UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E AMBIENTAL
MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

FERNANDO ANTÔNIO COSTA PEREIRA

UMA ANÁLISE COMPUTACIONAL E GEO ESPACIAL DO SISTEMA HÍDRICO DO COMPLEXO PORTUÁRIO DO PECÉM

FORTALEZA

2014

FERNANDO ANTÔNIO COSTA PEREIRA

UMA ANÀLISE COMPUTACIONAL E GEO ESPACIAL DO SISTEMA HÍDRICO DO COMPLEXO PORTUÁRIO DO PECÉM

Dissertação a ser apresentada ao curso de Pós Graduação do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Mestrado Profissional em Gestão de Recursos Hídricos

Orientador: Professora Dra. Renata Mendes Luna

FORTALEZA

2014

FERNANDO ANTÔNIO COSTA PEREIRA

UMA ANÁLISE COMPUTACIONAL E GEO ESPACIAL DO SISTEMA HÍDRICO DO COMPLEXO PORTUÁRIO DO PECÉM

Dissertação apresentada ao curso de Pós Graduação do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Mestrado Profissional em Gestão de Recursos Hídricos

Aprovada :_____/_____/_____

BANCA EXAMINADORA

_____
Prof[a] Dr[a] Renata Mendes Luna, (orientador)
Universidade Federal do Ceará

_____
Prof[a] Dr[a] Ticiana Marinho de Carvalho Studart,
Universidade Federal do Ceará

_____
Prof[a] Dr[a] Andréa Pereira Cysne,
Professora Externa á Instituição

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

P491a Pereira, Fernando Antônio Costa.
Uma análise computacional e geo espacial do sistema hídrico do Complexo Portuário do Pecém / Fernando Antônio Costa Pereira. – 2014.
91 f. : 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.
Orientação: Profa. Dra. Renata Mendes Luna.

1. Recursos Hídricos. 2. Abastecimento de água. 3. Topologia. 4. Estruturas hidráulicas. I. Título.

CDD 627

AGRADECIMENTOS

Agradeço á Companhia de Gestão de Recursos Hídricos - COGERH, em especial a equipe da Gerência Metropolitana, que muito me apoiaram na realização deste trabalho.

Agradeço á Secretaria, Coordenação e ao Corpo Docente da Universidade Federal do Ceará - UFC por disponibilizar recursos para a conclusão deste trabalho e, em especial, a Professora Renata Mendes Luna.

FIGURAS

Figura 1 – Trecho 1,2, 4 e 5 do Eixão das Águas..... 11
Figura 2 – Cinturão das Águas integrado com Rio São Francisco 13
Figura 3 - Visão geral do abastecimento da Região Metropolitana de Fortaleza e Complexo do Pecém e chegada do Eixão.....15
Figura 4 - Visão do trecho 5 construído no nas dunas do Pecém..... 16
Figura 5 – Sistema SOL para filtro de município Caucaia e exploração Industrial 21
Figura 6 – Gerências Regionais da COGERH 27
Figura 7 – Sistema GEMED - consumo efetivo por cliente..... 29
Figura 8- Topologia das estruturas hídricas que fornecem água Bruta para a RMF e CPP..... 40
Figura 9 – Todos os reservatórios cadastrados no AcquaNet..... 41
Figura 10 – Dados de entrada do Acquanet com análise e comparação.....42
Figura 11 – Visão do ARCGIS -Canal Sítios Novos e Eixão das Águas 43
Figura 12 – Complexo Portuário do Pecém. 47
Figura 13 – Bacias hidrográficas do Pecém – Sítios Novos e Cauipe 49
Figura 14 – Abastecimento da RMF 52
Figura 15 - Açude Sítios Novos 54
Figura 16- Canal dos Sítios Novos 55
Figura 17 – Piscinão do Pecém 55
Figura 18 - Açude Castanhão 56
Figura 19 - Estação de Bombeamento do EB Pecém 56
Figura 20 – Eixão das Águas – Trecho IV 57
Figura 21 – Seção do Canal dos Sítios Novos das medições..... 58
Figura 22 - Acompanhamento Anual do Açude Sítios Novos..... 59
Figura 23 – Relatório Médio de Vazão - programa de medição Acústico 63
Figura 24 – Gráfico do percentual de Vazão e Aferição da velocidade do Canal dos Sítios Novos..... 64
Figura 25 - Resultado da seleção sistema SOL..... 67
Figura 26 - Camada em Geoprocessamento de Outorgas..... 72

TABELAS

Tabela 1- Volume lançado no AcquaNet dos reservatórios em Hm^3..... 37

Tabela 2 – Prioridade das demandas e dos reservatórios..... 39

Tabela 3- Medição de vazão com dados efetivos Canal Sítios Novos..... 65

Tabela 4 - Medição de vazão com dados efetivos Eixão Trecho IV para a RMF..... 66

Tabela 5 - Relação das vinte e nove estruturas hídricas levantadas..... 68

Tabela 6 - Total de clientes outorgados no município de Caucaia – Pecém..... 70

Tabela 7 - Os resultados de projeção dos nós de Fortaleza pelo AcquaNet..... 73

Tabela 8 - Os resultados de projeção dos nós do Pecém pelo AcquaNet 73

LISTA DE SIGLAS

ACQUANET	Software Labsid Acquanet
ADCT	Acoustic Doppler Currente Profiler
ADP	Acoustic Doppler Profile
ARCGIS	Arc Geographic Information System
ARCMAP	Arc Layout View
CAGECE	Companhia de Àgua e Esgoto do Ceará
CAC	Cinturão das águas do Ceará
CF	Constituição Federal de 1988
COGERH	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
CPP	Complexo Portuário do Pecém
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
ENDESA	Endesa Geração de Energia SA
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
GEMED	Gerência de Medidores da COGERH
GVGIS	GV Geographic Information System
SIG	Sistema de Informações Geográficas
I3GEO	I3GEO Open source
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MPX	Usina Termelétrica Energia
PETROBRÁS	Petróleo do Brasil S.A.
RMF	Região Metropolitana de Fortaleza
RDI	Teledyne RD Insturments
SOL	Sistema de Outorgas e Licenças da COGERH
SRH	Secretária de Recursos Hídricos
TERMOCEARA	Termo Elétrica do Ceará

SUMÁRIO

1 Introdução ---------- 01
1.1 Caracterização do Problema ---------- 01
1.2 Objetivos ---------- ---------- 02
1.2.1 Objetivo Geral ---------- 02
1.2.2 Objetivos Específicos---------- 02
1.3 Estudos das Incertezas---------- 03
1.4 Estrutura do Trabalho---------- 04

2 Base Conceitual---------- 05
2.1 O Semi-árido Nordestino---------- 05
2.2 A Irregularidade Climática ---------- *06*
2.3 A Oferta Hídrica no Ceará---------- 08
2.4 A Demanda Hídrica no Ceará ---------- 18
2.5 A Gestão dos Recursos Hídricos ---------- 22
2.6 A Política de Alocação de Água no Ceará ---------- 29
2.7 A Vulnerabilidade da Oferta hídrica por alterações Climáticas---------- 31
2.8 O Balanço Hídrico ---------- 33

3 Área de Estudo---------- 47
3.1 Caracterização do Complexo do Pecém---------- 47
3.2 Caracterização do abastecimento do Complexo do Pecém---------- 48
3.3 A Vulnerabilidade do Complexo do Pecém ---------- 53

4- METODOLOGIA ---------- 54
4.1 Levantamento de Estruturas Hídricas do CPP - Complexo Portuário do Pecém --- 54
4.2 Cálculo da Vazão: Canal dos Sítios Novos e Trecho do Eixão das Águas---------- 58
4.3 Levantamentos das Outorgas no Sistema SOL – Outorgas ---------- 60
4.4 Cálculo da Demanda Hídrica pelo Software livre AcquaNet---------- 60
4.5 Montagem de camadas hídricas usando uma Ferramenta GIS---------- 61

5 RESULTADOS---------- 63

6 CONCLUSÕES E RECOMENAÇÕES---------- 75

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ---------- 76

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo utilizar um modelo de análise de ferramentas computacionais tabulares e georreferenciamento como instrumentos para diagnosticar e analisar o balanço hídrico de todo o sistema que atende ao Complexo Portuário do Pecém – CPP, de forma a proporcionar suporte na tomada de decisão frente a eventos críticos e para dar garantias de abastecimento de água bruta em quantidade e qualidade para os múltiplos usuários já outorgados e com previsão de novas outorgas no Complexo Portuário do Pecém.

Através análise computacional e geo espacial, tanto das fontes hídricas bem como dos usuários ligados aos recursos hídricos do CPP, e com a mensuração de algumas informações hidráulicas, principalmente vazão efetivamente consumida e vazão outorgada, pode-se traçar assim, um esquema que mostre a vulnerabilidade ou não desse sistema hídrico e as possíveis alternativas de soluções para evitar o desabastecimento do Complexo Portuário do Pecém, bem como mostrar a perspectiva de oferta hídrica para atendimento de demanda hídrica futura a partir do planejamento estratégico e do estudo e projetos de desenvolvimento socioeconômico para este importante região. Sendo assim, espera-se elaborar uma eficiente rede que seja comporta dos mais diferentes estruturas hidráulica, para possibilitar a geração dos mais diversos cenários envolvendo o balanço hídrico e a segurança do fornecimento de água para o Complexo Portuário do Pecém.

Palavra Chave: Complexo Portuário do Pecém – CPP, Vazão efetivamente consumida, Vazão outorgada, Ferramentas Computacionais Tabulares e Georreferenciamento

ABSTRACT

The present work has for objective to use a model of analysis of computational tools and tabular georeferencing as instruments to diagnose and analyze the water balance of the whole system which meets the Port Complex of Pecém – CPP, In order to provide support in decision making forward the critical events and to give guarantees of supply of raw water in quantity and quality for the multiple users already signed and with a forecast of new concessions within the Port Complex Pecém.

Through computational analysis and geo spatial, both of water sources as well as of the users connected to the water resources of the CPP, and with the measurement of some hydraulic information, mainly flow effectively consumed and flow grantee, you can draw as well, a diagram that shows the vulnerability or not this water system and the possible alternatives for solutions to avoid the undersupply of the Port Complex of Pecem, as well as show the prospect of water supply for the care of future water demand from the strategic planning and the study and projects of socio economic development for this important region. Thus, it is expected to develop an efficient network that holds the most different hydraulic structures, to allow the generation of more various scenarios involving the water balance and the security of supply of water to the Port Complex Pecém.

Keyword *:* Port Complex Pecém, Mainly flow actually consumed and granted discharge, Computational tools and tabular georeferencing.

1 INTRODUÇÃO

Todo projeto de rede de distribuição está condicionado á perspectiva de demanda conhecida e outorgada na Adutora que abastece o Pecém e com a chegada do Eixão - Castanhão para atendimento das empresas que formam o complexo do Pecém, mas sem o total conhecimento das efetivas ofertas e das localizações dos pontos com maiores captações que afetam a oferta do Complexo do Pecém. A Oferta potencial está condicionada ao projeto de ampliação da demanda pelos planos de investimentos e pelas cartas de intenções de implantação de novas empresas.

1.1 Caracterização do Problema

A Oferta hídrica de água bruta consiste em um dos maiores problemas para crescimento de uma região metropolitana de uma capital. Com o crescimento da demanda hídrica no Pecém está cada vez maior em decorrência da ampliação da comunidade e ampliação do Complexo Portuário do Pecém, será necessário o dimensionamento dos recursos hídricos que serão fornecidos num curto e médio prazos para atendimento desta demanda. Uma análise do balanço hídrico utilizando ferramentas computacionais vai prover vários órgãos do Estado sobre a estrutura hídrica disponível para o crescimento e a atuação de novos projetos de expansão.

O método de dimensionamento mais tradicional é o balanço hídrico através da medida de vazão e a diminuição de perda por vazamento, evaporação e consumo. Atualmente a grande maioria dos softwares disponíveis para análise de balanço hídrico atuam de modo independente e descentralizados, analisando apenas alguns parâmetros fornecidos com dados de entrada

Não há de um modelo de análise de Oferta X Demanda de Recursos Hídricos no Complexo de Empresas no Pecém que aponte o real aporte oferecido e a real demanda projetada. Também, inexiste um esquema de tomada de decisões estratégicas sobre os pontos críticos de investimentos nas estruturas hídricas que compõem o Complexo do Pecém. Em síntese, para chegar a conclusões estratégicas do real consumo do complexo Portuário do Pecém é necessário uma análise integrada de ferramentas para a produção de um balanço hídrico.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Elaborar uma análise de Oferta X Demanda de Recursos Hídricos no Complexo de Empresas no Pecém que mostre o estágio atual do fornecimento hídrico do Complexo Portuário do Pecém - CPP e seja uma ferramenta de análise e tomada de decisões estratégicas. A demanda de recursos hídricos no Pecém está cada vez maior com a ampliação da comunidade e ampliação do Distrito Industrial do Pecém. O Complexo do Pecém será uma área de vasto desenvolvimento industrial e primordial para o crescimento do estado. O escopo deste trabalho será estudar e representar a demanda x oferta hídrica do Complexo do Pecém através de ferramentas computacionais e um modelo geo-espacial. O Complexo do Pecém foi escolhido por se tratar da maior área de desenvolvimento e geração de divisas para o Governo do Estado do Ceará.

1.2.2 Objetivos Específicos

Em uma abordagem mais específica o trabalho proposto visou:

a) Elaborar uma análise de balanço hídrico do complexo Portuário do Pecém através de ferramentas computacionais integradas;
b) Comprovar a necessidade de investimento adicional em estrutura hídrica para atendimento do complexo do Pecém;
c) Aferição da Vazão real média no complexo do Pecém;
d) Levantamento de projeções de demanda do Complexo Portuário do Pecem;
e) Fornecer uma camada Georrefenciada de pontos de captação que possibilitem a tomada de decisões de implantação de novos empreendimentos;
f) Verificar o percentual atendido com os atuais investimentos em estruturas hídricas.

1.3 Estudos das Incertezas

O Estudo das variáveis de Demanda e Oferta de recursos Hídricos no Complexo do CPP-Complexo Portuário do Pecém geram as seguintes incerteza que devem ser dirimidas no final do trabalho

Incerteza 1

Os recursos hídricos outorgados no Complexo Portuário do Pecém são superiores á capacidade hídrica ofertante;

Incerteza 2

Os recursos hídricos outorgados no Complexo Portuário do Pecém são atendidos pela capacidade hídrica ofertante;

Incerteza 3

Os recursos hídricos outorgados no Complexo Portuário do Pecém são atendidos parcialmente pela capacidade hídrica ofertante, sendo necessário um investimento adicional em infraestrutura hídrica para se ter uma reserva hídrica compatível com o complexo industrial.

1.4 Estrutura do Trabalho

A apresentação deste trabalho está estruturada em cinco capítulos. Este capítulo apresenta, inicialmente, a introdução ao tema da pesquisa, os objetivos e a estrutura deste estudo.

O segundo capítulo consiste na base conceitual tratando do semiárido Nordestino, o gerenciamento dos recursos hídricos, os aspectos da gestão dos recursos hídricos e alocação de água bruta no Estado do Ceará.

No terceiro, é descrito a área de estudo – Complexo do Pecém , com a sua capacidade hídrica e sua vulnerabilidade fluvial e sazonal

No quarto, descreve-se a metodologia aplicada para avaliar o estudo. Nesta seção, propõe-se uma análise integrada de ferramentas computacionais para fornecer um balanço hídrico para o cenário atual.

O quinto traz os resultados dos várias ferramentas e suas interpretações e, finalmente, o sexto apresenta as conclusões e as recomendações do estudo.

2.0 Base Conceitual

Para o ser humano, a importância da água define-se não somente por sua dependência fundamental e alimentação imediata mas, também, por seu intrínseco valor econômico, ou seja, o valor atribuído a água como insumo de produção e meio indispensável ao desenvolvimento das sociedades.

A água é um bem natural limitado e insubstituível e que se não for utilizada com cuidado causará conflitos, poluição e a sua escassez. O Governo Federal e os governos estaduais de todo o Brasil já estão se estruturando para orientar sua população sobre como utilizar bem as suas águas. E utilizar bem não é apenas fazer um uso eficiente da água, é ter limites e regras para todo o manancial, para toda a bacia hidrográfica, de modo que o usuário que esteja utilizando as águas rio acima não prejudique aquele que esteja rio abaixo.

Os vales de rios se constituíram, ao longo da história, em meios preferenciais para a ocupação humana, seja pela fertilidade do solo das planícies de aluvião, pelo suprimento alimentar do pescado, ou ainda, pela facilidade de comunicação do litoral com as regiões interiores. O fato é que o homem nunca prescindiu da água para o desenvolvimento de sua organização coletiva.

2.1 O Semi-árido Nordestino

O clima semiárido no interior da região Nordeste apresenta, em média, precipitação acumulada inferior a 600 mm ano. No norte da região, área que abrange a maior parte do semiárido, o período chuvoso ocorre entre os meses de fevereiro a maio. Este setor se destaca em virtude de nele ocorrerem as maiores secas.

A estação seca ocorre, na maior parte da região, entre os meses de agosto e outubro. Utilizando-se como critério para avaliar a vulnerabilidade climática da região o percentual de dias com déficit hídrico (relação entre o número de dias com déficit hídrico e o número total de dias) mostra que o semiárido apresenta déficit hídrico em pelo menos 70% do ano.

Historicamente, a Região Nordeste sempre foi afetada por grandes secas ou grandes cheias. Relatos de secas na região podem ser encontrados desde o século XVII, quando os portugueses chegaram à região. Estatisticamente, ocorrem de 18 a 20 anos de seca a cada 100 anos. Kane (1989) indicou, para o Nordeste, que em 29 anos de ocorrência do fenômeno El Niño, durante 137 anos, do período de 1849 a 1985, apenas 12 anos estiveram associados às secas na região.

No semiárido nordestino essa variabilidade climática, em particular as relacionadas à seca, sempre é sinônimo de agruras para as populações rurais do interior da região e tem sido objeto de preocupação da sociedade e de setores do governo, ao longo dos anos. A prova cabal dessa preocupação é a construção dos primeiros reservatórios hídricos no semiárido nordestino, que datam do final do século XIX, durante o período imperial.

O semiárido nordestino também é vulnerável a enchentes e chuvas intensas (Alves et al., 2005). Entre os anos mais chuvosos na região, tem-se: 1985, 1974, 1964, 1967, 1986, 2009, 1989, 1988, 1994, 2004, 2010. Um exemplo reside nos vários episódios de chuvas intensas, na categoria forte (maior que 60 mm/h), em 1985, e as fortes chuvas ocorridas em janeiro de 2004; no último caso, apenas neste mês choveu mais de 1.000 mm. A média histórica varia entre 550 mm a 600 mm anuais. Comunidades ficaram isoladas, casas, barragens e açudes foram destruídos, pessoas e animais morreram e a produção agrícola sofreu perda significativa.

A causa dessas chuvas intensas foi o transporte de umidade desde o Atlântico tropical e da bacia Amazônica, até o Nordeste, fenômeno incomum mas não impossível. Registros desde 1961 mostram que o ano mais chuvoso foi 1985 , quando o total acumulado de chuva no período chuvoso (fevereiro a maio) foi superior aos 900 mm, ou seja, aproximadamente *400 mm acima da média histórica, em toda a região.* (INPE/CPTEC,2010)

2.2 A Irregularidade Climática

No biênio 2012 e 2013 , a média de chuva no Ceará atingiu a marca de 352,1 mm, 50,4% a menos do que o esperado para o período caracterizado como invernoso no

estado. Os dados revelam a sexta pior estiagem desde 1950 no Ceará. A FUNCEME aponta que a distribuição espacial e temporal das chuvas foi bastante ruim, em virtude do esfriamento das águas do Atlântico Sul. Com isso, as águas ficaram mais frias por lá e mais quentes no Atlântico Norte, prejudicando a Zona de Convergência Intertropical (ZCI), que é o sistema de nuvens responsável pelas chuvas no norte da região Nordeste nos primeiros meses do ano (FUNCEME,2013).

A carência de chuvas em 2013 fez com que o governo federal criasse um plano específico de combate à estiagem, incluindo desde ações emergenciais de distribuição de água, até a liberação de recursos para agricultores que perderam suas safras. Como medidas imediatas para conter o problema da falta de água, o Exército intensificou a operação carro-pipa e a construção de cisternas. A ideia é minimizar os efeitos da seca, Mesmo diante dessas iniciativas governamentais, como ainda faltam mais de cinco meses para a quadra invernosa, é lamentável que muitos sertanejos, em pleno século 21, ainda tenham de lidar com tantas dificuldades para sobreviver com um mínimo de dignidade.

O contraste entre a carência de chuvas e os prejuízos causados a pequenos agricultores em virtude da estiagem deste ano – e a boa produção agrícola baseada na fruticultura irrigada – alia-se a um outro componente importante na discussão sobre a questão da água no Ceará: o conceito de distribuição de nossos recursos hídricos. Considerada modelo no Brasil, a gestão de recursos hídricos no estado foi desenhada para ocorrer de forma integrada, descentralizada e participativa. Nesse sentido, o planejamento é feito mediante o gerenciamento dos potenciais hídricos, por meio das bacias hidrográficas e seus comitês, responsáveis pela definição de prioridades e seu valor de uso, tendo em vista o aspecto econômico de utilização desse bem.

É esse modelo referencial de gestão dos recursos hídricos que permite ao Ceará ter hoje, mesmo em período de estiagem, quase 40% de acúmulo de água em nossos reservatórios. A distribuição espacial dessas comunidades dá-se de forma extremamente difusa, dificultando o acesso à água a toda a população, devido à necessidade elevada de recursos financeiros para atendimento a todas as localidades".

A solução para o abastecimento de água nessas situações reside em ajustar diversas alternativas, dentre elas, poços, construídos no embasamento cristalino, mesmo com as limitações de vazão e qualidade de água, em combinação com a utilização de

dessalinizadores; barragem subterrânea para armazenamento de água em pacote aluvional e uso de cisternas individuais

Diante da consolidação dessa política de gestão dos recursos hídricos e de todos os programas adotados pela Secretaria dos Recursos Hídricos visam , em perspectiva futura, que todos os cearenses possam ter acesso à água potável para atendimento às suas necessidades básicas, convivendo de maneira digna com o fenômeno das secas no semiárido, pois todos os seus efeitos são plenamente assimiláveis.

Como componentes importantes em relação ao futuro do modelo hídrico do Ceará, Cinturão das águas e a transposição de bacias do Rio São Francisco. O projeto do Cinturão trata-se de um grande sistema gravitacional de canais que, originando-se praticamente na entrada no Ceará do chamado Eixo Norte do Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional, destina-se a assegurar oferta de água ao consumo humano. O Cinturão das águas permitirá a adução das águas transpostas do São Francisco para a maioria do território cearense, inclusive às regiões mais secas do estado, bem como àquelas de potencial turístico e econômico.

2.3 A Oferta hídrica no Ceará

O Estado do Ceará possui 85% de seu território inserido no Semiárido, com a uma alta variabilidade temporal das vazões fluviais, ensejando a vazões mínimas em período de estiagem e vazões máximas associadas á ocorrência de uma chuva intensa ou uma sequência de chuvas. Nas condições cearenses onde os cursos da água são intermitentes, exibindo o leito nos períodos de estiagem, ocorrendo indisponibilidade hídrica, faz-se necessária a adoção de medidas capazes de conter o escoamento e assegurar disponibilidade hídrica ao longo do período de estiagem por meio da regularização das vazões nos cursos da água. (LEÃO, 2010).

A política de construção de reservatórios foi a solução para o desenvolvimento do Ceará, pois os solos, com raras exceções, são pouco desenvolvidos, ricos em minerais, pedregosos e pouco espessos e com fraca capacidade de retenção de água. A principal característica hidrológica do semiárido brasileiro é o caráter intermitente de seus rios. Esta característica está diretamente relacionada com o regime pluvial na região e as condições de pouca absorção dos leitos. O escoamento nos rios e riachos desaparece no

período de estiagem.

As características descritas anteriormente sugerem intenso escoamento superficial, haja vista o elevado índice pluviométrico nos três meses que concentram a estação chuvosa e a baixa capacidade de retenção da água no solo raso. Então, coube ao Estado, através de investimentos maciços, construir açudes nas bacias hidrográficas do Ceará

O Governo do Estado do Ceará seguiu uma política com vistas à criação de uma infraestrutura hídrica, baseada na construção de açudes, como forma de garantir, no tempo e no espaço, o abastecimento das populações na região.

No Estado do Ceará, os açudes se constituem nas principais fontes capazes de ofertar água com garantia para a sobrevivência e o desenvolvimento das diversas atividades da sociedade. Uma evidência da importância da construção de reservatórios na regularização de vazões de rios do semiárido brasileiro diz respeito ao rio Jaguaribe, importante curso de água com 633km de extensão e que drena aproximadamente 48% da área do Estado do Ceará, outrora conhecido como “o maior rio seco do mundo”, por apresentar-se, pouco tempo após o período chuvoso no Estado, totalmente seco, e que hoje é perenizado desde a barragem do açude Orós e pelo o açude Castanhão (CEARÁ, 2009).

Os açudes representam as obras de acumulação que juntamente com as obras de distribuição e obras pontuais constituem a infraestrutura hídrica do Estado do Ceará. Há cerca de 30.000 açudes no Estado do Ceará, sendo a maioria deles particular, com pequena capacidade de acumulação, não possuindo vazão regularizada significativa para a oferta de água e tendo função restrita ao atendimento de parte da população rural e dos rebanhos. (LEÃO, 2010).

No Ceará, cerca de 8.000 açudes são classificados quanto ao volume hidráulico acumulável, de acordo com Art. 3º. do Decreto Nº. 23.068 de 11 de fevereiro de 1994, em: micro (até 0,5 hm^3), pequeno (entre 0,5 hm^3 e 7,5 hm^3), médio (entre 7,5 hm^3 e 75 hm^3), grande (entre 75 hm^3 e 750 hm^3) e macro (acima de 750 hm^3). Os açudes com capacidade de armazenamento abaixo de 10 hm^3 têm como principal função fornecer água para a estação seca, após a estação chuvosa do mesmo ano, não servindo como reservas interanuais por secarem quando da ocorrência de anos secos consecutivos.

(CEARÁ, 2009)

Dois açudes, o Orós e o Castanhão, com respectivas capacidades de armazenamento de 1.940 hm^3 e 6.700 hm^3, considerados reservas estratégicas, com baixíssima probabilidade de secarem (CEARÁ, 2009). Este dois açudes tem a função de regularização da vazão do Rio Jaguaribe e armazenamento de água para abastecimento público e industrial, atenuação dos danos decorrentes de uma seca, bem como criação de ambiente favorável ao desenvolvimento da piscicultura.

A COGERH monitora 144 açudes de médio e grande porte e alguns de pequenos portes. A oferta hídrica do Ceara é de 18.808.hm^3 (COGERH, 2013), deste total cerca 50% se encontra na Bacia do Médio Jaguaribe, onde está situado o Açude Castanhão.

Atualmente, devido a duas quadras seguidas de seca nos anos de 2012 e 2013, o aporte hídrico do Estado do Ceará se encontra em situação crítica com apenas 33,7% da capacidade hídrica(COGERH, 2013), ou seja 6.328 hm^3 , maior parte concentrada do Médio Jaguaribe, sendo necessária a política de transposição de bacias.

A oferta hídrica no Ceará está baseado na transposição de bacias e com o objetivo de abastecimento da Região Metropolitana de Fortaleza e o Complexo Portuário do Pecém, as bacias no Alto e Médio Jaguaribe funcionam com bacias retentoras de água bruta para fornecimento para a Região Metropolitana de Fortaleza pelos trechos 1, 2, 3 e 4 do Eixão das Águas e para o Complexo Portuário do Pecém através do trecho 5 do Eixão das águas, conforme figura 01.

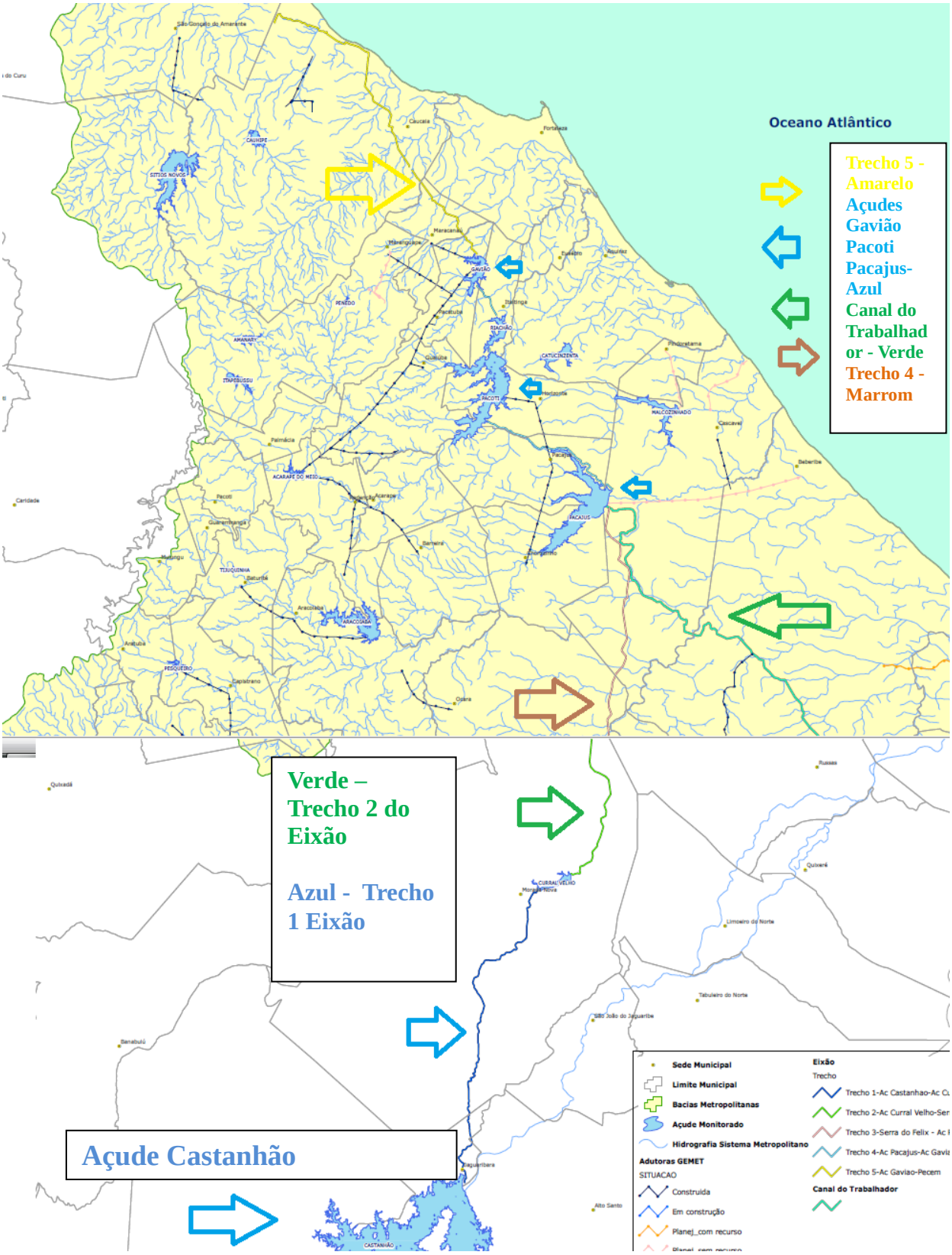

Figura 1 – Trecho 1,2, 4 e 5 do Eixão das Águas - COGERH,2013- Modificada Autor, 2014

O Estado vem investido em estruturas de para prover a transposição de águas entre bacias. Um grande investimento é Cinturão das águas do Ceará- CAC – formado por 10 trechos que contorna o estado do Ceará num total de 500 km de canais. O primeiro trecho já se encontra autorizado e representa 158 km de extensão. Este o primeiro trecho do CAC vai levar água do reservatório Jati, no Eixo Norte do Projeto de Integração do Rio São Francisco, para toda a região do Cariri, passando pelo rio Cariús, afluente do Jaguaribe, chegando até o açude Orós.

Trata-se de um amplo sistema, a partir de um canal principal com 30 m^3 /s de vazão, capaz de abastecer 17 municípios cearenses com água para consumo humano, hidratação animal e também para promoção da agricultura irrigada e de atividades industriais. O investimento total chega a R$ 1,5 bilhão, sendo R$ 1,1 bilhão de recursos federais e R$ 393,5 milhões de contrapartida do governo estadual.

O Trecho em construção beneficiará os municípios de Jati, Porteiras, Brejo Santo, Abaiara, Mauriti, Barbalha, Crato, Milagres, Nova Olinda, Farias Brito, Lavras da Mangabeira, Aurora, Cariús, Iguatu, Quixelô, Icó e Orós(SRH ,2013)

No seu percurso permitirá derivações de porte para a Bacia do Banabuiú, com a construção de túneis. As águas de perenização do Rio Acaraú atingirão a barragem já existente de Santa Rosa, onde se localiza a atual tomada d´água do Projeto de Irrigação Baixo Acaraú. (SRH ,2013)

Aproveitando parcialmente as instalações dessa tomada, será implantado o único bombeamento de todo o CAC, a fim de transpor as águas para um canal de diretriz paralela à linha litorânea (direção aproximada noroeste-sudeste), que se desenvolverá por toda a Bacia Litoral e extremo norte da Bacia do Curu, até se unir ao ponto final do Eixo de Integração Castanhão-Pecém. (SRH ,2013)

Este Canal Litoral poderá ter duas alternativas: uma convencional, por um traçado médio entre 25km (extremo oeste) a 10km (leste), distante da linha da costa e uma segunda de perfil mais favorável a grandes empreendimentos turísticos, de configuração larga e da ordem de 5 a 10km dessa linha de costa (praias).

Quando associado aos traçados do projeto de transposição, do Eixo de Integração e do Canal do Trabalhador, o CAC estabelecerá um verdadeiro cinturão de águas que contornará boa parte do Estado.

Figura 2 – Cinturão das Águas integrado com Rio São Francisco (SRH,2013)

Eixo Norte na bacia do Rio Salgado encaminha por toda a região dos Parnaíba até aporte no Acaraú (Eixo Laranja) seguindo para a bacia do Litoral Eixo Amarelo e aporte no Sítios Novos (Eixo Verde).

O Projeto Cinturão das Águas, pensado a partir da utilização das águas que deverão chegar ao Ceará por meio da transposição do Rio São Francisco. A ideia é que, quando concluído, o empreendimento complemente o sistema hídrico cearense e assegure o abastecimento de água para a totalidade da população. Hoje, por exemplo, a transposição não garantiria a chegada de água à região dos Inhamuns, uma das áreas mais secas e isoladas do Ceará. Com o cinturão, mediante um conjunto de canais e adutoras, com extensão de 3 000 quilômetros, será dada segurança hídrica ao estado. O

cinturão trata-se de um sistema adutor extenso, com cerca de 1 200 quilômetros de comprimento, quase integralmente gravitário – com somente um pequeno bombeamento na parte litoral final –, com trechos em canais em corte ou aterro, obras de travessia de talvegues e elevações topográficas por meio de sifões, aquedutos e túneis.

Com o cinturão, na verdade, haverá uma potencialização do projeto de transposição das águas do Rio São Francisco, que antes abasteceria apenas as bacias do Jaguaribe e Metropolitanas. Agora, como o novo modelo, serão incluídos mais 20 novos grandes açudes. Para que isso ocorra, será construído um canal principal que margeará a Chapada do Cariri, aproximadamente no sentido leste-oeste, para depois, com diretriz sul-norte, atravessar as bacias do Alto Jaguaribe e Poti-Parnaíba, atingindo a bacia do Acaraú. No primeiro trecho, serão investidos 1,5 bilhão de reais, sendo 400 milhões de reais oriundos do governo do estado e o restante assegurado pelo Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). Segundo a Secretaria de Recursos Hídricos, o investimento total previsto é de 28 bilhões de reais, até 2040.

O projeto define trechos e vazões de água: Jati-Cariús, extensão de 160km e vazão pré-estimada em 25 a 30 m³/s; trecho Cariús-Acaraú: extensão de 380km e vazão de 25 m³/s: Trecho Canal Litoral - 1ª alternativa tem extensão de 140km e vazão pré-estimada em 5m³/s; trecho ligação com Eixo de Integração: extensão da ordem de 40km e vazão pré-estimada em 5m³/s; 1ª derivação para Banabuiú: extensão da ordem de 20km, com túnel, e vazão pré-estimada em 2m³/s; 2ª derivação para Banabuiú: extensão da ordem de 10km, com túnel, e vazão pré-estimada em 2m³/s; trecho Canal Acaraú-Curu-Metropolitanas: extensão da ordem de 260km e vazão pré-estimada em 5m³/s; Trecho Acaraú-Coreaú: extensão da ordem de 155km e vazão pré-estimada em 2m³/s.(SRH,2013)

A Política de transposição de bacias envolve uma complexa rede hídrica formada por canais, estações de bombeamento e adutoras que se estendem desde a nascente do Rio Jaguaribe na Bacia do Salgado, região Sul do Estado, até a Região Metropolitana de Fortaleza e o Complexo Portuário do Pecém.

Figura 3 - Visão Geral do Abastecimento da Região Metropolitana de Fortaleza e Complexo do Pecém e chegada do Eixão –Fonte COGERH, 2013

Esta complexidade de adutoras , canais e estações de bombeamento possibilitam criar uma infra estrutura hídrica capaz de abrigar grandes complexos industriais do Distrito Industrial de Maracanaú, Distrito Industrial de Pacajús/Horizonte e Complexo Portuário do Pecém.

Muitos destes trechos de adutoras e canais foram escavados em terreno rochoso e em dunas de praia, que podem acarretar manutenções com alto custo e de difícil acesso de máquinas escavadeiras , conforme mostra a figura 4.

Figura 4- Visão do Trecho 5 construído no nas dunas do Pecém. COGERH 2013

A área de estudo desta dissertação está delimitada na Bacia Hidrográfica da Região Metropolitana de Fortaleza, na cidade de São Gonçalo do Amarante, onde está situado o Complexo Portuário do Pecém.

A Cidade de São Gonçalo do Amarante é um dos municípios mais emergentes do Ceará, que vem se transformando diariamente para receber todo o desenvolvimento advindo da instalação do Complexo Industrial e Portuário do Pecém. A cidade está localizada na Região Metropolitana de Fortaleza, a 60km da capital Fortaleza. Com uma população de aproximadamente 44 mil habitantes (IBGE 2010), o município está divido em 7 distritos, além da Sede, e composta pelos distritos de Croatá, Cágado, Pecém, Serrote, Siupé, Taíba e Umarituba, num total de 12.038 domicílios com PIB (2008) de R$ 610.967,00 e com área territorial de 834,39 km². (PORTAL PECÉM,2013)

Desde a implantação do complexo, São Gonçalo do Amarante vem vivenciando grande ascensão econômica. De acordo com o Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), o município possui a 2ª maior renda per capita do Estado (PORTAL PECEM, 2013)

O distrito do Pecém, o mais importante de São Gonçalo do Amarante, foi criado em 1933 e está localizado a 19km da Sede, sendo o precursor de todo o desenvolvimento do complexo industrial, pois abriga o porto, que é a principal porta de entrada e saída de produtos no Ceará, sendo o líder nacional em movimentação de frutas e calçados, o segundo no transporte do algodão e o terceiro em produtos siderúrgicos.

2.4 **A Demanda Hídrica do Ceará**

A demanda hídrica industrial no Ceará é estimada em 191 milhões de m^3/ano para todo o Estado, com as principais demandas concentradas na bacia do Jaguaribe, com 24 milhões de m^3/ano e as Bacias Metropolitanas, com 152 milhões de m^3/ano(PACTO DAS ÁGUAS - Cenário atual dos recursos hídricos do Ceará, 2010)

No Ceará, o desenvolvimento industrial é concentrado do ponto de vista geográfico, sem planejamento de longo prazo e sem garantia de água. Há baixo uso de tecnologia no setor que utiliza a água como insumo produtivo, como também, há poucas indústrias de baixo consumo hídrico na região do semiárido.

Os setores predominantes no parque industrial cearense é formado por Indústrias Texties, de Vestuário, de Alimentos e Bebidas e se concentram na Bacia Metropolitana. A Bacia Metropolitana detém 88% das indústrias com maior consumo hídrico do Estado do Ceará (COGERH 2014)

O Estado reforçou sua capacidade de fornecimento de água e energia, tornando-se referência regional na gestão de seus recursos hídricos. No entanto, não há relação expressa entre estes avanços no aumento da capacidade de fornecimento de água e melhoria na gestão com o planejamento de longo prazo das necessidades hídricas industriais do território.(PACTO DAS ÁGUAS - Cenário atual dos recursos hídricos do Ceará, 2010)

Dentre os instrumentos elencados na Política Estadual de Recursos Hídricos lei 14810 temos : O plano de recursos hídricos; O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes; A cobrança pelo uso dos recursos hídricos; A outorga do direito de uso dos recursos hídricos; e o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

A Outorga é um ato administrativo na forma de autorização que assegura ao usuário, o direito de captar a água em local determinado de um corpo hídrico (rio,açude, lagoa, fonte, canal, adutora, aquífero, etc) com vazão, volume e período definidos, bem como as finalidades de seu uso, sob determinadas condições e tem objetivo de assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e assegurar o efetivo

exercício dos direitos de acesso à água

É um Instrumento legal que promove o acesso à água para todos os usuários e é um instrumento de controle do uso e de melhoria na oferta d'água, elementos fundamentais no processo de gestão dos recursos hídricos.

Dessa forma, a Outorga vem para disciplinar o uso da água em sua região e é fundamental que todos os usuários estejam regularizados e utilizando as águas de que necessita dentro dos limites e das condições dispostas no ato da Outorga.

A Outorga exige muitas informações técnicas, desde conhecimento do comportamento natural do rio, lago ou poço, bem como informações sobre a forma com que o usuário faz uso das águas dentro do seu empreendimento (irrigação, indústria, abastecimento urbano, mineração, piscicultura, etc.).

A implementação desse instrumento de gestão demanda não só requer capacidades técnicas, políticas e institucionais, mas requer também participação e aceitação por parte dos atores envolvidos, dentro da compreensão de que haverá um benefício coletivo global. Para controle das outorgas existente no Estado do Ceará, em 2003 foi desenvolvido um sistema integrado de Outorgas e Licenças entre os Orgãos Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH e a Secretária de Recursos Hídricos – SRH levando em consideração a lei dos Recursos Hídricos Estadual e o manual de outorgas. Este sistema foi finalizado e implantado em 2005 com o nome de SOL- Sistema de Outorgas e Licenças.

Sistema SOL – Sistema de Outorgas e Licenças, é um sistema desenvolvido em Java com banco de em Oracle que roda no Servidor Windows 7 com a possibilidade de portabilidade para a plataforma Linux, pois o Java é uma linguagem alta portabilidade de ambientes Open Source. O sistema foi desenvolvido em uma plataforma multi camadas que permite dados tabulares e dados Geo espacial. Na sua concepção o sistema utilizou o fluxo de cadastramento de um processo de Outorga na Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH e na Secretária de Recursos Hídricos - SRH.

O sistema foi projetado para o conceito da Outorga, pois a Outorga é um ato

administrativo na forma de autorização que assegura ao usuário, o direito de captar a água em local determinado de um corpo hídrico (rio,açude, lagoa, fonte, canal, adutora, aquífero, etc) com vazão, volume e período definidos, bem como as finalidades de seu uso, sob determinadas condições e a Outorga tem como assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e assegurar o efetivo exercício dos direitos de acesso à água;

O sistema SOL - Sistema de Outorgas e Licenças permite várias funcionalidades::

a. O SOL- Sistema de Outorga e Licença permite a seleção das outorgas no Município de Caucaia que tenha como uso o Industrial;
b. Consulta de um determinado Município e todas as outorgas que use como Ponto de Captação o Canal do Eixão das Aguas;
c. O SOL permite uma consulta aberta pela Internet, usando um usurário “Consulta” “ Consulta” com o perfil aberto para pesquisa e relatórios;
d. O sistema SOL permite ter indicadores de Outorgas por período;
e. Pode-se criar critérios de ordenação e seleção de campos para efetuar uma pesquisa no sistema SOL – Sistema de Outorgas e Licenças;
f. Pode-se ter uma visão espacial dos pontos outorgados;
g. O SOL permite o cadastro de diversos tipos de outorgas dependendo do múltiplo uso.

O sistema permite a filtragem de acordo com a consulta parâmetros pré definidos na Tela de entrada de dados, como município, bacia , tipo de exploração e outros filtros, conforme mostra a figura 5.

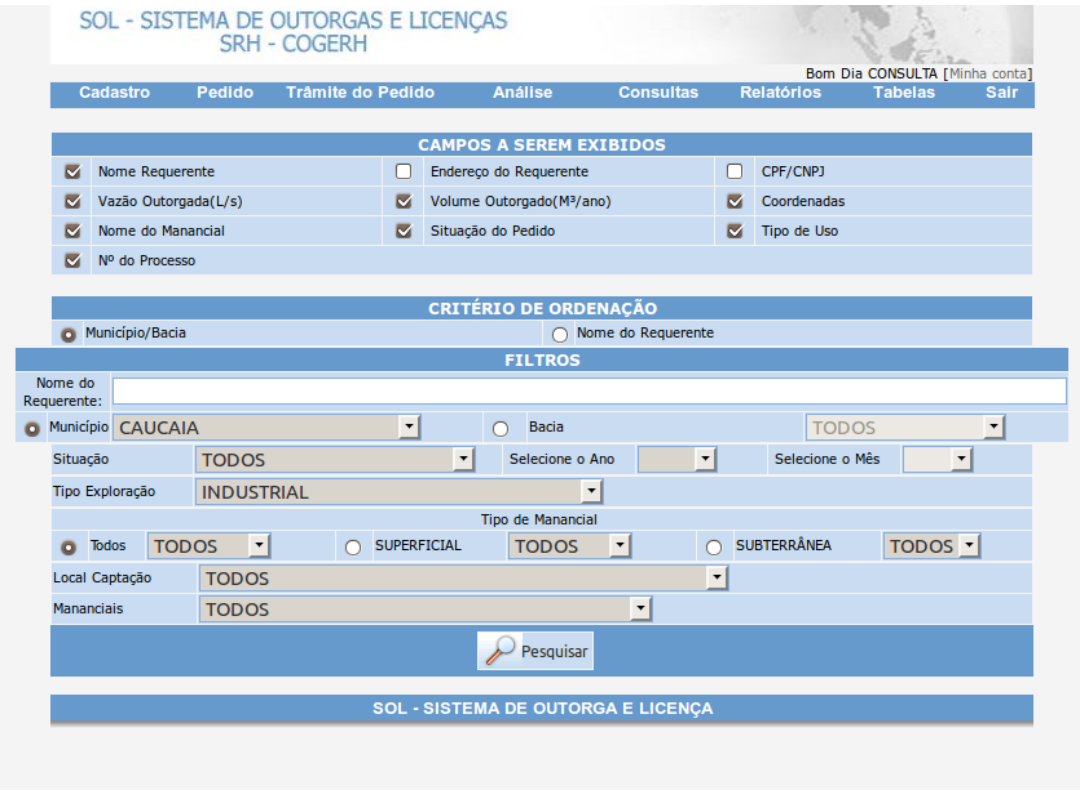

Figura 5 –Sistema SOL para filtro de município CAUCAIA e tipo de exploração INDUSTRIAL – (COGERH,2013)

Com base nos dados levantados do SOL – Sistema de Outorgas e licenças pode-se fazer um levantamento preliminar do total de outorgas concedidas e o paralelo como a vazão projetada de consumo e verificar em campo a real ponto de captação.

2.5 Gestão dos Recursos Hídricos

A água, recurso natural e finito, insubstituível à vida, constitui-se em fator de desenvolvimento. As conclusões da Conferência Internacional sobre Água e Meio Ambiente em Dublin (ICWE, 1992), assim como a Agenda 21, resultante da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Eco92, 1992), enfatizam ações urgentes e necessárias para redirecionar o uso dos recursos hídricos em uma direção de sustentabilidade.

A Agenda 21 dedica capítulo inteiro às águas (capítulo18), propondo ações para um gerenciamento sustentável de recursos hídricos, com o objetivo de: “assegurar que se mantenha uma oferta adequada de água de boa qualidade para toda a população do planeta, ao mesmo tempo em que se preserve as funções hidrológicas, biológicas e químicas dos ecossistemas, adaptando as atividades humanas aos limites da capacidade da natureza e combatendo vetores de moléstias relacionadas com a água”.

Ao reconhecer a evidência de uma situação de escassez generalizada, bem como a destruição gradual e agravamento da poluição dos recursos hídricos em muitas regiões do mundo, somado à implantação progressiva de atividades incompatíveis com a sustentabilidade, a Agenda 21 indica, como caminho, o planejamento e manejo integrados desses recursos, bem como “o caráter multissetorial do desenvolvimento dos recursos hídricos no contexto do desenvolvimento socioeconômico” e também “os interesses múltiplos na utilização desses recursos para o abastecimento de água potável e saneamento, agricultura, indústria, desenvolvimento urbano, geração de energia hidroelétrica, pesqueiros de águas interiores, transporte, recreação, manejo de terras baixas e planícies e outras atividades”.

Como a Lei das Águas descentraliza-se a gestão do uso da água, o Estado abre mão de uma parte de seus poderes e compartilha com os diversos segmentos da sociedade uma participação ativa nas decisões. Sua gestão baseada em usos múltiplos (abastecimento, energia, irrigação, indústria etc.) é descentralizada, com participação de usuários, da sociedade civil e do govern, sendo que o consumo humano e de animais é prioritário em situações de escassez.

A Lei das águas foi recepcionada pela Constituição Federal de 1988 e define que compete à União e aos Estados legislar sobre as águas e organizar, a partir das bacias hidrográficas, um sistema de administração de recursos hídricos que atenda as necessidades regionais. O Poder Público, a sociedade civil organizada e os usuários da água integram os Comitês e atuam, em conjunto, na busca de melhores soluções para sua realidade. Evitando os conflitos pelo uso múltiplo.

As situações de conflito pelo uso da água não são recentes no País e vêm se agravando ao longo do tempo em diversas regiões brasileiras. Na medida em que aumentam as áreas irrigadas e as concentrações urbanas e intensifica-se o uso industrial, colocam-se em conflito diferentes formas de utilização dos recursos hídricos.

O conflito não é situação excepcional nas sociedades democráticas, e, em geral, é a partir de situações de conflito que surgem avanços no processo democrático e uma melhor distribuição da riqueza material. Em grande parte, os conflitos decorrem da forma desigual como, na sociedade de mercado, se dá a distribuição do produto social entre as diferentes classes, grupos, setores, ou até mesmo regiões.

Os conflitos são aqueles ligados aos usos múltiplos dos recursos hídricos, ou seja, conflitos pelo uso da água. Estes múltiplos usos dos recursos hídricos geram conflitos entre comunidade e indústria que se caracterizam pela não maximização do uso da água de atividade industrial para atendimento do abastecimento humano cabendo ao estado por definição constitucional intervir no bem público em favor da coletividade.

A Constituição Federal de 1988, no artigo 225, define a água com um bem público e estabelece que todos têm direito e ao Poder Público e à coletividade incumbe a defesa da água ou dos recursos hídricos que integram o meio ambiente como elemento vital, o estado pode usar seu poder coercitivo para regular o uso e regrar a utilização da água em favor do abastecimento humano, mas tendo que resolver administrativo- financeiros, pois o uso industrial além de ser regulamentado em contrato, tem o poder de desenvolvimento de um determinada região de um Estado.

A política de Recursos Hídricos do Ceará é pioneira no país ao adotar como conceito de gestão das águas os princípios da descentralização, integração e participação. Nesse contexto, foi criada em abril de 1987 a Secretaria dos Recursos Hídricos e, posteriormente, a Cogerh, em 1993. Hoje, é responsável pelo gerenciamento e

disciplinamento de mais de 90% das águas acumuladas no estado, estando, sob a administração da companhia, 136 dos mais importantes açudes públicos estaduais e federais, além de reservatórios, canais e adutoras da bacia metropolitana de Fortaleza. Por meio desse monitoramento, é possível coordenar um sistema que lida com a oferta de água superficial e subterrânea do Ceará, envolvendo os recursos existentes em reservatórios e poços artesianos, e com a manutenção, operação de obras hídricas e organização de usuários nas 11 bacias hidrográficas do Ceará.

Já a distribuição por comitês de bacias permite aproximação com as comunidades mediante a troca de informações sobre a quantidade e meios de utilização dos recursos hídricos. A cogestão se dá com a tomada de decisões coletivas e negociadas, a fim de que as decisões funcionem como política de gestão a ser implementada nessas bacias.

Para isso, participam das decisões dos comitês usuários e o poder público, os quais, em conjunto, decidem qual uso deve ser dado à água em determinado período. Decisões que são compartilhadas em assembleias das quais participam representantes da sociedade civil organizada: sindicatos, associações, prefeituras, pescadores, vazanteiros, irrigantes e indústrias, que deliberam por maioria.

Em termos de representatividade, o colegiado do comitê de bacia é composto por representantes de instituições governamentais e não governamentais distribuídas em quatro setores, a partir da seguinte distribuição percentual: usuários (30%), sociedade civil (30%), poder público municipal (20%) e poder público estadual/federal (20%).

A metodologia para a formação dos comitês estabelecida pela Cogerh definiu também três níveis de atuação (açude, vale perenizado e bacia hidrográfica) no sentido da integração das ações para apoiar a organização dos usuários.

Outras características dos comitês de bacias é que cada um tem regimento interno, as assembleias são públicas, os membros têm poder de voto, os mandatos de todos os integrantes são de dois anos, todos os membros podem se candidatar aos cargos da diretoria (composta por presidente, vice-presidente e secretário geral), os comitês podem criar comissões e câmaras técnicas e a quantidade de membros é variável, devendo apenas obedecer aos percentuais dos quatro setores representados.

O modelo de gestão das águas no Ceará e seus princípios fundamentais, mas reconhece que o abastecimento de água potável para consumo humano é um dos principais problemas para a sobrevivência e melhoria da qualidade de vida das populações das pequenas comunidades rurais no estado, que diante da consolidação da política de gestão dos recursos hídricos, e de todos os programas adotados pela Secretaria dos Recursos Hídricos, é possível esperar que todos os cearenses possam ter acesso a água potável para atendimento às suas necessidades básicas, convivendo de maneira digna com o fenômeno das secas no semiárido. Veja a seguir a entrevista.

O modelo de gestão adotado no Ceará atente aos seguintes princípios fundamentais: o gerenciamento deve ser integrado, descentralizado e participativo, sem a dissociação dos aspectos qualitativos e quantitativos, considerando as fases aérea, superficial e subterrânea do ciclo hidrológico. A unidade básica a ser adotada para o planejamento e gerenciamento dos potenciais hídricos é a bacia hidrográfica. A água, por ser um recurso limitado, torna-se um bem de elevado valor econômico, sendo a cobrança por sua utilização entendida como fundamental para a racionalização do seu uso.

Atualmente, a COGERH é responsável pelo gerenciamento de uma ampla infraestrutura hídrica composta por 315 quilômetros de canais, 200 quilômetros de adutoras e sistemas de distribuição e 144 açudes públicos, sendo 75 estaduais e 63 federais operados em cooperação com o Departamento Nacional de Obras contra as Secas -DNOCS, com capacidade total de acumulação de 18,2 bilhões de metros cúbicos, o que representa cerca de 90% da capacidade total do Ceará. Esses reservatórios estão distribuídos em 12 regiões hidrográficas, nas quais o estado está subdividido.

A irrigação atualmente é responsável pelo maior consumo da água disponível no Ceará, com 65% do total, seguido do setor de saneamento (33%) e do setor industrial (1%). Os demais usos, principalmente piscicultura e carcinicultura, consomem o restante da disponibilidade total.

Existe uma perspectiva de alteração nessa distribuição, com aumento crescente da participação do setor industrial no consumo total, podendo chegar a mais de 5% em menos de dez anos. A ampliação do consumo hídrico industrial é resultado da política atual de desenvolvimento econômico do estado, voltada para facilitar a instalação de novos empreendimentos privados. Ao longo dos últimos anos, o Ceará reforçou sua

capacidade de fornecimento de água e energia, ampliou a malha rodoviária e aeroportuária, atraindo grandes empreendimentos, que hoje se encontram em fase de implantação, tais como: refinaria, siderúrgicas e termelétricas.

A consolidação do modelo de gestão adotado no Ceará se deu por dois aspectos fundamentais: efetivo gerenciamento quantitativo e qualitativo dos recursos hídricos, resultado da criação da Cogerh, e ampliação diferenciada da infraestrutura de oferta e atendimento da demanda. Ao longo dos últimos 25 anos, foram construídos 87 açudes com capacidade total de acumulação de 10 bilhões de metros cúbicos, aproximadamente 332,9 quilômetros de canais e 1.455,6 quilômetros de adutoras, permitindo o atendimento a uma população de mais de 4,3 milhões de cearenses.

O abastecimento de água potável para consumo humano é um dos principais problemas para a sobrevivência e melhoria da qualidade de vida das populações das pequenas comunidades rurais no estado, tendo em vista que a distribuição espacial dessas comunidades dá-se de forma extremamente difusa, dificultando o acesso de água a toda população por causa da necessidade elevada de recursos financeiros para atendimento a todas as comunidades em um curto prazo.

A Gestão de Recursos Hídricos executados pela COGERH tem como diretrizes a política de recursos hídricos estadual e federal e é executado pelo núcleo de Gestão e pelo núcleo Técnico de cada bacia hidrográfica. Atualmente a COGERH é composta de 12 bacias hidrográficas e 8 gerências regionais(COGERH, 2013). Algumas gerências atuam em até 2 bacias hidrográficas. Conforme figura 6 temos que as oito gerências estão geograficamente distribuídas em todo o Estado do Ceará.

Figura 6 – Gerências Regionais da COGERH (COGERH 2013)

Nos últimos 20 anos, com a criação da COGERH, houve significativos avanços no processo de definição da operação dos açudes, isto é, da quantidade de água que esses açudes devem liberar através de suas comportas para atender as demandas dos usuários de água. As definições da operação começaram a ser descentralizadas e com a participação da sociedade local.

A instalação dos Comitês de Bacia no Ceará, e as crescentes demandas de gerenciamento e de mediação de conflitos no estado como um todo gerou a necessidade concreta da descentralização das ações da COGERH, enquanto órgão executor da Política Estadual dos Recursos Hídricos. Tendo em vista que a Lei Estadual dos Recursos Hídricos não apresenta a figura da agência de bacia, e o fato da COGERH, ter incorporado quase todas as atribuições de uma agência de água, optou-se pela criação de unidades descentralizadas, denominadas de Gerência de Bacia, conforme figura 7.

O processo de alocação negociada de água, promovido pela COGERH anualmente, ocorre sempre após a quadra chuvosa do Ceará, pois só após esse período é possível definir a disponibilidade hídrica de cada açude, em função da recarga de água recebida. São realizados seminários nos quais são apresentados a situação atual e a simulação de esvaziamento dos açudes, avaliada a demanda, definida a vazão a ser liberada, e formada uma comissão de usuários de água para o acompanhamento da operação. As deliberações das reuniões são registradas em atas assinadas por seus participantes, constituindo um documento de referência oficial para a operação dos açudes. (COGERH,2013)

No Ceará esse processo é realizado tanto para os açudes isolados (açudes geralmente de médio porte que perenizam isoladamente um vale determinado, tendo alcance localizado), quanto para os sistemas estratégicos (grandes vales perenizados por um agrupamento de açudes), como o caso dos do Jaguaribe/Banabuiú, vale do Curu e do vale do Acaraú. Nos últimos 6 anos a COGERH tem aumentado o número de reservatórios gerenciados através do modelo participativo. Em 2006 eram monitorados 95 reservatórios e em 2013, chegou-se a 144 reservatórios, o que permitiu a perenização de cerca de 3.000 km.

O Núcleo de Gestão de cada gerência é responsável pela formação dos comitês das bacias e pela reunião do alocação das águas. O Núcleo Técnico tem a função de manutenção do sistema hídrico da COGERH.

O Núcleo Técnico trabalha com diversas ferramentas computacionais para desempenho das suas atividades, entre simuladores, programas de projetos, medidores e sistemas de acompanhamento. Dentre os sistemas existentes um sistema permite mostrar o real consumo dos clientes: o GEMED – Gerência de Medidores de propriedade da COGERH.

O GEMED é um software desenvolvido pela COGERH em tecnologia Java, que pode ser implantado em diversas plataformas, devido a capacidade de portabilidade do Java e tem como principal funcionalidade a emissão efetiva do valor medido no Hidrômetro dos clientes. A entrada de dados é o leitura efetiva lançada ou transmitida via Palm do cliente.

O Sistema de Medição GEMED (Gerência de Medições – COGERH) permite verificar o real consumo dos clientes cobrado e faturado. O GEMED permite a consulta

de dados por Região ou Entidade Hídrica, a consulta por empresas e seu histórico de consumo, conforme figura 7.

COGERH - Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos

Relatório de Acompanhamento de Leituras

Período da consulta: 01/01/2013 até 30/06/2013

Equipamento	Município	Latitude	Longitude	Leitura Anterior	Leitura Atual	Data Leitura	Mês/Ano Referência	Consumo Atual
Cliente: 210057 TERMOCEARA LTDA								
TERMOCEARÁ HIDRÔMETRO 01	Caucaia	9.572.441	547.852		560.915,00	31/01/2013	01 / 2013	52.408,00
TERMOCEARÁ HIDRÔMETRO 01	Caucaia	9.572.441	547.852	560.915,00	608.987,00	28/02/2013	02 / 2013	48.072,00
TERMOCEARÁ HIDRÔMETRO 01	Caucaia	9.572.441	547.852	608.987,00	650.370,00	31/03/2013	03 / 2013	41.383,00
TERMOCEARÁ HIDRÔMETRO 01	Caucaia	9.572.441	547.852	650.370,00	675.682,00	30/04/2013	04 / 2013	25.312,00
TERMOCEARÁ HIDRÔMETRO 01	Caucaia	9.572.441	547.852	675.682,00	711.324,00	31/05/2013	05 / 2013	35.642,00
TERMOCEARÁ HIDRÔMETRO 01	Caucaia	9.572.441	547.852	711.324,00	736.412,00	30/06/2013	06 / 2013	25.088,00
							Total Cliente:	227.905,00
Cliente: 210066 CENTRAL GERADORA TERMELETRICA								
ENDESA HIDR 01	Caucaia	9.592.935	514.828		6.308.282,00	31/01/2013	01 / 2013	321.336,00
ENDESA HIDR 01	Caucaia	9.592.935	514.828	6.308.282,00	6.576.858,00	28/02/2013	02 / 2013	268.576,00
ENDESA HIDR 01	Caucaia	9.592.935	514.828	6.576.858,00	6.856.849,00	31/03/2013	03 / 2013	279.991,00
ENDESA HIDR 01	Caucaia	9.592.935	514.828	6.856.849,00	7.149.011,00	30/04/2013	04 / 2013	292.162,00

Figura 7 – Sistema GEMED - Consumo efetivo por cliente. (COGERH,2013)

2.6 A Política de Alocação de Água no Ceará

O Estado do Ceará está situado no Nordeste do Brasil, com uma área de 148.017 Km², correspondendo a 1,7% da área do Brasil e 9,4% da área do Nordeste. Onde vivem 7,4 milhões de pessoas, divididas em 184 municípios (IBGE, 2010). A pluviosidade média anual do Ceará varia de aproximadamente 500 mm na região dos Inhamuns, a sudoeste do Estado, a 2.000 mm no Planalto da Ibiapaba e na serra de Guaramiranga. Ao longo da faixa litorânea, essa pluviosidade varia de 1.000 a 1.200 mm. A média geral do Estado é de 775 mm (SRH, 2013).

O Estado do Ceará tem 92,5 % de seu território inserido na Zona Semi-Árida, e percentagem ainda mais próxima de cem por cento, situado no Polígono das Secas (Carvalho, 1988). Apresenta ainda 70% de seu território com um embasamento de rochas cristalinas (SRH, 2013), resultando numa baixa disponibilidade de água subterrânea.

O processo de organização do sistema institucional e legal de gestão de recursos

hídricos no Ceará teve como marco a criação da Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará - SRH, em 1987, que desenvolveu o seu trabalho na perspectiva de estruturação do arcabouço necessário para o desenvolvimento desse trabalho, resultando na definição da Política Estadual de Recursos Hídricos, instituída pela Lei 11.996 de 24 de julho de 1992. Outra etapa importante desse processo foi a criação da Companhia de Gestão de Recursos Hídricos – COGERH, enquanto o ente executivo da implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos no estado.

A COGERH, organismo executivo da Política Estadual de Recursos Hídricos, realiza atualmente o monitoramento qualitativo e quantitativo da água em 146 reservatórios, entre estaduais e federais, por convênio, totalizando uma acumulação de 18,800 bilhões de m³ de água, correspondendo aproximadamente a 94% da capacidade de acumulação de todos os açudes existentes no Estado. Desse universo, a maioria já vem sendo gerenciado participativamente através de reuniões ou seminários de alocação negociada de água.

A adoção da bacia hidrográfica como unidade de gestão figura como um dos princípios fundamentais do gerenciamento dos recursos hídricos. No planejamento das ações regionais, procurou-se atender a esse princípio e ainda a outro ponto referente à racionalidade do processo de administração: as unidades regionais de gerenciamento, denominadas regiões hidrográficas, deveriam ter áreas de mesma ordem de grandeza.

Assim foram delineadas 12 regiões hidrográficas, das principais bacias hidrográficas, duas apresentam características que as distinguem das demais: a bacia do rio Jaguaribe e a bacia do rio Poti. O rio Poti é o principal formador da única bacia hidrográfica, em território cearense, cujas águas são também do interesse de outro Estado da Federação, o Piauí.

Não obstante esse fato, nessa bacia estão localizados os maiores reservatórios construídos pelo Governo Estadual. Nessas condições, a formação do Comitê de Bacia para gerenciar os recursos hídricos haverá de contemplar a presença de representante da União e do Estado do Piauí. Por sua vez, a bacia do rio Jaguaribe apresenta como peculiaridade seu tamanho quando comparado às demais bacias do Estado. Todavia, em termos de gerenciamento, todas as suas águas interessam unicamente ao Ceará. Com vistas à facilidade de administração, julgou-se conveniente dividir essa bacia em cinco

regiões hidrográficas: Alto Jaguaribe, Salgado, Médio Jaguaribe, Banabuiú e Baixo Jaguaribe.

As demais regiões hidrográficas se distribuem ao longo do litoral cearense e são formados: 1) pela bacia de drenagem de seu rio principal, como as regiões do Curu e Acaraú; 2) por um conjunto de bacias litorâneas, como as regiões do Coreaú, do Aracatiaçu e Metropolitana.

2.7 A Vulnerabilidade da Oferta hídrica por alterações Climáticas

O conceito de vulnerabilidade abrange distintos fatores e processos que refletem a susceptibilidade, a predisposição e as condições que favorecem ou facilitam que aconteça uma perda ou desastre frente a uma ameaça. Ela varia de acordo com o tempo, a localização geográfica, as condições sociais, econômicas, infraestruturais e ambientais de cada lugar.

Esse termo tem sido definido por distintos autores a partir de diferentes acepções e seu significado não é consenso em estudos sobre o tema o que dificulta a comparação dos resultados de trabalhos semelhantes. Cutter (1996, apud Hogan et al.) realizou uma revisão do termo e propôs a seguinte categorização: vulnerabilidade como condição pré-existente, vulnerabilidade como resposta moderada e vulnerabilidade como risco do lugar. Esta última é a que mais se aproxima do entendimento adotado neste trabalho.

Entender o termo vulnerabilidade nas diversas abordagens científicas é algo que não pode ser realizado sem considerar, ao mesmo tempo, o conceito de risco. Segundo estes autores, zonas perigosas referem-se a áreas costeiras, zonas sísmicas, planícies inundáveis com grau de perdas (de vida e propriedade) associado à ocorrência de um evento particular do tipo inundação, seca ou erosão.

De acordo com Santos (2007), o meio torna-se vulnerável quando uma mudança ocorrida nele provoca também uma modificação na configuração espacial da paisagem. Isto significa dizer que há uma resposta do próprio meio para cada alteração sofrida, podendo ocorrer um rearranjo destes mesmos componentes, resultando em uma situação

diferente da anterior. Observa-se ainda que esse conceito está ligado a outros, como exposição a pressões, impacto ambiental, sensibilidade do sistema ecológico e suscetibilidade. Na definição da Organização das Nações Unidas, que foi adotada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Ministério das Cidades (BRASIL,2010), existe a seguinte diferenciação:

a. Vulnerabilidade: grau de perda para um dado elemento, grupo ou comunidade dentro de uma determinada área passível de ser afetada por um fenômeno ou processo.

b. Suscetibilidade: indica a potencialidade de ocorrência de processos naturais e induzidos em uma dada área, expressando-se segundo classes de probabilidade de ocorrência.

c. Risco: relação entre a possibilidade de ocorrência de um dado processo ou fenômeno, e a magnitude de danos ou consequências sociais e/ou econômicas sobre um dado elemento, grupo ou comunidade, ou seja, quanto maior a vulnerabilidade, maior o risco.

Dentro deste contexto, a oferta hídrica do Ceará está diretamente ligada a estação de chuvas regulares. No triênio 2012, 2013 e 2014 as precipitações abaixo da média tem colocado em risco todo o complexo de transposição de bacias adotado no estado do Ceará.

A transposição de bacias envolve uma série de operações de adutoras e estações de bombeamento, mas esta transposição está diretamente relacionada ao acumulo de água brutas nos reservatórios. O triênio 2012-2012-2013 de chuvas no Ceará foi enquadrado com um evento entres os maiores 50 anos eventos de seca no Estado.

Diante da situação o atual aporte hídrico do Ceará está com 34% de acumulação hídrica, portanto com vulnerabilidade e alto risco para a transposição de bacias.

A vulnerabilidade do sistema está ligado a estação de chuvas regulares na média histórica ou acima dela. O risco está ligado a esta vulnerabilidade, pois sem o acumulo de águas brutas, o sistema de transposição de bacias fica prejudicado na sua totalidade.

2.8 Balanço Hídrico

O balanço hídrico numa visão ampla envolve conceitos hidrológicos de pluviosidade e evaporação com fórmulas parametrizadas de cálculo de evaporação por determinada localidade e por determinado espaço de tempo. O balanço hídrico num sentido mais restrito é formado pela oferta hídrica, diminuído do consumo, da evaporação média anual e das perdas por vazamento em adutoras.

O sistema em estudo é formado por 90% de canais – Trechos 1, 2, 3 e 4 do Eixão das águas e por 10% formado por adutoras escavados em dunas de praia do trecho 5, que ainda não estão em operação. Então, o balanço hídrico deste trabalho vai levar em considerações dados de oferta, demanda e evaporação.

Os trechos dos canais dos Sítios Novos e Eixão das Águas foram construídos no formato trapezoidal para diminuir a taxa de evaporação. Outro fator que diminui a taxa de evaporação é que pela velocidade do canal as partículas não permite o aquecimento global setorial, diminuindo a taxa de evaporação.

Para estimar a real curva oferta x demanda no balanço hídrico deste trabalho foi necessário fazer um levantamento de um todos os componentes que participam de um determinado região hídrica. A realização de um balanço hídrico usado ferramentas computacionais integradas depende do levantamento de todas as estruturas hídricas que interferem neste determinado sistema e a realização da catalogação dos componentes com sua respectiva vazão de saída , para posteriormente definir uma topologia hídrica da região.

O componente vazão é o volume de água que passa entre dois pontos num dado período de tempo, normalmente, é expressa em metros cúbicos por segundo (m^3 /s).

A vazão é influenciada pelo clima, aumentando durante os períodos chuvosos e diminuindo durante os períodos secos. Também pode ser influenciada pelas estações do ano, sendo menor quando as taxas de evaporação são maiores. A quantidade de sedimentos na coluna d’água também é influenciada pela vazão. Em rios de águas calmas, com baixa vazão, os sedimentos irão depositar-se rapidamente no fundo do rio. Em rios de águas turbulentas, com elevada vazão, os sedimentos permanecerão suspensos por mais tempo na coluna d’água.

Equação para medição da vazão é dada por : Vazão = (AxLxC)/T (m^3/s) onde:

A= média da área do canal (distância entre as margens multiplicada pela profundidade).

L= comprimento da área de medição

C= coeficiente ou fator de correção (0,8 para rios com fundo pedregoso ou 0,9 para rios com fundo barrento). O coeficiente permite a correção devido ao fato de a água se deslocar mais rápido na superfície do que na porção do fundo do rio.

T= tempo, em segundos, que o flutuador leva para deslocar-se no comprimento L.

As medições de vazão são feitas periodicamente em determinadas seções dos cursos da água com instrumentos apropriados nas estações. A vazão pode ser obtida de diversas formas, por métodos volumétricos, por estruturas hidráulicas, por medição de velocidade, acústico e eletromagnético.

Para o estudo de caso na medição de vazão no Complexo do Pecém foi escolhido o método acústico, pois o equipamento acústico emite ondas sonoras que refletem nas partículas suspensas na água a qual refletem o som de volta para o aparelho que "escuta" o eco através de seus sensores. O Canal dos Sítios Novos é um canal rápido de baixa profundidade ideal para o método acústico.

No método acústico nos equipamentos são composto por uma sonda, com três ou quatro transdutores, e nos modelos antigos conhecido como “deck box” (conjunto de 45 hardwares), nos mais modernos todo conjunto fica dentro do equipamento, onde os sinais são filtrados e transmitidos para um PC com um software específico que coordena as ações de todo o sistema, recebe os dados e os disponibiliza em forma de gráficos, tabelas, etc. Em geral os equipamentos que emitem frequências maiores são utilizados para medições em pequenas profundidades (1200kHz) e os de menor frequências para maior profundidade (300KHz).

O funcionamento do equipamento é baseado no retorno do som refletido pelas partículas, a diferentes profundidades, faz com que os sensores do ADCP reconheçam também diferentes profundidades. Assim, o equipamento constrói um perfil vertical da *coluna da água .O movimento das partículas na água causa variações na frequência do* eco. O ADCP mede essas variações – o efeito Doppler – como uma função da

profundidade para obter a velocidade da corrente em até 128 posições diferentes na coluna d'água. Com o conhecimento da velocidade da corrente, da área da seção de medição e da profundidade da seção, um programa de computador especialmente desenvolvido para o ADCP calcula a vazão total na seção de medição.

O software do equipamento FlowTrack, software proprietário do equipamento, mas com similares open source. Tem a função de medir a velocidade dentro de um trecho estimando a vazão por área da seção.

O AcquaNet é um Software de Simulação de estrutura Hídricas, da LabSic que permite a construção da topologia de estruturas hídricas usando o conceito inerente a ferramenta.

A Construção da topologia é baseada em figuras geométricas que representam os Açudes (Triângulos), As Estações de Consumo (Quadrados), Os pontos de controle (Círculos) e os Canais e Adutoras (Links -Retas com setas). O AcquaNet tem a possibilidade de criar vários links entre dois nós. Com isso, ocorre um aumento na flexibilidade do modelo que possibilita atribuir prioridades diferentes a cada um desses links, direcionando o caminhamento da água.

Os resultados da Simulação Contínua são escolhidos através das opções do sistema na qual o usuário escolhe os elementos e os resultados que deseja visualizar. Isto torna o processo mais eficiente, já que somente os resultados escolhidos pelo usuário serão lidos do banco de dados. Além disso, no AcquaNet é possível visualizar volumes e vazões no mesmo gráfico, com cada uma das grandezas em um eixo respectivo. Como resultados das simulações podemos ter: Topologia do Sistema, Vazões Mensais, Evaporação Parcial, Demandas, Características das Estruturas, Prioridades das demandas e dos níveis dos reservatórios, Distribuição da água por toda a rede, Níveis dos Reservatórios, Déficts e Confiabilidade do Suprimento de água , Análise de Riscos

Para utilização do sistema foi desenhado a topologia de rede que abastece a Região Metropolitana de Fortaleza e Complexo do Pecém com a inclusão de estruturas hídricas dos açudes(Triângulos) , as Estações de Bombeamento (Quadrado) , os pontes de controle de Vazão (Círculos) e os canais e adutoras(links) . Foi dado uma carga de dados no banco de dados ,padrão utilizado no AcquaNet, a partir de uma base histórica de Vazão, Evaporação, Consumo em planilhas do setor de Estudos e Projetos da

COGERH.

O procedimento consiste em gerar um arquivo no formato .csv , utilizando uma planilha Open Source, escolher entre as diversas ferramentas de banco de dados (open source) e solicitar a exportação de dados, tendo o cuidado dos campos da tabela serem o mesmo do campo do arquivo .csv. Com os dados carregados podem ser feitas simulações de Vazão e Demanda.

A outra forma de carga foi a digitação direta utilizando o comando cópia para vários anos. Foram lançados os parâmetros de evaporação série histórica mensal, os link de vazão mínima e máxima e a prioridade máxima do abastecimento.

O A4_26-Pecém e A4_25-Fortaleza foram estabelecidas como prioridades máximas de abastecimento. Esta prioridade determina que toda a vazão vai atender primeiramente o Nó A4_26 Pecém e o Nó A4-25 Fortaleza, conforme pode ser visto na figura 9.

Como o posicionamento do Nó A25 – Fortaleza está antes no Nó A24- Pecém e os mesmos foram cadastrados com prioridade iguais, o Nó da RMF de Fortaleza será atendido primeiro, ou seja, o que realmente ocorre na estrutura atual da Região Metropolitana de Fortaleza, então a RMF é abastecida primeiro e o Nó A4_26 Pecém fica com o remanescente da água bruta, conforme pode ser visto na Figura 8.

Esta situação de priorizar um nós é amplamente utilizada em tempo real nas manutenções, pois o abastecimento de Fortaleza e Pecém são prioridades reais para o sistema de abastecimento da Região Metropolitana de Fortaleza

Acquanet trabalha como uma simulação através de modelos matemático baseado da parametrização de dados de entrada. Os elementos da topologia (nós e arcos) contém as características da estrutura que representa e exibe algumas dessas características, especificadas por tipo de elemento. (CYSNE, ANDREIA 2013)

a) Nó reservatórios: volumes máximos e minimos, curva cota-área-volume, niveis de armazenamento desejados, série de vazões afluentes, taxa de evaporação;

b) Nó demandas: valor e distribuição temporal da demanda, prioridade de atendimento, retornos;

c) Nó arcos: capacidades máximas e minimas, custo, perdas por infiltração.

É estabelecido no Acquanet valores de prioridades que variam de 1 a 99, sendo esta uma sequência decrescente no nivel de preferência, ou seja, o 1 terá maior preferência e o 99 terá menor preferência. A partir das demandas, disponibilidades hídrica e da topologia do Sistema Óros-Castanhão-RMF-Pecém pode ser simulado a projeção de demanda para os próximos anos com base na entrada de dados de anos anteriores.

A tabela 1 mostra o volume de cada reservatório que é utilizado como entrada de dados para simulação no AcquaNet.

Tabela 1 – Volume lançado no AcquaNet dos reservatórios em Hm^3

Reservatório	Legenda	Volume Máximo
Acarape do Meio	10-ACME	31,00
Aracoiaba	5-Aracoiaba	170,70
Banabuiú	2-Banabuiu	1.601,00
Castanhão	3-Castanhao	6.700,00
Gavião	9-Gavião	32,90
Orós	1-Oros	1.940,00
Pacajus	4-Pacajus	240,00
Pacoti – Riachão	6-PaRi	426,95
Sitios Novos – Cauhipe	7-SitiosNovosCau	138,00

Fonte: COGERH, 2013.

Os dados de entradas do Arcquanet para a simulação foram obtidos da seguinte forma:

a) Evaporação - Para o estudo utilizaram-se os dados de evaporação das FUNCEME.

b) Volume Meta - A operação do reservatório no Acquanet é realizada utilizando o

conceito de volume-meta, ao qual se atribui uma prioridade. Desta forma, sempre que o volume armazenado for menor que o volume meta, o reservatório armazenará água desde que as outras prioridades da rede sejam menores. O volume armazenado acima do nível meta tem custo zero, ou seja, é livre para atender a quaisquer demandas por menores que sejam suas prioridades (ROBERTO, 2002).

c) Dados das Demandas - As demandas consideradas na simulação do Sistema Castanhão – RMF – Pecém foram extraídos do Cadastro de Outorga da Companhia de Gestão e Recursos Hídrico - COGERH do Estado do Ceará em 2013.

d) Ordem de prioridade de abastecimento - O programa Acquanet exige como um dos parâmetros de entrada uma ordem de prioridade de abastecimento das demandas e dos reservatórios, em ordem decrescente de prioridade, ou seja, quanto menor o número da prioridade maior a expectativa de atendimento da demanda. A Tabela 2 apresenta a ordem de prioridade considerada para as demandas e reservatórios. (CYSNE, ANDREIA 2013).

e) Nó Volume inicial dos reservatórios – Volume dos reservatórios extraídos do Atlas da Secretária de Recursos Hídricos.

f) No módulo de alocação do Acquanet, além das vazões afluentes aos reservatórios, é considerada também a água já previamente armazenada nos mesmos (volume inicial). Na simulação desse estudo, consideraram-se os reservatórios com volume cheio.

g) Parâmetro Vazões Afluentes - Para as disponibilidades hídricas atuais serão utilizadas as séries históricas de vazões afluentes aos reservatórios provenientes do Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe (COGERH, 1999) e do Vazões Medidas da Bacias Metropolitanas (COGERH, 2013)

A Tabela 2 mostra todos os nós cadastrados e a figura 08 mostra a topologia. Todos os nós foram cadastrados de forma a priorizar os nós A-25 e A-26, então o sistema permite que seja simulado até uma prioridade bem baixa de abastecimento, dando prioridade ao abastecimento do Pecém e de Fortaleza.

Tabela 2 – Prioridade das demandas e dos reservatórios

Reservatório e Demandas	Legenda	Prioridade	Uso
Fortaleza	A4_25-Fortaleza	5	Abastecimento Humano
Pecém	A4_26-Pecem	5	Industrial
Jaguaribe	F3_19-IAJP	10	Misto
Canal do Trabalhador	B4_28-Itrab	10	Misto
Aracoiaba	D10-41	10	Abastecimento Humano
Distrito de Maracanaú	D8-39	10	Industrial e Abast.Humano
Distrito de Pacajus	D9-40	10	Industrial e Abast.Humano
Redenção e Baturité	B4_38-I-ACM	10	Industrial e Abast.Humano
Jaguaribe	D4_35-IBJNP	25	Abastecimento Humano
Banabui	D4_34-BANP	25	Abastecimento Humano
Banabuiu	2-Banabuiu	30	Abastecimento Humano
Castanhao	3-Castanhao	30	Múltiplo
Oros	1-Orós	30	Múltiplo
Pacajus	4-Pacajus	30	Abastecimento Humano
Pacoti Riação	6-PaRi	30	Abastecimento Humano
Acarape Meio	10-ACME	30	Abastecimento Humano
Sitios Novos	7-SitiosNovosCauipe	30	Múltiplo
Gaviao	Gaviao	99	Abastecimento Humano
Açude Aracoiaba	Aracoiaba	99	Múltiplo

Fonte : Dados do Autor, 2013

.

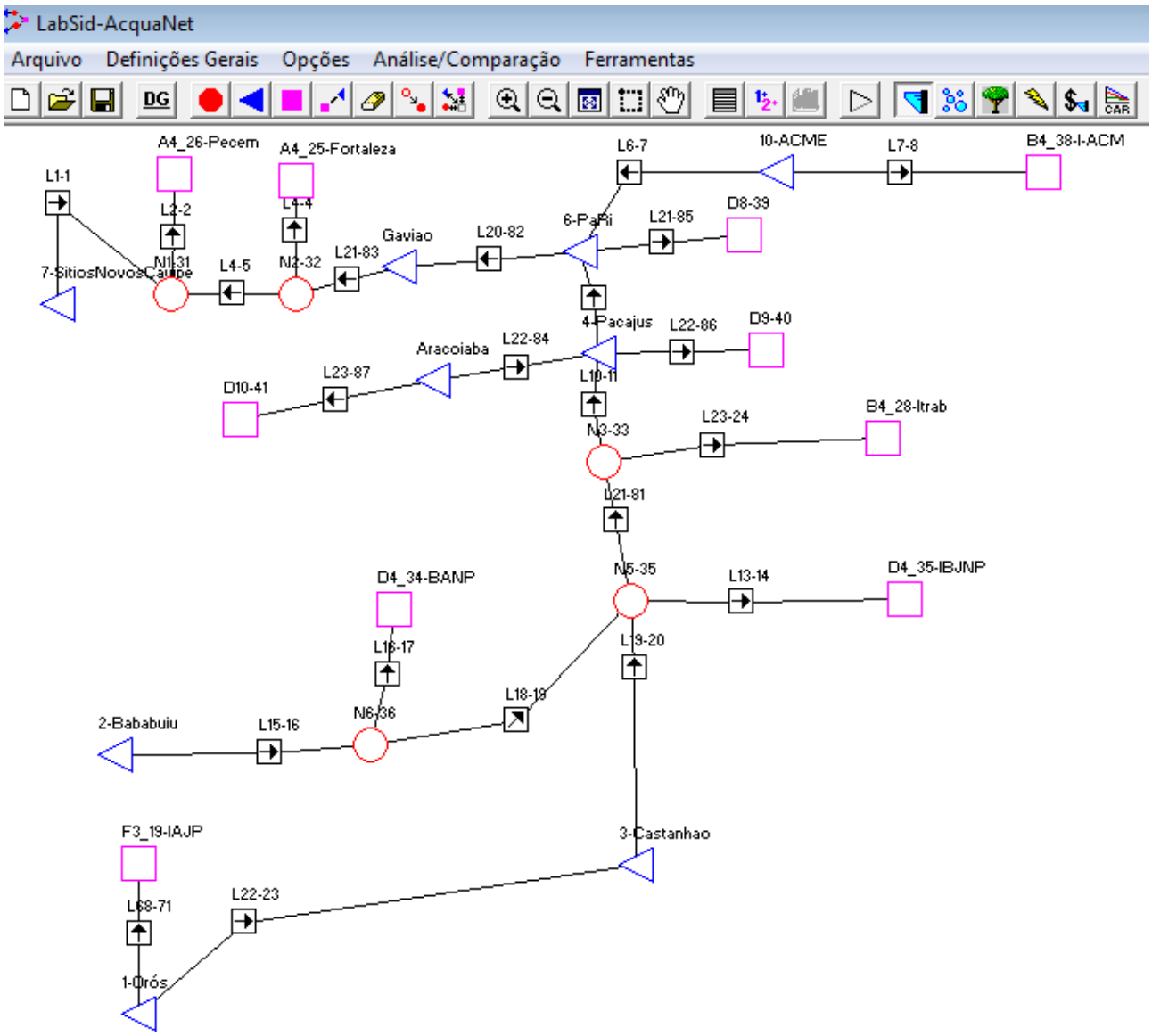

Figura 8- Topologia de todas as estruturas hídricas que fornecem água Bruta para a RMF e CPP.

Pela diversidade de datas de inauguração e operação das diversas estruturas hídricas foram dadas cargas em anos diferentes com exemplo o Açude Castanhão recebeu dados apenas a partir de 2004. Foram usados o Plano de Crescimento da Bacias Metropolitanas de 2001 e o protocolo de intenções para implantação das demandas das empresas no Complexo Portuário do Pecém.

O sistema permite entrada de dados dos Reservatórios, Demandas , Passagens e Link(Adutoras ou Canais). Estes dados podem ser visualizados na opção Definições Gerais. Depois da carga de dados é executado a opção Calcular para estabelecer uma projeção de demanda para os próximos anos, baseados nas séries históricas

cadastradas, conforme é visto na figura 9.

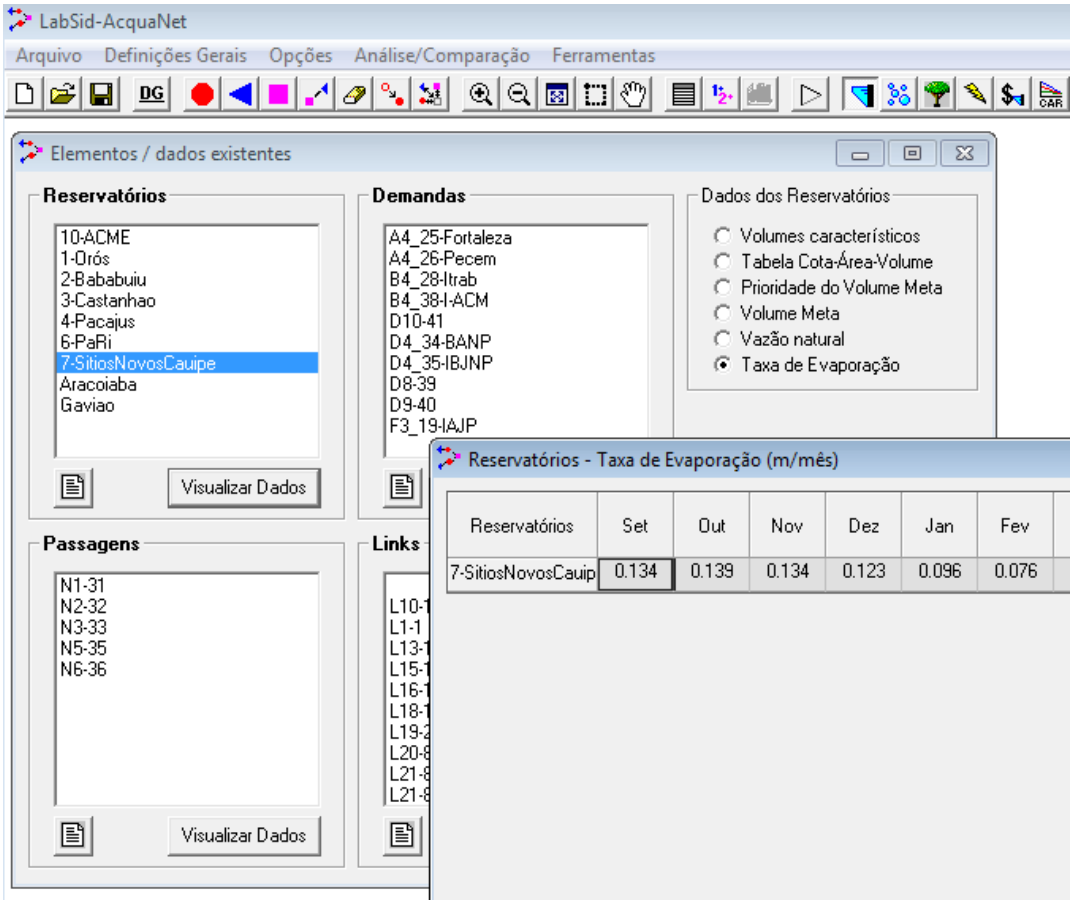

Figura 9 – Todos os reservatórios cadastrados no AcquaNet.

Depois de ter sido feito a carga de dados preliminares e ajuste na base foram executados retirando dados divergentes. Nesta etapa, chamada de Filtragem de dados, foi simulado dados carga de acordo com a série história de demanda necessária e foi executado uma projeção de déficit de demanda e Vazão Fornecida dos próximos quatro anos, período previsto para o término e operação do Cinturão das água do Governo Federal e Estadual, conforme pode ser visto na figura 10.

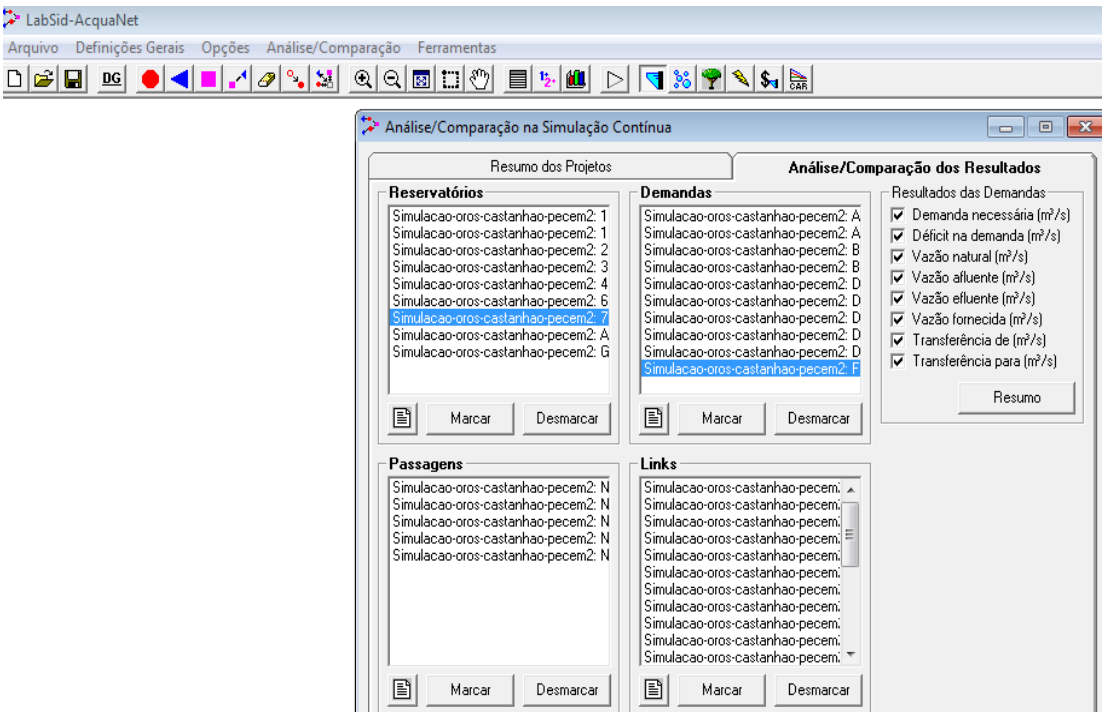

Figura 10 – Dados de Entrada do Acquanet com análise e comparação

Para um maior suporte a análise do Balanço Hídrico pode-se estrutura camadas hidrográfica em uma ferramenta padrão GIS que é uma ferramenta de multicamadas georrenferenciadas que executa em diversas plataformas , com interoperação e tendo uma base de dados vinculado a sua execução. No ARCGIs, o ArqMap é uma ferramenta de georferenciamento para criação de camadas Geo referenciadas . A ferramenta possibilita a montagem de camadas Georeferenciadas que podem ser executadas em outra ferramentas similares como o I3GEO(Ministério do Meio Ambiente) ou o GVSIG, portanto a base de camadas geradas pelo ArqMap executa em outros softwares Open Souce.

O ArcMap , figura 11, numa visão geral pode interpor camadas de hidrografia e estruturas hídricas relevantes para montar uma ontra camada estratégica de visão de elementos hídricos de um sistema.

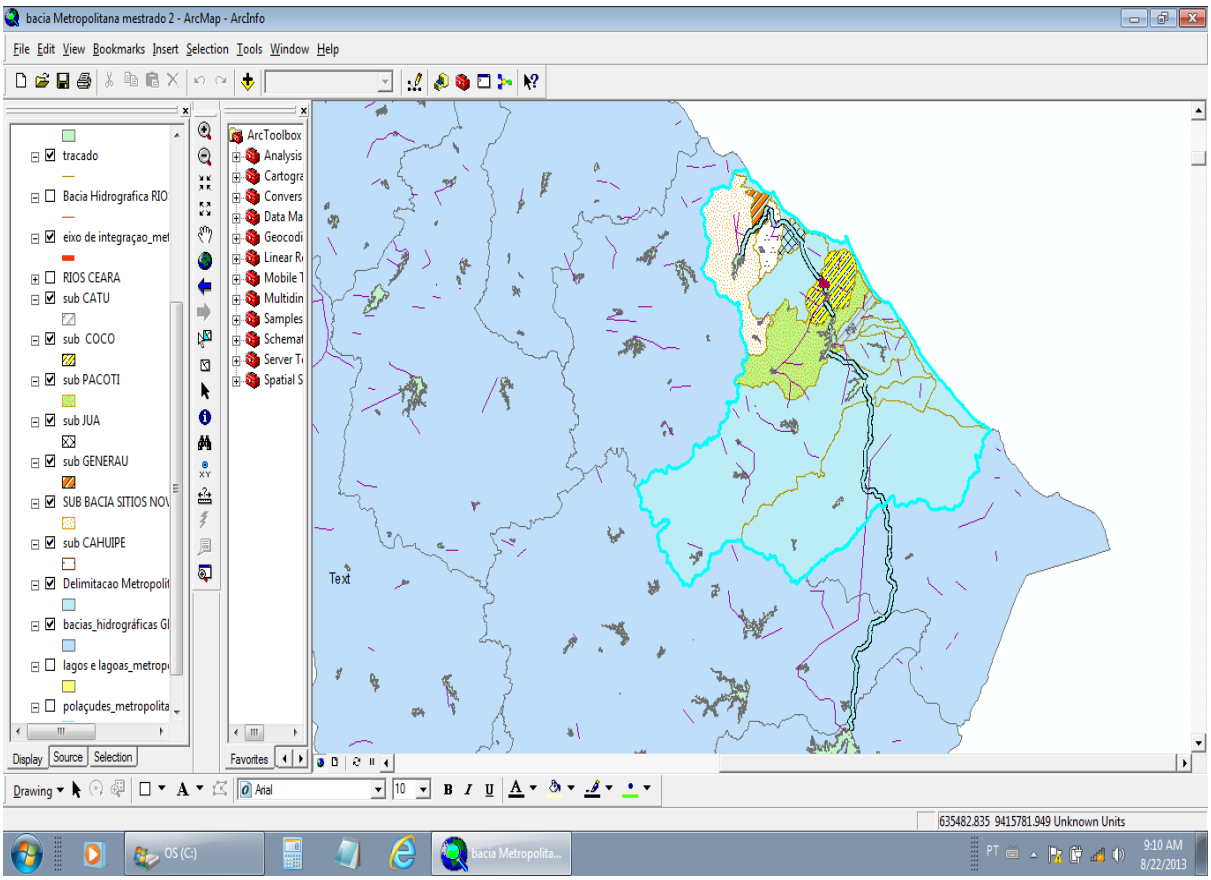

Figura 11–Visão do ArcMap -Canal Sítios Novos e Eixão das Águas –Pereira, Fernando 2013

O sistema GIS se baseia na criação de Geodatabase que apresenta que são:

- Gerenciamento de dados GIS centralizado
- Conjuntos de feições contínuos
- Geometria de feições avançadas
- Subtipos de feições
- Topologia flexível, baseada em regras
- Edição de dados mais precisa
- Anotações ligadas a feições
- Feições personalizadas
- Redes Geométricas
- Referenciamento linear
- Controle de Versões
- Edição desconectada
- Suporte a UML e ferramentas CASE

Estrutura do Geo database apresenta três componentes primários:

a. Uma classe de feição é uma coleção de feições que compartilham o mesmo tipo de geometria (ponto, linha, ou polígono).
b. Classes de feições podem ser agrupadas em conjuntos de dados de feições. Todas as classes de feições em um conjunto de dados de feições devem ter o mesmo sistema de coordenadas e estar dentro da mesma extensão geográfica.
c. Tabelas contêm dados não-espaciais que podem ser associados a classes de feições.

Todos três componentes são criados e gerenciados no ArcCatalog.

O padrão GIS possibilita a montagem de um banco de dados tabular com dados longitudinais para extração de query-consulta SQL e formatação de tabela de acordo com os parâmetros determinados.

Os sistemas de informações GIS são utilizados para manipular, sintetizar, editar e visualizar informações, geralmente armazenadas em bases de dados computacionais. Os sistemas de informações geográficas (SIG) utilizam informações espaciais sobre o que está/ou ocorre na superfície da Terra, ou seja, é um poderoso conjunto de ferramentas para coleta, armazenamento e recuperação de dados espaciais do mundo real.

O termo SIG é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e armazenam a geometria e atributos dos dados que estão georeferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica (CAMARA, 2001).

Para Pereira e Silva (2001), os SIGs podem ser considerados como modelos de sistemas do mundo real e além de serem modelos que cumprem “as funções dos modelos convencionais (mapas, maquetes), acrescentam novos horizontes às atividades de análise, planejamento, projeto e gestão”. A ênfase no dado geográfico é o que diferencia o SIG de outros sistemas computacionais. Esses dados possuem uma posição conhecida, representada por meio de um sistema de coordenadas geográficas ou de um sistema de projeções UTM e por isso podem ser inter-relacionados, oferecendo importantes análises darealidade.

De forma resumida, as funções de um SIG podem ser definidas em:
a) integrar dados (cartográficos, censitários e de cadastramento, imagens de satélite, redes e modelos de elevação digital), numa base única;
b) cruzar informações através de algoritmos de manipulação para gerar mapeamentos derivados;
c) consultar, recuperar, visualizar e permitir saídas gráficas.

Dentre as tecnologias disponíveis, o SIG é a ferramenta ideal para modelar tanto fenômenos ambientais quanto sociais, em função de sua versatilidade em processar uma grande quantidade de dados, criando um ambiente para a análise e visualização dos resultados. Tal condição tem levado a proliferação de sua aplicação em diversas áreas, o que inclui setores da engenharia.

A construção de um SIG pode ser dividida em duas partes principais. A primeira é o desenvolvimento de um sistema de banco de dados para armazenar e gerenciar os dados e a segunda é a modelagem e visualização das informações. Essa visualização ocorre comumente por meio de mapas (INPE, 2008) e modelos tridimensionais.

Para a formação de um SIG, os elementos primordiais são: hardware, software, banco de dados, pessoas e metodologia. O hardware representa o conjunto de equipamentos necessários para que o software possa desempenhar funções descritivas. Ele inclui computadores e periféricos como impressoras, scanner, unidades de armazenamento, entre outros. Já o software, muitas vezes confundido erroneamente com o próprio SIG, é o responsável pelo processamento e manipulação dos dados, que podem ser de diversas fontes, possibilitando a realização dos mais diversos tipos de análise espacial.

Esses dados são georreferenciados, representam fenômenos ou objetos em um espaço geográfico. Os dados geográficos são definidos como dado espacial cuja dimensão espacial está associada à sua localização na superfície da Terra, num determinado instante ou período de tempo, onde o sistema de coordenadas é conhecido.

Como todo sistema de informação, em um SIG não basta investimento em hardware e software, mas também, uma equipe técnica treinada para maximizar o potencial de uso

dessa tecnologia. São esses profissionais que por meio de metodologias adequadas definirão quais dados são importantes, bem como, as técnicas ou modelos a serem empregados.

3 Área de Estudo

3.1 Caracterização da Área de Estudo

Complexo Portuário do Pecém (CPP) surgiu como elemento capaz de fundamentar e atender as demandas industriais e empresariais, visando o desenvolvimento do parque industrial do Ceará e do Nordeste(PORTAL PECEM, 2013). Devido ao seu crescimento sócio econômico, o Complexo do Pecém passou a necessitar de um aporte maior de recursos hídricos e as empresas solicitaram a Vazão de outorga máxima possível.

Criado em 1995, o CPP está situado nos municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante, litoral oeste do Ceará, distante a 50 km de Fortaleza. O complexo possui uma área de 13.337 hectares, dos quais 7.101 hectares (53,25%) pertencem a Caucaia e 6.235 hectares (46,75%) pertencem ao município de São Gonçalo do Amarante.

Figura 12 – Complexo Portuário do Pecém. Portal Pecém, 2013.

O Complexo do Pecém - CPP, figura 12, ocupa posição geográfica estratégica em relação aos principais mercados mundiais, como os da Europa e Estados Unidos, e aos que se apresentam em boas perspectivas de crescimento, como o da África.

O Complexo limita-se ao Norte com terrenos particulares e com a zona de amortecimento da Estação Ecológica do Pecém; ao Sul com a rodovia BR-222; a Leste com a CE-421; e a Oeste com a CE-156.

O sistema de abastecimento de água bruta, consiste no sistema adutor Sítios Novos/Pecém, composto por canal adutor (23,5km de extensão); estação de bombeamento principal; adutora principal de recalque; e reservatório de compensação e adutora complementar de distribuição.

A tubulação para abastecimento de gás natural – tubulação do gasoduto, construído pela Petrobrás e a tubulação que interliga o terminal de gás natural , no Porto do Pecém, até a UTE TermoCeará.

O sistema de correias transportadoras tem 6 km de extensão e capacidade para movimentar 2.400 t/hora, equivalendo a 200 caminhões/hora (12 toneladas de carga cada). Destinam-se ao transporte de minérios de ferro e carvão mineral do berço de contêineres do Píer 1 do Terminal Portuário até o pátio de estocagem das empresas que utilizarão o minério. Realizam o transporte com tecnologia de baixo impacto ambiental (fechada hermeticamente), nos modelos que já são utilizados em outros portos.

3..2 Caracterização do abastecimento do Complexo do Pecém

O Complexo do Pecem é formado pelas bacias Hidrográficas dos Sitios Novos , Cahuipe, Lagoa do Gereraú e recebendo aporte do trecho 5 dos Eixão das águas, bombeado a partir do Açude Castanhão , conforme mostra a figura 13.

O açude Sítios Novos,com capacidade de 126hm^{3,} responde por 95% da demanda do abastecimento do Pecém, o açude Cahuipe tem a capacidade de 32hm^{3} e em conjunto com o açude é o Anil com capacidade de 23hm3 são responsáveis pelo aporte hídrico desta região.

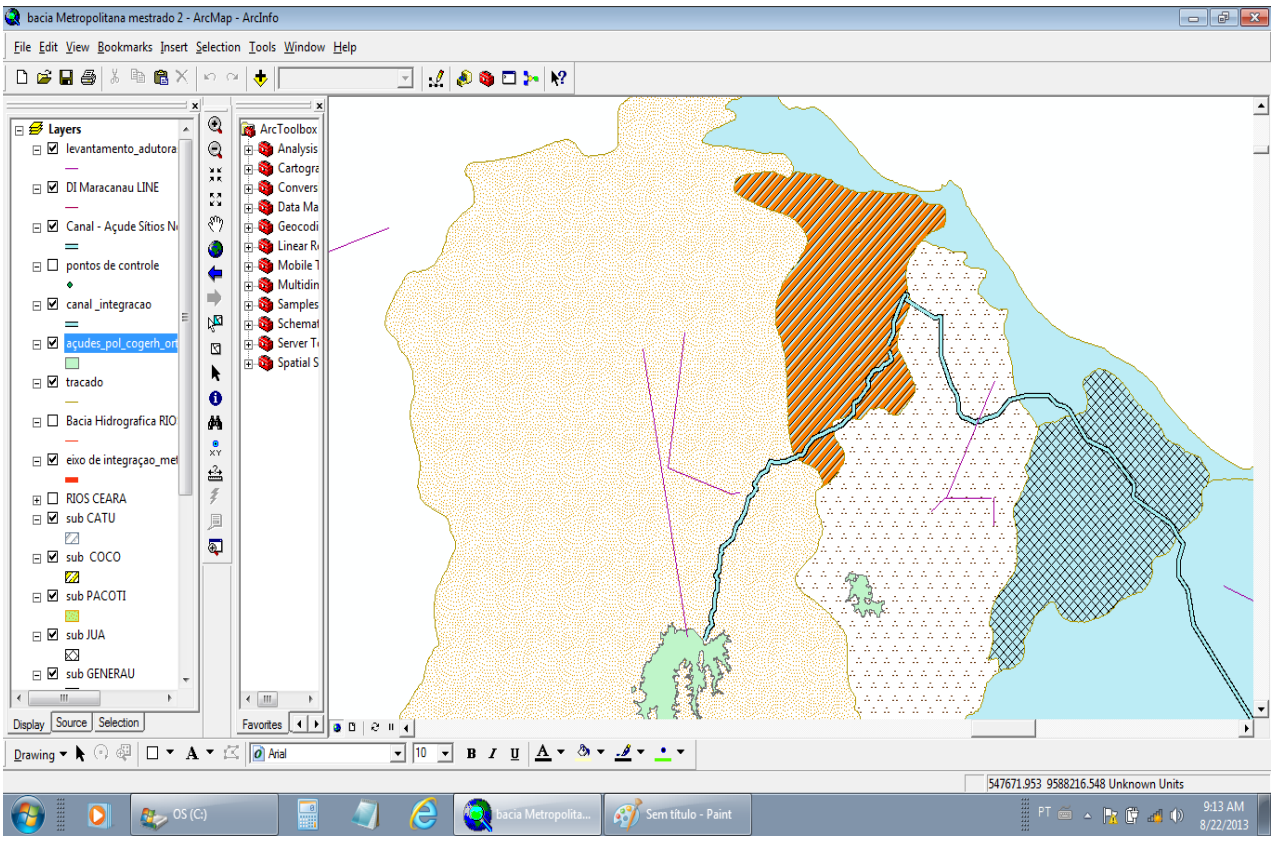

Figura 13 – Bacias hidrográficas do Pecém – Sítios Novos e Cauipe (Pereira, Fernando 2013)

O Complexo do Pecém além das bacias hidrográficas existentes para sua infra – estrutura industrial vai receber um aporte de água bruta a partir do Castanhão e do Orós, os dois maiores açude do estado do Ceará que represam o rio Jaguaribe, bem ccomo da transferência de Água da bacia do São Francisco a partir do Rio Salgado em 2015 , além da reserva estratégica do Óros, dando segurança hídrica para o Complexo Portuário do Pecém.

O rio Jaguaribe percorre um trajeto aproximado de 633 km, desde as suas nascentes na Serra da Joaninha – no Município de Tauá – até a sua foz no Oceano Atlântico. Sua bacia drena uma área correspondente a 48% do Estado do Ceará – beneficiando 81 municípios – perfazendo um total de 72.043 km^2. A mesma, por ser muito grande e heterogênea, foi dividida em 5 regiões hidrográficas:

A região hidrográfica do Alto Jaguaribe é iniciado nas nascentes do rio Jaguaribe, representada pela junção dos rios Trici e Carrapateiras. O rio Jaguaribe, nesta região,

possui uma extensão aproximada de 325 km. Drena uma área de 24.636 Km^2 até alcançar o açude Orós, principal reservatório desta sub-bacia, localizado próximo ao exutório da mesma. A capacidade de armazenamento de água do Alto Jaguaribe engloba 18 reservatórios, gerenciados pela COGERH, totalizando uma acumulação de 2.792.563.000 m^3. Onde está o açude Orós constituindo-se como importante fonte hídrica para o Médio e Baixo Jaguaribe, garantindo a perenização do rio Jaguaribe até sua foz, além de contribuir também para o açude Lima Campos, na bacia do Salgado. Nesta região estão inseridos 24 municípios. (CEARÀ, 2012)

A região hidrográfica do Salgado - o rio Salgado é o principal afluente da margem direita do rio Jaguaribe e desenvolve-se no sentido sul-norte, até encontrar o rio Jaguaribe, logo a jusante da barragem do açude Orós, sendo formado pela junção dos riachos Batateiras e dos Porcos, cujas nascentes localizam-se no sopé da Chapada do Araripe. Drena uma área de 12.865 Km^2. Sua oferta hídrica superficial é determinada pelos 13 açudes, monitorados pela COGERH, com uma capacidade de acumular 447.410.000 m^3 de água. Nesta região estão inseridos 23 municípios(CEARÁ,2012)

A região hidrográfica do Médio Jaguaribe possui uma área de 10.376 Km^2. Com um curso de aproximadamente 171 km de extensão compreendida entre a válvula do açude Orós e a ponte de Peixe Gordo, na BR-116. No intervalo entre esses dois pontos, mais especificamente em Jaguaribara, foi construído o açude Castanhão, que pereniza um trecho da bacia do médio e é responsável pela perenização ao longo da Região Hidrográfica do Baixo Jaguaribe, até a foz do rio Jaguaribe. Esta bacia conta com 13 açudes monitorados pela COGERH, que possui uma capacidade de acumulação de 6.860.905.600 m^3 de água. Nesta região estão inseridos 13 municípios;(CEARÁ,2012)

A região hidrográfica do Banabuiú - drenando uma área de 19.316 Km^2, o rio Banabuiú apresenta-se como principal tributário do rio Jaguaribe, com extensão de 314 km, tendo sua foz localizado próximo a sede municipal de Limoeiro do Norte. São seus afluentes, pela margem esquerda, os rios Patú, Quixeramobim e Sitiá, e pela margem direita destaca-se apenas o riacho Livramento. Esta sub-bacia apresenta o maior nível de açudagem entre as regiões hidrográficas do Jaguaribe, englobando 17 açudes monitorados, totalizando uma acumulação de 2.755.909.000 m^3 de água. Nesta região estão inseridos 12 municípios.(CEARÁ,2012)

A região hidrográfica do Baixo Jaguaribe - drena uma área de 5.452 Km^2, percorrendo cerca de 137 km, que se estende desde a Ponte de Peixe Gordo na BR-116 até a sua foz, localizada na cidade de Fortim. O rio Jaguaribe, nessa região, tem como principal tributário o rio Palhano, no qual está localizado o único reservatório gerenciado pela COGERH desta sub-bacia, o açude Santo Antônio de Russas, com uma capacidade de acumular 24.000.000 m^3. Nesta região estão inseridos 09 municípios.

A figura 14 mostra todo sistema de abastecimento de água bruta da Região Metropolitana de Fortaleza. Todo o sistema passa por seções de controle de níveis e vazões. O Sistema passa por importantes estações de bombeamento que são a EB1 – Estação de Bombeamento 1 e EB2 – Estação de bombeamento 2 que bombeiam do açude Pacajus para o canal do Ererê possibilitando a chegada até a Região Metropolitana de Fortaleza.

A figura 14 mostra outra importante estação de bombeamento a EB Itaiçaba que fornece água bruta para o canal do trabalhador é outra forma de aporte na Região Metropolitana de Fortaleza.

Figura 14 – Abastecimento da RMF – COGERH 2013

A Bacia do Jaguaribe, figura 14, fornece água bruta a para a Região Metropolitana de Fortaleza e para o Complexo do Pecém pelo Eixão das Àguas. Toda a estrutura hídrica é formada por canais, estações de bombeamentos, adutoras e sifões.

3.3 A Vulnerabilidade do Complexo do Pecém

A vulnerabilidade de abastecimento do complexo do Pecém está diretamente ligada as bacias Hidrográficas dos Sitios Novos , Cahuipe, Lagoa do Gereraú e pelo aporte do trecho 5 dos Eixão das águas, bombeado a partir do Açude Castanhão , conforme mostra a figura 13.

Por ter sua localização geográfica na ponta final de todo o sistema, seu abastecimento está vulnerável ao período climático de chuva nas suas bacias hidrográficas e pelo fato que a manutenção na adutora do trecho V vai interromper a aporte de água bruta do açude Castanhão.

Com o crescimento econômico financeiro do complexo do Pecém com a instalação de grandes indústrias, o problema solicitação de outorgas máximas para a região passou a ser uma vulnerabilidade. No Triênio 2011-2012-2013 onde a capacidade hídrica do Estado reduziu a 35% do potencial hídrico, o complexo do Pecém passou a correr risco no fornecimento de água bruta, pois o açude Sítios Novos se encontra com apenas 15% da capacidade hídrica. Então o risco em potencial é a parada das empresas ou um racionamento por falta de recursos hídricos.

Outra vulnerabilidade é devido a parte da adutora se encontrar submessa nas dunas o grau de manutenção aumenta devido ao tempo de escavação e a dificuldade de encontrar o vazamento no interior de uma duna de areia. E sendo o Complexo do Pecém o ponto final de chegada da adutora, a vulnerabilidade está ligada a manutenção em todo o sistema hídrico de canais a adutoras.

4 Metodologia

4.1 Levantamento de Estruturas Hídricas do CPP - Complexo Pontuário do Pecém

Nesta etapa para elaboração de uma base de dados para montagem de um modelo de análise foi necessário a visita em campo de todos os pontos outorgados no sistema SOL- Sistema de Outorgas e Licenças e verificação dos pontos de captação via GPS da Latitude e Longitude

Foram levantadas 29 estruturas Hídricas em campo , levantando via GPS- Global Point a latitude e longitude de cada estrutura hídrica e aferição do medidor de consumo para verificação do cadastro do Sistema de Gerência de Medidores - GEMED da COGERH. Dentre as estruturas hídricas levantadas, podemos detalhar as maiores que tem um papel importante no sistema de abastecimento.

Figura 15- Açude Sítios Novos (Pereira, Fernando 2013)

O Açude Sítios Novos(figura 15) está situado na Bacia Metropolitana como afluente do rio São Gonçalo, com capacidade de 126.000.000 m^3, com bacia Hidrográfica de 446.000(Km^2), com Bacia Hidráulica 2.010,000 (ha) e com Vazão Regularizada 1.100(m^3/s).

Figura 16 Canal dos Sítios Novos – (Pereira, Fernando-2013)

O Canal dos Sítios Novos(figura 16) tem uma extensão de 23,5Km com uma altura 1,47 m, revestimento em concreto simples, com 10 pontilhões, 10 passarelas , 5 sifões – Fonte SRH.

Figura 17 – Piscinão do Pecém – (Pereira, Fernando, 2013)

Foram construídos quatro piscinões, conforme mostra figura 17, sendo dois piscinões prontos com capacidade de 200.000m^3 e dois em construção com capacidade de 300.000m^3 para abastecimento do complexo do Pecém. O abastecimento do CPP será por função gravidade a partir dos piscinões cheios.

Figura 18 Açude Castanhão – COGERH 2011

O Açude Castanhão é o maior açude do Ceara(figura 18), com localização no Médio Jaguaribe, com Bacia Hidrográfica de 45309km^2 , com capacidade de 6.700.000.000 m^3, com vazão regularizada de 30m^3/s. Atualmente com 2.585.400.000m^3 e percentual de 38,59%- Fonte COGERH – 24/03/2014.

Figura 19 - Estação de Bombeamento do EB Pecém (Pereira, Fernando,2013)

As Estações de Bombeamento(figura 19) são estruturas fundamentais para bombeamento dos Piscinões do Pecém , que descem por gravidade para o complexo do Pecém.

Figura 20 – Eixão das Águas – Trecho IV (Pereira, Fernando,2012)

Na construção do Eixão das águas , vários obstáculos foram transportos, inclusive o trecho IV está cortando a Serra do Felix, conforme figura 20, o Eixão tem como fonte Hídrica o Açude Castanhão , tem a extensão total 32.814 Km, 4 Sifões, 7 Pontilhões.

Vários trechos do Eixão das águas são compostos de estruturas de pedras com difícil manutenção, pois existe uma dificuldade para entrada de máquinas de grande porte para manutenção, como por exemplo, uma retroescavadeira hidráulica.

Devido a grande importância do processo de abastecimento do Complexo Portuário do Pecém o sistema está automatizado por Dez UTRS (Unidade de Transação Remota) de Acionamento remoto para controle de Bombas e medição de Vazão . Todo o processo de medição de Vazão pode ser realizado pelas UTRS (Unidade de Transação Remota).

Este levantamento teve como base a verificação em campos do cadastro do SOL-Sistema de Outorgas e Licenças e a inclusão de estruturas hídricas de apoio e manutenção do Complexo Portuário do Pecém.

4.2 Cálculo da Vazão do Canal dos Sítios Novos e do Trecho 4 do Eixão das Águas

A medição de vazão utilizou equipamento com a tecnologia Doppler, podendo ser aplicado tanto para o equipamento da RDI (ADCP) quanto para a Son Teck.(ADP). À medida que o ADCP processa o sinal refletido pelas partículas em suspensão na água, divide a coluna líquida em um número discreto de segmentos na vertical, onde varia com os dados obtidos, definidos como células, na qual sua altura e definida pelo operador, já a largura e determinada pelo equipamento devido os dados de velocidades, profundidade, temperatura, salinidade da água e outros dados onde o equipamento obtém automaticamente. O equipamento determina a velocidade e a direção da água em cada célula, cujo tamanho varia de acordo com o determinado pelo operador e a velocidade do barco. O ADCP mede a velocidade e a direção do fluxo d'água relativo a ele mesmo.

O procedimento de medição de vazão do Canal dos Sítios Novos é baseado na saída do da tomada da água com a subdivisão em 2 seções. Uma seção de 2.4 metros e 1 seção de 1.6 metros. Durante o trabalho foi realizados 10(dez) medições de vazões para levantamento da vazão média estimada. Para este procedimento foi utilizado o método acústico Doppler com o programa computacional que emite o relatórios de medição e gráfico de Velocidade, Largura, Velocidade Média, Fator de Correção, área medida, percentual de vazão estimada, temperatura média da água. O programa também projeta em Gráficos os dados médios de vazão para cada seção.

Figura 21 – Seção do Canal dos Sítios Novos das medições.(Pereira, Fernando,2013)

O Procedimento de medição é a fixação do equipamento Doppler na região central das seções,figura 21, e os dados coletados são baixados para o computador via programa proprietário para extração de relatórios e geração de gráficos. A sonda acústica é submessa para efetivar a coleta de 5 registros de dados dentro do canal. O procedimento é repetido para as duas seções..

O Cálculo da vazão está proporcionalmente relacionada ao percentual de água bruta acumulada no açude, a medida que o açude vai secando, a vazão vai diminuindo sendo necessária a mudança da tomada da água para garantir o efetivo fornecimento.

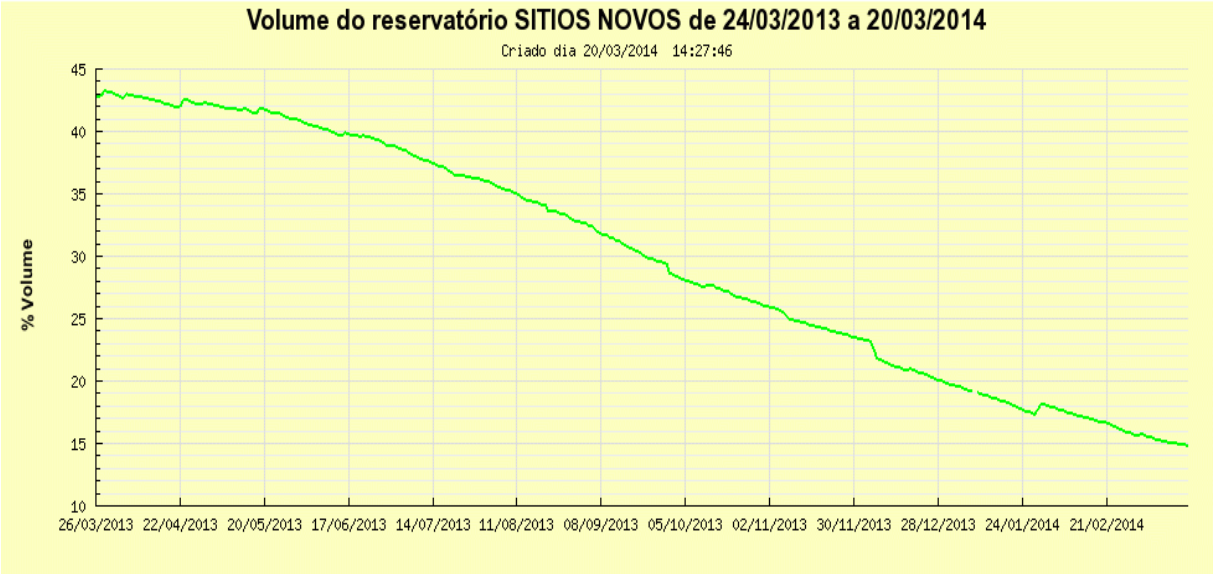

Figura 22 Acompanhamento Anual do Açude Sítios Novos, COGERH 20/03/2014

Atualmente o Açude Sítios Novos(figura 22) está com apenas 15% da sua capacidade Hídrica – 18.000 hm^3, ou seja, não ocorre aporte de água bruta desde 2013, devido ao período de estiagem que se prolonga no Estado do Ceará, a principal fonte hídrica do Complexo do Pecém encontra-se atualmente em situação crítica. Este fator é preocupante para o desenvolvimento da região e uma forma de desacelerar a vinda de novos empreendimentos para o Complexo do Pecém.

4.3 Levantamento de Outorgas no Sistema SOL- Outorgas e Licenças

Utilizando o sistema SOL, preenchendo os parâmetros de filtragem vazão Outorgada, Volume Outorgado(m^3/ano), Coordenadas, Nome do Manancial, Situação de uso e todos os tipos de uso. Escolhendo o tipo de ordenação por Município/Bacia e preenchendo o Município como Caucaia e Pecém e Todos os tipos de exploração : Industrial, Turismo, Irrigação, Abastecimento Humano e Outros usos. O sistema SOL faz uma consulta no banco de dados centralizado e mostra uma tabela qye pode ser exportada para uma planilha eletrônica ou gerada um PDF. Com estes dados foi possível uma verificação dos reais pontos de captação em campo.

Este trabalho de levantamento serviu como base para a visita em campo para verificação dos pontos de captação e também serviu como base para ter um balanço hídrico preliminar do total outorgado versus o total projeto de fornecimento.

O Sistema de Outorgas e Licença tem ima interface amigável que facilita a consulta de relatórios e possibilita a interseção de várias formas de consulta para produção de uma informação específica.

4.4 Cálculo da Demanda Hídrica pelo Software livre AcquaNet

Depois de desenhado a topologia do Acquanet (Figura 8) e da entrada dos dados o cálculo de demanda hídrica é executado com base nas prioridades dos nós de abastecimento. Na figura 08 o ponto de Consumo A4-25 Fortaleza e A4-26 Pecém estão localizados no final da topologia, mas ambos tem a mesma prioridade de abastecimento, então o sistema vai fornecer água bruta para atender a demanda primeiramente de Fortaleza A4-26 e só depois o sistema vai fornecer o excedente para o ponto de consumo A-24 Pecém. È justamente o que ocorre no atual fornecimento de Fortaleza, mas com o agravante que atualmente não está sobrando aporte para fornecimento para o trecho 5.

A topologia mostra que o nó A4-Pecém está sendo atendido prioritariamente pela Fonte(Triângulo) Sítios Novos. O funcionamento da Topologia foi definida com os seguintes graus de prioridade: As fontes Hídricas receberam o grau de prioridade menor pois são as fornecedores, os Nós de consumo D4_34 Banabuiu D4_35 –Jaguaribe

receberam grau de priridade médio por ter fontes hídricas no ínicio do Fornecimento, em outra classificação, receberiam água primeiro.

Os nós de consumo(Quadrados) 38-I Acarape do Meio, D10-41, D9-40, B4-28 canal do trabalhador receberam grau de prioridade alto por serem comunidades de abastecimento humano e os Nós de consumo A4-26 Pecém e o Nó de consumo A4-25 Fortaleza receberam grau de prioridade Altíssima. Desta forma á água que sai do Castanhão vai atender as pontas com prioridade altíssima.

4.5 Montagem de camadas estruturas hídricas usando uma ferramenta GIS

A montagem das camadas hídricas consiste no levantamento das estruturas Hídricas com base no Sistema de Outorgas e licenças, levando em consideração a posição de latitude e longitude de cada ponto de captação.

Nos levantamentos das camadas de Bacias Hidrográficas de uma determinada região exige uma complexidade elevada, mas várias bacias hidrográficas já se encontram catalogadas sofre a forma de Shape na ANA – Agência Nacional de Águas e na COGERH – Companhia de Gestão das Águas

As Etapas da análise Geo espacial teve as seguintes características

a) Isolamento das áreas de estudo – Corte das bacias montando uma nova camada com as bacias hidrográficas que afetam as regiões;
b) Criação de uma Camada com as Estruturas hídricas outorgados;
c) Criação de uma camada com o canais e adutoras que atendem a determinado setor
d) Análise dos Pontos de captação com maior demanda e a vazão ;
e) Verificação dos maiores Cliente e maiores Faturamento;
f) Verificação com base no Shape das Bacias Hidrográfica a possibilidade de atendimento com novos investimentos em estruturas hídricas para atender as empresas

A Ferramenta padrão GIS permite ter uma visão estratégica dos principais pontos de captação da água bruta, fornecendo um estudo detalhado e direcionado para

resolução de problema, inclusive em caso de manutenções no Eixão das águas e quais os clientes serão afetados.

Vale ressaltar que o trecho 5 do Eixão das águas foi construído embaixo de dunas que tendem a dificultar a manutenção e aumentar o tempo de solução do vazamento, pois será necessário a interversão de máquinas de grande porte como uma retroescavadeira hidráulicas para escavar os vazamento, além do problema sazonal da natureza que a migração das dunas, dificultado o ponto exato da manutenção.

A ferramenta GIS promove através do ponto de captação longitudinal uma agilidade em achar o real ponto de manutenção.

5 RESULTADOS

As várias ferramentas computacionais abordadas no trabalho produziram resultados esperados nos projetos básicos quando da construção das estruturas hídricas. As várias informações de entradas nos sistema computacionais podem definir uma forma de análise da demanda x Oferta de um determinado setor, neste trabalho o setor abordado foi o complexo Portuário do Pecém. Estas diversas informações foram tratadas e refinadas para produzirem resultados concretos e incorporados a uma ferramenta de Georreferenciamento possibilite a análise estratégica de dados

Na medição de vazão do canal dos Sítios Novos foram realizadas dez aferições em meses diferentes, durante o atual período de estiagem 2012 e 2013. O equipamento acústico FlowTracker efetua a medição em 5 intervalos de tempos e produz relatórios de aferição. Conforme figura 23.

Relatório da Medição

Feito em: Fri Feb 22 2013

Informação do Arquivo

Nome do Arquivo	SNOVOS.WAD
Data e Hora Iniciais	2013/02/18 16:07:24

Detalhes do Local

Nome do Local	
Operador(es)	ALEX

Informação do Sistema

Tipo de Equipamento	FlowTracker
Número de Série	P2854
Versão firmware CPU	3.7
Versão do Programa	2.30
Correção para suporte	0.0%

Unidade (Medidas Métricas)

Distância	m
Velocidade	m/s
Area	m^2
Vazão	m^3/s

Incerteza da Vazão

Categoria	ISO	Estatística
Acurácia	1.0%	1.0%
Profundidade	0.6%	0.0%
Velocidade	1.7%	0.0%
Largura	0.2%	0.2%
Método	3.2%	-
Nº de Estações	12.2%	-
Total	**12.8%**	**1.0%**

Resumo

Int de Amostragem	30	Nº de Estações	5
Margem Inicial	Margem Direita	Largura Total	1.600
SNR Médio	47.2 dB	Area Total	0.386
Temp Média	28.03 °C	Prof Média	0.241
Eq. de Vaz.	Secção-Meio	Velocidade Média	0.6829
		Vazão Total	**0.2636**

Resultados da Medição

Est	Hora	Loc	Mét	Prof	%Prof	PMedid	Vel	FatCor	VMédia	Área	Vazão	%Vazão
0	16:07	0.00	Nenhum	0.250	0.0	0.0	0.0000	1.00	0.7472	0.050	0.0374	14.2
1	16:07	0.40	0.6	0.240	0.6	0.096	0.7472	1.00	0.7472	0.096	0.0717	27.2
2	16:08	0.80	0.6	0.240	0.6	0.096	0.6910	1.00	0.6910	0.096	0.0663	25.2
3	16:09	1.20	0.6	0.240	0.6	0.096	0.6123	1.00	0.6123	0.096	0.0588	22.3
4	16:09	1.60	Nenhum	0.240	0.0	0.0	0.0000	1.00	0.6123	0.048	0.0294	11.1

Fileiras em letra itálica indicam aviso de Controle de Qualidade (CQ). Vide página de CQ desse relatório para maiores informações.

Figura 23 – Relatório Médio de Vazão Programa de Medição Acústico – Método Doppler

Pode se verificar no estudo dos dados apresentados que a vazão é contínua e de alta velocidade, com baixa amplitude de variação. O grau de Incerteza do equipamento varia de 1% a 2%, sendo um método extremamente eficiente para aferição da Vazão. A

sonda já tem um software proprietário que realiza diversas análise dos dados, inclusive a velocidade e o comportamento da vazão, conforme mostra figura 24.

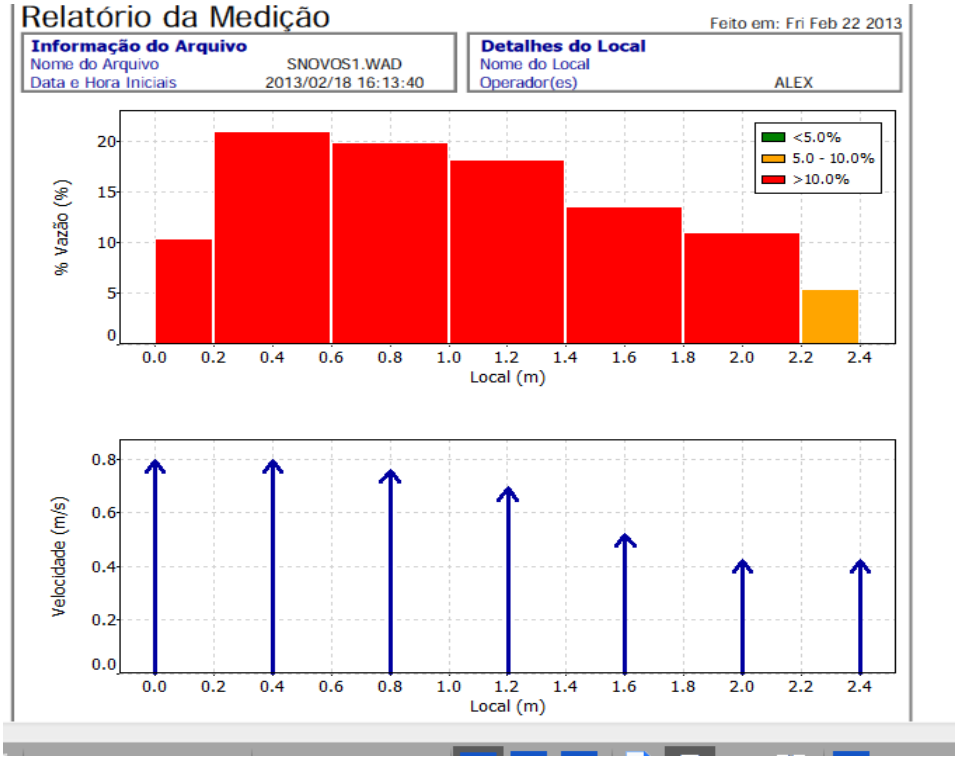

Figura 24 – Gráfico computacional de Percentual de Vazão e Aferição da velocidade do Canal dos Sítios Novos.

Sendo a mais importante fonte hídrica do Complexo do Pecém foi levantada a vazão efetiva das seções do canal do Sítios Novos, conforme Tabela 3, produzindo uma média de 85% da vazão efetiva fornecida, atualmente esta vazão atende o complexo do Pecém , pois as empresas não estão utilizando a vazão outorgada máxima.

Tabela 3- Medição de vazão com dados efetivos Canal Sítios Novos.

	Data da Medição	Seção(m)	Vazão Projetada(m^3/s)	Vazão Efetiva(m^3/s)	Percentual
01	12/08/2012	1.6	0,3000	0.2626	87,5%
02	12/08/2012	2.4	0,4500	0,3602	80,04%
03	20/12/2012	1.6	0,3000	0,2502	83,40%
04	20/12/2012	2.4	0,4500	0,3620	80,44%
05	07/02/2013	1.6	0,3000	0.2636	87,86%
06	07/02/2013	2.4	0,4500	0.3649	81,00%
07	12/08/2013	1.6	0,3000	0,2601	86,70%
08	12/08/2013	2.4	0,4500	0.3590	81,1%
09	05/11/2013	1.6	0,3000	0,2643	88,10%
10	05/11/2013	2.4	0,4500	0,3901	86,33%
				MEDIA	85%

Fonte: Dados do Autor com base na Medição de Vazão

Com base nos dados de medição de vazão, a vazão regularizada do Açude Sítios Novos é 900 litros por segundo como vazão regularizada com garantia de 90% para as empresas. Hoje a média de vazão está em torno de 800 litros por segundo que representa 88 % do necessário para atendimento do Complexo Portuário do Pecém.

Por ser importante reforço na Oferta Hídrica do Complexo Portuário do Pecém foi realizada a medição de vazão na saída do Eixão das águas -Trecho IV – Pacoti que traz água do Açude Castanhão. Este Trecho IV – Eixão das Águas termina no açude Pacoti, que faz parte do eixo de abastecimento da RMF (Gavião , Riaçhão e Pacoti). O objetivo desta medição é verificar o aporte de recursos hídricos que chega na Região Metropolitana de Fortaleza . O excedente será bombeado para o trecho V que abastece o Pecém, conforme mostra a Tabela 4.

Tabela 4 - Medição de vazão com dados efetivos Eixão Trecho IV para a RMF.

	Data da Medição	Seção(m)	Vazão Projetada(m^3/s)	Vazão Efetiva(m^3/s)	Percentual
01	01/07/2013	12	9.0	7,44	88,77%
02	04/07/2013	12	9.0	7,63	89,88%
03	12/07/2013	12	9.0	7,07	81,66%
04	26/07/2013	12	9,0	7,16	82,66%
05	02/09/2013	12	9,0	7,77	86,33%
06	10/09/2013	12	9,0	7,56	84,01%
07	30/09/2013	12	9,0	7,30	81,11%
08	02/11/2013	12	9,0	7,66	85,11%
09	06/11/2013	12	9,0	7,01	89,00%
10	12/11/2013	12	9,0	7,29	92,11%
				MEDIA	88,40%

Fonte: Dados do Autor com base na Medição de Vazão

Analisando o resultados das vazão do Eixão das Águas - Trecho 4 atualmente está trazendo a partir do açude Castanhão 8,3 m^3/s para Região Metropolitana de Fortaleza. O Sistema Pacajus contribui 2,7 m^3 (COGERH -2013) que são bombeados pela Estação de Bombeamento EB1 e Estação de Bombeamento EB2 a partir do açude Pacajus e 2,0m^3/s(Fonte Cogerh) são bombeados pelo Canal do Trabalhador, trazendo do açude Orós – Fazendo uma Oferta Hídrica de de 13m^3/s. (COGERH,2013)

Totalizados todos os clientes da COGERH pelo sistema GEMED temos os seguintes consumos: 0,7 m^3/s são utilizados Distrito Industrial de Maracanaú; 8,0 m^3/s são utilizados na Região Metropolitana de Fortaleza, 0,7 m^3/s são utilizados na ETA OESTE; 3,2 m^3/s perca por evaporação ou vazamento (COGERH -2013); 0,3 m^3/s são utilizados na CAGECE Pacajus. O Total de Saída é 12,9 m^3/s.

O resultado é que atualmente no sistema a entrada de água bruta é de 13,0 m^3/s e a saída(consumo) 12,9 m^3 /s, portanto não existe folga para enviar para o Eixão das Águas -trecho 5 dando uma maior sobrecarga para o Complexo do Pecém.

Utilizando o sistema de Outorgas e Licenças – SOL e fazendo a consulta em dados do município de Caucaia com uso industrial , o sistema gera relatórios que podem ser exportados para diversos formatos , conforme figura 25.

Voltar PDF Excel

15 OUTORGAS

CONSULTA DAS OUTORGAS DO MUNICÍPIO DE CAUCAIA NA SITUAÇÃO OUTORGA CONCEDIDA VIGENTES PELA DATA DA ÚLTIMA MOVIMENTAÇÃO DO PROCESSO DO TIPO DE EXPLORAÇÃO INDUSTRIAL

NOME DO REQUERENTE	Nº DO PROCESSO	BACIA	VZ OUTORGADA(L/S)	VOL. OUTORGADO(M3/ANO)	LATITUDE	LONGITUDE	NOME DO MANANCIAL	DATA INICIAL	DATA FINAL
AERIS INDUSTRIA E COMERCIO DE EQUIPAMENTOS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA S/A	10547506-8	METROPOLITANA	0,58	5256,00	9.592.894	515.552	CANAL DOS SITIOS NOVOS	17/01/2011	17/01/2015
AGROENERGIA DO NORTE S/A	08380781-0	METROPOLITANA	138,89	4380000,00	9.599.456	516.546	CANAL DOS SITIOS NOVOS	21/07/2008	21/07/2018
CENTRAL GERADORA TERMELÉTRICA FORTALEZA S.A.	11637855-7	METROPOLITANA	150,00	4730400,00	9.597.754	514.627	CANAL DOS SITIOS NOVOS	24/01/2012	24/01/2016
CENTRAL GERADORA TERMELÉTRICA FORTALEZA S.A.	07478210-0	METROPOLITANA	155,00	4888080,00	9.592.935	514.828	CANAL DOS SITIOS NOVOS	30/01/2008	30/01/2018
CERAMICA MARCOLINO LTDA	05280126-8	METROPOLITANA	0,97	1825,00	9.587.081	505.599	CANAL DOS SITIOS NOVOS	03/11/2005	03/11/2015
COMPANHIA INDUSTRIAL DE CIMENTO APODI S/A	09581851-0	METROPOLITANA	3,00	94535,00	9.599.460	516.546	CANAL DOS SITIOS NOVOS	24/11/2009	24/11/2013
FLAVIO JESUS MAGALHAES DA SILVA	03272782-8	METROPOLITANA	0,41	12775,00	9.587.459	505.614	CANAL DOS SITIOS NOVOS	10/09/2003	10/09/2013
MPX PECEM II GERAÇÃO DE ENERGIA S/A	12257049-9	METROPOLITANA	300,00	9460800,00	9.602.357	517.857	CANAL DOS SITIOS NOVOS	06/06/2012	06/06/2016
PURAZUL INDUSTRIA E COMERCIO DE ÁGUA LTDA	10676376-8	METROPOLITANA	0,67	9015,50	9.584.862	541.618	POÇO PROFUNDO	07/02/2011	07/02/2013
SIDERURGICA LATINO-AMERICANO S/A	12257247-5	METROPOLITANA	125,00	3942000,00	9.589.420	517.815	ADUTORA CANAL SITIOS NOVOS	16/07/2012	16/07/2016
TERMOCEARA LTDA	11558106-5	METROPOLITANA	89,00	2578944,00	9.591.818	514.631	CANAL DOS SITIOS NOVOS	21/12/2011	21/12/2021
VOTORANTIM CIMENTOS N/NE S.A.	12001061-5	METROPOLITANA	3,00	82855,00	9.599.460	516.546	CANAL DOS SITIOS NOVOS	01/02/2012	01/02/2016
WOBBEN WINDPOWER INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	12172404-2	METROPOLITANA	0,45	2555,00	9.599.932	516.972	POÇO TUBULAR PROFUNDO	23/05/2012	23/05/2016
WOBBEN WINDPOWER INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	11559995-9	METROPOLITANA	0,39	2628,00	96001000	700.000	POÇO TUBULAR PROFUNDO	09/02/2012	09/02/2016
WOBBEN WINDPOWER INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	11393469-6	METROPOLITANA	0,89	12592,50	9.599.866	516.915	POÇO TUBULAR PROFUNDO	31/08/2011	31/08/2012

Figura 25 - Resultado da Seleção Sistema SOL(COGERH,2013)

Refazendo vários tipos de consultas utilizando o sistema de Outorgas e Licenças – SOL, o sistema produziu vários tipos de utilização de água bruta para diversas outorgas, inclusive clientes com duas outorgas para dois tipos de usos.

Tabulando estes dados, teremos uma relação de empresa ou estruturas hídricas que tem outorga do canal do Sítios Novos ou do trecho V com Eixão das águas. Estes dados foram agrupados na Tabela 5, que foi utilizado em campo para verificar o ponto de captação.

Tabela 5 - Relação das vinte e nove estruturas hídricas levantadas no SOL

Entidade Hídrica ou Empresa Captadora	Latitude	Longitude
AERIS INDUSTRIA E COMERCIO DE EQUIPAMENTOS	9.592.894	515.552
AGROENERGIA DO NORTE S/A	9.599.456	516.546
ALEXANDRE BRAGA DE PORFIRIO SAMPAIO	9.563.232	334.343
ALEXANDRE BRAGA DE PORFIRIO SAMPAIO	9.588.245	505.839
ANDRE HIBERNAN MARTINS	9.583.191	504.665
ASSOCIAÇAO COMUNITARIA DE SITIOS NOVOS	9.589.359	506.679
CENTRAL GERADORA TERMELÉTRICA FORTALEZA	9.597.754	514.627
CENTRAL GERADORA TERMELÉTRICA FORTALEZA	9.592.935	514.828
CUMBUCO GOLF RESORT LTDA	9.601.106	525.210
CERAMICA MARCOLINO LTDA	9.587.081	505.599
COMPANHIA INDUSTRIAL DE CIMENTO APODI S/A	9.599.460	516.546
FLAVIO JESUS MAGALHAES DA SILVA	9.587.459	505.614
FRANCISCO DEUZINHO DE OLIVEIRA	9.584.014	505.110
INST. SOCIO COMUNIT. DA AGROV. SITIOS NOVOS	9.585.722	505.481
MPX PECEM II GERAÇÃO DE ENERGIA S/A	9.602.357	517.857
PETROLEO BRASILEIRO S. A	9.599.460	516.558
TERMOCEARA LTDA	9.591.818	514.631
VOTORANTIM CIMENTOS N/NE S.A.	9.599.460	516.546
MPX PECEM GERAÇÃO DE ENERGIA S.A	9.602.357	517.857
USINA SIDERURGICA DO CEARA	9.604.148	516.773
CEARAPI APICULTURA E PRODUTOS ORGAN LTDA	9.592.350	514.977
SIDERURGICA LATINO-AMERICANO S/A	9.589.420	517.815
CAGECE - COMPANHIA DE AGUA E ESGOTO CEARA	9.581.250	538.250
COMPANHIA SIDERÚRGICA DO PECÉM - CSP	9.602.354	517.850
PISCINAO DE ABASTECIMENTO	9.599.460	517.658
CHEGADA DO TRECHO 5 – ENDESA	9.602.357	514.828
AÇUDE SITIOS NOVOS – TOMADA DAGUA	9..583.122	504.470
CANAL SITIOS NOVOS – SECCÃO DE VAZAO	9..583.122	504.857
CHEGADA DO TRECHO 4 – PACOTI	9.553.752	501.985

Fonte: Elaboração do Autor com base no Sistema de Outorgas e Licenças

A Tabela 5 mostra a extração de dados parametrizados pelo sistema SOL – Sistema de Outorgas e licenças onde foram determinados o Município de São Gonçalo do Amarante tendo como fonte hídrica o Açude Sítios Novos. Este levantamento foi importante para a verificação em campo das estruturas hídricas que compõem o complexo do Pecém e para a montagem da camada de Geo database como os pontos de captação

Outra importante informação extraída do sistema de Outorgas e Licenças – SOL foi a quantidade de m^3/s outorgados para cada cliente possibilitando a realização de um balanço hídrico tabular preliminar com dados.

O balanço hídrico com base no total de clientes outorgados podemos verificar que o total outorgado no Pecém de 9.762,80 l/s**.** Que o total de oferta hídrica projetada é de 10.045,00 l/s com a totalização do Canal dos Sítios Novos e Eixão das Água Trecho V. O Saldo é 282,20 l/s que representa apenas 2,80% disponível, portanto sem aporte de reserva para novos empreendimentos, como também sem reserva hídrica estratégica, conforme Tabela 6.

Tabela 6 - Total de Clientes Outorgados no Município de Caucaia – Pecém.

	Outorgante	Uso	Vol.Outorgado(m^3/s)
01	AERIS INDUSTRIA E COMERCIO EQUIPAMENTOS	INDUSTRIAL	0.58
02	AGROENERGIA DO NORTE S/A	INDUSTRIAL	138.8
03	ALEXANDRE BRAGA DE PORFIRIO SAMPAIO	INDUSTRIAL	0,11
04	ALEXANDRE BRAGA DE PORFIRIO SAMPAIO	IRRIGAÇÃO	14,49
05	ANDRE HIBERNAN MARTINS	Abast.Humano	0,02
06	ASSOCIAÇAO COMUNITARIA SITIOS NOVOS	Abast.Humano	0,13
07	CENTRAL GERADORA TERMELÉTRICA	INDUSTRIAL	229,12
08	CENTRAL GERADORA TERMELÉTRICA	INDUSTRIAL	255,00
09	CUMBUCO GOLF RESORT LTDA	TUR.LAZER	100,00
10	CERAMICA MARCOLINO LTDA	INDUSTRIAL	0,97
11	COMPANHIA INDUSTRIAL DE CIMENTO APODI	INDUSTRIAL	3,0
12	FLAVIO JESUS MAGALHAES DA SILVA	INDUSTRIAL	0,41
13	FRANCISCO DEUZINHO DE OLIVEIRA	ABAS.HUMAN	2,25
14	INST. SOCIO COMUN. DA AGROV. SITIOS NOVOS	ABAS.HUMAN	2,63
15	MPX PECEM II GERAÇÃO DE ENERGIA S/A	INDUSTRIAL	300,00
16	PETROLEO BRASILEIRO S. A	INDUSTRIAL	22,22
17	TERMOCEARA LTDA	INDUSTRIAL	89,00
18	VOTORANTIM CIMENTOS N/NE S.A.	INDUSTRIAL	3,0
19	MPX PECEM GERAÇÃO DE ENERGIA S.A	INDUSTRIAL	300,00
20	USINA SIDERURGICA DO CEARA	INDUSTRIAL	125,25
21	CEARAPI APICULTURA E PRODUTOS ORGAN	INDUSTRIAL	0,70
22	SIDERURGICA LATINO-AMERICANO S/A	INDUSTRIAL	125,00
23	CAGECE - COMPANHIA DE AGUA E ESGOTO	INDUSTRIAL	1.500,00
24	COMPANHIA SIDERÚRGICA DO PECÉM - CSP	INDUSTRIAL	1.500,00
25	CAGECE - COMPANHIA DE AGUA E ESGOTO ETA	INDUSTRIAL	5.000,00
	TOTAL OUTORGADO (Saída – Negativo)		9.762,80
	TOTAL PROJETADO EIXAO TRECHO V(Entrada +)		8.845,00
	TOTAL SITIOS NOVOS(Entrada + Positivo)		1.200,00
	SALDO RESERVA POSITIVO(2,89%)		282,50

Fonte: Elaboração do Autor com base no Sistema de Outorgas e Licenças

Utilizando os dados do Sistema de Outorgas e Licenças - SOL e fazendo um levantamento em campo para verificação dos reais pontos de captação. Verificamos como resultado do levantamento georreferenciado a alta concentração de pontos outorgados no canal dos Sítios Novos que tendem a diminuir a vazão medida na chegadas nas empresas, conforme figura 26.

A estação de Bombeamento do Pecém tem importância fundamental no fornecimento dos recursos Hídricos para o Complexo Portuário do Pecém, pois o bombeamento para os Piscinões e a decida por gravidade fornece uma pressão importante para abastecimentos.

O shape mostra que o Eixão das águas Trecho 5 corta diversas bacias hidrográficas até chegar no Complexo Portuário do Pecém. Grande parte deste trecho foi instalado em uma região de dunas, que pela mobilidade das dunas , tendem a dificultar qualquer manutenção de retirada de vazamento da adutora. O Trecho V ainda está sem vazão, pois atualmente o total produzido pelo Eixão das águas – Trecho IV está sendo consumido pela região Metropolitana de Fortaleza.

Utilizando a ferramenta ArcView, com a inclusão das Camadas Hídricas e extraindo somente a Bacia Metropolitana e a região do Complexo do Pecém , teremos uma visão o de todas as estruturas Hídricas mapeadas e seus respectivos pontos de captação.

Esta camada pode ser vista na figura 26, onde os pontos com a marcação em estrela se concentram no canal do Sítios Novos, ou seja, o Eixão trecho V, não vai auxiliar o aporte destas empresas. Apenas as empresas localizadas no setor do Porto do Pecém serão beneficiadas com o aporte hídrico do Eixão trecho V.

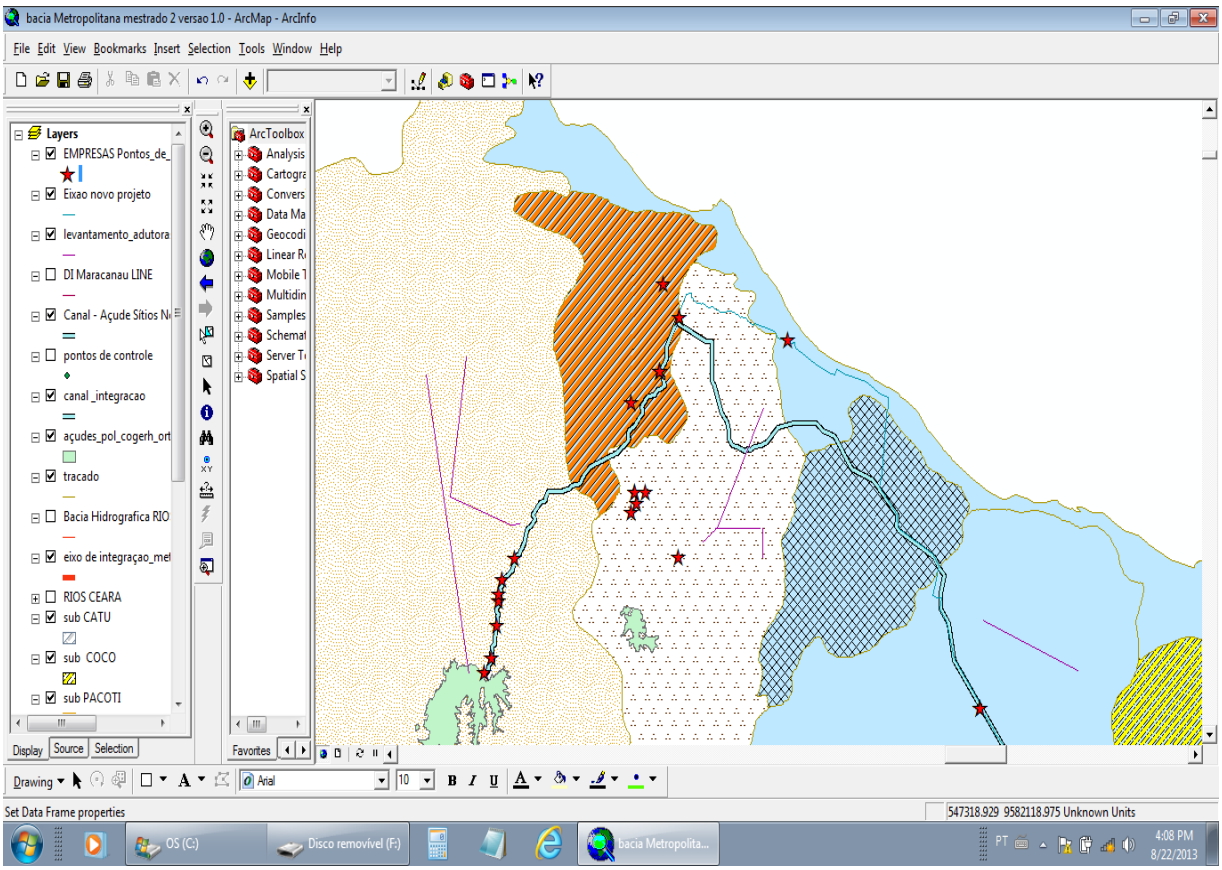

Figura 26 – Camada geo referenciada de Outorgas

Analisando o programa AcquaNet, simulando a demanda e vazão com base nos dados históricos , as cartas de intenções e o plano de gerenciamentos da Bacias Metropolitanas. O programa AcquaNet para os Nós A-25 e A-26(figura 8) da topologia foram obtidos os seguintes resultados demonstrados na Tabela 7 e na Tabela 8.

Detalhando os resultados da Tabela 7 , podemos verificar que a demanda de Nó A4-25 de Fortaleza está atendida em 100% até 2014, mas com a projeção de crescimento de 0,5 m^3/s para os próximos quatro anos , não será possível atender a demanda com o atual bombeamento.

Tabela 7 - Os resultados de projeção dos Nós de Fortaleza pelo AcquaNet

Ano	Demanda Nó A4 25 Fortaleza	Déficit Nó A4 25 Fortaleza	Vazão Nó A4 25 Fortaleza	Percentual de Atendimento
2011	8,0 m^3/s	0,0 m^3/s	8,0 m^3/s	100%
2012	8,0 m^3/s	0,0 m^3/s	8,0 m^3/s	100%
2013	8,0 m^3/s	0,0 m^3/s	8,0 m^3/s	100%
2014	8,0 m^3/s	0,0 m^3/s	8,0 m^3/s	100%
2015	8,5 m^3/s	0,5 m^3/s	8,0 m^3/s	94%
2016	8,5 m^3/s	0,5 m^3/s	8,0 m^3/s	94%
2017	9,0 m^3/s	1,0 m^3/s	8,0 m^3/s	88%
2018	9,0 m^3/s	1,0 m^3/s	8,0 m^3/s	88%

Fonte: Elaboração do Autor com base no AcquaNet

Tabela 8 - Os resultados de projeção dos Nós do Pecém pelo AcquaNet

Ano	Demanda Nó A4 26 Pecém	Déficit Nó A4 26 Pecém	Vazão Nó A4 26 Pecém	Percentual de Atendimento
2011	0,9 m^3/s	0,1 m^3/s	0,8 m^3/s	88%
2012	0,9 m^3/s	0,1 m^3/s	0,8 m^3/s	88%
2013	0,9 m^3/s	0,1 m^3/s	0,8 m^3/s	88%
2014	1,2 m^3/s	0,4 m^3/s	0,8 m^3/s	66%
2015	1,8 m^3/s	1,2 m^3/s	0,8 m^3/s	44%
2016	2,0 m^3/s	1,2 m^3/s	0,8 m^3/s	40%
2017	2,5 m^3/s	2,2 m^3/s	0,8 m^3/s	32%
2018	3,0 m^3/s	2,2 m^3/s	0,8 m^3/s	26%

Fonte: Elaboração do Autor com base no AcquaNet

Analisando a tabela 8, temos atualmente a demanda está sendo atendida em 88% no Nó A4 -26 do Pecém e sem investimento em 2014, não existe a possibilidade de sobra do nó A4-25, nó de Fortaleza, para o Nó A26 Pecem, ou seja, não há reserva para o Nó do Pecém. Com base no crescimento da demanda existe uma perspectiva de déficit de demanda no Complexo Portuário do Pecém com base na simulação do AcquaNet, que a partir de 2015 menos de 50% do volume outorgado será atendido.

6.0 CONCLUSÕES e RECOMENDAÇÕES

O Complexo Portuário do Pecém é um importante setor industrial de desenvolvimento para o Estado do Ceará, mas sua localização com ponto final (Figura 21) de chegada de todos os recursos hídricos dos Estado coloca em risco o nível de atendimento da demanda hídrica das empresas. Pelos dados levantados as atuais estruturas hídricas atendem precariamente o complexo Portuário do Pecém. Foi levantado no sistema de Outorgas – SOL que a COGERH- Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos e a SRH – Secretária de Recursos Hídricos do Ceará já outorgaram o máximo projetado para toda a infra estrutura hídrica construída ou em construção

Com os dados apresentados e com o atual estágio de aportes dos açudes não será possível atender o complexo Portuário do Pecém sem um investimento de novas estruturas hídricas que forneça um aporte adicional ao complexo, pois se concretizado um período trienal de seca, o complexo do Pecém estará no limite de abastecimento sendo necessário uma política de racionamento e escalonamento de produção que será desgastante para a visão do Estado do Ceará.

Recomenda-se como possível solução a agilização do projeto de transposição do Rio São Francisco com a integração do projeto Cinturão das águas(Figura 02), Eixo amarelo e Eixo Verde para dar aporte ao Açude Sítios Novos. Outra possível solução mais rápida e menos onerosa para o Governo do Estado é a construção do 2º. Sifão no Eixão das águas promovendo a chegada de 19m3/s no Açude Pacoti, desta forma terá aporte sobra(reserva) para ser bombeada para o trecho 5 do Eixão das águas que atente o complexo do Pecém.

Outra possível solução utilizando a análise estratégica do Georreferenciamento é construção de um Eixão a partir da estação de bombeamento do açude Castanhão ou do Açude Curral Velho que coloque água diretamente na Bacia Hidrográfica do açude Sítios Novos, pelo rio São Gonçalo, promovendo a recarga para as empresas, mas este canal com cerca de 200 km teria um custo elevado para o Estado do Ceará, então cabe um análise a longo prazo de perspectiva de implantação de novas empresas e a verificação da taxa de retorno.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOSON, Patrícia H.G. ASSIS, Fernando S. Instrumentos da gestão ambiental – gestão participativa/processo de negociação: uma visão da lei Federal No. 9433 – Belo Horizonte 1999.

BRASIL, Agência Nacional de Àguas. Diagnóstico da Outorga de Direito de uso de recursos hídricos no Brasil, e, Fiscalização dos usos de recursos hídricos no Brasil. João Gilberto Lotufo Conejo(supervisão Geral); Francisco Lopes Viana; Gisela Damm Forattini(coordenação geral). Brasília/DF. ANA 2007.

BRASIL ,Constituição Federal 1988, "Bens Públicos da União e Estados " – Art 20 – Capítulo II – III e Art 26 – I – Atualizado até Emenda Constitucional N°. 74- 2013.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente –Governo Federal – Programa Livre – I3GEO 2013, Disponível em Http://www.mma.gov.br/produtos/I3geo. Acesso 04 nov. 2013.

BRASIL, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Ministério das Cidades -2013 . Disponível em http://www.cidades.gov.br. Acesso 04 nov 2013.

BRASIL, Instituto Brasileiro de Estatística - IBGE -2013 . Disponível em http://www.ibge.gov.br. Acesso 04 ago 2013.

BRASIL, Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais - INPE -2013 . Disponível em http://www.inpe.gov.br. Acesso 09 ago 2013.

CÂMARA. G (Org,); MEDEIROS, J. S. (Org) Geoprocessamento para projetos ambientais. INPE - 2a. ED. On-LINE, 1998. Disponível em hpp://www.dpi.inpe.br/gilberto/ tutoriais/gis_ambinete. Acesso em 10 nov. 2013

CEARÁ. Secretária dos Recursos Hídricos (SRH). Atlas Eletrônico dos Recursos Hidricos do Ceará. Fortaleza: SRH, 2013. Disponível em http://atlas.srh.ce.gov.br/. Acesso 08 nov. 2013.

CEARÁ, Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH) , Fortaleza , COGERH 2013, Disponível em http://www.cogerh.com.br,. Acesso 08 nov. 2013.

CEARÁ. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH) , Acompanhamento de Processos de Outorga – SOL, Fortaleza , COGERH 2013, Disponível em http://www.cogerh.com.br/servicos/acompanhamento-de-processo-outorga usuário consulta . Acesso 10 jul. 2013.

CEARÁ, Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH) , Fortaleza , COGERH 2013, Disponível em Http://portal.cogerh.com.br/eixos-de-atuacao/monitoramento-quantitativo-qualitativo/ficha-tecnica -Ficha Técnicas dos Açudes- COGERH. Acesso 04 nov. 2013.

CEARÁ, Complexo Portuário do Pecém – 2013, disponível em http://portalpecem.com.br , Fortaleza. Acesso 20 de Nov. 2013

CEARÁ, Portal Hidrológico do Ceará da Fundação Cearense de Meteorologia do Estado do Ceará - FUNCEME , Fortaleza , 2013, Disponível em http://www.hidro.ce.gov.br,. Acesso 10 março. 2014

Cysne, Andreia P , Tese Modelo de Governança Adaptativa Para os Recursos Hídricos utilizando Cenários Climáticos – UFC , 2012 .

COGERH. Estruturas Hídricas da Gerência Metropolitana de Fortaleza. Fortaleza: [s.n], 2013. Relatório Interno.

COGERH. Perspectiva de consumo de clientes do Complexo do Pecém. Fortaleza: [s.n], 2013. Relatório Interno.

CONSELHO de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos. Iniciando o diálogo. Fortaleza: [s.n], 2007. (Coleção Pacto das Águas)

CPRM. Atlas Digital de Geologia e Recursos Minerais do Ceará. Fortaleza: CPRM, 2003. CD-ROM

Cutter, S. L , 1996 . Vulnerability to environmental hazards. Progress in Human Geographys.

DELMEÉ, Gérard J. Manual de Medição de Vazão, São Paulo, Editora Edgar Blucher Ltda... 2009. , 3a edição atualizada.

ESRI , New York – CA – Produto: ARCGIS 9.3 - Disponível em Http:// www.esri.com/software/arcgis/arcgis-for-desktop . Acesso 11 Nov. 2013

GARJULLI, Rosana. Gestão participativa dos recursos hídricos – A experiência do Ceará. Fortaleza: COGERH, 1998.

KOSTASCHUK, R.A ; VILLARD, P. V. & BEST, J.L. Measuring flow velocith and sediment transport with an acoustic Doppler current profiler, 2004 p.25-37.

LabSid Aquanet – Manual de Instalação e Dicas Importantes, Laboratório de Sistemas de Suporte a Decisões em Engenharia Ambiental e de Recursos Hídricos – Escola Politécnica – USP , 2013, Disponível em Http:// www.labsid.com.br/interna.php/produtos. Acesso 11 de nov. 2013.

LEÃO, R. A.O.; ROCHA NETO, O.C.: TEIXEIRA, A.S.; SOARES, A.A. Estimativa de evaporação no reservatório Pedras Brancas, Estado do Ceará- Brasil e análise de sensibilidade dos métodos de estimativas de evaporação á variação dos dados climatológicos. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 19. , 2009 Montes Claros. Anais . Brasília: ABID 2009 .1 CD-ROM

LEÃO, R. A. O – Caracterização Fisiográfica e Simulação Hidrológica em Reservatórios da Bacia do Jaguaribe-CE – 2010.

NETTO e ALVAREZ, Azevedo Netto e G.A. Alvarez - Manual de Hidráulica – São Paulo - Edgar Blucher, 1986 – 7a edição

PACTO DAS ÁGUAS, Plano Estratégico dos Recursos Hídricos do Ceará . INESP – 2009

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS METROPOLITANAS - Relatório Fase II – 2001 – Banco Mundial – p 4-07-4-20

PORTO, Rodrigo de Mello , Hidráulica Básica – USP- EESC – 2012 – 4ª Edição

PEREIRA, Gilberto Corso; SILVA, Bárbara-Christine Nentwig. Geoprocessamento e urbanismo. Rio Claro: UNESP/Associação de Geografia AGETEO, 2011.

ROBERTO, Alexandre Nunes Roberto- Modelo de Rede de Fluxo para Alocação de Àgua entre Múltiplos Usos em uma Bacia Hidrográfica, 2002

SANTOS, A. Rosa, Louzada F.L.R. O, Eugenio F.C. – ARCGIS 9.3 Total: Aplicações para Dados Espaciais – 2013 – 2ª. Edição.

SILVESTRE, Pachoal. Hidráulica Geral._ Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos. 1983..