797	13,4%	206,00	106,67	3.567.044	0,15	401.760	0,0	3.165.284	106,26
31/12/2016	106,26	3.169.602	11,3%	165,60	106,09	3.010.623	0,15	401.760	0,0	2.608.863	105,61
31/01/2017	105,61	2.608.001	9,3%	124,90	105,49	2.508.080	0,15	362.880	0,0	2.145.200	105,03
28/02/2017	105,03	2.143.999	7,6%								

Sempre a data inicial corresponde às 00:00, enquanto que as demais datas correspondem à 24h hora.

RESUMO DO VOLUME CONSUMIDO NO PERÍODO CONSIDERADO		
Volume evaporado estimado (m³):	13.342.961	51,4%
Volume liberado (m³):	12.623.040	48,6%
Volume aporte (m³):	0	
Volume Reduzido Estimado Total (m³):	25.966.001	

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 40 – Simulação de esvaziamento do açude Tejuçuoca com vazão crítica

SIMULAÇÃO DE Esvaziamento

Açude: Tejuçuoca

Cota sangria (m) - 116,6100006	Cap. máxima (m³) - 28.110.000
Cota inicial (m) - 103,33	Volume inicial (m³) - 1.141.701
Cota t. d'água (m) - 103,00	Volume morto (m³) - 980.000

Vol Crítico

Início da Simulação :	27/01/2014
Fim da Simulação:	31/12/2014
Intervalo Max. (dias):	31

Data	Cota	Volume	Volume	Evapor. Parcial	Cota Interm. 1	Vol. Interm. 1	Liberação		Aporte		Vol. Interm. 2	Cota Final
	(m)	(m³)	(%)	(mm)	(m)	(m³)	(m³/s)	(m³)	(m³/s)	(m³)	(m³)	(m)
27/01/2014	103,33	1.141.701	4,1%	26,71	103,30	1.128.617	0,015	6.480	0,0	0	1.122.137	103,29
31/01/2014	103,29	1.122.101	4,0%	124,90	103,17	1.060.899	0,015	36.288	0,0	0	1.024.611	103,09
28/02/2014	103,09	1.024.098	3,6%	88,20	103,00	980.882	0,015	40.176	0,0	0	940.706	102,89
31/03/2014	102,89	940.400	3,3%	88,20	102,80	908.649	0,015	38.880	0,0	0	869.769	102,69
30/04/2014	102,69	868.401	3,1%	83,90	102,61	838.197	0,015	40.176	0,0	0	798.021	102,49
31/05/2014	102,49	796.399	2,8%	104,70	102,39	758.708	0,015	38.880	0,0	0	719.828	102,28
30/06/2014	102,28	720.800	2,6%	145,20	102,13	668.529	0,015	40.176	0,0	0	628.353	102,02
31/07/2014	102,02	627.199	2,2%	180,90	101,84	582.994	0,015	40.176	0,0	0	542.818	101,66
31/08/2014	101,66	541.801	1,9%	208,90	101,45	493.754	0,015	38.880	0,0	0	454.874	101,28
30/09/2014	101,28	454.400	1,6%	235,90	101,04	400.143	0,015	40.176	0,0	0	359.967	100,81
31/10/2014	100,81	359.600	1,3%	225,90	100,58	323.456	0,015	38.880	0,0	0	284.576	100,34
30/11/2014	100,34	284.399	1,0%	206,00	100,13	251.440	0,015	40.176	0,0	0	211.264	99,83
31/12/2014	99,83	211.300	0,8%									

Sempre a data inicial corresponde às 00:00, enquanto que as demais datas correspondem à 24h hora.

RESUMO DO VOLUME CONSUMIDO NO PERÍODO CONSIDERADO

Volume evaporado estimado (m³):	491.057	52,8%
Volume liberado (m³):	439.344	47,2%
Volume aporte (m³):	0	
Volume Reduzido Estimado Total (m³):	930.401	

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 41 – Simulação de esvaziamento do açude Pentecoste com vazão alocada
SIMULAÇÃO DE ESVAZIAMENTO

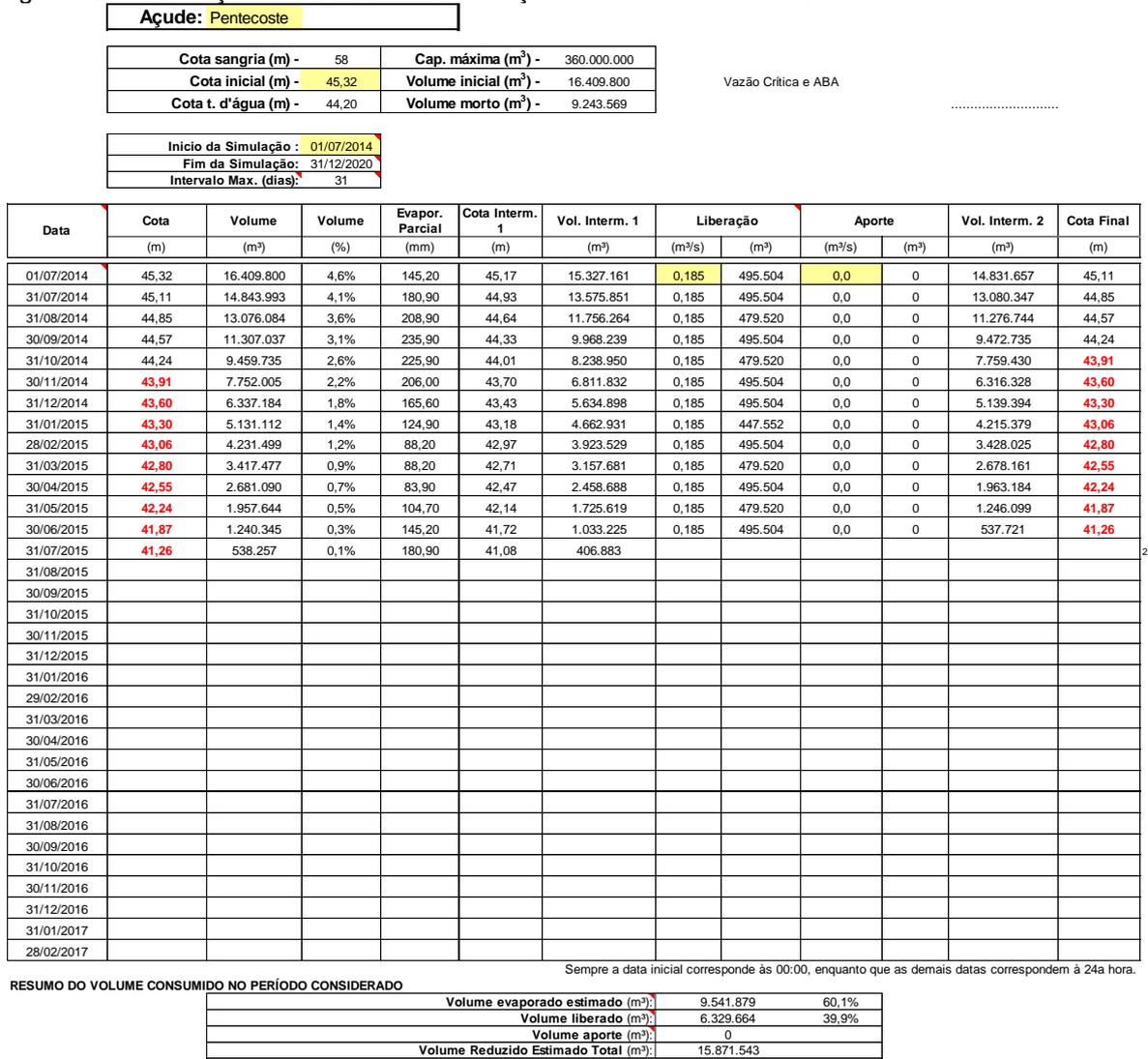
Açude: Pentecoste		vazão Alocada										
Cota sangria (m) -	58	Cap. máxima (m³) -	360.000.000									
Cota inicial (m) -	58	Volume inicial (m³) -	360.000.000									
Cota t. d'água (m) -	44,20	Volume morto (m³) -	9.243.569									
Início da Simulação : 01/07/2014												
Fim da Simulação: 31/12/2020												
Intervalo Max. (dias): 31												
Data	Cota	Volume	Volume	Evapor. Parcial	Cota Intern. 1	Vol. Intern. 1	Liberação		Aporte		Vol. Intern. 2	Cota Final
	(m)	(m³)	(%)	(mm)	(m)	(m³)	(m³/s)	(m³)	(m³/s)	(m³)	(m³)	(m)
01/07/2014	58,00	360.000.000	100,0%	145,20	57,85	352.740.064	3,1	8.303.040	0,0	0	344.437.024	57,69
31/07/2014	57,69	344.499.936	95,7%	180,90	57,51	335.455.104	3,1	8.303.040	0,0	0	327.152.064	57,36
31/08/2014	57,36	326.893.344	90,8%	208,90	57,15	315.958.400	3,1	8.035.200	0,0	0	307.923.200	56,98
30/09/2014	56,98	308.080.608	85,6%	235,90	56,74	297.432.896	3,1	8.303.040	0,0	0	289.129.856	56,56
31/10/2014	56,56	289.123.392	80,3%	225,90	56,33	279.157.152	3,1	8.035.200	0,0	0	271.121.952	56,15
30/11/2014	56,15	271.103.072	75,3%	206,00	55,94	262.171.376	3,1	8.303.040	0,0	0	253.868.336	55,75
31/12/2014	55,75	253.963.504	70,5%	165,60	55,58	246.957.216	3,1	8.303.040	0,0	0	238.654.176	55,38
31/01/2015	55,38	238.517.424	66,3%	124,90	55,26	233.449.584	3,1	7.499.520	0,0	0	225.950.064	55,07
28/02/2015	55,07	225.939.168	62,8%	88,20	54,98	222.403.152	3,1	8.303.040	0,0	0	214.100.112	54,76
31/03/2015	54,76	213.923.664	59,4%	88,20	54,67	210.551.792	3,1	8.035.200	0,0	0	202.516.592	54,46
30/04/2015	54,46	202.560.768	56,3%	83,90	54,38	199.575.728	3,1	8.303.040	0,0	0	191.272.688	54,14
31/05/2015	54,14	191.175.712	53,1%	104,70	54,04	187.450.736	3,1	8.035.200	0,0	0	179.415.536	53,80
30/06/2015	53,80	179.546.320	49,9%	145,20	53,65	174.719.616	3,1	8.303.040	0,0	0	166.416.576	53,40
31/07/2015	53,40	166.456.912	46,2%	180,90	53,22	160.818.496	3,1	8.303.040	0,0	0	152.515.456	52,95
31/08/2015	52,95	152.520.048	42,4%	208,90	52,74	146.380.784	3,1	8.035.200	0,0	0	138.345.584	52,47
30/09/2015	52,47	138.468.960	38,5%	235,90	52,23	131.971.512	3,1	8.303.040	0,0	0	123.668.472	51,93
31/10/2015	51,93	123.719.232	34,4%	225,90	51,70	117.896.136	3,1	8.035.200	0,0	0	109.860.936	51,38
30/11/2015	51,38	109.748.000	30,5%	206,00	51,17	104.792.072	3,1	8.303.040	0,0	0	96.489.032	50,82
31/12/2015	50,82	96.582.568	26,8%	165,60	50,65	92.880.992	3,1	8.303.040	0,0	0	84.577.952	50,27
31/01/2016	50,27	84.677.440	23,5%	129,36	50,14	82.003.696	3,1	7.767.360	0,0	0	74.236.336	49,75
29/02/2016	49,75	74.321.056	20,6%	88,20	49,66	72.635.544	3,1	8.303.040	0,0	0	64.332.504	49,20
31/03/2016	49,20	64.286.396	17,9%	88,20	49,11	62.740.812	3,1	8.035.200	0,0	0	54.705.612	48,62
30/04/2016	48,62	54.667.300	15,2%	83,90	48,54	53.317.316	3,1	8.303.040	0,0	0	45.014.276	47,98
31/05/2016	47,98	45.077.684	12,5%	104,70	47,88	43.664.544	3,1	8.035.200	0,0	0	35.629.344	47,26
30/06/2016	47,26	35.654.460	9,9%	145,20	47,11	33.873.032	3,1	8.303.040	0,0	0	25.569.992	46,36
31/07/2016	46,36	25.575.146	7,1%	180,90	46,18	23.799.816	3,1	8.303.040	0,0	0	15.496.776	45,20
31/08/2016	45,20	15.515.057	4,3%	208,90	44,99	13.967.572	3,1	8.035.200	0,0	0	5.932.372	43,51
30/09/2016	43,51	5.926.431	1,6%	235,90	43,27	5.034.035						
31/10/2016												
30/11/2016												
31/12/2016												
31/01/2017												
28/02/2017												

Sempre a data inicial corresponde às 00:00, enquanto que as demais datas correspondem à 24h hora.

RESUMO DO VOLUME CONSUMIDO NO PERÍODO CONSIDERADO		
Volume evaporado estimado (m³):	133.641.249	37,7%
Volume liberado (m³):	220.432.320	62,3%
Volume aporte (m³):	0	
Volume Reduzido Estimado Total (m³):	354.073.569	

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 42 – Simulação de esvaziamento do açude Pentecoste com vazão crítica



Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 43 – Simulação de esvaziamento do açude Pentecoste com vazão outorgável

SIMULAÇÃO DE ESVAZIAMENTO

Açude: Pentecoste

Vazão 90% da Q90

Cota sangria (m) -	58	Cap. máxima (m ³) -	360.000.000
Cota inicial (m) -	58	Volume inicial (m ³) -	360.000.000
Cota t. d'água (m) -	44,20	Volume morto (m ³) -	9.243.569

Início da Simulação :	01/07/2014
Fim da Simulação:	31/12/2020
Intervalo Max. (dias):	31

Data	Cota (m)	Volume (m ³)	Volume (%)	Evapor. Parcial (mm)	Cota Intern. 1 (m)	Vol. Intern. 1 (m ³)	Liberação (m ³ /s)	Aporte (m ³ /s)	Vol. Intern. 2 (m ³)	Cota Final (m)		
01/07/2014	58,00	360.000.000	100,0%	145,20	57,85	352.740.064	3,825	10.244.880	0,0	0	342.495.184	57,65
31/07/2014	57,65	342.500.064	95,1%	180,90	57,47	333.210.784	3,825	10.244.880	0,0	0	322.965.904	57,29
31/08/2014	57,29	322.840.032	89,7%	208,90	57,08	312.727.072	3,825	9.914.400	0,0	0	302.812.672	56,86
30/09/2014	56,86	302.664.288	84,1%	235,90	56,62	292.016.576	3,825	10.244.880	0,0	0	281.771.696	56,39
31/10/2014	56,39	281.602.752	78,2%	225,90	56,16	271.719.904	3,825	9.914.400	0,0	0	261.805.504	55,94
30/11/2014	55,94	262.002.080	72,8%	206,00	55,73	253.286.608	3,825	10.244.880	0,0	0	243.041.728	55,49
31/12/2014	55,49	242.980.672	67,5%	165,60	55,32	236.261.488	3,825	10.244.880	0,0	0	226.016.608	55,07
31/01/2015	55,07	225.939.168	62,8%	124,90	54,95	221.000.064	3,825	9.253.440	0,0	0	211.746.624	54,70
28/02/2015	54,70	211.629.952	58,8%	88,20	54,61	208.258.080	3,825	10.244.880	0,0	0	198.013.200	54,33
31/03/2015	54,33	197.935.680	55,0%	88,20	54,24	194.797.552	3,825	9.914.400	0,0	0	184.883.152	53,96
30/04/2015	53,96	184.865.056	51,4%	83,90	53,88	182.076.032	3,825	10.244.880	0,0	0	171.831.152	53,57
31/05/2015	53,57	171.900.656	47,8%	104,70	53,47	168.492.224	3,825	9.914.400	0,0	0	158.577.824	53,15
30/06/2015	53,15	158.664.768	44,1%	145,20	53,00	154.139.008	3,825	10.244.880	0,0	0	143.894.128	52,66
31/07/2015	52,66	143.997.376	40,0%	180,90	52,48	138.719.552	3,825	10.244.880	0,0	0	128.474.672	52,11
31/08/2015	52,11	128.553.416	35,7%	208,90	51,90	122.974.264	3,825	9.914.400	0,0	0	113.059.864	51,52
30/09/2015	51,52	113.150.472	31,4%	235,90	51,28	107.440.824	3,825	10.244.880	0,0	0	97.195.944	50,85
31/10/2015	50,85	97.253.112	27,0%	225,90	50,62	92.203.704	3,825	9.914.400	0,0	0	82.289.304	50,15
30/11/2015	50,15	82.197.984	22,8%	206,00	49,94	78.028.440	3,825	10.244.880	0,0	0	67.783.560	49,40
31/12/2015	49,40	67.791.152	18,8%	165,60	49,23	64.889.232	3,825	10.244.880	0,0	0	54.644.352	48,62
31/01/2016	48,62	54.667.300	15,2%	129,36	48,49	52.597.576	3,825	9.583.920	0,0	0	43.013.656	47,83
29/02/2016	47,83	43.053.128	12,0%	88,20	47,74	41.862.624	3,825	10.244.880	0,0	0	31.617.744	46,92
31/03/2016	46,92	31.582.074	8,8%	88,20	46,83	30.609.144	3,825	9.914.400	0,0	0	20.694.744	45,84
30/04/2016	45,84	20.669.286	5,7%	83,90	45,76	19.949.380	3,825	10.244.880	0,0	0	9.704.500	44,29
31/05/2016	44,29	9.729.933	2,7%	104,70	44,19	9.164.120						
30/06/2016												
31/07/2016												
31/08/2016												
30/09/2016												
31/10/2016												
30/11/2016												
31/12/2016												
31/01/2017												
28/02/2017												

28

Sempre a data inicial corresponde às 00:00, enquanto que as demais datas correspondem à 24h hora.

RESUMO DO VOLUME CONSUMIDO NO PERÍODO CONSIDERADO

Volume evaporado estimado (m ³):	118.603.587	33,9%
Volume liberado (m ³):	231.666.480	66,1%
Volume aporte (m ³):	0	
Volume Reduzido Estimado Total (m³):	350.270.067	

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 44 – Simulação de esvaziamento do açude Pentecoste com vazão liberada

SIMULAÇÃO DE ESVAZIAMENTO

Açude: Pentecoste

Cota sangria (m) -	58	Cap. máxima (m³) -	360.000.000
Cota inicial (m) -	58	Volume inicial (m³) -	360.000.000
Cota t. d'água (m) -	44,20	Volume morto (m³) -	9.243.569

Vazão Média Real

Início da Simulação :	01/07/2014
Fim da Simulação:	31/12/2020
Intervalo Max. (dias):	31

Data	Cota	Volume	Volume	Evapor. Parcial	Cota Intern. 1	Vol. Intern. 1	Liberação		Aporte		Vol. Intern. 2	Cota Final
	(m)	(m³)	(%)	(mm)	(m)	(m³)	(m³/s)	(m³)	(m³/s)	(m³)	(m³)	(m)
01/07/2014	58,00	360.000.000	100,0%	145,20	57,85	352.740.064	2,22	5.946.048	0,0	0	346.794.016	57,74
31/07/2014	57,74	347.000.096	96,4%	180,90	57,56	337.955.040	2,22	5.946.048	0,0	0	332.008.992	57,45
31/08/2014	57,45	332.104.800	92,3%	208,90	57,24	320.112.960	2,22	5.754.240	0,0	0	314.358.720	57,12
30/09/2014	57,12	314.522.720	87,4%	235,90	56,88	303.752.128	2,22	5.946.048	0,0	0	297.806.080	56,75
31/10/2014	56,75	297.699.264	82,7%	225,90	56,52	287.503.008	2,22	5.754.240	0,0	0	281.748.768	56,39
30/11/2014	56,39	281.602.752	78,2%	206,00	56,18	272.590.400	2,22	5.946.048	0,0	0	266.644.352	56,05
31/12/2014	56,05	266.728.064	74,1%	165,60	55,88	259.649.760	2,22	5.946.048	0,0	0	253.703.712	55,74
31/01/2015	55,74	253.540.496	70,4%	124,90	55,62	248.256.112	2,22	5.370.624	0,0	0	242.885.488	55,49
28/02/2015	55,49	242.980.672	67,5%	88,20	55,40	239.401.840	2,22	5.946.048	0,0	0	233.455.792	55,26
31/03/2015	55,26	233.648.320	64,9%	88,20	55,17	230.069.648	2,22	5.754.240	0,0	0	224.315.408	55,03
30/04/2015	55,03	224.316.128	62,3%	83,90	54,95	221.038.272	2,22	5.946.048	0,0	0	215.092.224	54,79
31/05/2015	54,79	215.070.672	59,7%	104,70	54,69	211.067.904	2,22	5.754.240	0,0	0	205.313.664	54,53
30/06/2015	54,53	205.130.784	57,0%	145,20	54,38	199.885.296	2,22	5.946.048	0,0	0	193.939.248	54,22
31/07/2015	54,22	194.022.048	53,9%	180,90	54,04	187.585.904	2,22	5.946.048	0,0	0	181.639.856	53,86
31/08/2015	53,86	181.540.896	50,4%	208,90	53,65	174.596.608	2,22	5.754.240	0,0	0	168.842.368	53,48
30/09/2015	53,48	168.950.336	46,9%	235,90	53,24	161.597.648	2,22	5.946.048	0,0	0	155.651.600	53,05
31/10/2015	53,05	155.547.840	43,2%	225,90	52,82	148.820.032	2,22	5.754.240	0,0	0	143.065.792	52,63
30/11/2015	52,63	143.115.760	39,8%	206,00	52,42	137.201.936	2,22	5.946.048	0,0	0	131.255.888	52,21
31/12/2015	52,21	131.307.688	36,5%	165,60	52,04	126.746.544	2,22	5.946.048	0,0	0	120.800.496	51,82
31/01/2016	51,82	120.883.696	33,6%	129,36	51,69	117.548.128	2,22	5.562.432	0,0	0	111.985.696	51,47
29/02/2016	51,47	111.913.200	31,1%	88,20	51,38	109.791.320	2,22	5.946.048	0,0	0	103.845.272	51,13
31/03/2016	51,13	103.733.560	28,8%	88,20	51,04	101.611.680	2,22	5.754.240	0,0	0	95.857.440	50,79
30/04/2016	50,79	95.912.016	26,6%	83,90	50,71	94.036.632	2,22	5.946.048	0,0	0	88.090.584	50,44
31/05/2016	50,44	88.189.992	24,5%	104,70	50,34	86.026.688	2,22	5.754.240	0,0	0	80.272.448	50,06
30/06/2016	50,06	80.338.376	22,3%	145,20	49,91	77.470.392	2,22	5.946.048	0,0	0	71.524.344	49,60
31/07/2016	49,60	71.454.496	19,8%	180,90	49,42	68.125.864	2,22	5.946.048	0,0	0	62.179.816	49,08
31/08/2016	49,08	62.183.572	17,3%	208,90	48,87	58.707.620	2,22	5.754.240	0,0	0	52.953.380	48,51
30/09/2016	48,51	52.897.356	14,7%	235,90	48,27	49.398.216	2,22	5.946.048	0,0	0	43.452.168	47,86
31/10/2016	47,86	43.458.028	12,1%	225,90	47,63	40.409.016	2,22	5.754.240	0,0	0	34.654.776	47,18
30/11/2016	47,18	34.672.976	9,6%	206,00	46,97	32.177.756	2,22	5.946.048	0,0	0	26.231.708	46,43
31/12/2016	46,43	26.262.112	7,3%	165,60	46,26	24.636.942	2,22	5.946.048	0,0	0	18.690.894	45,61
31/01/2017	45,61	18.695.784	5,2%	124,90	45,49	17.640.828	2,22	5.370.624	0,0	0	12.270.204	44,72
28/02/2017	44,72	12.254.754	3,4%									

Sempre a data inicial corresponde às 00:00, enquanto que as demais datas correspondem à 24h hora.

RESUMO DO VOLUME CONSUMIDO NO PERÍODO CONSIDERADO

Volume evaporado estimado (m³):	160.924.254	46,3%
Volume liberado (m³):	186.820.992	53,7%
Volume aporte (m³):	0	
Volume Reduzido Estimado Total (m³):	347.745.246	

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 45 – Simulação de esvaziamento do açude Caxitoré com vazão liberada

SIMULAÇÃO DE ESVAZIAMENTO**Açude: Caxitoré**

Cota sangria (m) -	73	Cap. máxima (m ³) -	202.000.000
Cota inicial (m) -	73	Volume inicial (m ³) -	202.000.000
Cota t. d'água (m) -	55,00	Volume morto (m ³) -	7.000.000

Vazão Média Liberada

Início da Simulação :	01/07/2014
Fim da Simulação:	31/12/2020
Intervalo Max. (dias):	31

Data	Cota (m)	Volume (m ³)	Volume (%)	Evapor. Parcial (mm)	Cota Intern. 1 (m)	Vol. Intern. 1 (m ³)	Liberação (m ³ /s)	(m ³)	Aporte (m ³ /s)	(m ³)	Vol. Intern. 2 (m ³)	Cota Final (m)
01/07/2014	73,00	202.000.000	100,0%	145,20	72,85	198.515.136	1,22	3.267.648	0,0	0	195.247.488	72,72
31/07/2014	72,72	195.280.032	96,7%	180,90	72,54	190.938.416	1,22	3.267.648	0,0	0	187.670.768	72,40
31/08/2014	72,40	187.600.032	92,9%	208,90	72,19	182.586.432	1,22	3.162.240	0,0	0	179.424.192	72,06
30/09/2014	72,06	179.439.936	88,8%	235,90	71,82	174.481.936	1,22	3.267.648	0,0	0	171.214.288	71,66
31/10/2014	71,66	171.200.080	84,8%	225,90	71,43	166.681.952	1,22	3.162.240	0,0	0	163.519.712	71,28
30/11/2014	71,28	163.599.968	81,0%	206,00	71,07	159.479.952	1,22	3.267.648	0,0	0	156.212.304	70,90
31/12/2014	70,90	156.200.032	77,3%	165,60	70,73	153.219.168	1,22	3.267.648	0,0	0	149.951.520	70,55
31/01/2015	70,55	149.900.048	74,2%	124,90	70,43	147.651.840	1,22	2.951.424	0,0	0	144.700.416	70,26
28/02/2015	70,26	144.680.032	71,6%	88,20	70,17	143.092.384	1,22	3.267.648	0,0	0	139.824.736	69,99
31/03/2015	69,99	139.829.968	69,2%	88,20	69,90	138.330.640	1,22	3.162.240	0,0	0	135.168.400	69,72
30/04/2015	69,72	135.240.016	67,0%	83,90	69,64	133.813.712	1,22	3.267.648	0,0	0	130.546.064	69,44
31/05/2015	69,44	130.480.040	64,6%	104,70	69,34	128.700.040	1,22	3.162.240	0,0	0	125.537.800	69,15
30/06/2015	69,15	125.550.024	62,2%	145,20	69,00	123.081.584	1,22	3.267.648	0,0	0	119.813.936	68,79
31/07/2015	68,79	119.850.016	59,3%	180,90	68,61	117.136.504	1,22	3.267.648	0,0	0	113.868.856	68,39
31/08/2015	68,39	113.849.992	56,4%	208,90	68,18	110.716.488	1,22	3.162.240	0,0	0	107.554.248	67,97
30/09/2015	67,97	107.580.016	53,3%	235,90	67,73	104.277.408	1,22	3.267.648	0,0	0	101.009.760	67,50
31/10/2015	67,50	101.000.000	50,0%	225,90	67,27	97.837.416	1,22	3.162.240	0,0	0	94.675.176	67,05
30/11/2015	67,05	94.700.040	46,9%	206,00	66,84	91.972.024	1,22	3.267.648	0,0	0	88.704.376	66,59
31/12/2015	66,59	88.669.952	43,9%	165,60	66,42	86.517.208	1,22	3.267.648	0,0	0	83.249.560	66,17
31/01/2016	66,17	83.209.976	41,2%	129,36	66,04	81.527.848	1,22	3.056.832	0,0	0	78.471.016	65,79
29/02/2016	65,79	78.480.008	38,9%	88,20	65,70	77.421.568	1,22	3.267.648	0,0	0	74.153.920	65,43
31/03/2016	65,43	74.160.000	36,7%	88,20	65,34	73.101.560	1,22	3.162.240	0,0	0	69.939.320	65,08
30/04/2016	65,08	69.960.024	34,6%	83,90	65,00	68.961.016	1,22	3.267.648	0,0	0	65.693.368	64,67
31/05/2016	64,67	65.699.980	32,5%	104,70	64,57	64.653.000	1,22	3.162.240	0,0	0	61.490.760	64,25
30/06/2016	64,25	61.500.000	30,4%	145,20	64,10	60.047.972	1,22	3.267.648	0,0	0	56.780.324	63,78
31/07/2016	63,78	56.799.988	28,1%	180,90	63,60	54.990.984	1,22	3.267.648	0,0	0	51.723.336	63,27
31/08/2016	63,27	51.700.004	25,6%	208,90	63,06	49.611.000	1,22	3.162.240	0,0	0	46.448.760	62,68
30/09/2016	62,68	46.440.004	23,0%	235,90	62,44	44.552.796	1,22	3.267.648	0,0	0	41.285.148	62,04
31/10/2016	62,04	41.320.008	20,5%	225,90	61,81	39.512.788	1,22	3.162.240	0,0	0	36.350.548	61,42
30/11/2016	61,42	36.359.984	18,0%	206,00	61,21	34.712.004	1,22	3.267.648	0,0	0	31.444.356	60,78
31/12/2016	60,78	31.459.992	15,6%	165,60	60,61	30.300.792	1,22	3.267.648	0,0	0	27.033.144	60,15
31/01/2017	60,15	27.050.010	13,4%	124,90	60,03	26.175.704	1,22	2.951.424	0,0	0	23.224.280	59,54
28/02/2017	59,54	23.240.006	11,5%									

Sempre a data inicial corresponde às 00:00, enquanto que as demais datas correspondem à 24h hora.

RESUMO DO VOLUME CONSUMIDO NO PERÍODO CONSIDERADO

Volume evaporado estimado (m ³):	76.092.602	42,6%
Volume liberado (m ³):	102.667.392	57,4%
Volume aporte (m ³):	0	
Volume Reduzido Estimado Total (m³):	178.759.994	

Comentários/Obsações:

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 46 – Simulação de esvaziamento do açude Caxitoré com vazão outorgável

SIMULAÇÃO DE ESVAZIAMENTO

Açude: Caxitoré

Cota sangria (m) -	73	Cap. máxima (m³) -	202.000.000
Cota inicial (m) -	73	Volume inicial (m³) -	202.000.000
Cota t. d'água (m) -	55,00	Volume morto (m³) -	7.000.000

Vazão 90% da Q90

Início da Simulação :	01/07/2014
Fim da Simulação:	31/12/2020
Intervalo Max. (dias):	31

Data	Cota (m)	Volume (m³)	Volume (%)	Evapor. Parcial (mm)	Cota Intern. 1 (m)	Vol. Intern. 1 (m³)	Liberação (m³/s)		Aporte (m³/s)		Vol. Intern. 2 (m³)	Cota Final (m)
01/07/2014	73,00	202.000.000	100,0%	145,20	72,85	198.515.136	2,088	5.592.499	0,0	0	192.922.637	72,62
31/07/2014	72,62	192.880.064	95,5%	180,90	72,44	188.538.448	2,088	5.592.499	0,0	0	182.945.949	72,21
31/08/2014	72,21	183.039.984	90,6%	208,90	72,00	178.026.368	2,088	5.412.096	0,0	0	172.614.272	71,73
30/09/2014	71,73	172.600.064	85,4%	235,90	71,49	167.882.048	2,088	5.592.499	0,0	0	162.289.549	71,21
31/10/2014	71,21	162.199.984	80,3%	225,90	70,98	157.713.808	2,088	5.412.096	0,0	0	152.301.712	70,68
30/11/2014	70,68	152.240.000	75,4%	206,00	70,47	148.531.984	2,088	5.592.499	0,0	0	142.939.485	70,16
31/12/2014	70,16	142.880.064	70,7%	165,60	69,99	139.904.800	2,088	5.592.499	0,0	0	134.312.301	69,67
31/01/2015	69,67	134.389.968	66,5%	124,90	69,55	132.266.656	2,088	5.051.290	0,0	0	127.215.366	69,25
28/02/2015	69,25	127.250.000	63,0%	88,20	69,16	125.750.544	2,088	5.592.499	0,0	0	120.158.045	68,81
31/03/2015	68,81	120.149.960	59,5%	88,20	68,72	118.827.024	2,088	5.412.096	0,0	0	113.414.928	68,36
30/04/2015	68,36	113.400.008	56,1%	83,90	68,28	112.141.504	2,088	5.592.499	0,0	0	106.549.005	67,90
31/05/2015	67,90	106.600.024	52,8%	104,70	67,80	105.134.248	2,088	5.412.096	0,0	0	99.722.152	67,41
30/06/2015	67,41	99.740.048	49,4%	145,20	67,26	97.707.216	2,088	5.592.499	0,0	0	92.114.717	66,85
31/07/2015	66,85	92.049.984	45,6%	180,90	66,67	89.698.272	2,088	5.592.499	0,0	0	84.105.773	66,24
31/08/2015	66,24	84.119.976	41,6%	208,90	66,03	81.404.264	2,088	5.412.096	0,0	0	75.992.168	65,58
30/09/2015	65,58	75.960.024	37,6%	235,90	65,34	73.129.208	2,088	5.592.499	0,0	0	67.536.709	64,85
31/10/2015	64,85	67.499.984	33,4%	225,90	64,62	65.240.996	2,088	5.412.096	0,0	0	59.828.900	64,08
30/11/2015	64,08	59.800.020	29,6%	206,00	63,87	57.740.004	2,088	5.592.499	0,0	0	52.147.505	63,31
31/12/2015	63,31	52.100.012	25,8%	165,60	63,14	50.444.016	2,088	5.592.499	0,0	0	44.851.517	62,48
31/01/2016	62,48	44.839.996	22,2%	129,36	62,35	43.804.808	2,088	5.231.693	0,0	0	38.573.115	61,70
29/02/2016	61,70	38.600.008	19,1%	88,20	61,61	37.894.408	2,088	5.592.499	0,0	0	32.301.909	60,90
31/03/2016	60,90	32.300.010	16,0%	88,20	60,81	31.682.586	2,088	5.412.096	0,0	0	26.270.490	60,04
30/04/2016	60,04	26.280.006	13,0%	83,90	59,96	25.736.602	2,088	5.592.499	0,0	0	20.144.103	59,02
31/05/2016	59,02	20.120.002	10,0%	104,70	58,92	19.661.194	2,088	5.412.096	0,0	0	14.249.098	57,42
30/06/2016	57,42	14.259.995	7,1%	145,20	57,27	13.824.398	2,088	5.592.499	0,0	0	8.231.899	55,41
31/07/2016	55,41	8.230.000	4,1%	180,90	55,23	7.687.298	2,088	5.592.499	0,0	0	2.094.799	52,90
31/08/2016	52,90	2.090.002	1,0%	208,90	52,69	1.860.211						
30/09/2016												
31/10/2016												
30/11/2016												
31/12/2016												
31/01/2017												
28/02/2017												

Sempre a data inicial corresponde às 00:00, enquanto que as demais datas correspondem à 24h hora.

RESUMO DO VOLUME CONSUMIDO NO PERÍODO CONSIDERADO

Volume evaporado estimado (m³):	56.850.260	28,4%
Volume liberado (m³):	143.059.738	71,6%
Volume aporte (m³):	0	
Volume Reduzido Estimado Total (m³):	199.909.998	

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 47 – Simulação de esvaziamento do açude Caxitoré com vazão alocada
SIMULAÇÃO DE Esvaziamento

Açude: Caxitoré																		
Vazão Alocada																		
Cota sangria (m) -		73		Cap. máxima (m ³) -		202.000.000												
Cota inicial (m) -		73		Volume inicial (m ³) -		202.000.000												
Cota t. d'água (m) -		55,00		Volume morto (m ³) -		7.000.000												
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Início da Simulação :</td> <td>01/07/2014</td> </tr> <tr> <td>Fim da Simulação:</td> <td>31/12/2020</td> </tr> <tr> <td>Intervalo Max. (dias):</td> <td>31</td> </tr> </table>													Início da Simulação :	01/07/2014	Fim da Simulação:	31/12/2020	Intervalo Max. (dias):	31
Início da Simulação :	01/07/2014																	
Fim da Simulação:	31/12/2020																	
Intervalo Max. (dias):	31																	
Data	Cota	Volume	Volume	Evapor. Parcial	Cota Intern. 1	Vol. Intern. 1	Liberação		Aporte		Vol. Intern. 2	Cota Final						
	(m)	(m ³)	(%)	(mm)	(m)	(m ³)	(m ³ /s)	(m ³)	(m ³ /s)	(m ³)	(m ³)	(m)						
01/07/2014	73,00	202.000.000	100,0%	145,20	72,85	198.515.136	1,8	4.821.120	0,0	0	193.694.016	72,65						
31/07/2014	72,65	193.600.032	95,8%	180,90	72,47	189.258.416	1,8	4.821.120	0,0	0	184.437.296	72,27						
31/08/2014	72,27	184.479.920	91,3%	208,90	72,06	179.466.304	1,8	4.665.600	0,0	0	174.800.704	71,84						
30/09/2014	71,84	174.799.920	86,5%	235,90	71,60	170.082.064	1,8	4.821.120	0,0	0	165.260.944	71,36						
31/10/2014	71,36	165.200.016	81,8%	225,90	71,13	160.682.032	1,8	4.665.600	0,0	0	156.016.432	70,89						
30/11/2014	70,89	156.019.984	77,2%	206,00	70,68	152.311.968	1,8	4.821.120	0,0	0	147.490.848	70,42						
31/12/2014	70,42	147.559.968	73,0%	165,60	70,25	144.579.232	1,8	4.821.120	0,0	0	139.758.112	69,99						
31/01/2015	69,99	139.829.968	69,2%	124,90	69,87	137.706.656	1,8	4.354.560	0,0	0	133.352.096	69,61						
28/02/2015	69,61	133.370.008	66,0%	88,20	69,52	131.870.552	1,8	4.821.120	0,0	0	127.049.432	69,24						
31/03/2015	69,24	127.079.960	62,9%	88,20	69,15	125.580.632	1,8	4.665.600	0,0	0	120.915.032	68,86						
30/04/2015	68,86	120.900.008	59,9%	83,90	68,78	119.641.504	1,8	4.821.120	0,0	0	114.820.384	68,45						
31/05/2015	68,45	114.749.952	56,8%	104,70	68,35	113.179.480	1,8	4.665.600	0,0	0	108.513.880	68,03						
30/06/2015	68,03	108.449.984	53,7%	145,20	67,88	106.387.256	1,8	4.821.120	0,0	0	101.566.136	67,54						
31/07/2015	67,54	101.560.016	50,3%	180,90	67,36	99.027.408	1,8	4.821.120	0,0	0	94.206.288	67,01						
31/08/2015	67,01	94.140.032	46,6%	208,90	66,80	91.414.320	1,8	4.665.600	0,0	0	86.748.720	66,44						
30/09/2015	66,44	86.720.032	42,9%	235,90	66,20	83.653.320	1,8	4.821.120	0,0	0	78.832.200	65,82						
31/10/2015	65,82	78.840.000	39,0%	225,90	65,59	76.129.208	1,8	4.665.600	0,0	0	71.463.608	65,21						
30/11/2015	65,21	71.519.992	35,4%	206,00	65,00	69.047.976	1,8	4.821.120	0,0	0	64.226.856	64,52						
31/12/2015	64,52	64.199.968	31,8%	165,60	64,35	62.544.008	1,8	4.821.120	0,0	0	57.722.888	63,87						
31/01/2016	63,87	57.699.988	28,6%	129,36	63,74	56.406.004	1,8	4.510.080	0,0	0	51.895.924	63,29						
29/02/2016	63,29	51.900.008	25,7%	88,20	63,20	51.018.012	1,8	4.821.120	0,0	0	46.196.892	62,65						
31/03/2016	62,65	46.200.012	22,9%	88,20	62,56	45.494.384	1,8	4.665.600	0,0	0	40.828.784	61,98						
30/04/2016	61,98	40.839.996	20,2%	83,90	61,90	40.168.792	1,8	4.821.120	0,0	0	35.347.672	61,29						
31/05/2016	61,29	35.320.008	17,5%	104,70	61,19	34.482.392	1,8	4.665.600	0,0	0	29.816.792	60,55						
30/06/2016	60,55	29.849.994	14,8%	145,20	60,40	28.833.602	1,8	4.821.120	0,0	0	24.012.482	59,67						
31/07/2016	59,67	24.019.990	11,9%	180,90	59,49	22.934.608	1,8	4.821.120	0,0	0	18.113.488	58,53						
31/08/2016	58,53	18.119.996	9,0%	208,90	58,32	17.284.394	1,8	4.665.600	0,0	0	12.618.794	56,87						
30/09/2016	56,87	12.609.997	6,2%	235,90	56,63	11.902.306	1,8	4.821.120	0,0	0	7.081.186	55,03						
31/10/2016	55,03	7.089.997	3,5%	225,90	54,80	6.608.200	1,8	4.665.600	0,0	0	1.942.600	52,77						
30/11/2016	52,77	1.947.001	1,0%	206,00	52,56	1.720.399												
31/12/2016																		
31/01/2017																		
28/02/2017																		

Sempre a data inicial corresponde às 00:00, enquanto que as demais datas correspondem à 24h hora.

RESUMO DO VOLUME CONSUMIDO NO PERÍODO CONSIDERADO

Volume evaporado estimado (m ³):	62.573.319	31,3%
Volume liberado (m ³):	137.479.680	68,7%
Volume aporte (m ³):	0	
Volume Reduzido Estimado Total (m³):	200.052.999	

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 48 – Simulação de esvaziamento do açude Caxitoré com vazão crítica

SIMULAÇÃO DE Esvaziamento

Açude: Caxitoré

Cota sangria (m) -	73	Cap. máxima (m³) -	202.000.000
Cota inicial (m) -	56,99	Volume inicial (m³) -	12.970.005
Cota t. d'água (m) -	55,00	Volume morto (m³) -	7.000.000

Vol Crítico ABA

Início da Simulação :	01/07/2014
Fim da Simulação:	31/12/2020
Intervalo Max. (dias):	31

Data	Cota (m)	Volume (m³)	Volume (%)	Evapor. Parcial (mm)	Cota Intern. 1 (m)	Vol. Intern. 1 (m³)	Liberação		Aporte		Vol. Intern. 2 (m³)	Cota Final (m)
							(m³/s)	(m³)	(m³/s)	(m³)		
01/07/2014	56,99	12.970.005	6,4%	145,20	56,84	12.534.397	0,185	495.504	0,0	0	12.038.893	56,68
31/07/2014	56,68	12.040.001	6,0%	180,90	56,50	11.497.299	0,185	495.504	0,0	0	11.001.795	56,33
31/08/2014	56,33	10.990.005	5,4%	208,90	56,12	10.363.304	0,185	479.520	0,0	0	9.883.784	55,96
30/09/2014	55,96	9.879.997	4,9%	235,90	55,72	9.172.295	0,185	495.504	0,0	0	8.676.791	55,56
31/10/2014	55,56	8.680.004	4,3%	225,90	55,33	8.002.297	0,185	479.520	0,0	0	7.522.777	55,17
30/11/2014	55,17	7.509.995	3,7%	206,00	54,96	6.928.002	0,185	495.504	0,0	0	6.432.498	54,72
31/12/2014	54,72	6.440.003	3,2%	165,60	54,55	6.108.803	0,185	495.504	0,0	0	5.613.299	54,31
31/01/2015	54,31	5.620.003	2,6%	124,90	54,19	5.370.201	0,185	447.552	0,0	0	4.922.649	53,97
28/02/2015	53,97	4.916.004	2,4%	88,20	53,88	4.669.045	0,185	495.504	0,0	0	4.173.541	53,70
31/03/2015	53,70	4.160.002	2,1%	88,20	53,61	3.913.043	0,185	479.520	0,0	0	3.433.523	53,44
30/04/2015	53,44	3.431.996	1,7%	83,90	53,36	3.197.075	0,185	495.504	0,0	0	2.701.571	53,18
31/05/2015	53,18	2.704.001	1,3%	104,70	53,08	2.410.835	0,185	479.520	0,0	0	1.931.315	52,76
30/06/2015	52,76	1.935.998	1,0%	145,20	52,61	1.776.280	0,185	495.504	0,0	0	1.280.776	52,16
31/07/2015	52,16	1.276.000	0,6%	180,90	51,98	1.083.279	0,185	495.504	0,0	0	587.775	51,36
31/08/2015	51,36	588.001	0,3%	208,90	51,15	420.880						
30/09/2015												
31/10/2015												
30/11/2015												
31/12/2015												
31/01/2016												
29/02/2016												
31/03/2016												
30/04/2016												
31/05/2016												
30/06/2016												
31/07/2016												
31/08/2016												
30/09/2016												
31/10/2016												
30/11/2016												
31/12/2016												
31/01/2017												
28/02/2017												

Sempre a data inicial corresponde às 00:00, enquanto que as demais datas correspondem à 24h hora.

RESUMO DO VOLUME CONSUMIDO NO PERÍODO CONSIDERADO

Volume evaporado estimado (m³):	5.556.836	44,9%
Volume liberado (m³):	6.825.168	55,1%
Volume aporte (m³):	0	
Volume Reduzido Estimado Total (m³):	12.382.004	

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 49 – Simulação de esvaziamento do açude Frios com vazão alocada

SIMULAÇÃO DE Esvaziamento

Açude: Frios

Cota sangria (m) -	50	Cap. máxima (m ³) -	33.020.000
Cota inicial (m) -	50	Volume inicial (m ³) -	33.020.000
Cota t. d'água (m) -	39,00	Volume morto (m ³) -	1.210.000

Vazão Alocada

Início da Simulação :	01/07/2014
Fim da Simulação:	31/12/2020
Intervalo Max. (dias):	31

Data	Cota	Volume	Volume	Evapor. Parcial	Cota Intern. 1	Vol. Intern. 1	Liberação		Aporte		Vol. Intern. 2	Cota Final
	(m)	(m ³)	(%)	(mm)	(m)	(m ³)	(m ³ /s)	(m ³)	(m ³ /s)	(m ³)	(m ³)	(m)
01/07/2014	50,00	33.020.000	100,0%	145,20	49,85	32.192.366	0,35	937.440	0,0	0	31.254.926	49,69
31/07/2014	49,69	31.252.992	94,6%	180,90	49,51	30.221.880	0,35	937.440	0,0	0	29.284.440	49,34
31/08/2014	49,34	29.258.000	88,6%	208,90	49,13	28.067.268	0,35	907.200	0,0	0	27.160.068	48,97
30/09/2014	48,97	27.171.206	82,3%	235,90	48,73	26.001.138	0,35	937.440	0,0	0	25.063.698	48,55
31/10/2014	48,55	25.087.996	76,0%	225,90	48,32	23.967.538	0,35	907.200	0,0	0	23.060.338	48,14
30/11/2014	48,14	23.054.396	69,8%	206,00	47,93	22.079.492	0,35	937.440	0,0	0	21.142.052	47,71
31/12/2014	47,71	21.127.496	64,0%	165,60	47,54	20.423.696	0,35	937.440	0,0	0	19.486.256	47,32
31/01/2015	47,32	19.469.998	59,0%	124,90	47,20	18.939.170	0,35	846.720	0,0	0	18.092.450	47,00
28/02/2015	47,00	18.110.000	54,8%	88,20	46,91	17.789.836	0,35	937.440	0,0	0	16.852.396	46,65
31/03/2015	46,65	16.839.506	51,0%	88,20	46,56	16.519.327	0,35	907.200	0,0	0	15.612.127	46,31
30/04/2015	46,31	15.605.305	47,3%	83,90	46,23	15.300.746	0,35	937.440	0,0	0	14.363.306	45,96
31/05/2015	45,96	14.355.197	43,5%	104,70	45,86	14.028.539	0,35	907.200	0,0	0	13.121.339	45,56
30/06/2015	45,56	13.107.204	39,7%	145,20	45,41	12.654.172	0,35	937.440	0,0	0	11.716.732	45,11
31/07/2015	45,11	11.703.202	35,4%	180,90	44,93	11.169.988	0,35	937.440	0,0	0	10.232.548	44,58
31/08/2015	44,58	10.234.405	31,0%	208,90	44,37	9.674.552	0,35	907.200	0,0	0	8.767.352	44,03
30/09/2015	44,03	8.760.397	26,5%	235,90	43,79	8.218.788	0,35	937.440	0,0	0	7.281.348	43,38
31/10/2015	43,38	7.291.203	22,1%	225,90	43,15	6.785.181	0,35	907.200	0,0	0	5.877.981	42,69
30/11/2015	42,69	5.875.798	17,8%	206,00	42,48	5.500.882	0,35	937.440	0,0	0	4.563.442	41,96
31/12/2015	41,96	4.561.599	13,8%	165,60	41,79	4.319.823	0,35	937.440	0,0	0	3.382.383	41,15
31/01/2016	41,15	3.379.002	10,2%	129,36	41,02	3.190.075	0,35	876.960	0,0	0	2.313.115	40,26
29/02/2016	40,26	2.316.398	7,0%	88,20	40,17	2.215.851	0,35	937.440	0,0	0	1.278.411	39,08
31/03/2016	39,08	1.274.802	3,9%	88,20	38,99	1.205.325	0,35	907.200	0,0	0	298.125	37,05
30/04/2016	37,05	298.000	0,9%	83,90	36,97	273.559						
31/05/2016												
30/06/2016												
31/07/2016												
31/08/2016												
30/09/2016												
31/10/2016												
30/11/2016												
31/12/2016												
31/01/2017												
28/02/2017												

Sempre a data inicial corresponde às 00:00, enquanto que as demais datas correspondem à 24h hora.

RESUMO DO VOLUME CONSUMIDO NO PERÍODO CONSIDERADO

Volume evaporado estimado (m ³):	12.461.200	38,1%
Volume liberado (m ³):	20.260.800	61,9%
Volume aporte (m ³):	0	
Volume Reduzido Estimado Total (m ³):	32.722.000	

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 50 – Simulação de esvaziamento do açude Frios com vazão liberada

SIMULAÇÃO DE Esvaziamento

Açude: Frios

Cota sangria (m) -	50	Cap. máxima (m³) -	33.020.000
Cota inicial (m) -	41,15	Volume inicial (m³) -	3.379.002
Cota t. d'água (m) -	39,00	Volume morto (m³) -	1.210.000

Vazão Crítica Menor Liberação

Início da Simulação :	01/07/2014
Fim da Simulação:	31/12/2020
Intervalo Max. (dias):	31

Data	Cota	Volume	Volume	Evapor. Parcial	Cota Interm. 1	Vol. Interm. 1	Liberação		Aporte		Vol. Interm. 2	Cota Final
	(m)	(m³)	(%)	(mm)	(m)	(m³)	(m³/s)	(m³)	(m³/s)	(m³)	(m³)	(m)
01/07/2014	41,15	3.379.002	10,2%	145,20	41,00	3.167.007	0,09	241.056	0,0	0	2.925.951	40,79
31/07/2014	40,79	2.920.601	8,8%	180,90	40,61	2.714.375	0,09	241.056	0,0	0	2.473.319	40,40
31/08/2014	40,40	2.476.002	7,5%	208,90	40,19	2.237.855	0,09	233.280	0,0	0	2.004.575	39,98
30/09/2014	39,98	2.003.800	6,1%	235,90	39,74	1.812.720	0,09	241.056	0,0	0	1.571.664	39,45
31/10/2014	39,45	1.574.501	4,8%	225,90	39,22	1.391.520	0,09	233.280	0,0	0	1.158.240	38,91
30/11/2014	38,91	1.158.700	3,5%	206,00	38,70	1.041.279	0,09	241.056	0,0	0	800.223	38,28
31/12/2014	38,28	799.599	2,4%	165,60	38,11	705.207	0,09	241.056	0,0	0	464.151	37,51
31/01/2015	37,51	463.599	1,4%	124,90	37,39	418.636	0,09	217.728	0,0	0	200.908	36,58
28/02/2015	36,58	200.200	0,6%	88,20	36,49	183.442						
31/03/2015												
30/04/2015												
31/05/2015												
30/06/2015												
31/07/2015												
31/08/2015												
30/09/2015												
31/10/2015												
30/11/2015												
31/12/2015												
31/01/2016												
29/02/2016												
31/03/2016												
30/04/2016												
31/05/2016												
30/06/2016												
31/07/2016												
31/08/2016												
30/09/2016												
31/10/2016												
30/11/2016												
31/12/2016												
31/01/2017												
28/02/2017												

24 Sempre a data inicial corresponde às 00:00, enquanto que as demais datas correspondem à 24h hora.

RESUMO DO VOLUME CONSUMIDO NO PERÍODO CONSIDERADO

Volume evaporado estimado (m³):	1.289.234	40,6%
Volume liberado (m³):	1.889.568	59,4%
Volume aporte (m³):	0	
Volume Reduzido Estimado Total (m³):	3.178.802	

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 51 – Simulação de esvaziamento do açude Frios com vazão crítica

SIMULAÇÃO DE Esvaziamento

Açude: Frios

Cota sangria (m) -	50	Cap. máxima (m³) -	33.020.000
Cota inicial (m) -	41,15	Volume inicial (m³) -	3.379.002
Cota t. d'água (m) -	39,00	Volume morto (m³) -	1.210.000

Vazão Crítica Menor Liberação

Início da Simulação :	01/07/2014
Fim da Simulação:	31/12/2020
Intervalo Max. (dias):	31

Data	Cota	Volume	Volume	Evapor. Parcial	Cota Intern. 1	Vol. Intern. 1	Liberação		Aporte		Vol. Intern. 2	Cota Final
	(m)	(m³)	(%)	(mm)	(m)	(m³)	(m³/s)	(m³)	(m³/s)	(m³)	(m³)	(m)
01/07/2014	41,15	3.379.002	10,2%	145,20	41,00	3.167.007	0,09	241.056	0,0	0	2.925.951	40,79
31/07/2014	40,79	2.920.601	8,8%	180,90	40,61	2.714.375	0,09	241.056	0,0	0	2.473.319	40,40
31/08/2014	40,40	2.476.002	7,5%	208,90	40,19	2.237.855	0,09	233.280	0,0	0	2.004.575	39,98
30/09/2014	39,98	2.003.800	6,1%	235,90	39,74	1.812.720	0,09	241.056	0,0	0	1.571.664	39,45
31/10/2014	39,45	1.574.501	4,8%	225,90	39,22	1.391.520	0,09	233.280	0,0	0	1.158.240	38,91
30/11/2014	38,91	1.158.700	3,5%	206,00	38,70	1.041.279	0,09	241.056	0,0	0	800.223	38,28
31/12/2014	38,28	799.599	2,4%	165,60	38,11	705.207	0,09	241.056	0,0	0	464.151	37,51
31/01/2015	37,51	463.599	1,4%	124,90	37,39	418.636	0,09	217.728	0,0	0	200.908	36,58
28/02/2015	36,58	200.200	0,6%	88,20	36,49	183.442						
31/03/2015												
30/04/2015												
31/05/2015												
30/06/2015												
31/07/2015												
31/08/2015												
30/09/2015												
31/10/2015												
30/11/2015												
31/12/2015												
31/01/2016												
29/02/2016												
31/03/2016												
30/04/2016												
31/05/2016												
30/06/2016												
31/07/2016												
31/08/2016												
30/09/2016												
31/10/2016												
30/11/2016												
31/12/2016												
31/01/2017												
28/02/2017												

24 Sempre a data inicial corresponde às 00:00, enquanto que as demais datas correspondem à 24h hora.

RESUMO DO VOLUME CONSUMIDO NO PERÍODO CONSIDERADO

Volume evaporado estimado (m³):	1.289.234	40,6%
Volume liberado (m³):	1.889.568	59,4%
Volume aporte (m³):	0	
Volume Reduzido Estimado Total (m³):	3.178.802	

Comentários/Observações:

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 52 – Simulação de esvaziamento do açude Frios com vazão outorgável

SIMULAÇÃO DE Esvaziamento

Açude: Frios

Cota sangria (m) -	50	Cap. máxima (m³) -	33.020.000
Cota inicial (m) -	50	Volume inicial (m³) -	33.020.000
Cota t. d'água (m) -	39,00	Volume morto (m³) -	1.210.000

Vazão 90% de Q90

Início da Simulação :	01/07/2014
Fim da Simulação:	31/12/2020
Intervalo Max. (dias):	31

Data	Cota (m)	Volume (m³)	Volume (%)	Evapor. Parcial (mm)	Cota Intern. 1 (m)	Vol. Intern. 1 (m³)	Liberação		Aporte		Vol. Intern. 2 (m³)	Cota Final (m)
							(m³/s)	(m³)	(m³/s)	(m³)		
01/07/2014	50,00	33.020.000	100,0%	145,20	49,85	32.192.366	0,576	1.542.758	0,0	0	30.649.608	49,58
31/07/2014	49,58	30.626.010	92,7%	180,90	49,40	29.594.878	0,576	1.542.758	0,0	0	28.052.120	49,13
31/08/2014	49,13	28.061.006	85,0%	208,90	48,92	26.928.660	0,576	1.492.992	0,0	0	25.435.668	48,62
30/09/2014	48,62	25.435.194	77,0%	235,90	48,38	24.265.146	0,576	1.542.758	0,0	0	22.722.388	48,07
31/10/2014	48,07	22.707.198	68,8%	225,90	47,84	21.697.430	0,576	1.492.992	0,0	0	20.204.438	47,49
30/11/2014	47,49	20.192.508	61,2%	206,00	47,28	19.317.002	0,576	1.542.758	0,0	0	17.774.244	46,91
31/12/2014	46,91	17.783.300	53,9%	165,60	46,74	17.182.172	0,576	1.542.758	0,0	0	15.639.414	46,32
31/01/2015	46,32	15.641.599	47,4%	124,90	46,20	15.188.209	0,576	1.393.459	0,0	0	13.794.750	45,78
28/02/2015	45,78	13.793.596	41,8%	88,20	45,69	13.518.413	0,576	1.542.758	0,0	0	11.975.655	45,20
31/03/2015	45,20	11.984.002	36,3%	88,20	45,11	11.708.820	0,576	1.492.992	0,0	0	10.215.828	44,57
30/04/2015	44,57	10.207.599	30,9%	83,90	44,49	9.982.746	0,576	1.542.758	0,0	0	8.439.988	43,89
31/05/2015	43,89	8.433.599	25,5%	104,70	43,79	8.199.075	0,576	1.492.992	0,0	0	6.706.083	43,12
30/06/2015	43,12	6.708.798	20,3%	145,20	42,97	6.394.136	0,576	1.542.758	0,0	0	4.851.378	42,13
31/07/2015	42,13	4.856.602	14,7%	180,90	41,95	4.545.687	0,576	1.542.758	0,0	0	3.002.929	40,86
31/08/2015	40,86	3.000.401	9,1%	208,90	40,65	2.762.254	0,576	1.492.992	0,0	0	1.269.262	39,07
30/09/2015	39,07	1.266.700	3,8%	235,90	38,83	1.115.436						
31/10/2015												
30/11/2015												
31/12/2015												
31/01/2016												
29/02/2016												
31/03/2016												
30/04/2016												
31/05/2016												
30/06/2016												
31/07/2016												
31/08/2016												
30/09/2016												
31/10/2016												
30/11/2016												
31/12/2016												
31/01/2017												
28/02/2017												

Sempre a data inicial corresponde às 00:00, enquanto que as demais datas correspondem à 24h hora.

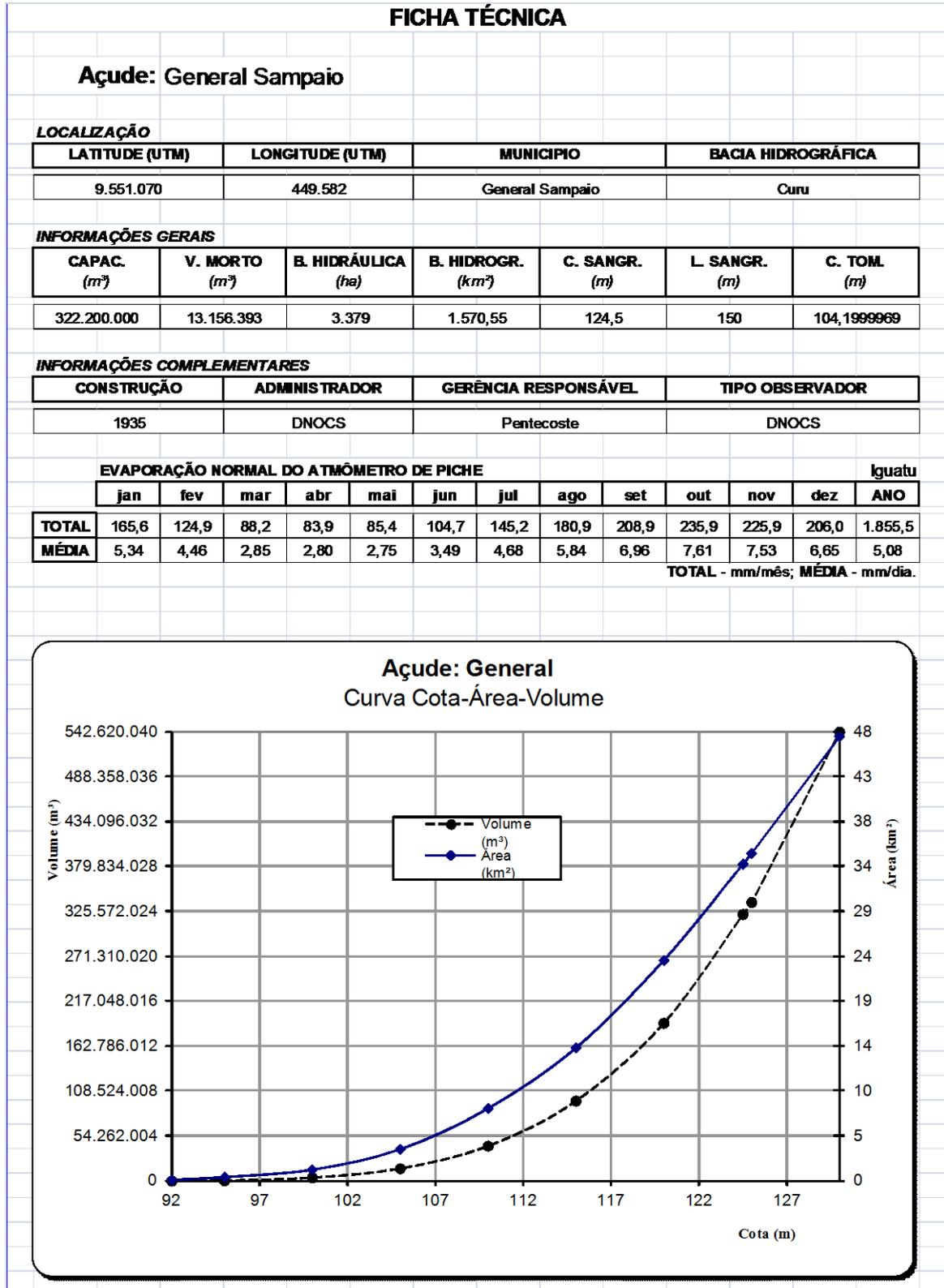
RESUMO DO VOLUME CONSUMIDO NO PERÍODO CONSIDERADO

Volume evaporado estimado (m³):	9.010.055	28,4%
Volume liberado (m³):	22.743.245	71,6%
Volume aporte (m³):	0	
Volume Reduzido Estimado Total (m³):	31.753.300	

Fonte: elaborada pelo autor.

ANEXO A – FICHA TÉCNICA DOS AÇUDES

Ficha técnica do açude General Sampaio



	Num. Régua	Leit. (cm)	Cota (m)	Área (km ²)	Volume (m ³)
	34	50	92	0,000	0
	31	50	95	0,300	430.000
	26	50	100	1,090	3.950.000
	21	50	105	3,280	14.910.000
	16	50	110	7,640	42.220.000
	11	50	115	14,130	96.650.000
	6	50	120	23,490	190.710.000
	1	0	124,5	33,790	322.200.000
	1	50	125	34,930	336.809.984
	-4	50	130	47,390	542.620.032

Fonte: COGERH, 2013.

Ficha técnica do açude Tejuçuoca

FICHA TÉCNICA													
Açude: Tejuçuoca													
LOCALIZAÇÃO													
LATITUDE (UTM)			LONGITUDE (UTM)			MUNICÍPIO			BACIA HIDROGRÁFICA				
9.560.552			443.530			Tejuçuoca			Curu				
INFORMAÇÕES GERAIS													
CAPAC. (m³)		V. MORTO (m³)		B. HIDRÁULICA (ha)		B. HIDROGR. (km²)		C. SANGR. (m)		L. SANGR. (m)		C. TOM. (m)	
28.110.000		980.000		457		232,48		116,6100006		60		103	
INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES													
CONSTRUÇÃO			ADMINISTRADOR			GERÊNCIA RESPONSÁVEL			TIPO OBSERVADOR				
1990			DNOCS			Pentecoste			DNOCS				
EVAPORAÇÃO NORMAL DO ATMÔMETRO DE PICHE													Iguatu
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	ANO
TOTAL	165,6	124,9	88,2	83,9	85,4	104,7	145,2	180,9	208,9	235,9	225,9	206,0	1.855,5
MÉDIA	5,34	4,46	2,85	2,80	2,75	3,49	4,68	5,84	6,96	7,61	7,53	6,65	5,08
TOTAL - mm/mês; MÉDIA - mm/dia.													

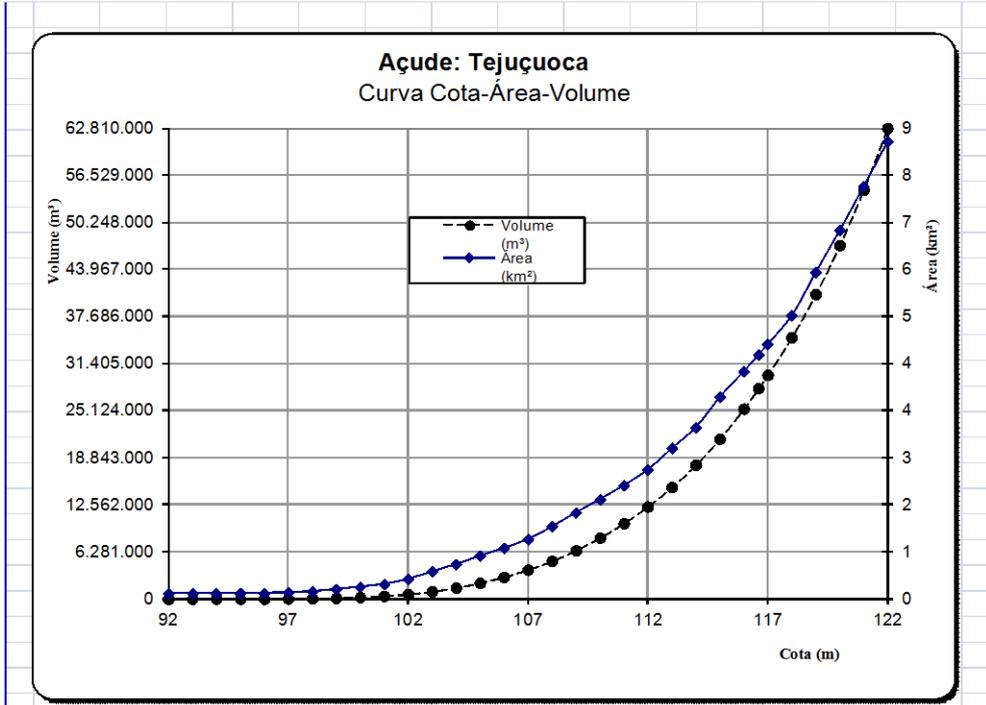


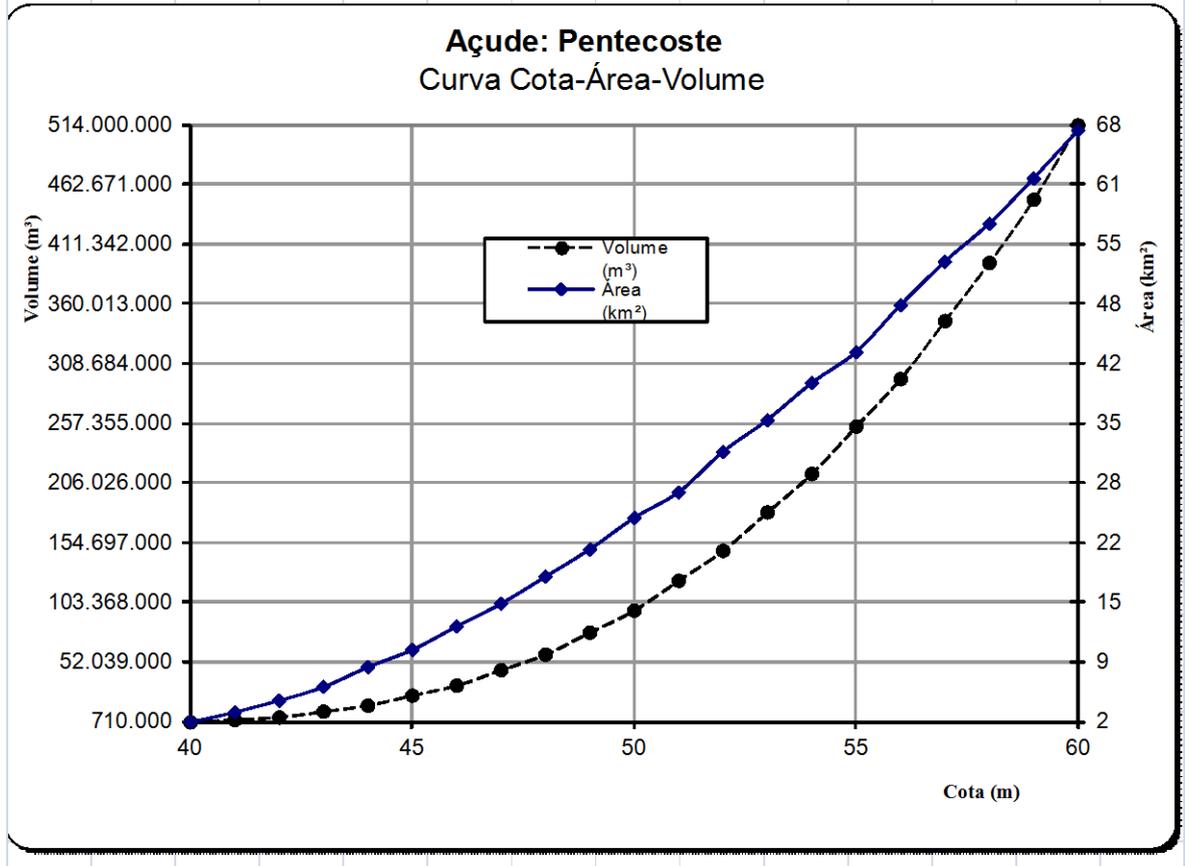
Tabela Cota-Área-Volume

Num. Régua	LeiL (cm)	Cota (m)	Área (km²)	Volume (m³)
27	89	92	0,000	0
26	89	93	0,002	519
25	89	94	0,003	2.624
24	89	95	0,007	7.378
23	89	96	0,010	10.000
22	89	97	0,020	30.000
21	89	98	0,040	60.000
20	89	99	0,080	120.000
19	89	100	0,130	230.000
18	89	101	0,180	390.000
17	89	102	0,280	620.000
16	89	103	0,420	980.000
15	89	104	0,560	1.470.000
14	89	105	0,720	2.120.000
13	89	106	0,870	2.920.000
12	89	107	1,040	3.880.000
11	89	108	1,280	5.040.000
10	89	109	1,550	6.460.000
9	89	110	1,800	8.140.000
8	89	111	2,070	10.080.000
7	89	112	2,370	12.310.000
6	89	113	2,780	14.890.000
5	89	114	3,180	17.880.000
4	89	115	3,760	21.350.000
3	89	116	4,250	25.360.000
2	50	116,61	4,570	28.110.000
2	89	117	4,770	29.870.000
1	89	118	5,320	34.920.000
0	89	119	6,150	40.660.000
-1	89	120	6,950	47.210.000
-2	89	121	7,790	54.580.000
-3	89	122	8,650	62.810.000

Fonte: COGERH, 2013.

Ficha técnica do açude Pentecoste

Açude: Pentecoste													
LOCALIZAÇÃO													
LATITUDE (UTM)			LONGITUDE (UTM)			MUNICÍPIO			BACIA HIDROGRÁFICA				
9.580.258			470.797			Pentecoste			Curu				
INFORMAÇÕES GERAIS													
CAPAC. (m³)		V. MORTO (m³)		B. HIDRÁULICA (ha)		B. HIDROGR. (km²)		C. SANGR. (m)		L. SANGR. (m)		C. TOM. (m)	
395.630.000		16.696.007		5.700		3.262,97		58		200		44,20000076	
INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES													
CONSTRUÇÃO			ADMINISTRADOR			GERÊNCIA RESPONSÁVEL			TIPO OBSERVADOR				
1957			DNOCS			Pentecoste			DNOCS				
EVAPORAÇÃO NORMAL DO ATMÔMETRO DE PICHE												Iguatu	
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	ANO
TOTAL	165,6	124,9	88,2	83,9	85,4	104,7	145,2	180,9	208,9	235,9	225,9	206,0	1.855,5
MÉDIA	5,34	4,46	2,85	2,80	2,75	3,49	4,68	5,84	6,96	7,61	7,53	6,65	5,08
TOTAL - mm/mês; MÉDIA - mm/dia.													



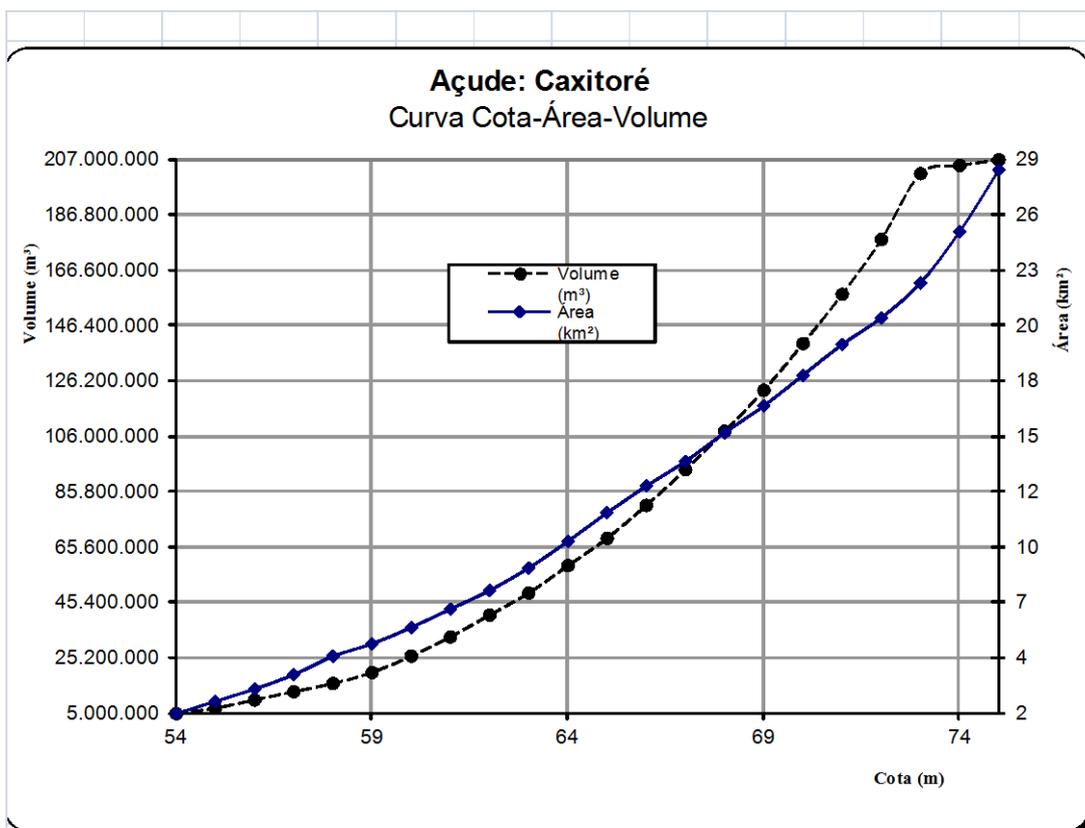


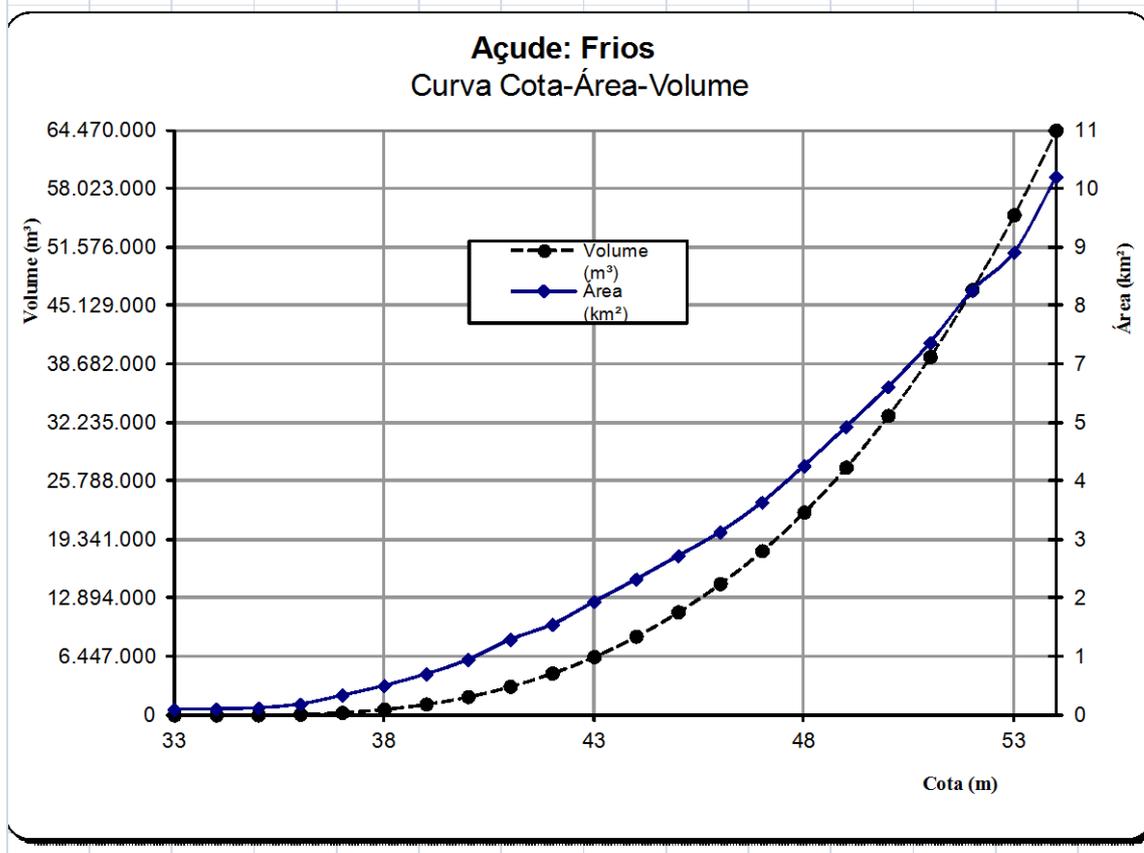
Tabela Cota-Área-Volume

	Num. Régua	Leit. (cm)	Cota (m)	Área (km ²)	Volume (m ³)
	20	0	54	1,500	5.000.000
	19	0	55	2,100	7.000.000
	18	0	56	2,700	10.000.000
	17	0	57	3,400	13.000.000
	16	0	58	4,300	16.000.000
	15	0	59	4,900	20.000.000
	14	0	60	5,700	26.000.000
	13	0	61	6,600	33.000.000
	12	0	62	7,500	41.000.000
	11	0	63	8,600	49.000.000
	10	0	64	9,900	59.000.000
	9	0	65	11,300	69.000.000
	8	0	66	12,600	81.000.000
	7	0	67	13,800	94.000.000
	6	0	68	15,200	108.000.000
	5	0	69	16,500	123.000.000
	4	0	70	18,000	140.000.000
	3	0	71	19,500	158.000.000
	2	0	72	20,800	178.000.000
	1	0	73	22,500	202.000.000
	0	0	74	25,000	205.000.000
	-1	0	75	28,000	207.000.000

Fonte: COGERH, 2013.

Ficha técnica do açude Frios

Açude: Frios													
LOCALIZAÇÃO													
LATITUDE (UTM)			LONGITUDE (UTM)			MUNICÍPIO			BACIA HIDROGRÁFICA				
9.592.748			468.191			Umirim			Curu				
INFORMAÇÕES GERAIS													
CAPAC. (m³)		V. MORTO (m³)		B. HIDRÁULICA (ha)		B. HIDROGR. (km²)		C. SANGR. (m)		L. SANGR. (m)		C. TOM. (m)	
33.020.000		1.210.000		607		277,25		50		100		39	
INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES													
CONSTRUÇÃO			ADMINISTRADOR			GERÊNCIA RESPONSÁVEL			TIPO OBSERVADOR				
1988			DNOCS			Pentecoste			DNOCS				
EVAPORAÇÃO NORMAL DO ATMÔMETRO DE PICHE												Iguatu	
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	ANO
TOTAL	165,6	124,9	88,2	83,9	85,4	104,7	145,2	180,9	208,9	235,9	225,9	206,0	1.855,5
MÉDIA	5,34	4,46	2,85	2,80	2,75	3,49	4,68	5,84	6,96	7,61	7,53	6,65	5,08
TOTAL - mm/mês; MÉDIA - mm/dia.													



Fonte: COGERH, 2013.

ANEXO B – HISTÓRICO DE EVOLUÇÃO DOS AÇUDES

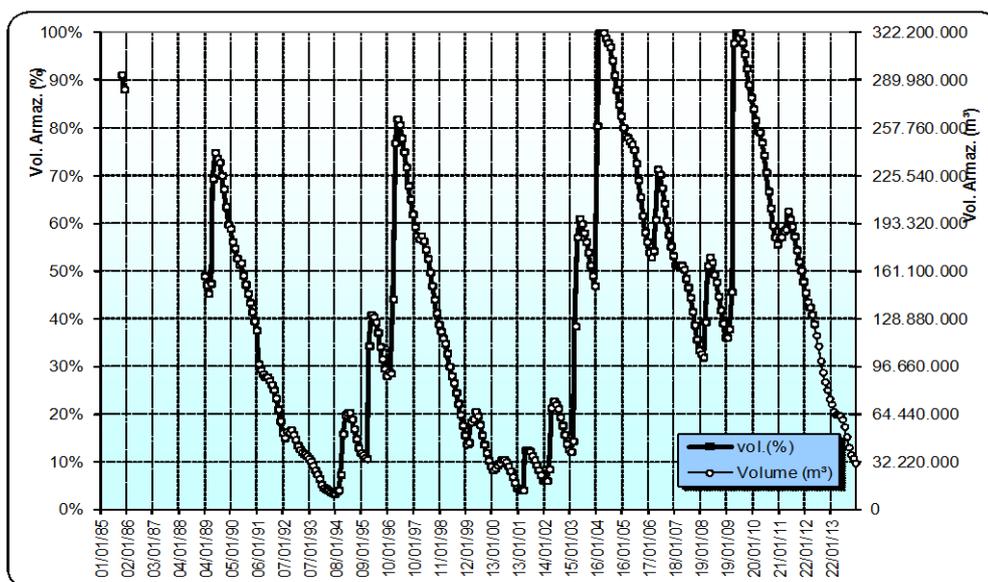
Histórico de evolução do açude General Sampaio

AÇUDE: General Sampaio **MUN.:** General Sampaio **B. HIDROGR.:** Curu

INFORMAÇÕES BÁSICA

CAP. (m ³)	C. SANGR. (m)	C. TOM. (m)	V.MORTO (m ³)	B.HIDROG.(km ²)	CONSTR.
322.200.000	124,50	102,07	8.487.439	1.582,1	1935

EVOLUÇÃO DO VOLUME ARMAZENADO



ANO/MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1985												88,1%
1986												
1987												
1988												
1989	49,00%	47,1%	45,30%	47,40%	69,30%	74,90%	73,60%	72,80%	70,00%	67,20%	63,50%	59,70%
1990	58,90%	56,20%	54,80%	52,70%	51,40%	51,70%	49,1%	47,20%	45,30%	43,40%	41,40%	39,50%
1991	37,60%	30,50%	29,30%	28,40%	27,80%	27,80%	27,1%	26,20%	25,1%	23,30%	21,00%	18,50%
1992	16,1%	15,0%	16,30%	16,1%	17,70%	16,70%	14,70%	13,40%	12,60%	12,00%	11,60%	11,30%
1993	11,70%	11,20%	9,20%	8,30%	7,40%	6,50%	5,30%	4,60%	4,30%	4,00%	3,70%	3,50%
1994	3,30%	3,80%	4,1%	7,30%	15,90%	18,80%	20,20%	20,30%	18,90%	16,90%	14,80%	13,00%
1995	11,90%	11,40%	11,00%	10,60%	34,30%	40,80%	40,40%	39,30%	37,1%	34,1%	31,60%	29,50%
1996	28,00%	28,90%	28,50%	44,1%	76,90%	81,90%	80,70%	77,90%	75,00%	71,80%	67,90%	65,1%
1997	61,90%	59,30%	57,40%	56,80%	57,40%	56,30%	54,50%	52,60%	49,70%	46,90%	44,00%	41,20%
1998	38,80%	37,40%	36,00%	34,80%	32,70%	30,00%	28,00%	26,60%	24,50%	22,20%	19,90%	17,60%
1999	15,60%	13,60%	11,00%	11,30%	11,90%	20,50%	19,60%	17,80%	15,60%	13,60%	11,80%	10,30%
2000	9,1%	8,30%	8,60%	9,20%	9,70%	10,40%	10,50%	10,00%	9,1%	8,1%	6,90%	5,60%
2001	4,50%	4,20%	4,00%	4,1%	2,40%	2,40%	2,20%	11,30%	10,40%	9,40%	8,30%	7,20%
2002	6,1%	6,1%	6,00%	8,40%	21,30%	22,70%	22,1%	21,20%	19,40%	17,60%	15,70%	13,80%
2003	2,60%	2,10%	11,30%	38,40%	57,1%	61,00%	59,90%	58,00%	56,1%	53,90%	51,20%	49,00%
2004	46,90%	80,40%	100,00%	100,00%	100,00%	98,90%	97,90%	97,00%	94,20%	91,10%	88,00%	84,90%
2005	82,50%	80,1%	78,30%	78,00%	77,20%	76,60%	75,40%	72,60%	69,1%	65,50%	61,60%	58,20%
2006	56,20%	53,90%	52,90%	54,20%	60,80%	71,30%	70,30%	67,40%	64,20%	60,60%	57,60%	55,20%
2007	53,20%	51,30%	51,20%	51,0%	51,20%	50,40%	48,40%	46,60%	44,40%	41,50%	38,70%	35,70%
2008	33,40%	32,70%	31,90%	39,30%	51,10%	52,90%	51,80%	49,30%	47,70%	44,70%	41,80%	39,00%
2009	36,1%	36,1%	37,80%	45,60%	97,80%	100,00%	100,00%	100,00%	97,90%	95,50%	92,50%	89,1%
2010	86,40%	84,00%	81,60%	79,40%	79,1%	77,00%	74,30%	70,70%	66,70%	63,20%	59,60%	57,1%
2011	55,60%	57,00%	57,1%	58,40%	58,70%	62,50%	60,90%	59,40%	57,30%	54,40%	52,00%	50,1%
2012	47,80%	45,50%	43,50%	42,40%	40,90%	38,90%	36,50%	34,30%	31,20%	28,70%	26,80%	25,1%
2013	23,20%	22,1%	20,50%	19,90%	19,80%	19,70%	18,80%	17,40%	16,30%	13,00%	11,50%	10,80%
2014	9,70%											
2015												

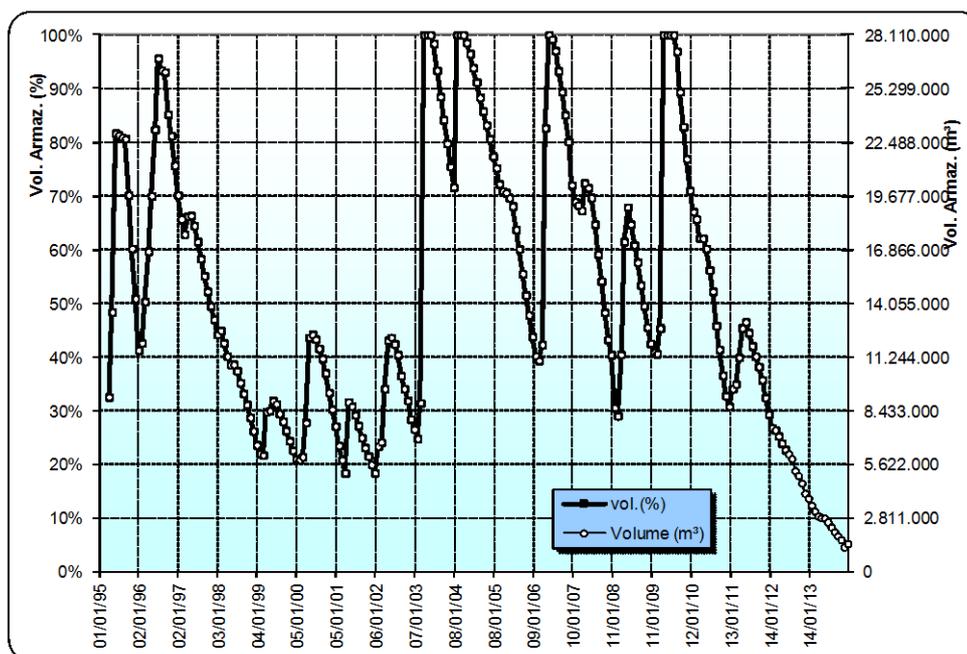
Fonte: COGERH, 2014.

Histórico de evolução do açude Tejuçuoca

AÇUDE: Tejuçuoca **MUN.:** Tejuçuoca **B. HIDROGR.:** Curu

INFORMAÇÕES BÁSICA

CAP. (m³)	C. SANGR. (m)	C. TOM. (m)	V.MORTO (m³)	B.HIDROG.(km²)	CONSTR.
28.110.000	116,61	103,00	980.000	234,4	1990

EVOLUÇÃO DO VOLUME ARMAZENADO

ANO/MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1995				32,50%	48,40%	81,70%	81,40%	80,90%	80,70%	70,10%	60,20%	50,90%
1996	41,30%	42,60%	50,30%	59,70%	70,00%	82,40%	95,70%	93,40%	93,10%	85,20%	81,20%	75,70%
1997	70,10%	65,70%	62,90%	66,20%	66,30%	64,50%	61,50%	58,30%	55,10%	52,20%	49,50%	47,00%
1998	44,20%	44,90%	42,60%	40,10%	38,60%	38,60%	37,40%	35,20%	33,20%	31,10%	28,70%	26,20%
1999	23,60%	22,00%	21,70%	29,80%	30,00%	31,90%	31,20%	29,40%	28,00%	26,30%	24,40%	22,60%
2000	21,00%	20,90%	21,40%	27,80%	43,60%	44,20%	43,30%	41,60%	39,70%	37,00%	33,40%	30,30%
2001	27,10%	23,50%	20,80%	8,40%	31,60%	30,80%	29,20%	27,20%	25,00%	23,10%	21,50%	20,00%
2002	18,40%	23,30%	24,10%	34,10%	43,10%	43,60%	42,40%	40,40%	36,50%	34,10%	31,90%	28,40%
2003	26,60%	24,80%	31,40%	100,00%	100,00%	100,00%	98,40%	93,40%	88,50%	84,20%	79,80%	75,50%
2004	71,60%	100,00%	100,00%	100,00%	98,60%	96,50%	93,90%	91,20%	88,40%	85,80%	83,20%	80,70%
2005	77,40%	75,20%	72,20%	70,90%	70,60%	69,70%	68,10%	63,70%	60,10%	55,50%	51,50%	47,80%
2006	43,80%	40,20%	39,30%	42,30%	82,70%	100,00%	99,20%	97,10%	93,30%	89,40%	85,10%	80,10%
2007	72,00%	68,90%	68,30%	67,30%	72,40%	71,50%	69,70%	64,70%	59,10%	54,10%	48,30%	43,20%
2008	40,40%	30,50%	29,00%	40,50%	61,50%	67,90%	64,70%	60,80%	57,70%	53,40%	49,50%	45,50%
2009	42,50%	40,90%	40,60%	45,40%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	97,00%	89,40%	82,90%	77,00%
2010	71,00%	67,10%	65,70%	62,10%	62,10%	60,20%	56,20%	52,20%	45,80%	41,40%	36,60%	32,80%
2011	30,80%	34,10%	34,90%	39,90%	45,40%	46,50%	44,50%	42,00%	40,10%	38,20%	35,70%	32,40%
2012	29,30%	26,80%	26,40%	25,30%	23,90%	22,70%	21,90%	21,10%	18,80%	17,90%	16,50%	14,60%
2013	13,70%	12,50%	11,20%	10,40%	10,10%	10,00%	9,20%	8,30%	7,40%	6,60%	5,91%	4,60%
2014	5,20%											

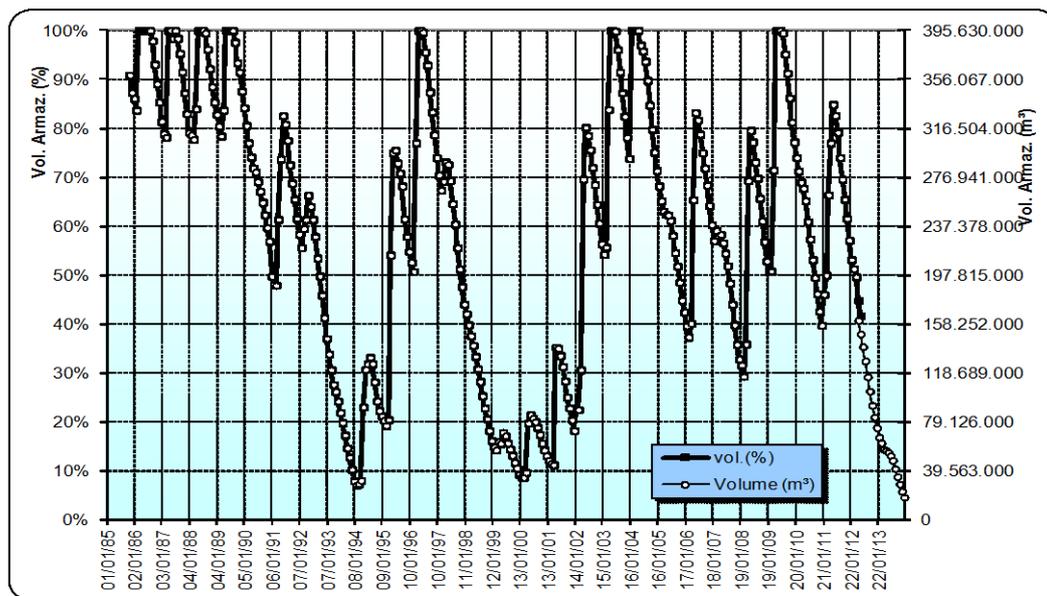
Fonte: COGERH, 2014.

Histórico de evolução do açude Pentecoste

AÇUDE: Pentecoste **MUN.:** Pentecoste **B. HIDROGR.:** Curu

INFORMAÇÕES BÁSICA

CAP. (m ³)	C. SANGR. (m)	C.TOML (m)	V.MORTO (m ³)	B.HIDROG.(km ²)	CONSTR.
360.000.000	58,00	44,20	9.243.569	3.254,5	1957

EVOLUÇÃO DO VOLUME ARMAZENADO

ANO/MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1985												87,40%
1986	86,10%	83,70%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	97,90%	93,10%	89,10%	85,40%
1987	81,40%	78,90%	78,20%	100,00%	100,00%	98,40%	100,00%	98,40%	95,30%	91,50%	87,30%	83,00%
1988	79,20%	78,70%	77,80%	84,00%	100,00%	100,00%	100,00%	99,50%	96,20%	92,20%	88,50%	85,40%
1989	82,80%	80,40%	78,40%	83,70%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	97,60%	93,40%	91,50%	87,60%
1990	84,20%	80,60%	77,00%	74,10%	71,90%	71,00%	69,10%	67,10%	64,90%	62,30%	59,70%	56,90%
1991	49,70%	48,00%	47,30%	61,40%	73,70%	82,60%	80,80%	77,50%	72,50%	68,80%	65,50%	61,60%
1992	58,40%	55,60%	59,50%	61,40%	66,30%	64,00%	61,40%	57,90%	53,50%	49,80%	45,90%	41,30%
1993	37,00%	33,80%	30,60%	27,60%	26,10%	24,20%	21,90%	19,80%	17,30%	14,60%	12,80%	10,20%
1994	7,90%	7,10%	7,30%	8,00%	23,00%	30,70%	31,80%	33,10%	31,80%	28,10%	24,20%	22,30%
1995	21,20%	20,30%	19,20%	20,40%	54,10%	75,00%	75,50%	72,90%	70,80%	68,20%	61,50%	57,90%
1996	54,80%	52,60%	50,70%	77,00%	100,00%	100,00%	99,60%	95,60%	92,90%	87,40%	83,30%	78,70%
1997	74,00%	70,40%	67,30%	69,20%	73,10%	72,60%	69,30%	64,60%	60,40%	55,60%	51,20%	47,60%
1998	44,00%	42,10%	39,80%	37,60%	35,60%	33,30%	30,80%	28,20%	25,30%	22,80%	20,60%	18,20%
1999	16,10%	14,80%	14,20%	15,90%	15,50%	17,80%	17,10%	15,60%	14,40%	13,10%	11,60%	10,50%
2000	9,20%	8,70%	8,60%	9,60%	19,70%	21,40%	20,70%	20,00%	18,80%	17,40%	15,60%	14,20%
2001	13,10%	12,10%	11,50%	11,20%	35,20%	35,00%	33,50%	31,30%	28,30%	25,00%	22,80%	20,40%
2002	18,20%	22,50%	22,50%	30,60%	69,60%	80,20%	78,50%	75,60%	72,00%	68,50%	64,40%	60,60%
2003	56,40%	54,20%	55,70%	83,80%	100,00%	100,00%	99,90%	96,10%	91,50%	87,30%	82,50%	78,20%
2004	73,80%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	97,00%	95,80%	93,70%	89,80%	84,70%	79,80%	75,10%
2005	71,40%	68,20%	65,20%	63,00%	62,40%	62,30%	61,20%	58,10%	54,60%	51,80%	48,50%	44,90%
2006	42,40%	39,60%	37,30%	40,10%	65,40%	83,20%	81,70%	78,80%	75,00%	71,90%	68,40%	64,20%
2007	60,30%	57,00%	59,10%	58,10%	58,30%	56,60%	54,50%	51,90%	48,30%	44,00%	39,80%	35,80%
2008	32,80%	31,60%	29,30%	35,90%	69,30%	79,60%	77,20%	73,10%	69,80%	65,70%	61,00%	56,80%
2009	52,90%	50,70%	50,80%	71,50%	100,00%	100,00%	100,00%	99,50%	95,20%	91,30%	86,20%	81,30%
2010	77,20%	74,00%	71,30%	69,00%	67,70%	65,20%	60,90%	57,30%	53,10%	49,50%	46,20%	42,60%
2011	39,70%	46,00%	50,00%	66,40%	77,00%	84,90%	82,60%	79,20%	74,00%	69,60%	65,50%	61,60%
2012	57,10%	53,10%	51,30%	49,60%	44,80%	41,70%	38,90%	35,60%	32,10%	28,80%	25,60%	23,00%
2013	20,60%	18,50%	17,20%	15,80%	15,50%	15,10%	14,40%	13,30%	11,40%	9,70%	7,90%	6,30%
2014	5,00%											

Fonte: COGERH, 2014.

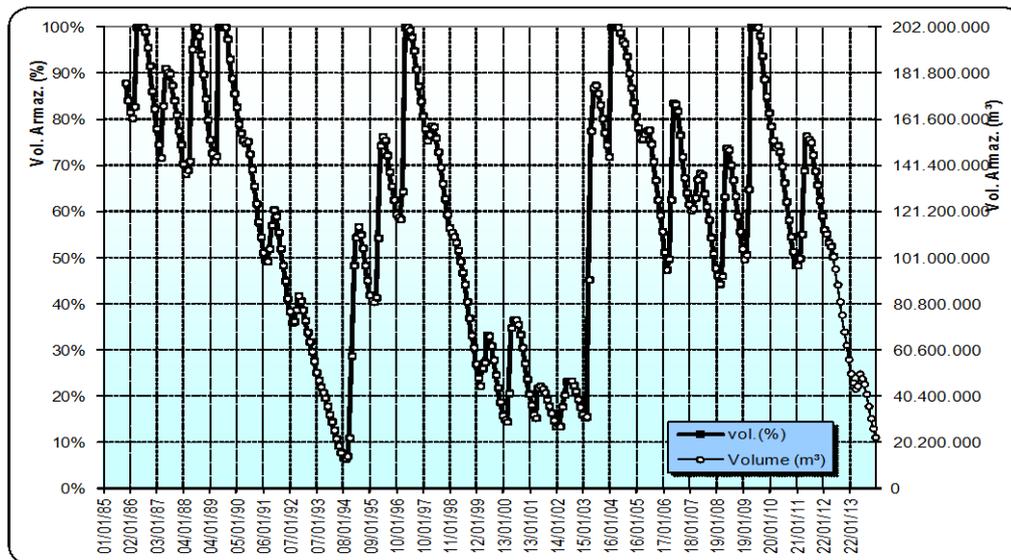
Histórico de evolução do açude Caxitoré

AÇUDE: Caxitoré	MUN.: Umirim	B. HIDROGR.: Curu
------------------------	---------------------	--------------------------

INFORMAÇÕES BÁSICA

CAP. (m³)	C. SANGR. (m)	C. TOML. (m)	V.MORTO (m³)	B.HIDROG.(km²)	CONSTR.
202.000.000	73,00	55,00	7.000.000	1.253,3	1962

EVOLUÇÃO DO VOLUME ARMAZENADO



ANO/MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1985												84,20%
1986	81,60%	80,30%	82,80%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	99,00%	95,60%	91,60%	86,10%	82,30%
1987	78,00%	74,60%	71,70%	83,00%	91,10%	90,30%	89,90%	87,40%	84,10%	81,00%	77,50%	74,50%
1988	70,40%	68,20%	69,00%	70,90%	95,20%	100,00%	100,00%	98,10%	94,10%	89,80%	84,50%	79,90%
1989	75,60%	72,70%	70,90%	72,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	97,40%	93,10%	89,00%	85,60%
1990	82,70%	79,00%	77,00%	75,50%	74,90%	75,20%	72,50%	69,20%	65,50%	61,70%	57,80%	54,50%
1991	51,10%	49,40%	49,20%	51,90%	57,00%	60,40%	59,00%	55,50%	52,00%	48,30%	45,00%	41,10%
1992	38,40%	35,90%	36,20%	38,70%	41,70%	40,60%	38,70%	36,40%	33,90%	31,80%	29,60%	27,60%
1993	25,10%	23,50%	22,00%	20,80%	19,60%	17,80%	16,00%	14,40%	12,60%	10,80%	9,20%	7,70%
1994	6,60%	6,40%	7,00%	10,90%	28,70%	48,30%	54,40%	56,70%	55,00%	52,10%	48,30%	45,10%
1995	41,90%	40,70%	40,40%	41,40%	54,30%	74,30%	76,30%	75,50%	72,20%	68,60%	65,50%	62,60%
1996	59,50%	58,80%	58,40%	64,30%	100,00%	100,00%	99,40%	97,90%	94,90%	90,90%	87,20%	84,00%
1997	80,80%	78,00%	75,40%	76,70%	78,60%	78,40%	76,00%	73,00%	69,70%	66,10%	62,80%	59,40%
1998	56,50%	55,50%	54,60%	53,30%	51,60%	49,20%	46,80%	44,20%	40,50%	36,90%	33,20%	30,50%
1999	27,00%	23,90%	22,20%	26,00%	27,30%	33,20%	33,00%	30,90%	27,80%	24,60%	21,80%	18,70%
2000	15,80%	14,90%	14,40%	20,60%	34,80%	36,60%	36,50%	35,50%	33,30%	30,50%	27,10%	23,70%
2001	20,40%	18,10%	16,00%	15,20%	21,70%	22,10%	21,60%	20,70%	19,20%	17,80%	16,30%	14,70%
2002	13,40%	13,60%	13,40%	17,70%	20,20%	23,10%	23,30%	23,30%	22,30%	21,00%	19,30%	17,60%
2003	16,00%	15,30%	15,50%	45,20%	77,50%	86,80%	87,40%	85,60%	83,20%	80,20%	77,10%	74,50%
2004	71,90%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	98,80%	97,00%	96,40%	93,70%	90,00%	86,80%	83,70%
2005	80,70%	78,20%	76,10%	75,70%	76,80%	77,50%	77,70%	74,70%	70,90%	66,80%	62,60%	59,30%
2006	55,70%	51,20%	47,40%	49,70%	62,60%	83,50%	83,30%	81,80%	76,60%	71,90%	67,40%	64,10%
2007	61,60%	60,30%	60,70%	63,00%	67,00%	68,30%	67,90%	63,90%	61,10%	58,20%	54,40%	51,00%
2008	47,80%	46,20%	44,30%	46,00%	63,20%	73,80%	73,40%	70,10%	66,90%	63,30%	59,00%	55,70%
2009	51,90%	49,70%	50,60%	64,80%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	98,20%	93,80%	88,70%	85,00%
2010	81,40%	78,50%	75,50%	73,90%	74,30%	73,00%	69,80%	66,30%	62,20%	58,20%	54,60%	51,30%
2011	48,30%	48,30%	49,90%	55,10%	68,90%	76,40%	75,70%	75,00%	72,30%	68,80%	65,80%	62,40%
2012	59,10%	56,10%	55,20%	53,30%	52,50%	50,30%	47,60%	44,20%	40,50%	37,60%	34,00%	31,00%
2013	27,90%	24,90%	22,90%	21,60%	22,20%	24,80%	23,80%	22,60%	20,40%	17,80%	15,20%	12,90%
2014	11,00%											

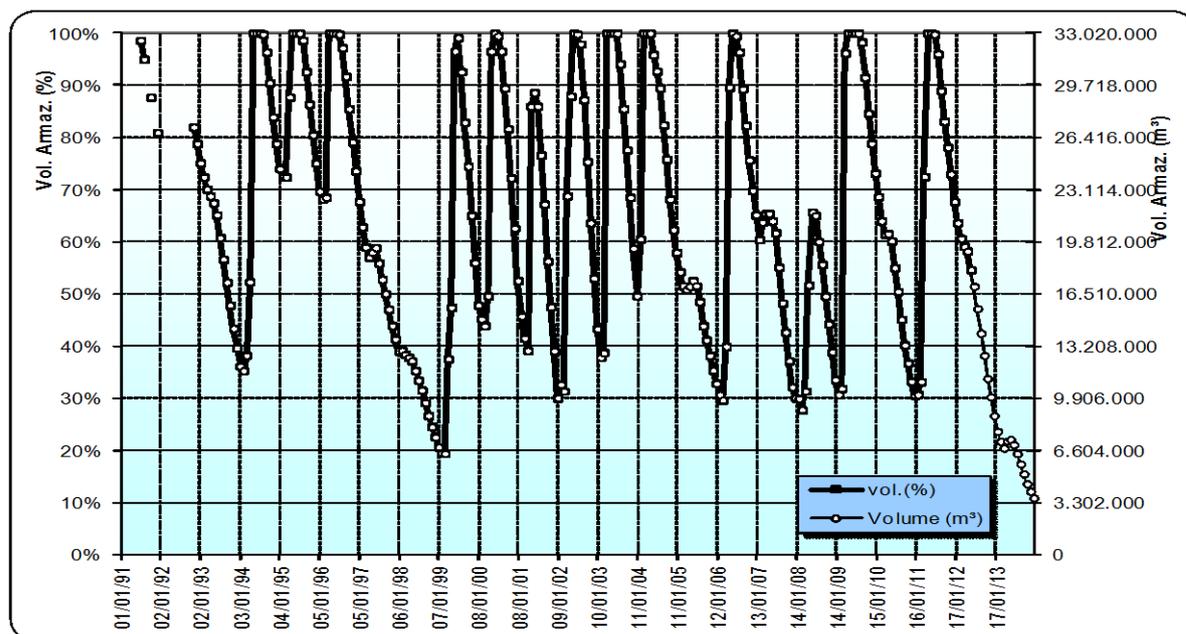
Fonte: COGERH, 2014.

Histórico de evolução do açude Frios

AÇUDE: Frios	MUN.: Umirim	B. HIDROGR.: Curu
---------------------	---------------------	--------------------------

INFORMAÇÕES BÁSICA

CAP. (m³)	C. SANGR. (m)	C. TOML (m)	V.MORTO (m³)	B.HIDROG.(km²)	CONSTR.
33.020.000	50,00	39,00	1.210.000	274,3	1988

EVOLUÇÃO DO VOLUME ARMazenADO

ANO/MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1991							98,60%	95,00%		87,70%		80,90%
1992											82,00%	78,80%
1993	75,10%	72,40%	70,10%	68,80%	67,50%	65,10%	60,80%	56,60%	52,20%	47,80%	43,40%	39,60%
1994	36,10%	35,30%	38,20%	52,30%	100,00%	100,00%	100,00%	99,80%	96,40%	90,50%	83,90%	78,80%
1995	74,00%	72,40%	68,50%	87,70%	100,00%	100,00%	100,00%	98,60%	92,60%	80,50%	80,50%	75,10%
1996	69,70%	68,20%	68,50%	100,00%	100,00%	100,00%	99,80%	97,20%	91,70%	85,50%	79,10%	73,60%
1997	67,70%	62,80%	59,00%	57,00%	57,90%	58,80%	55,90%	52,80%	50,00%	47,00%	43,90%	41,30%
1998	39,00%	39,10%	38,40%	37,80%	37,10%	35,30%	33,40%	31,50%	29,10%	26,60%	24,50%	22,50%
1999	20,60%	19,40%	19,40%	37,50%	47,40%	96,50%	99,10%	92,60%	82,90%	74,50%	65,00%	56,00%
2000	47,80%	45,20%	43,90%	49,60%	96,50%	100,00%	99,50%	96,50%	89,50%	81,70%	72,20%	62,60%
2001	52,50%	45,70%	41,50%	39,10%	86,00%	88,60%	86,00%	76,60%	67,20%	56,30%	47,50%	39,00%
2002	30,00%	32,60%	31,30%	68,80%	87,90%	100,00%	99,80%	97,90%	87,20%	75,40%	63,60%	53,00%
2003	43,30%	37,80%	38,70%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	94,10%	85,50%	77,60%	68,50%	58,70%
2004	49,60%	60,50%	100,00%	100,00%	100,00%	95,90%	92,70%	89,50%	82,40%	75,80%	68,20%	62,30%
2005	57,90%	54,20%	51,50%	50,80%	51,40%	52,50%	51,50%	48,50%	43,90%	41,10%	38,20%	35,30%
2006	32,80%	30,70%	29,60%	39,90%	89,60%	100,00%	99,50%	96,40%	89,30%	82,30%	75,70%	69,80%
2007	65,10%	60,40%	63,70%	65,40%	65,40%	64,00%	61,70%	55,10%	48,20%	42,60%	37,10%	32,10%
2008	30,00%	29,90%	27,70%	31,30%	51,70%	65,70%	65,00%	60,00%	55,60%	49,60%	44,20%	38,80%
2009	33,50%	30,70%	31,80%	96,20%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	98,30%	91,50%	84,60%	78,80%
2010	73,10%	68,60%	64,00%	61,40%	61,50%	60,10%	55,00%	50,40%	45,10%	40,20%	36,70%	33,20%
2011	30,50%	33,70%	33,10%	72,50%	100,00%	100,00%	99,80%	96,00%	89,00%	83,10%	78,10%	73,00%
2012	67,70%	63,60%	60,60%	59,10%	58,20%	54,60%	51,40%	47,20%	42,40%	38,20%	33,80%	30,20%
2013	26,60%	23,60%	21,70%	20,40%	21,70%	22,00%	21,10%	19,30%	17,40%	15,40%	13,50%	12,10%
2014	0,80%											

Fonte: COGERH, 2014.