

ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Informação para Eficiência Hidroenergética



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

Reitora

MARGARETH DE FÁTIMA FORMIGA MELO DINIZ

Vice-Reitor

EDUARDO RAMALHO RABENHORST



EDITORA DA UFPB

Diretora

IZABEL FRANÇA DE LIMA

Vice-Diretor

JOSÉ LUIZ DA SILVA

Supervisão de Editoração

ALMIR CORRÊIA DE VASCONCELLOS JÚNIOR

Supervisão de Produção

JOSÉ AUGUSTO DOS SANTOS FILHO

JOSÉ ALMIR RODRIGUES PEREIRA
MARISE TELES CONDURÚ

ABASTECIMENTO DE ÁGUA
Informação para Eficiência Hidroenergética

Editora da UFPB
João Pessoa
2014

Capa:
Raynner Menezes Lopes

Diagramação:
Raynner Menezes Lopes
Ananda Cristina Froes Alves
Roberta Macêdo Marques Gouveia

Impresso no Brasil

Esta publicação foi viabilizada com recursos da ELETROBRAS, no âmbito do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL.

O Livro Abastecimento de Água: Informação para Eficiência Hidroenergética é um dos produtos do convênio ECV-DTP 004/2010, firmado entre a ELETROBRAS, a Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e a Fundação de Apoio à Pesquisa e a Extensão (FUNAPE), tendo Comissão Editorial constituída pelos seguintes profissionais:

- Eduardo Ramos Duarte (ELETROBRAS/Procel Sanear)
- Simone Ribeiro Matos (ELETROBRAS/Procel Sanear)
- Thiago Vogt Campos (ELETROBRAS/Procel Sanear)
- Heber Pimentel Gomes (UFPB)

Ficha catalográfica elaborada na Biblioteca Central da UFPB

P436a Pereira, José Almir Rodrigues
Abastecimento de água: informação para eficiência hidroenergética /
José Almir Rodrigues Pereira e Marise Teles Condurú. - João Pessoa:
Editora Universitária – UFPB, 2014.
127 p.
ISBN: 978-85-237-0747-7
1. Abastecimento de água. 2. Informação. 3. Eficiência energética.

CDU: 628.1

APRESENTAÇÃO

As decisões técnicas, políticas, econômicas, sociais e ambientais para o uso de água e de energia elétrica precisam ser alicerçadas no ciclo informacional e em atributos de qualidade da informação hidroenergética.

Entre os desafios a serem enfrentados na prestação dos serviços de abastecimento de água estão a definição, a divulgação e o uso de informações necessárias para a quantificação e para a redução do grande volume perdido de água nos municípios brasileiros, que, por sua vez, é relacionado ao consumo e às despesas de energia elétrica desde a retirada do manancial até a entrega da água ao usuário final.

Para conhecer, enfrentar e detalhar essa questão, as instituições governamentais, os prestadores de serviço e os usuários têm diferentes percepções e enfoques, o que torna a informação hidroenergética o elemento de integração e que, portanto, deve subsidiar as ações para a universalização do acesso da população aos serviços de abastecimento de água.

Nesse sentido e atendendo ao convite do Prof. Heber Pimentel Gomes, coordenador do Convênio ECV-DTP 004/2010, é que nós, autores deste livro, refletimos sobre como a produção, sistematização e disseminação de informação podem melhorar e aumentar a eficiência do uso racional de água e de energia elétrica na prestação dos serviços de saneamento básico.

Para isso, comentamos aspectos críticos e apresentamos sugestões para ampliar o debate, sempre enfocando a informação hidroenergética como uma das prioridades para o planejamento, gestão e eficiência do setor de abastecimento de água no Brasil.

Finalizando, entendemos ser essa obra uma contribuição para o esforço coletivo de valorização do dado, da informação e do conhecimento na tomada de decisão de ações que melhorem a infraestrutura e os serviços essenciais à qualidade de vida nos municípios brasileiros.

José Almir Rodrigues Pereira

Marise Teles Condurú

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AB	Água bruta
ANA	Agência Nacional de Águas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
AT	Água tratada
CMB	Conjunto motor e bomba
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
CPMF	Contribuição Provisória sobre Movimentação ou Transmissão de Valores e de Créditos e Direitos de Natureza Financeira
DEX	Despesas de exploração
DTS	Despesas totais com os serviços
EAB	Elevatória de Água Bruta
EAT	Elevatória de Água Tratada
ETA	Estação de Tratamento de Água
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
IPVA	Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores
ISO	International Organization for Standardization
ISS	Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza
IWA	International Water Association
LENHS	Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento
MIC	Ministério da Indústria e do Comércio
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
NBR	Norma brasileira
P&D+I	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
PASEP	Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público
PIS	Programa de Integração Social
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PNEF	Plano Nacional de Eficiência Energética
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
PROCEL	Programa de Eficiência Energética
PROCEL SANEAR	Programa de Eficiência Energética em Saneamento Ambiental
PVC	Policloreto de Vinila
Res.	Reservatório
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SEE	Secretaria de Energia Elétrica
SINISA	Sistema Nacional de Informação em Saneamento Básico
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
UCEE	Unidades consumidoras de energia elétrica
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFMS	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

UFPA	Universidade Federal do Pará
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UNIFEI	Universidade Federal de Itajubá
UTS	Unidades de Tratamento Simplificado

SUMÁRIO

Apresentação	5
1 Introdução	11
2 Energia e Abastecimento de Água	15
2.1 Setor de Energia Elétrica	18
2.2 Setor de Abastecimento de Água	22
2.2.1 Crescimento da População	22
2.2.2 Distribuição Desigual de Água	23
2.2.3 Poluição / Contaminação da Água	25
2.2.4 Volume Perdido de Água	26
3 Sistema de Abastecimento de Água - SAA	29
3.1 Etapas do SAA	29
3.1.1 Obtenção de Água Bruta	31
3.1.2 Processamento de Água	31
3.1.3 Distribuição de Água Tratada	33
3.2 Planejamento e Concepção do SAA	33
4 Planejamento Hidroenergético do SAA	39
4.1 Atividades do Planejamento Hidroenergético	40
4.2 Projetos de Engenharia	41
4.2.1 Projetos da Unidade de Captação de Água Bruta	43
4.2.2 Projetos da Unidade de Elevação de Água	45
4.2.3 Projetos da Unidade de Tratamento de Água	48
4.2.4 Projetos da Unidade de Reservação	51
4.2.5 Projetos da Unidade de Distribuição de Água	52
5 Gestão Hidroenergética do SAA	53
5.1 Volumes de Água e Energia Elétrica	54
5.2 Despesas de Exploração e Energia Elétrica	57
5.3 Faturamento e Energia Elétrica	59
5.4 Ações para Eficiência Hidroenergética no SAA	61
6 Perda de Água no SAA	65
6.1 Perda Real de Água	65
6.2 Perda de Faturamento	69

7 Consumo e Despesa de Energia Elétrica no SAA	73
7.1 Consumo de Energia Elétrica no SAA	73
7.2 Despesa de Energia Elétrica	75
7.3 Horário de Funcionamento e Despesa de Energia Elétrica	76
7.4 Perda Real de Água e Despesa de Energia Elétrica	77
8 Informações Hidroenergéticas em Fontes Governamentais	79
8.1 Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)	80
8.1.1 Dados do SNIS relacionados com a eficiência hidroenergética	81
8.1.2 Indicadores do SNIS relacionados com a eficiência hidroenergética	88
9 Análise das Informações Hidroenergéticas Disponíveis	91
9.1 Dados de Volume de Água	91
9.1.1 Grupo de Obtenção	91
9.1.2 Grupo de Processamento	92
9.1.3 Grupo de Distribuição	93
9.1.4 Índice de Perdas de Água	93
9.2 Dados de Energia Elétrica	93
9.3 Qualidade das Informações Hidroenergéticas	94
9.3.1 Atributos de Qualidade da Informação Hidroenergética	95
9.3.2 Desafios para a Informação Hidroenergética	97
10 Proposta de Informação Hidroenergética para a Tomada de Decisão em SAA	99
10.1 Atributos de Qualidade da Informação Hidroenergética na Etapa de Produção e Registro no Ciclo Informacional	100
10.2 Atributos de Qualidade da Informação Hidroenergética na Etapa de Sistematização e Armazenamento no Ciclo Informacional	103
10.3 Atributos de Qualidade da Informação Hidroenergética na Etapa de Disseminação do Ciclo Informacional	108
10.4 Atributos de Qualidade da Informação Hidroenergética na Etapa de Uso da Informação na Tomada de Decisão do Ciclo Informacional	109
11 Considerações Finais	115
Referências	119

1 INTRODUÇÃO

Na competitividade do mundo moderno é cada vez mais exigida a adequada coleta, sistematização e disseminação de informação de qualidade para a tomada de decisão, a fim de atender às ações e iniciativas de governos, de empresas e da sociedade.

O termo informação é definido de acordo com sua compreensão e concepção (ZEMAN, 1970), e é confundido, principalmente, com os termos dados e conhecimento.

Os dados estão dispersos aleatoriamente no mundo e dizem respeito à determinada realidade (CONDURÚ, 2012), sendo um conjunto de registros qualitativos ou quantitativos conhecidos (MIRANDA, 1999). Com os dados os indivíduos observam e podem transformar a realidade que os envolve (MICHAUD, 2006), convertendo-os em informação, que Drucker (1998, p. 5) define como o “dado dotado de relevância e propósito”.

Assim, a informação requer unidade de análise, exigindo consenso em relação ao seu significado (DAVENPORT, 1998) e sentido a um receptor consciente (LE COADIC, 2004). É necessária quando se enfrenta escolhas e é coadjuvante da tomada de decisão (MCGARRY, [199-?]).

A informação possui atributos inerentes a sua natureza (MENOUE, 1995), os quais devem ser considerados no planejamento e na gestão do setor de abastecimento de água, como:

- a) é um recurso estratégico;
- b) agrega valor com seu uso;
- c) é um instrumento de poder;
- d) não é um bem gratuito, pois possui benefícios e custos;
- e) deve ser trocada interativamente;
- f) está sempre inserida em contextos de outros recursos, portanto, não se mantém sozinha.

Para o entendimento do papel da informação, Wersig (1993) a considera como o conhecimento em ação, pois os indivíduos, as organizações e as sociedades vêm, em vários sentidos, modificando o conhecimento com o passar dos tempos, representando a informação como suporte de ação de uma situação específica. Freire e Araújo (1999) acrescentam que informação não é somente conhecimento em ação, mas também para ação, uma vez que, além de agregar valor com o passar dos tempos, serve diretamente para a tomada de decisão.

Outro elemento confundido com informação é o conhecimento. Silva (2006) enfatiza que conhecer surge como um ato interno, psicológico, mental do ser humano, considerado por Davenport (1998) como informação valiosa da mente humana, incluindo, assim, reflexão, síntese, contexto, sendo de difícil estruturação, captura em máquinas e transferência.

Então, o conhecimento é adquirido quando a informação passa a incorporar o campo de saber do receptor da mensagem. O indivíduo ao receber informações, assimilando-as, realiza um processo cognitivo de acordo com sua percepção, seus conhecimentos anteriores e seu raciocínio. Portanto, na geração do conhecimento é necessário reconhecer a informação, agregar suas experiências vividas e usar o raciocínio e reflexão.

Tarapanoff (2006) afirma que ao se usar a informação é ampliado o conhecimento, quer individual ou coletivo, havendo compartilhamento de conhecimentos entre os indivíduos, de forma a deixar registrado em algum suporte o que sabem, o que pode ser acessado por diversos indivíduos. É a transformação do conhecimento individual para o coletivo.

Douglas (1986) ressalta que a organização aumenta a capacidade do indivíduo para reter informação e afirma que o processo cognitivo, o pensamento do indivíduo, depende das instituições¹ sociais, da ordem social, isto é, as instituições sociais codificam a informação. Ainda expõe que fortificar uma instituição é essencialmente um processo intelectual, econômico e político e que o pensamento institucional já faz parte da mente do indivíduo quando este vai tomar alguma decisão.

Nonaka e Takeuchi (1997) explicam que a geração do conhecimento se reflete na capacidade da organização de criar novo conhecimento, de difundi-lo no ambiente interno, incorporando-o a produtos, serviços e sistemas.

Assim, o dado organizado de modo significativo serve de subsídio útil à tomada de decisão, contribuindo para a formação da capacidade intelectual do indivíduo e, até mesmo, para a estruturação de estados, regiões e países (MIRANDA, 1999).

Nesse contexto, ao buscar o significado dos dados, o indivíduo os transforma em informação, que ao ser processada pelo homem se torna conhecimento, ou seja, a informação passa a incorporar o campo de saber desse receptor (DAVENPORT, 1998; MIRANDA, 1999).

Cabe ressaltar a necessidade de se entender o recurso informação de acordo com o contexto em que está inserida. Dessa forma, em relação ao saneamento básico (abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana), a informação de qualidade pode contribuir para que se alcance a universalização do acesso da população a todos os componentes do setor.

Neste livro é enfatizada a importância da informação hidroenergética para o planejamento e para a gestão com eficiência da prestação dos serviços de abastecimento de água, sendo imprescindível à tomada de decisão mais efetiva em

¹ Instituição para Douglas (1986) é um agrupamento social legitimado, fundado na natureza e, por isso, na razão. São princípios naturalizados da organização social. Organização, por sua vez, pode ser definida como toda comunidade de indivíduos de qualquer área do conhecimento e não somente às corporações e empresas, ressaltando sua totalidade integrada em diferentes níveis de relações (concepção sistêmica) (CAPRA, 1982).

sistemas de abastecimento de água (SAAs), visando atender às demandas da sociedade de água em quantidade, qualidade e regularidade e com valor justo da tarifa.

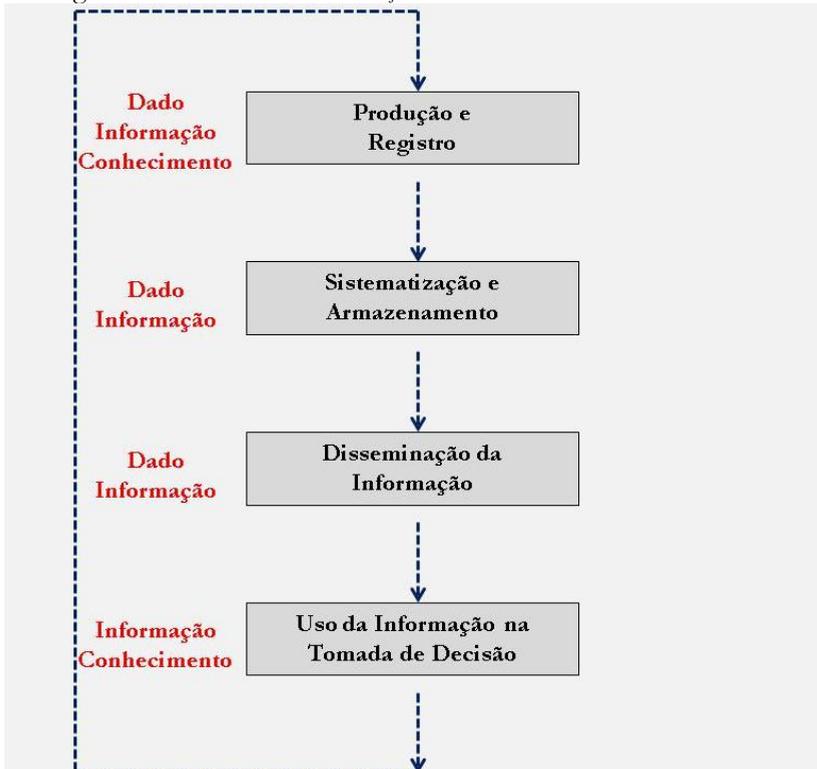
Entende-se que a informação hidroenergética nos SAAs é referente aos dados devidamente coletados, registrados e organizados sobre as questões de água e energia elétrica, de forma a permitir a análise e o uso desses dados, seja para apropriação individual ou à tomada de decisão no planejamento e na gestão de ações efetivas nesses sistemas.

Essa forte inter-relação entre dados, informação e conhecimento, e cada um desses elementos tem sua devida importância no ciclo da informação, devendo receber processamentos adequados para melhor utilização na tomada de decisão em qualquer nível.

O fluxo da informação é constituído pelas etapas de produção, obtenção, sistematização, estocagem, disseminação e uso de informação, ocorrendo a retroalimentação em todas as suas partes, representado no Fluxograma 1.

Na produção, geração ou origem tem-se a criação de dados, informação e conhecimento de acordo com o contexto em que forem gerados. Nessa etapa estão os chamados produtores de informação, por exemplo, o gestor de organizações, o pesquisador, o técnico e o profissional envolvidos no estabelecimento de padrões para melhor desenvolvimento de suas atividades ou para ampliação do conhecimento existente, incorporando ao escopo da técnica e da ciência.

Fluxograma 1 – Ciclo da informação



Fonte: Condurú (2000, 2012).

Dando continuidade ao ciclo da informação, na etapa obtenção é realizada a coleta e o registro de dados, os quais são encontrados em documentos impressos ou eletrônicos, de acordo com a demanda.

Os dados são processados numa ordem e com formatação previamente estabelecidas na fase da sistematização, originando a informação. Na etapa de estocagem ou armazenagem os dados e a informação poderão ser recuperados e interpretados.

Na próxima etapa do ciclo, na disseminação, estão as unidades de informação, como os centros de análise da informação, as bibliotecas, entre outros, que promovem a transmissão da informação organizada e armazenada, de forma dirigida aos interessados ou disponibilizando em sistemas de livre acesso.

Por último, tem-se a fase em que os dados e informações produzidos são efetivamente usados, propiciando a elaboração, reelaboração e transformação desses dados e informações, reiniciando o ciclo de comunicação e informação.

Assim, na coleta, na organização e na disseminação sistemática de informações geradas por instituições, governamentais ou não-governamentais, devem ser identificados dados da realidade, pois disso depende o conhecimento e o entendimento local, regional e nacional.

Dessa forma, a informação hidroenergética referente aos sistemas de abastecimento de água deve ser processada visando sua organização e disseminação. Para isso, é necessário conhecer a interação entre os setores de abastecimento de água e o de energia elétrica, conforme se observa no capítulo 2.

No capítulo 3 são apresentadas as etapas, unidades e alternativas de concepção do sistema de abastecimento de água.

A importância de enfatizar as questões hidroenergéticas no planejamento e nos projetos de engenharia é discutida no capítulo 4, especialmente por impactarem na operação e nas despesas do setor de abastecimento de água.

No capítulo 5 são comentados os volumes de água e as despesas de exploração na gestão hidroenergética. Em seguida são analisadas a perda real de água e a perda de faturamento no capítulo 6.

O consumo e a despesa de energia elétrica são relacionados com o horário de funcionamento e com a perda de água no capítulo 7. Também são apresentadas ações para a eficiência hidroenergética nos sistemas de abastecimento de água.

No capítulo 8 são enfocadas as lacunas de informações hidroenergéticas em fontes de informação do Governo Brasileiro, enquanto no capítulo 9 são analisados os dados e a qualidade da informação hidroenergética do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

A importância da informação hidroenergética na tomada de decisão nos sistemas de abastecimento de água é destacada no capítulo 10.

Finalizando, no capítulo 11 são apresentadas as considerações finais e nas Referências têm-se os documentos que fundamentam este livro.

2 ENERGIA E ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Inicialmente, o homem utilizava água diretamente dos corpos d'água para saciar a sede e a limpeza pessoal. Contudo, a necessidade de habitar, plantar e criar animais em áreas mais afastadas obrigou a utilização da força física de homens e de animais para o transporte de recipientes com água entre os pontos de coleta e de consumo.

Na tentativa de diminuir o emprego da força física, sempre que possível, o homem aproveitou a topografia do terreno para escoamento da água do manancial até o ponto de consumo, tendo criado canais e, em algumas situações, modificado o curso natural de corpos d'água (Imagem 1a).

O aumento das áreas cultiváveis levou ao desenvolvimento tecnológico na antiguidade, especialmente nos locais com necessidade de grande quantidade de água e/ou sem a possibilidade de escoamento da água por gravidade. Castilla Ruiz e Galvis Castaño (1993) citam que as técnicas desenvolvidas tornaram o trabalho do homem mais eficiente, exemplificando a utilização do *shaduf* egípcio (Imagem 1b) para regar as palmeiras, videiras, hortas e canteiros de flores dos egípcios no segundo milênio a.C.

Com o passar do tempo, várias técnicas foram desenvolvidas para deslocamento da água de um ponto a outro, como o Sarilho, a Noria Chinesa, a Roda Persa, o Catavento, o Parafuso de Arquimedes, entre outros.

O Sarilho (Imagem 1c) é um cilindro móvel, acionado por manivela, em volta do qual se enrolam cordas para levantar recipientes com água. Esse dispositivo de captação de água foi muito empregado para a retirada de água de poços, sendo ainda hoje utilizado em algumas localidades rurais.

Andrade Filho (2009) cita que a Noria Chinesa (Imagem 1d) é uma roda munida de caçambas movida por força animal ou humana. Uma variação é a Roda Persa (Imagem 1e), que Fraenkel e Thake (2010) comentam ter movimento circular para encher de água os potes fixados na sua estrutura, descarregando a água transportada em canaletas que iniciam no seu interior.

O cata-vento (Imagem 1f) é uma estrutura com pás que giram em torno de um eixo pela ação dos ventos, transmitindo a energia mecânica no movimento de subida e descida de um pistão que eleva a água até o ponto de coleta e/ou transporte.

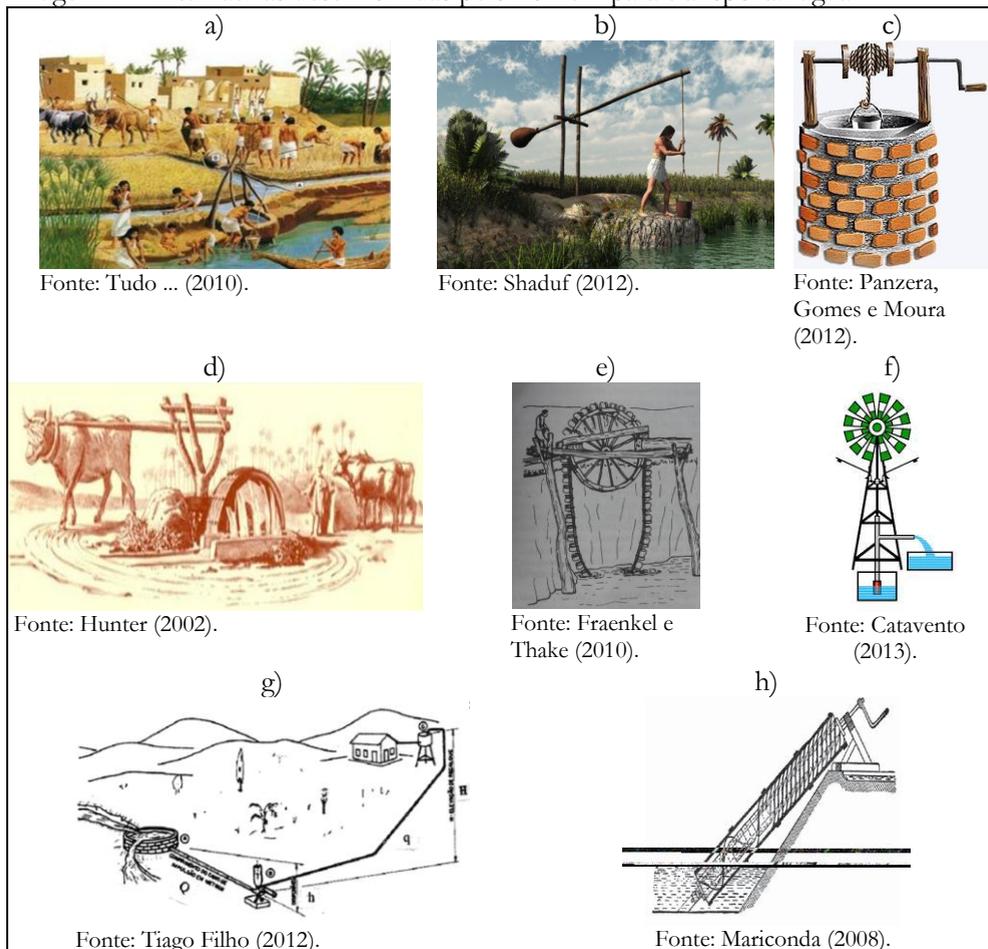
Prince (2006) ressalta que o Carneiro Hidráulico (Imagem 1g) deve ser posicionado abaixo do ponto de captação da água, pois a altura da água a montante possibilita uma sequência de rápidos e contínuos transientes hidráulicos (golpes de aríete) que resultam em sobrepressões de intensidade adequada para elevação da água.

O Parafuso de Arquimedes (Imagem 1h) é formado por uma rosca embutida em um tubo. Quando esse conjunto é girado, a água entra pela extremidade mergulhada na água e sobe ao longo do eixo da rosca, até transbordar na parte superior.

O continuado avanço científico resultou no aperfeiçoamento dos dispositivos de captação de água, com aumento da capacidade e melhor aproveitamento de energia da massa líquida.

Andrade Filho (2009) comenta que a Noria Chinesa passou a ser acionada pela própria corrente do curso de água da qual retirava o líquido, constituindo-se num misto de bomba e turbina. Na mesma linha de pensamento, Linsingen (2008) cita que a roda d'água, construída em 200 a.C., contribuiu para o desenvolvimento das atuais turbinas hidráulicas.

Imagem 1 – Alternativas desenvolvidas pelo homem para transportar água



Atualmente, os equipamentos eletromecânicos² são muito utilizados no deslocamento de água ou no aproveitamento da energia dessa massa líquida para

² Os equipamentos eletromecânicos são utilizados na geração de energia, na extração e transporte de minérios, nas indústrias, na produção de petróleo e derivados, no transporte de esgoto sanitário, na irrigação de áreas cultiváveis, no abastecimento de água, entre outros.

geração de energia elétrica. De acordo com Santos (2007), as máquinas hidráulicas podem ser classificadas em:

- a) motrizes, que transformam energia hidráulica em trabalho mecânico, como as rodas d'água e turbinas;
- b) mistas, que transformam energia hidráulica em energia hidráulica, como o carneiro hidráulico;
- c) geratrizes, que transformam energia mecânica em energia hidráulica, como as bombas.

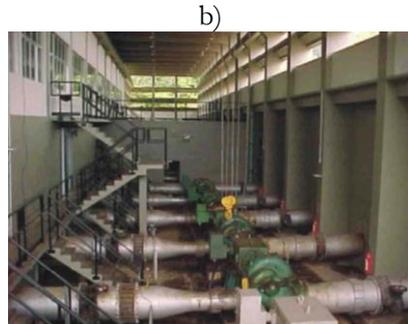
Segundo Santos (2007), nas turbinas é aproveitada a diferença entre dois níveis de água, sendo a energia hidráulica transformada em energia mecânica, que por meio do eixo do rotor da turbina aciona o rotor de um gerador. Essa aplicação pode ser exemplificada nas turbinas da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Fotografia 1a).

De forma inversa, nos conjuntos motor e bomba ocorre a transformação de energia elétrica em energia mecânica no motor, sendo esta última convertida em energia hidráulica na bomba. Essa aplicação pode ser exemplificada nos conjuntos motor e bomba da Estação Elevatória (bombeamento) de Água Tratada do Bolonha - Belém-PA (Fotografia 1b).

Fotografia 1 – Usina hidrelétrica de Tucuruí (a) e Estação elevatória de água tratada do Bolonha em Belém/PA (b)



Fonte: Usina ... (2012).



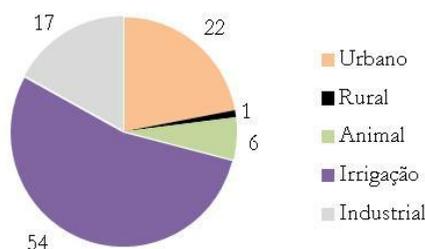
Fonte: Universidade Federal do Pará (2006).

A relação entre água e energia é comum às turbinas e aos conjuntos motor e bomba, sendo o manancial um possível exemplo da convergência dos setores de energia e de saneamento, pois a retirada de água para abastecimento público pode reduzir o nível de água do manancial, comprometendo a geração de energia elétrica.

De acordo com Ana (2010), a cada segundo são retirados 2.373 m³ de água dos mananciais brasileiros, sendo a maior parte destinada ao setor de irrigação (54%), seguida pela utilização em áreas urbanas (22%) e à atividade industrial (17%), conforme representado no Gráfico 1.

As diversas formas de produção e consumo de bens na sociedade moderna requerem procedimentos, processos e equipamentos sofisticados para utilização da água. Contudo, nem sempre a evolução tecnológica e a gestão atendem aos objetivos de eficiência e de sustentabilidade econômica, o que contribui para a alteração, e mesmo desequilíbrio, da relação água e energia no meio ambiente de todo o planeta.

Gráfico 1 – Volume de água retirado dos mananciais brasileiros, por setor de atividade



Fonte: ANA (2010).

O uso racional de água e de energia é tema de destaque no mundo moderno, estando presente na agenda de governos, de empresas e da sociedade. Desse modo, é preciso entender os problemas e encontrar soluções para as situações que podem prejudicar os setores de abastecimento de água e de energia elétrica.

2.1 SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA

O desenvolvimento do setor de energia elétrica no Brasil é competência do Ministério de Minas e Energia³ (MME), que na sua estrutura organizacional tem vinculadas a Secretaria de Energia Elétrica (SEE), a ELETROBRAS e a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), entre outros órgãos.

A Secretaria de Energia Elétrica tem como missão institucional:

coordenar, orientar e controlar as ações do Ministério de Minas e Energia relacionadas às políticas do setor de energia elétrica, de forma a garantir o suprimento a todos os consumidores do território nacional, com desempenho adequado da operação do sistema elétrico, sob os requisitos de qualidade, continuidade e segurança operacional, e tarifas justas para a sociedade e para o estímulo aos investimentos, observando premissas de sustentabilidade sócio-ambiental, de inclusão social e de integração energética nacional e com os países vizinhos (A SECRETARIA ..., 2013, não paginado).

A relação água e energia é observada nas doze competências da SEE, destacando-se a de participar na formulação e implementação da política de recursos hídricos e de meio ambiente, bem como a de articular ações para promover a interação com os órgãos de meio ambiente e de recursos hídricos, para viabilizar a expansão e funcionamento dos sistemas elétricos.

³ Na Lei nº 10.683/2003 são definidas as competências do MME nas áreas de geologia, recursos minerais e energéticos; aproveitamento da energia hidráulica; mineração e metalurgia; e petróleo, combustível e energia elétrica, incluindo a nuclear (HISTÓRICO ..., 2013).

Essas duas competências da SEE podem ser explicadas pela grande participação das Usinas Hidrelétricas na oferta interna de energia elétrica no Brasil, que passou de 74,0%, em 2010, para 81,9%, no ano de 2011, conforme pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 - Oferta interna de energia elétrica no Brasil

Fonte Energética	2010	2011	2012
Hidráulica	74,0%	81,9%	76,9%
Carvão e derivados	1,3%	1,4%	1,6%
Nuclear	2,7%	2,7%	2,7%
Derivados de Petróleo	3,6%	2,5%	3,3%
Gás Natural	6,8%	4,4%	7,9%
Eólica	0,4%	0,5%	0,9%
Biomassa	4,7%	6,6%	6,7%
Importação	6,5%	-	-
Total	100%	100%	100%

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (2011, 2012, 2013).

Apesar de as diversas alternativas de fontes de geração de energia elétrica, o grande potencial dos recursos hídricos resulta na destinação da maior parte dos recursos governamentais para a construção de usinas hidrelétricas na Região Norte. Esse é o caso das Usinas Hidrelétricas de Belo Monte (Pará) e de Jirau e de Santo Antônio (Rondônia).

Essas e outras obras são importantes para evitar a repetição da crise no fornecimento de energia elétrica que ocorreu no Brasil no ano 2001, justificada pelo menor regime de precipitação pluviométrica ter ocasionado a redução dos níveis de água nos reservatórios, prejudicando o desempenho das usinas hidrelétricas brasileiras.

Na tentativa de compensar os maiores valores da demanda em relação à oferta de energia elétrica no período de crise, foi diminuído o ritmo do setor produtivo e o Governo Brasileiro decretou, em junho de 2001, a redução de 20% no consumo de energia elétrica nas Regiões Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste e 10% na Região Norte; inclusive com medidas punitivas para toda a sociedade (ANEEL, 2008).

O racionamento⁴ de energia elétrica prejudicou os consumidores brasileiros no início do século XXI, por exemplo, o desligamento de geladeiras, televisores e eletrodomésticos nas residências; a falta ou elevação dos preços de bens industrializados; a dificuldade de acesso aos serviços em edificações públicas e comerciais, como hospitais, *shopping centers* etc.; a falta de semáforos nas vias de trânsito e a paralisação de metrô; a interrupção do abastecimento de água etc.

Esse período de crise demonstrou a necessidade de mudança da realidade do setor elétrico, com os gestores e técnicos procurando conhecer a real situação e buscando melhorar o planejamento da oferta e a gestão, inclusive com o resgate de ações de eficiência no setor.

⁴ Esse racionamento terminou em 1º de março de 2002 (ANEEL, 2008).

De acordo com o Engº Eduardo Ramos Duarte⁵, a eficiência energética é tema de diversas ações governamentais no setor elétrico, constando, entre outras:

- a) no Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) (Portaria Interministerial MME/Ministério da Indústria e do Comércio - MIC nº 1.877, de 30/12/1985);
- b) na determinação aos agentes financeiros oficiais de inclusão, entre as linhas prioritárias de crédito e financiamento, dos projetos destinados à conservação e uso racional da energia e ao aumento da eficiência energética (Decreto nº 1.040, de 11/01/1994);
- c) na criação da Agência Nacional de Energia Elétrica (Lei nº 9.427, de 26/12/1996);
- d) no investimento em programas de eficiência energética por parte das empresas distribuidoras de energia elétrica (Lei nº 9.991, de 24/07/2001);
- e) na Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia (Lei nº 10.295, de 17/10/2001);
- f) no Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf) (Portaria MME nº 594, de 19/10/2011).

A eficiência do setor de energia elétrica requer o conhecimento das informações de cada categoria. Os dados de consumo do Balanço Energético Nacional 2012, ano base 2011, indicam 6,6% de uso não energético e 93,4% de uso energético, estando neste último 35% da categoria industrial, 31% de transportes, 9% das residências e 18,4% de outros consumidores (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2013).

Os valores do consumo de energia elétrica no setor de saneamento básico não são detalhados, o que dificulta o planejamento e as ações de eficiência energética na prestação dos serviços de abastecimento de água potável, de esgotamento sanitário, de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

No Plano Nacional de Eficiência Energética foi estimado em 9.812.457 MWh/ano o consumo de energia elétrica no setor de abastecimento de água, o que representava 2,6% do consumo total do país (412 TWh) no ano 2007. Nesse Plano foi apontado em 2,62 TWh o potencial técnico de recuperação de energia elétrica com a redução das perdas reais de água (BRASIL, 2011).

O grande volume perdido de água resulta em desperdício de energia elétrica, exigindo ações para melhorar a prestação dos serviços de abastecimento de água, mais especificamente no bombeamento e no tratamento de água.

Para enfrentar essa situação, no ano de 2003 a Eletrobras instituiu o Programa de Eficiência Energética em Saneamento Ambiental (Procel Sanear), visando o desenvolvimento de ações para promover a racionalização do consumo de energia

⁵ Eduardo Ramos Duarte. Engenheiro Civil/Sanitarista do Programa Procel SANEAR da ELETROBRAS. Entrevista concedida a José Almir Rodrigues Pereira, dez. 2012.

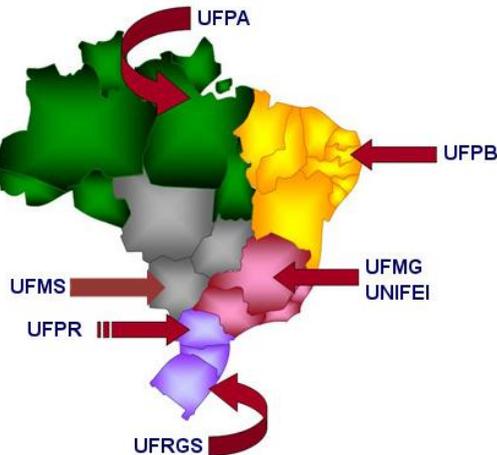
elétrica, combatendo o desperdício de água, reduzindo os custos operacionais e evitando investimentos desnecessários no aumento da produção de água.

Segundo a Eng^a Simone Ribeiro Matos⁶, o Procel Sanear é um dos subprogramas do PROCEL que tem como missão implementar as políticas públicas voltadas à conservação e ao uso eficiente da água e da energia elétrica, sendo as principais áreas de atuação:

- a) a promoção de ações de capacitação em eficiência energética dos profissionais de empresas de saneamento ambiental;
- b) o incentivo ao desenvolvimento de projetos que promovam a eficiência energética e o combate ao desperdício de água e energia no âmbito dos sistemas de abastecimento de água e esgoto e de resíduos sólidos;
- c) o apoio às ações de Pesquisa Aplicada, Desenvolvimento e Inovação (P&D+I) no país, por meio da atuação da Rede Laboratórios de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento (LENHS), e da revisão e edição de publicações técnicas voltadas para a eficiência energética, controle e redução de perdas de água no saneamento e irrigação.

Os laboratórios da rede LENHS foram instalados em Universidades Federais das cinco regiões do Brasil, no caso a Universidade Federal do Pará (UFPA) no Norte, a Universidade Federal da Paraíba (UFPB) no Nordeste, a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no Centro-Oeste, a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) no Sudeste e a Universidade Federal do Paraná (UFPR) e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) no Sul. Posteriormente, o Laboratório Móvel da Universidade de Itajubá (UNIFEI) - Minas Gerais foi incorporado à rede LENHS, representada, por região, na Imagem 2.

Imagem 2 – LENHS implantados no Programa PROCEL SANEAR



Fonte: Rede ... (2012).

⁶ Simone Ribeiro Matos. Engenheira Eletricista do Programa Procel SANEAR da ELETROBRAS. Entrevista concedida a José Almir Rodrigues Pereira, dez. 2012.

Também é importante destacar as iniciativas de laboratórios públicos e privados na pesquisa de procedimentos e tecnologias destinados ao uso racional de água no setor de saneamento básico.

O desenvolvimento tecnológico é essencial para melhorar o desempenho dos sistemas de abastecimento de água, porém graves problemas de uso inadequado de água e de energia elétrica ainda são observados nos municípios brasileiros.

Essa ineficiência resulta em aumento na retirada de água dos mananciais, o que, em algumas situações, reduz o nível de água e pode prejudicar a geração de energia elétrica nas Usinas Hidrelétricas. Nesse contexto, é importante conhecer o setor de abastecimento de água e suas relações com a geração de energia elétrica no Brasil.

2.2 SETOR DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

A Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, do Ministério das Cidades, é o órgão federal responsável pelo planejamento, formulação e implementação da política setorial de saneamento básico no Brasil, o que inclui o setor de abastecimento de água. Contudo, outras competências de repasse de recursos para iniciativas de saneamento estão estabelecidas no âmbito federal, como a Fundação Nacional de Saúde, do Ministério da Saúde, que atua em ações de abastecimento de água em municípios com população de até 50.000 habitantes.

Vale ressaltar que muitas ações de abastecimento de água precisam ser realizadas de forma integrada entre a federação, o estado e o município. Além disso, é preciso analisar o setor no contexto em que está inserido, pois a quantidade e a qualidade da água captada dos mananciais são relacionadas com o crescimento da população, com a distribuição desigual de água, com a poluição / contaminação dos corpos d'água e com o volume perdido de água.

2.2.1 Crescimento da População

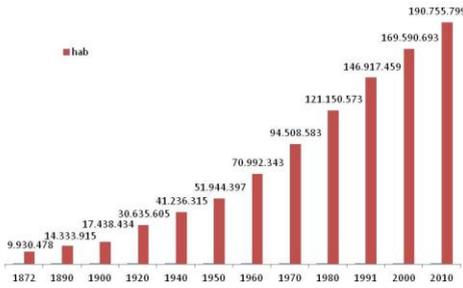
O crescimento da população aumenta a demanda de água para consumo humano, produção de bens e realização de serviços, podendo ocasionar problemas para a prestação dos serviços de abastecimento de água, especialmente quando o número de habitantes aumenta de forma acelerada e concentrada em determinada área.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2011a), a população brasileira passou de 70.992.343 habitantes em 1960 para 190.755.799 habitantes em 2010, conforme pode ser observado no Gráfico 2.

No Gráfico 3 é possível observar que a distribuição da população urbana e rural foi modificando nas últimas décadas, que foi próxima entre os anos 60 e 70, quando, então, a população passou a ser predominantemente urbana no Brasil.

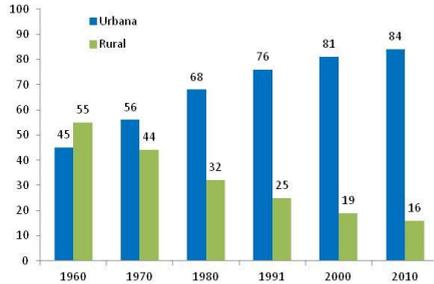
Cada vez mais, é preciso ampliar a infraestrutura de abastecimento de água nas áreas urbanas brasileiras, porém os grandes investimentos nem sempre ocorrem no tempo esperado. Essa situação provoca o desbalanceamento do sistema existente de abastecimento de água, passando a oferta a ser menor do que a demanda de água, o que provoca paralisações, racionamentos ou períodos de completa falta de água.

Gráfico 2 – Crescimento da população brasileira



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2011a).

Gráfico 3 – Evolução da população urbana no Brasil



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2011a).

Por outro lado, a expansão dos sistemas de abastecimento de água aumenta o volume de água retirada dos mananciais, que, muitas vezes, estão distantes do centro urbano, o que é muito observado nas grandes cidades brasileiras.

Desse modo, a tendência de crescimento das áreas urbanas já é um desafio para o planejamento da infraestrutura. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2013), no Brasil existem 15 cidades com população acima de 1.000.000 habitantes, 23 entre 999.999 e 500.000 habitantes, 245 entre 499.999 e 100.000 habitantes, 325 entre 99.999 e 50.000 habitantes, 2.444 entre 49.999 e 10.000 habitantes e 2.513 com menos de 9.999 habitantes.

A grande concentração populacional e a industrialização aumentam a necessidade da prestação de serviços de abastecimento de água com qualidade, quantidade e regularidade, exigindo, portanto, maior proteção dos mananciais.

2.2.2 Distribuição Desigual de Água

O território brasileiro é dividido em 12 Regiões Hidrográficas⁷, no caso Amazônica, Tocantins-Araguaia, Paraguai, Uruguai, São Francisco, Paraná, Parnaíba, Atlântico Nordeste Ocidental, Atlântico Sul, Atlântico Sudeste, Atlântico Leste, Atlântico Nordeste Oriental.

De acordo com dados da ANA (2012) e considerando a população brasileira, a disponibilidade hídrica per capita é maior na Bacia Hidrográfica Amazônica (239.895,02 m³/hab.ano) e menor na Bacia Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental (119,84 m³/hab.ano). Na Tabela 2 são relacionados os dados de população e disponibilidade hídrica das 12 regiões hidrográficas brasileiras.

Branco (2006) observa que as classes de agrupamento dos países vão de muito pobre de água doce (<500m³/hab/ano) a muito rico (>100.000m³/ano/hab), com os níveis de consumo variando entre muito baixo (<100m³/ano/hab) a muito alto

⁷ A ANA (2005) utiliza 12 regiões hidrográficas para gestão dos recursos hídricos no Brasil. Essas regiões hidrográficas são formadas por inúmeras bacias hidrográficas, delimitadas pelos divisores topográficos de água.

(>2000m³/ano/hab). Com isso, o Brasil apresenta regiões com muita e com pouca disponibilidade hídrica per capita.

Tabela 2 – Disponibilidade hídrica per capita nas bacias hidrográficas no Brasil

Região Hidrográfica	População 2010 (hab)	Disponibilidade Hídrica	
		(m ³ /ano)	(m ³ /hab.ano)
Amazônica	9.694.728	2.325.716.928.000	239.895,02
Tocantins-Araguaia	8.572.716	171.555.843.808	20.011,84
Paraguai	2.165.938	24.661.152.000	11.385,90
Uruguai	3.922.873	17.817.840.000	4.542,04
São Francisco	14.289.953	59.476.896.000	4.162,15
Paraná	61.290.272	182.656.512.000	2.980,19
Parnaíba	4.152.865	11.952.144.000	2.878,05
Atlântico Nordeste Ocidental	6.244.419	10.104.134.400	1.618,11
Atlântico Sul	13.396.1800	20.416.406.400	1.524,05
Atlântico Sudeste	28.236.4360	34.973.424.000	1.238,59
Atlântico Leste	15.066.543	9.618.480.000	638,40
Atlântico Nordeste Oriental	24.077.328	2.885.544.000	119,84

Fonte: ANA (2012).

Os quatro menores valores de disponibilidade hídrica per capita (m³/hab. ano) no Brasil ocorrem:

- a) nas duas bacias hidrográficas mais populosas, no caso as Bacias Hidrográficas do Atlântico Sudeste e do Atlântico Sul, localizadas em áreas de grande adensamento populacional e com crescente demanda de água para abastecimento público e atividades industriais;
- b) nas duas bacias hidrográficas com menor reserva de água, no caso as Bacias Hidrográficas do Atlântico Leste e do Atlântico Nordeste Oriental, localizadas em áreas com reservas insuficientes para atender a demanda de água nos 1.133 municípios da região do Semiárido⁸.

De acordo com a ANA (2010), a população do Semiárido é de 20 milhões de habitantes⁹, com, aproximadamente, 56% da população na área urbana e 44% na área rural. Os fluxos migratórios para as áreas urbanas aumentam a necessidade de oferta de água nas cidades, ocasionando problemas nesse território vulnerável, em que as reservas insuficientes de água e os frequentes e longos períodos de estiagem contribuem para o histórico êxodo de grande parte de sua população.

⁸ A região do Semiárido é formada pelos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe (ANA, 2010).

⁹ Corresponde a 12% da população brasileira.

Vale ressaltar, que a menor potencialidade hídrica nessas áreas dificulta o abastecimento de água e a construção de usinas hidrelétricas, em razão da limitação da capacidade e da grande variação do nível nos mananciais de água, especialmente nos períodos de estiagem.

2.2.3 Poluição / Contaminação da Água

A falta de planejamento do uso e ocupação do solo nas áreas urbanas incentiva as ocupações irregulares e desprovidas de infraestrutura de saneamento. Com isso, resíduos sólidos e líquidos são lançados indevidamente no meio ambiente, atingindo os mananciais de abastecimento de água.

Muitas vezes, a poluição / contaminação dos mananciais superficiais ocorre pelo lançamento direto de esgoto sanitário, de efluentes industriais, de líquidos percolados de lixões, de partículas e poluentes carreados pelas águas de chuva e de efluentes de fossas sépticas e negras.

Por sua vez, os danos nos mananciais subterrâneos podem ser ocasionados pela percolação de líquidos de tanques de combustíveis, de cemitérios, de minas, de depósitos de materiais radioativos e de falhas na construção de instalações e coletores de esgoto sanitário.

A utilização de mananciais distantes do centro urbano também pode ser comprometida pela atividade agropecuária, especialmente quando não existe controle da utilização de fertilizantes, herbicidas, fungicidas e outros produtos químicos aplicados para melhorar a produtividade da plantação.

A poluição / contaminação dos mananciais pode ser observada pelos elevados teores de sólidos, matéria orgânica, compostos inorgânicos, metais, macronutrientes e microrganismos, que provocam significativas alterações na qualidade da água, pois:

- a) os sólidos alteram a cor da água e reduzem a penetração da luz solar, o que afeta os seres vivos fotossintéticos e os organismos aeróbios;
- b) a matéria orgânica biodegradável é utilizada pelos microrganismos, sendo nesse processo consumido oxigênio da massa líquida. Em algumas situações, a vida de peixes e de organismos maiores é afetada;
- c) os metais podem provocar mutação e/ou inativação de seres vivos, trazendo consequências danosas para a cadeia alimentar;
- d) os macronutrientes são relacionados com o grande crescimento de algas e plantas aquáticas, o que dificulta a penetração da luz solar e a reeração do meio. Quando isso ocorre, é comum o ambiente aquático passar de aeróbio para anaeróbio;
- e) a proliferação de microrganismos compromete a qualidade da água, com prejuízos para a saúde pública.

A poluição / contaminação dos mananciais altera o desempenho do sistema de abastecimento de água, aumentando os custos na unidade de tratamento, em um primeiro momento e, nas situações mais críticas, obrigando a utilização de manancial mais distante.

2.2.4 Volume Perdido de Água

A falta de monitoramento e controle da água utilizada nos diversos setores explica o grande volume perdido de água no Brasil. De acordo com os dados da ANA (2012), no ano de 2010 foi grande a diferença entre as vazões de retirada (2.373 m³/s) e de consumo de água (1.212 m³/s), como pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3 – Vazão retirada e vazão consumida de água no Brasil em 2010

Atividade	Vazão de retirada		Vazão de consumo	
	m ³ /s	%	m ³ /s	%
Abastecimento Urbano	522,06	22	109,08	9
Abastecimento Rural	23,73	1	12,12	1
Dessedentação Animal	142,38	6	133,32	11
Irrigação	1281,42	54	872,64	72
Abastecimento Industrial	403,41	17	84,84	7

Fonte: ANA (2012).

Considerando esses dados do ano 2010, o valor médio da perda e/ou desperdício de água no Brasil foi de 48,92%, sendo acima de 78% nos setores de abastecimento urbano e industrial, conforme descritos na Tabela 4.

Desse modo, os grandes volumes perdidos de água no abastecimento urbano e industrial evidenciam o uso indevido da água retirada dos mananciais, além do aumento das despesas de operação e manutenção do sistema.

O volume de perda de água pode ser ilustrado na Fotografia 2, referente ao vazamento de água em tubulação adutora na cidade de Manaus – Amazonas, em janeiro de 2013. Nesse tipo de ocorrência inesperada é difícil quantificar o volume de água perdido e as despesas indiretas com produtos químicos, pessoal e energia elétrica no SAA.

Tabela 4 – Perda e desperdício de água por setor no Brasil

Usos consultivos	Vazão (m ³ /s)		Perda e/ou Desperdício	
	Retirada	Consumo	(m ³ /s)	%
Abastecimento Urbano	522,06	109,08	412,98	79,11
Abastecimento Rural	23,73	12,12	11,61	48,93
Dessedentação Animal	142,38	133,32	9,06	6,36
Irrigação	1281,42	872,64	408,78	31,90
Abastecimento Industrial	403,41	84,84	318,57	78,97
Brasil	2.373	1.212	1161	48,92

Fonte: ANA (2012).

Fotografia 2 – Vazamento em adutora de água em Manaus - Amazonas



Fonte: Rompimento ... (2013).

Desse modo, é preciso entender o uso racional de água e de energia como questão essencial ao desenvolvimento do município, do estado e da Nação, por ter relação direta com a saúde pública, o meio ambiente e a infraestrutura de habitação e, portanto, com reflexos diretos na qualidade de vida da população. Para isso, a mudança de paradigma deve buscar a eficiência nas ações de planejamento e na gestão de todas as unidades do SAA.

3 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – SAA

O Sistema de Abastecimento de Água é constituído por estruturas, equipamentos e dispositivos utilizados na realização do serviço de fornecimento de água com a qualidade, quantidade e regularidade necessárias para o atendimento das demandas dos usuários de determinada área ou comunidade, de acordo com os padrões exigidos para a proteção da saúde pública.

Para que isso ocorra a contento, é imprescindível que no planejamento e na gestão do SAA sejam estabelecidas as necessidades de consumo, atual e futura, bem como verificados os possíveis pontos de retirada de água do meio ambiente, identificando os impactos econômicos, sociais e ambientais e as melhores alternativas de utilização dos recursos humanos, naturais e financeiros, para que a cobrança de tarifa seja justa ao representar o real consumo de água pelos usuários e, com isso, possa contribuir para a sustentabilidade do SAA.

O SAA é constituído por unidades específicas, que são instaladas de forma integrada, para observação dos requisitos técnicos, das exigências ambientais, da disponibilidade de recursos, das demandas dos usuários etc. Portanto, existem diversas possibilidades de configuração do SAA, as quais devem ser utilizadas para que o serviço de abastecimento de água venha a ser prestado com a eficiência planejada pelo município, proposta pelo prestador do serviço e esperada pela sociedade.

3.1 ETAPAS DO SAA

O SAA pode ser entendido como uma linha industrial, constituída por unidades integradas em três grandes grupos, no caso o de obtenção de água bruta, o de processamento de água e o de distribuição de água tratada, a saber:

- a) Grupo de Obtenção - tem a finalidade de retirada e transporte da matéria-prima (água bruta) do manancial até a primeira unidade do Grupo de Processamento. É constituído pelas unidades de captação, elevação e adução de água bruta;
- b) Grupo de Processamento - tem a finalidade de transformar a matéria-prima (água bruta) em produto (água tratada) que atenda às exigências do mercado consumidor (domiciliar, industrial, comercial etc.) e aos requisitos legais e normativos. É constituído pelas unidades de tratamento, reservação, elevação e adução de água tratada;
- c) Grupo Distribuição - tem a finalidade de entregar o produto (água tratada) aos clientes da(s) área(s) de atendimento do SAA. É constituído pelas unidades de reservação, elevação e distribuição de água tratada.

No arranjo e integração das unidades do SAA é preciso contemplar as entradas e saídas de água nos grupos relacionados no Quadro 1.

Quadro 1 – Tipo de água por Grupo de Unidades do SAA

Grupo	Unidades SAA completo	Tipo de Água	
		Entrada	Saída
Obtenção	Captação, elevação, adução	Bruta	Bruta
Processamento	Tratamento, reservação, elevação e adução	Bruta	Tratada
Distribuição	Reservação, elevação, distribuição	Tratada	Tratada

A capacidade dos dois primeiros grupos (obtenção e processamento) precisa ser suficiente para atender ao mercado consumidor de uma ou mais áreas, denominadas de setores de distribuição ou zonas de consumo de água. Na Fotografia 3 são mostradas as unidades do sistema de abastecimento de água.

A eficiência do SAA depende do adequado funcionamento de cada unidade e grupo de unidade, sendo importante evitar a ocorrência de volumes perdidos e/ou desperdiçados de água.

Fotografia 3 – Unidades do sistema de abastecimento de água



Fonte: Universidade Federal do Pará (2006), Crateús ... (2013).

Notas: AB – água bruta, ETA – estação de tratamento de água, Res. – reservatório, AT – água tratada e EAT – elevatória de água tratada.

3.1.1 Obtenção de Água Bruta

O Grupo de obtenção da matéria-prima (água bruta) é formado pelas unidades de captação, elevação e adução de água bruta.

A matéria-prima (água bruta) pode ser obtida em mananciais de superfície (rios, lagos etc.), subterrâneos (aquíferos freático ou artesiano), de precipitação (águas pluviais, granizo, neve) e outros mananciais de água¹⁰, que formam a unidade de captação do SAA.

Os mananciais superficiais e subterrâneos são utilizados no abastecimento de água de áreas urbanas e rurais, sendo a água de chuva uma opção para locais isolados e com grande precipitação pluviométrica.

Na captação de água superficial podem ser utilizados canais de tomada, barragens, dispositivos flutuantes etc., sendo a definição do tipo de captação relacionada com o porte, topografia, geologia da área e características da água, como qualidade, velocidade e variação do nível de água no manancial.

Por sua vez, a captação de água subterrânea pode ocorrer em poços rasos e em poços profundos, o que requer estudos hidrogeológicos para a definição da profundidade e do aquífero a ser utilizado. De forma simplificada, o manancial subterrâneo pode ser dividido em aquífero livre, que por ser mais próximo da superfície apresenta maior risco de poluição / contaminação e em aquífero artesiano, que por ser confinado é mais protegido e indicado para abastecimento público de água.

A unidade de elevação é empregada para bombeamento do volume de água de mananciais em grande profundidade ou em locais distantes. Essa unidade é constituída por conjuntos motor e bomba, dispositivos elétricos, de automação etc.

No transporte do volume de água captado no manancial podem ser utilizados canais ou adutoras. Quando o manancial é localizado em cota superior ao da área a ser atendida, o escoamento de água pode ser por gravidade. Contudo, na maioria dos SAAs ocorre bombeamento da água bruta para possibilitar o deslocamento da água em adutoras de aço, ferro fundido, policloreto de Vinila (PVC) ou outro material.

O volume de água bruta captada depende do local, do clima, dos hábitos da população, das características do sistema etc. Comumente, o valor da demanda per capita de água varia de 160 a 250 L/hab.dia. Nesse valor deve ser considerado o consumo efetivo e o volume perdido de água no SAA, devendo este último ser o menor possível.

3.1.2 Processamento de Água

O Grupo de processamento de água é formado por estação de tratamento de água (ETA), reservatório, elevatória de água tratada (EAT) e adutora de água tratada.

O objetivo primordial do Grupo de Processamento é a transformação da matéria-prima (água bruta) em produto (água tratada) adequado aos consumidores, o

¹⁰ Além desses mananciais, a água pode ser obtida em marés e oceanos, como em países do Oriente Médio; e no degelo de montanhas, como em comunidades dos Andes Equatorianos e Peruanos.

que é conseguido com o emprego de tecnologias de tratamento da água apropriadas para a remoção de organismos patogênicos, compostos (orgânicos e inorgânicos), sólidos suspensos e outros poluentes e contaminantes presentes na matéria-bruta.

Pádua (2006) observa que os principais processos e operações unitárias de tratamento de água para abastecimento público são micropeneiramento, oxidação/aeração, adsorção, troca iônica, coagulação, floculação, decantação, flotação, filtração em meio granular, filtração em membrana, desinfecção, abrandamento, fluoretação e estabilização química.

A associação de dois ou mais processos e operações unitárias ocorre na ETA, que é a unidade destinada à remoção e/ou inativação das impurezas presentes na água bruta.

As ETAs comumente utilizadas em cidades brasileiras¹¹ são de Ciclo Completo, de Filtração Direta (ascendente e descendente) e de Desferrização, descritas a seguir:

- a) ETA de Ciclo Completo - constituída pelas etapas de coagulação, floculação, decantação ou flotação, filtração e desinfecção;
- b) ETA de Filtração Direta - constituída pelas etapas de coagulação, floculação, filtração e desinfecção;
- c) ETA de Desferrização - constituída pelas etapas de aeração ou oxidação química, filtração e desinfecção.

Em algumas dessas ETAs ainda é realizada fluoretação e correção de pH, sendo o primeiro para proteção da dentição da população e o outro para aumentar a eficiência na dosagem de produtos químicos. Pádua (2006, p. 566) cita que:

a qualidade da água bruta é um dos principais fatores que devem ser considerados na definição da técnica de tratamento, sendo que o afluente às ETAs com filtração lenta ou filtração direta devem apresentar parâmetros, como turbidez, cor verdadeira e Coliformes totais, com valores significativamente inferiores aos de águas brutas que podem ser tratadas em ETAs de ciclo completo.

O efluente da ETA deve ser encaminhado para a unidade de reservação de água tratada, que é utilizada como uma central de armazenamento do produto (água tratada), sendo:

- a) a maior parcela do volume armazenado bombeada para a adutora de água tratada, que transporta essa massa líquida até os setores de distribuição, localizados em áreas distantes da ETA;
- b) a menor parcela do volume armazenado bombeada para reservatório auxiliar elevado, para utilização nas atividades de operação e manutenção da ETA,

¹¹ A pequena capacidade de tratamento faz com que a ETA de Filtração Lenta, constituída por pré-filtração, filtração lenta e desinfecção, seja uma alternativa apenas para pequenas comunidades.

como dosagem de produtos químicos, retrolavagem de filtros, limpeza periódica de unidades etc.

Na maioria dos SAA são utilizadas EATs para o bombeamento da água que é transportada nas adutoras de água tratada até os setores de distribuição de água.

3.1.3 Distribuição de Água Tratada

O Grupo de distribuição de água é formado por reservatório apoiado, EAT do setor, reservatório elevado e rede de distribuição de água.

O reservatório apoiado é normalmente enterrado, tendo a finalidade de armazenar volume de água suficiente para compensar os períodos em que a demanda na rede é maior do que o volume afluente de água tratada.

Os conjuntos motor e bomba da EAT do setor recalcam o volume de água armazenado no reservatório apoiado até o reservatório elevado, sendo este utilizado para garantir os valores mínimos de pressão na rede de distribuição.

Em algumas situações ocorre bombeamento direto para a rede de distribuição de água, porém essa prática requer estudos para avaliação do desempenho hidráulico e energético do setor de distribuição de água.

De acordo com Barreto (2007), os reservatórios apoiado e elevado são essenciais na operação dos SAAs, já que permitem a redução do bombeamento de água em alguns períodos, diminuindo a despesa com energia elétrica.

Preferencialmente, os reservatórios devem ser localizados em pontos estratégicos da área atendida, sendo normalmente projetados no centro de massa em áreas planas ou nos locais de maiores cotas em áreas com relevo acidentado, pois isso melhora as condições hidráulicas para a distribuição da água.

A unidade final do SAA é a rede de distribuição, que transporta a água até as ligações prediais. É importante que a rede de distribuição seja setorizada e estanque, para que a entrega do produto (água tratada) ocorra com a quantidade, qualidade e regularidade esperadas pelos clientes.

O desempenho do SAA é mais eficiente quando são aproximados os valores dos volumes de consumo de água no grupo de distribuição e do captado de água no manancial, ou seja, quando é pequeno o valor do volume perdido de água nas unidades do SAA.

3.2 PLANEJAMENTO E CONCEPÇÃO DO SAA

Lima Neto e Santos (2012) consideram que o planejamento é a busca do melhor caminho para se atingir objetivos e metas pré-estabelecidos. No caso da prestação do serviço de abastecimento de água, o planejamento deve objetivar o fornecimento de água com a quantidade, a qualidade e a regularidade desejadas pela comunidade a ser beneficiada. Para isso, é indispensável à realização de estudos de concepção que detalhem, analisem e comparem as diferentes alternativas para o SAA.

No planejamento devem ser definidos os projetos, obras e programas necessários para que o SAA tenha funcionamento adequado, eficiente e compatível com o crescimento da área atendida por determinado período de tempo. Além disso, é

importante que os investimentos propostos sejam analisados em função dos valores das despesas operacionais e das tarifas a serem cobradas aos usuários.

As decisões tomadas na fase de planejamento do SAA precisam observar as consequências para a gestão e a qualidade do serviço prestado, razão para o estudo de alternativas de concepção do SAA ser atividade essencial para a definição, integração e melhor arranjo das unidades no SAA.

Essa visão é reforçada na NBR 12.211/1992, que cita o “estudo de arranjos, sob os pontos de vista qualitativo e quantitativo, das diferentes partes de um sistema, organizadas de modo a formarem um todo integrado, para a escolha da concepção básica” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992, p. 1).

A Concepção do SAA é específica para cada situação, tendo influência direta da disponibilidade hídrica e da demanda de água a ser atendida. De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (1992, p. 2), na NBR 12.211, o estudo de concepção deve abordar, dependendo de sua aplicação e definição do contratante, os seguintes aspectos:

- a) os problemas relacionados com a configuração topográfica e características geológicas da região de localização dos elementos constituintes do sistema;
- b) os consumidores a serem atendidos até o alcance do plano e sua distribuição na área a ser abastecida pelo sistema;
- c) a quantidade de água exigida por diferentes classes de consumidores e as vazões de dimensionamento;
- d) no caso de existir sistema de distribuição, a integração das partes deste ao novo sistema;
- e) a pesquisa e a definição dos mananciais abastecedores;
- f) a demonstração de que o sistema proposto apresenta total compatibilidade entre suas partes;
- g) o método de operação do sistema;
- h) a definição das etapas de implantação do sistema;
- i) a comparação técnico-econômica das concepções;
- j) o estudo de viabilidade econômico-financeiro da concepção básica.

Apesar de os municípios brasileiros apresentarem diferentes alternativas de arranjos de unidades do Sistema de Abastecimento de Água, neste livro somente são consideradas aquelas relacionadas com a unidade de tratamento de água¹², pois a

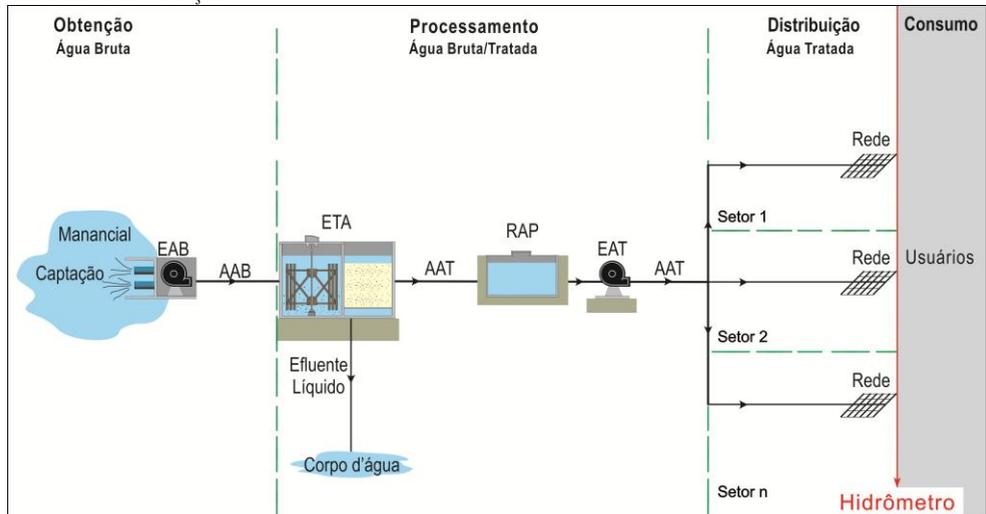
¹² A água bruta de alguns mananciais superficiais de áreas afastadas ou subterrâneos de grande profundidade pode atender aos requisitos de qualidade.

poluição / contaminação da água no manancial ou em outra parte do SAA pode representar risco potencial para a saúde pública.

A Concepção do SAA sem bombeamento de água nos Grupos de Processamento e de Distribuição somente pode ser utilizada quando as cotas das unidades de montante são superiores as cotas das redes dos setores de distribuição de água, porém tendo como exigência a manutenção de valores de pressão superiores a 10 mca no ponto mais desfavorável da rede de distribuição de água, já que esse é o valor mínimo recomendado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (1994), na NBR 12.218 – Projeto de Rede de Distribuição de Água para Abastecimento Público.

Essa concepção é normalmente utilizada em áreas pequenas e com relevo acidentado. Contudo, o continuado crescimento da área de atendimento compromete a vazão e a pressão no sistema de abastecimento de água, obrigando a inclusão de estação elevatória de água tratada (EAT) para bombeamento de água tratada até a rede de distribuição, como mostrado na concepção representada no Desenho 1.

Desenho 1 – Concepção de SAA com bombeamento direto de água tratada para a rede de distribuição



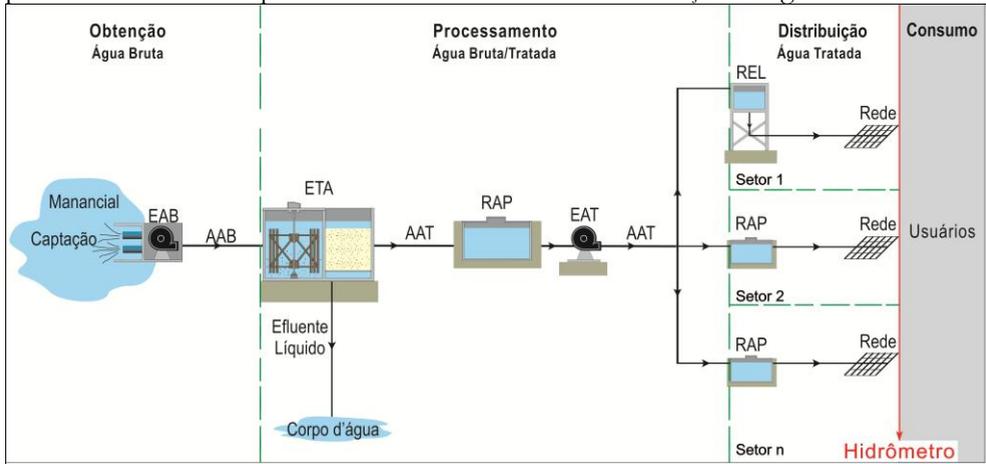
Em razão da necessidade de armazenamento da água para compensar os horários de maior consumo, em muitos locais o bombeamento de água tratada passa a ser realizado diretamente para os reservatórios apoiado ou elevado do setor de distribuição.

O reservatório deve ter capacidade para o atendimento das variações horárias no consumo e ser instalado em cota que possibilite a manutenção dos valores de pressão acima do valor mínimo recomendado na NBR 12.218/1994.

As duas alternativas de bombeamento de água para o reservatório apoiado ou elevado do setor de distribuição de água são mostradas no Desenho 2.

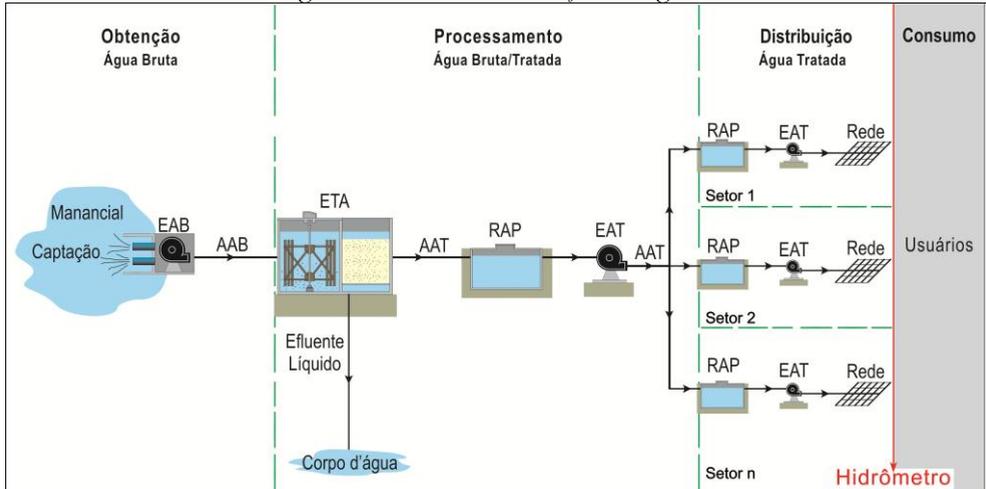
A expansão urbana, a presença de grandes consumidores e o aumento no volume perdido de água por vazamento dificultam o abastecimento de água nos pontos mais distantes ou em cotas mais desfavoráveis do setor de distribuição.

Desenho 2 – Concepção do SAA com bombeamento de água tratada diretamente para os reservatórios apoiado e elevado do setor de distribuição de água



Para evitar essa situação, em muitas cidades é comum a utilização de reservatório apoiado e de estação elevatória no setor de distribuição de água, conforme representado no Desenho 3.

Desenho 3 – Concepção do SAA com reservatório apoiado e elevatória para bombeamento direto de água na rede de distribuição de água



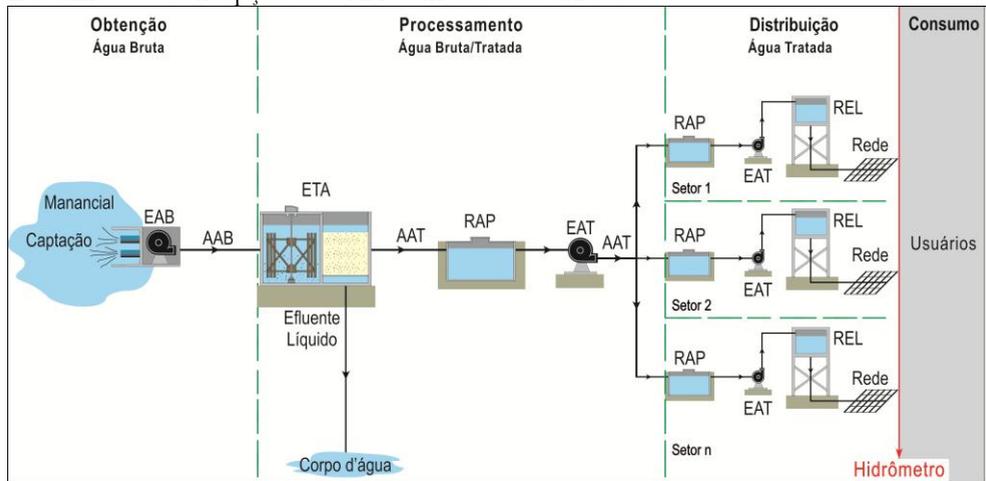
Como os conjuntos motor e bomba da estação elevatória devem fornecer energia suficiente para o atendimento dos valores de vazão e de pressão, é preciso definir o limite da expansão da rede de distribuição de água, pois, caso contrário, progressivamente serão insuficientes o volume de reservação e/ou a potência dos conjuntos motor e bomba.

Portanto, o crescimento da área atendida, o aumento da demanda de água e/ou a necessidade de viabilidade hidroenergética provocam a utilização de reservatório elevado e de isolamento (setorização) da rede de distribuição de água (Desenho 4).

Essa configuração do SAA é muito comum em cidades médias e grandes, tendo como finalidade garantir valores adequados de vazão e de pressão na rede de distribuição de água durante as 24 horas do dia.

A definição da concepção do SAA deve ser compatível com as características de cada local. Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (1992), na NBR 12.221, a concepção mais adequada é a com a melhor solução dos aspectos técnico, econômico, financeiro e social. No entanto, também é preciso observar o aspecto ambiental, considerando a poluição/contaminação de mananciais, o volume perdido de água, o uso eficiente de energia, entre outros.

Desenho 4 – Concepção do SAA com todas as unidades



Desse modo, é essencial a análise dos aspectos hidroenergéticos na definição do melhor arranjo das unidades, pois isso influencia diretamente no planejamento e na gestão do SAA.

4 PLANEJAMENTO HIDROENERGÉTICO DO SAA

A importância do planejamento foi destacada na Lei 11.445/2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico, definindo ao titular dos serviços a obrigatoriedade de elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico¹³, conforme expresso no Art. 9º, Capítulo II: “[...] o titular dos serviços formulará a respectiva política pública de saneamento básico, devendo, para tanto: I - elaborar os planos de saneamento básico, nos termos desta Lei [...]” (BRASIL, 2007, p.3).

No Decreto 7.217/2010, que regulamenta a Lei 11.445/2007, é destacado o uso racional da água e da energia, no caso:

Capítulo III – Dos Serviços Públicos de Saneamento Básico

Art. 3º Os serviços públicos de saneamento básico possuem natureza essencial e serão prestados com base nos seguintes princípios: [...]

V – adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais, não causem risco à saúde pública e promovam o **uso racional da energia, conservação e racionalização do uso da água** e dos demais recursos naturais; [...] (BRASIL, 2010a, p.3, grifo nosso).

De acordo com esse marco legal, a existência do Plano de Saneamento Básico e a necessidade de metas progressivas e graduais de expansão dos serviços, de qualidade, de eficiência e **de uso racional da água, da energia** e de outros recursos naturais são exigências para a validade dos contratos de prestação dos serviços públicos de saneamento básico, conforme citado no Artigo 39 do Decreto 7.217/2010 (BRASIL, 2010a).

Nesse contexto, o planejamento é fundamental para a definição da alternativa de concepção que melhor alcance os objetivos e metas pré-estabelecidos para o uso racional de água e de energia no SAA. É, portanto, a referência para que a prestação do serviço atenda às exigências de qualidade, quantidade e regularidade demandadas pelos clientes, com o menor impacto ambiental e com custo adequado.

Como em outros setores, o planejamento requer levantamento dos dados para conhecimento da real situação, diagnosticando as deficiências do abastecimento de

¹³ Saneamento básico entendido como abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos e drenagem e manejo de águas pluviais, sendo este último apenas na área urbana (BRASIL, 2007, 2010).

água, com seus problemas e impactos na área a ser atendida. Além disso, o planejamento deve orientar a elaboração dos projetos de engenharia, que são indispensáveis para a obtenção dos recursos e para a realização das obras, servindo, ainda, como referencial nas atividades de operação e manutenção do SAA.

O bom planejamento hidroenergético pode definir as novas unidades ou melhorar o funcionamento de SAAs instalados, por focar prioritariamente a adequação de unidades com elevado consumo de energia elétrica, identificando rotina operacional inadequada ou manutenção deficiente de equipamentos eletromecânicos.

Independentemente de fase de concepção ou de SAA instalado, o planejamento hidroenergético deve apontar quais são e como se relacionam as unidades com possibilidade de ações de eficiência hidroenergética.

4.1 ATIVIDADES DO PLANEJAMENTO HIDROENERGÉTICO

O planejamento hidroenergético do SAA deve contemplar as cinco etapas do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) citado no Decreto 7.217/2010, relacionadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Etapas do Plano Municipal de Saneamento Básico

Etapa	Atividade
1ª	Diagnóstico da situação e de seus impactos nas condições de vida, utilizando sistema de indicadores de saúde, epidemiológicos, ambientais, inclusive hidrológicos e socioeconômicos, apontando as causas das deficiências detectadas.
2ª	Metas de curto, médio e longo prazos, com o objetivo de alcançar o acesso universal aos serviços, admitidas soluções graduais e progressivas e observada a compatibilidade com os demais planos setoriais.
3ª	Programas, projetos e ações necessários para atingir os objetivos e as metas, de modo compatível com os respectivos planos plurianuais e com outros planos governamentais correlatos, identificando possíveis fontes de financiamento.
4ª	Ações para situações de emergências e contingências.
5ª	Mecanismos e procedimentos para avaliação sistemática da eficiência e eficácia das ações programadas.

Fonte: Brasil (2007).

Apesar de a vertente hidroenergética não ser claramente especificada nas etapas do Plano Municipal de Saneamento Básico, no Decreto 7.217/2010 é prevista a necessidade de ser observado o uso racional de água e de energia no SAA. Com isso, o enfoque hidroenergético precisa ser integrado e completar os outros aspectos do Plano Setorial de Abastecimento de Água na área do município.

Na 1ª etapa devem ser verificadas a disponibilidade energética e as cargas demandadas de energia elétrica em cada área, identificando a localização e as características de possíveis fontes de fornecimento de energia elétrica nas áreas ainda não atendidas por SAA.

Os indicadores hidroenergéticos devem ser estabelecidos nessa 1ª etapa, especialmente para a futura avaliação entre o que foi diagnosticado, planejado, implantado e operado.

Na determinação dos objetivos e metas (2ª etapa) é preciso estabelecer os prazos e valores a serem atingidos para o consumo hidroenergético no SAA, sempre observando o crescimento da demanda de água e as propostas do plano setorial de energia para o atendimento da área do município.

As ações, programas e projetos hidroenergéticos (3ª etapa) devem ser definidos com visão global e com o período de implantação do PMSB. Isso possibilita que sejam realizadas em etapas, atendendo, de forma progressiva e gradual, as metas hidroenergéticas propostas na etapa anterior.

A implantação em etapas ameniza os impactos no fornecimento de energia elétrica quando da necessidade de nova carga, como no início da operação de uma estação elevatória de água tratada, que precisa ter a carga conhecida previamente pelo fornecedor de energia elétrica na área do atendimento, especialmente para atender ao aumento gradual da demanda com a entrada em operação de equipamentos eletromecânicos novos e/ou de maior capacidade.

Além disso, no PMSB devem ser detalhadas as atividades hidroenergéticas para uso racional de água e de energia na área de cada SAA, identificando os valores a serem investidos em medidas estruturais e estruturantes no plano plurianual, bem como detalhando a forma de aplicação dos recursos provenientes de fontes e fundos do município, do estado, da federação, de instituições privadas ou de organizações não governamentais.

Na 4ª etapa é preciso conhecer as medidas que evitem ou minimizem os riscos de interrupção no fornecimento de energia elétrica nas situações de emergência e contingência. Em algumas situações, é preciso prever a transferência de carga e/ou a utilização de fontes alternativas de energia, para evitar a paralisação do abastecimento de água na área.

A 5ª etapa requer o detalhamento das atividades e procedimentos para a avaliação sistemática da eficiência e eficácia das ações, projetos e programas hidroenergéticos, em função dos objetivos e metas pré-estabelecidos.

Em todas as etapas do planejamento são necessárias informações de qualidade, o que, naturalmente, é essencial para o sucesso do planejamento hidroenergético do SAA. Além disso, as informações hidroenergéticas do PMSB devem subsidiar a definição dos investimentos necessários para a elaboração de projetos, realização de obras de reforma, ampliação e construção de novas unidades, sempre visando à universalização do acesso e a eficiência hidroenergética nas atividades de operação e manutenção das unidades e equipamentos do SAA.

4.2 PROJETOS DE ENGENHARIA

Os projetos de engenharia devem ser elaborados para o atendimento das metas de eficiência hidroenergética definidas no planejamento do SAA. Para isso, mesmo que o projeto seja restrito a uma única unidade, é preciso avaliar os impactos hidroenergéticos da solução adotada para o conjunto de unidades.

Inicialmente, é preciso diferenciar as áreas de cobertura e a atendida pelo SAA. A primeira (área de cobertura) é referente ao espaço geográfico com infraestrutura instalada do SAA. Por sua vez, a outra (atendimento) corresponde ao espaço geográfico com fornecimento efetivo de água.

Nem sempre essas áreas são coincidentes, por exemplo, quando a infraestrutura do SAA está toda construída, porém sem disponibilidade de água suficiente para atender com a quantidade, a qualidade e a regularidade esperadas pelo cliente. Nesse caso, a área de cobertura é maior do que a área de atendimento, ocorrendo racionamento ou falta de água em alguns locais.

No projeto do SAA ou de unidades específicas também são importantes informações, como:

- a) período de alcance do projeto. São os anos estabelecidos para que a capacidade do SAA seja suficiente para atender população ou demanda determinada de água. Normalmente são estabelecidos dois períodos, de acordo com as etapas de implantação das obras, sendo, ainda, definido o ano em que o SAA terá sua capacidade máxima em todas as unidades;
- b) etapas de implantação. É o conjunto de obras do SAA que atende às solicitações de funcionamento em cada um dos intervalos em que se subdivide o período relativo ao alcance do plano (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992);
- c) população. É o número de habitantes que serão atendidos pelo SAA em cada período, podendo ser subdividida em população residente, flutuante e temporária;
- d) demanda de abastecimento de água. É a quantidade de água que precisa ser disponibilizada pelo SAA, para o atendimento das diferentes formas de consumo (domiciliar, comercial, público, industrial) em cada período de alcance do projeto. Essa informação possibilita a melhor locação e arranjo de unidades em relação ao consumo de energia elétrica e de acordo com a planialtimetria da área;
- e) alternativas tecnológicas. São as possibilidades de sistemas e equipamentos destinados ao controle e otimização do uso de água e de energia;
- f) horário de funcionamento. São os melhores horários para operação dos equipamentos eletromecânicos, entre outros.

O Prof. Daniel Costa dos Santos¹⁴ comenta que os projetos com reuso de água em residências, indústrias e no próprio SAA são ações positivas para a eficiência hidroenergética, ressaltando a importância da conservação quantitativa que requer práticas de economia de água, como a redução de volumes perdidos no SAA e desperdiçado pelos usuários; e da conservação qualitativa, que requer práticas de

¹⁴ Daniel Costa dos Santos. Professor Associado e Coordenador do Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento da Universidade Federal do Pará. Entrevista concedida a José Almir Rodrigues Pereira, abr. 2013.

controle da poluição dos recursos hídricos, como a coleta e o tratamento de esgoto sanitário.

A descentralização ou não do SAA é outra importante questão a ser analisada em termos hidroenergéticos nos projetos de engenharia, pois interfere diretamente na forma e na rotina de abastecimento de água e, naturalmente, no consumo de energia elétrica.

Vale citar que o arranjo das unidades deve ser previamente definido, inclusive com análise do consumo de energia elétrica. Como essa atividade é específica para cada caso, a seguir são comentados aspectos que devem ser observados nos projetos das unidades e que podem alterar o consumo de energia elétrica global do SAA.

4.2.1 Projetos da Unidade de Captação de Água Bruta

O projeto de engenharia do SAA inicia na identificação e escolha de possíveis mananciais, observando a localização, a capacidade e a qualidade da água e a disponibilidade de energia elétrica.

A distância do manancial é relacionada com o consumo de energia elétrica para transferir a massa líquida de um ponto a outro. Na Fotografia 4 são mostradas a captação e o tratamento de água bruta do Sistema Bolonha, em Belém - Pará.

A profundidade do manancial subterrâneo também deve ser considerada no projeto de poços, pois influencia diretamente na capacidade e potência dos equipamentos de bombeamento e, naturalmente, no consumo de energia elétrica. Na Imagem 3 é representada a captação de água subterrânea em poço profundo.

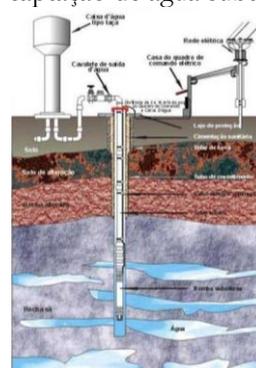
A variação periódica do nível d'água no manancial (superficial ou subterrâneo) precisa ser observada no dimensionamento dos conjuntos motor e bomba (CMB), já que afeta o desempenho desses equipamentos e altera o consumo de energia elétrica.

Fotografia 4 – Captação de água no lago Bolonha, Belém/PA



Fonte: Universidade Federal do Pará (2006).

Imagem 3 – Poço para captação de água subterrânea



Fonte: Poço ... (2013).

Na Fotografia 5 é possível observar que no projeto da estrutura de captação e elevação de água da Ponta do Ismael, em Manaus/Amazonas foi prevista a variação do nível de água do rio Negro, o que resulta na alteração da potência dos CMBs de 4.200 HP no período de cheia, para 6.800 HP no período de seca, com aumento de

14% na despesa de energia elétrica no período de seca, segundo o Eng^o Arlindo Sales Pinto¹⁵.

O Eng^o Arlindo ainda comenta ser, em média, de 14 m o desnível geométrico no ponto de captação de água superficial na cidade de Manaus – Amazonas, já que o nível de água do rio Negro passa da cota 29 no período da cheia para a cota 15 no período da vazante.

A qualidade da água é outro fator que precisa ser considerado no projeto da unidade de captação, pois os riscos de poluição / contaminação do manancial influenciam diretamente:

- a) a continuidade de utilização do manancial;
- b) a eficiência da unidade de tratamento da água;
- c) a depreciação de equipamentos eletromecânicos;
- d) os custos de operação e manutenção do SAA.

Fotografia 5 – Captação de água na Ponta do Ismael, Manaus – AM



Fonte: Falta ... (2010).

A ocupação urbana desordenada e indiscriminada das margens coloca em risco a preservação dos mananciais de água, pois a falta de infraestrutura resulta em lançamento de esgoto sanitário e de resíduos sólidos diretamente na massa líquida.

Na Fotografia 6 é mostrado a grande ocupação urbana das margens da represa Billings, utilizada no abastecimento de água da Região Metropolitana de São Paulo.

¹⁵ Arlindo Sales Pinto. Engenheiro, Diretor de Regulação e Meio Ambiente da Manaus Ambiental, empresa responsável pela prestação dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário na cidade de Manaus – Amazonas. Entrevista concedida a José Almir Rodrigues Pereira, dez. 2012.

Fotografia 6 – Ocupação das margens da represa Billings



Fonte: Mello (2012).

O crescimento das áreas urbanas vem aumentando a demanda e prejudicando a qualidade da água, reduzindo a possibilidade de utilização de mananciais próximos e, progressivamente, obrigando a captação de água em locais mais distantes do centro de consumo do SAA, o que aumenta o consumo de energia elétrica. Em muitas cidades, esse distanciamento já é maior do que 50 km.

Um exemplo disso é a nova captação de água projetada para a Região Metropolitana de São Paulo, denominada sistema de produção São Lourenço, que é distante mais de 74 km da cidade de São Paulo e precisará de bombeamento da água para superar a diferença de 500 m de altura. Esse sistema deverá entrar em operação até 2018, porém não será suficiente para atender ao crescimento da demanda nos próximos anos (RODRIGUES; BURGARELLI, 2012).

Na escolha do novo manancial também deve ser avaliada a disponibilidade de energia elétrica na área, para evitar problemas que impeçam ou adiem o funcionamento dos equipamentos eletromecânicos das unidades de captação e de elevação de água bruta.

4.2.2 Projetos da Unidade de Elevação de Água

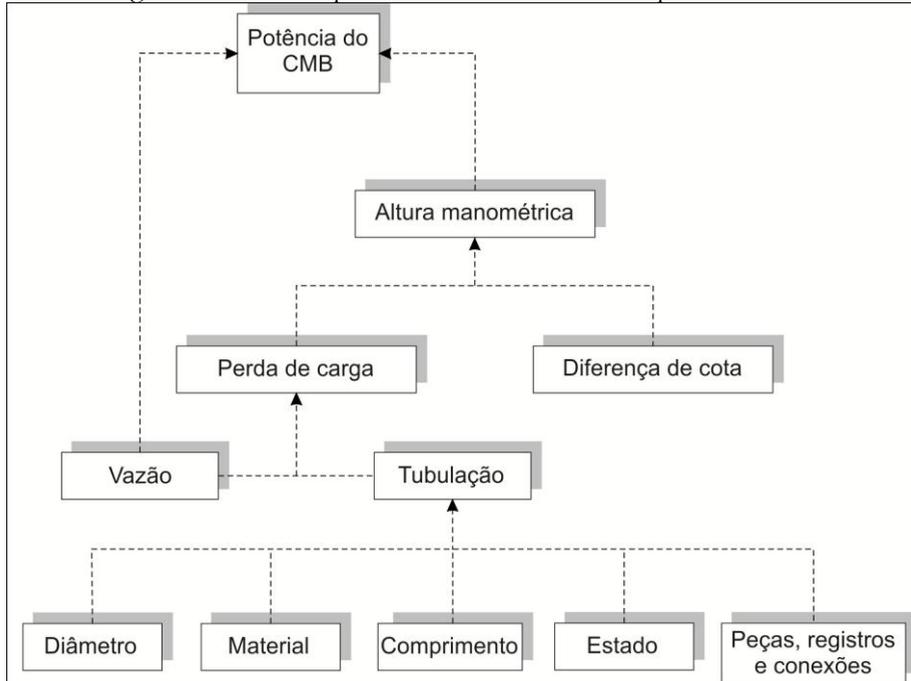
Em algumas situações, as características do terreno favorecem o escoamento da água por gravidade na adutora, minimizando as despesas com energia elétrica. De outra forma, o relevo acidentado do terreno torna o bombeamento de água como opção única quando a cota:

- a) do manancial é inferior a do ponto de tratamento de água;
- b) da ETA é inferior a das unidades do setor de distribuição de água.

O consumo de energia elétrica precisa ser conhecido pelo projetista, com base na vazão de água e na altura manométrica utilizadas no cálculo da potência dos CMBs.

Pereira e Silva (2010) observam que a altura manométrica é o resultado da soma da altura geométrica com os valores de perda de carga¹⁶ (ao longo da canalização e de pontos localizados), sendo relacionada com o desnível a ser vencido e com as características das tubulações de sucção e de recalque. Os valores de altura manométrica e de vazão de água são utilizados no dimensionamento da potência do CMB, conforme representado no Fluxograma 2.

Fluxograma 2 – Dados para o dimensionamento da potência do CMB



Fonte: Pereira e Silva (2010).

O consumo de energia elétrica é influenciado pelo diâmetro, material, extensão, estado de conservação, componentes (válvulas, conexões etc.) das tubulações de sucção e de recalque dos CMBs.

Cabe ao projetista dimensionar o diâmetro mais adequado para que as vazões de bombeamento resultem em valores aceitáveis de perda de carga, determinando também a potência, o número, o tipo de operação (em série¹⁷ ou em paralelo¹⁸) e o

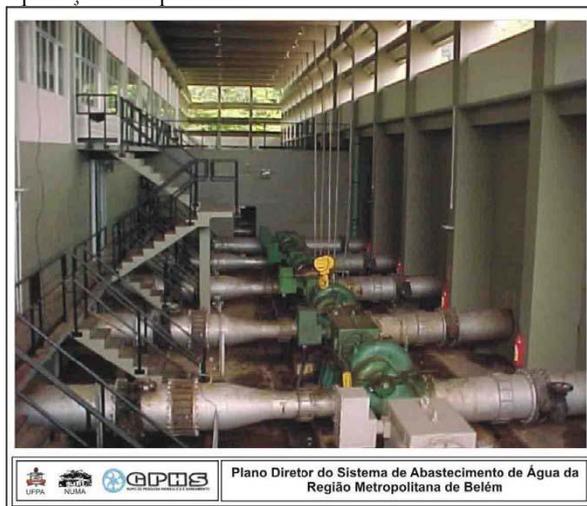
¹⁶ Resistência ao escoamento da água ao longo e em pontos localizados da tubulação.

¹⁷ Quando o mesmo volume de fluido passa por diferentes estágios até atingir o ponto final pretendido, sendo, portanto, somadas as alturas conseguidas por cada equipamento.

¹⁸ A operação de CMBs em paralelo permite que a mesma altura seja atingida, sendo somados os volumes bombeados pelos equipamentos.

horário de funcionamento¹⁹ dos CMBs. Na Fotografia 7 é apresentada estação elevatória de água com conjuntos motor e bomba em paralelo.

Fotografia 7 – Conjuntos Motor e Bomba com operação em paralelo



Fonte: Universidade Federal do Pará (2006).

Considerando a mesma vazão e distância, a potência dos CMBs é maior no bombeamento de água para adutoras assentadas em terreno acidentado (Fotografia 8) do que para adutoras assentadas em terreno plano.

Fotografia 8 – Adutora assentada em terreno acidentado



Fonte: Adutora ... (2013).

¹⁹ Definido como horário de ponta e horário fora de ponta, para fins de faturamento da energia elétrica consumida. Esse tema será comentado no item 7.2.1.

O conhecimento da vazão e da altura manométrica possibilita a determinação da curva do sistema de bombeamento, que é utilizada na seleção da(s) bomba(s) que apresenta(m) o melhor ponto de operação na estação elevatória de água. Essa atividade do projeto é muito importante para a eficiência do sistema, tendo reflexos diretos no consumo e na despesa de energia elétrica.

Lopes (2013) ressalta que o projeto precisa estimar o consumo de energia elétrica na operação da estação elevatória, para que o prestador do serviço tenha conhecimento prévio das despesas com energia elétrica.

Sempre que possível, o projetista deve utilizar sistema de automação e controle do nível de água no poço de sucção, para evitar extravazamentos e para facilitar a manobra de válvulas e o acionamento dos CMBs.

4.2.3 Projetos da Unidade de Tratamento de Água

No projeto da ETA é preciso considerar a tecnologia de tratamento, a rotina de limpeza das unidades e a qualidade pretendida para a água final, pois esses fatores contribuem para o consumo e a despesa de energia elétrica.

A escolha da tecnologia de tratamento depende da vazão e das características físicas, químicas, bacteriológicas e organolépticas da água bruta, sendo importante observar o consumo de energia elétrica na operação e na manutenção dos processos e operações de tratamento de água.

No Quadro 3 são relacionados os quatro principais tipos de estações de tratamento de água utilizados em áreas urbanas brasileiras: ETAs de Desferrização, de Filtração Direta (ascendente ou descendente), de Dupla Filtração e de Ciclo Completo.

Apesar de ainda utilizadas em pequenas comunidades, as ETAs com filtração lenta não foram consideradas neste livro, em razão de serem logo substituídas por ETAs mais eficientes e compactadas quando do incremento populacional.

Quadro 3 - Processos e operações por tipo de estação de tratamento de água

Desferrização	Filtração Direta	Dupla Filtração	Ciclo completo
Aeração*	-	-	-
-	Coagulação	Coagulação	Coagulação
-	Floculação	-	Floculação
-	-	-	Sedimentação
Leito de Contato	Filtração	Filtração asc.	Filtração
Filtração	-	Filtração desc.	-
Desinfecção	Desinfecção	Desinfecção	Desinfecção

Notas: * Aeração - considerados aeradores sem consumo de energia elétrica (de tabuleiro, de chicanas etc.); asc. – ascendente; desc. – descendente.

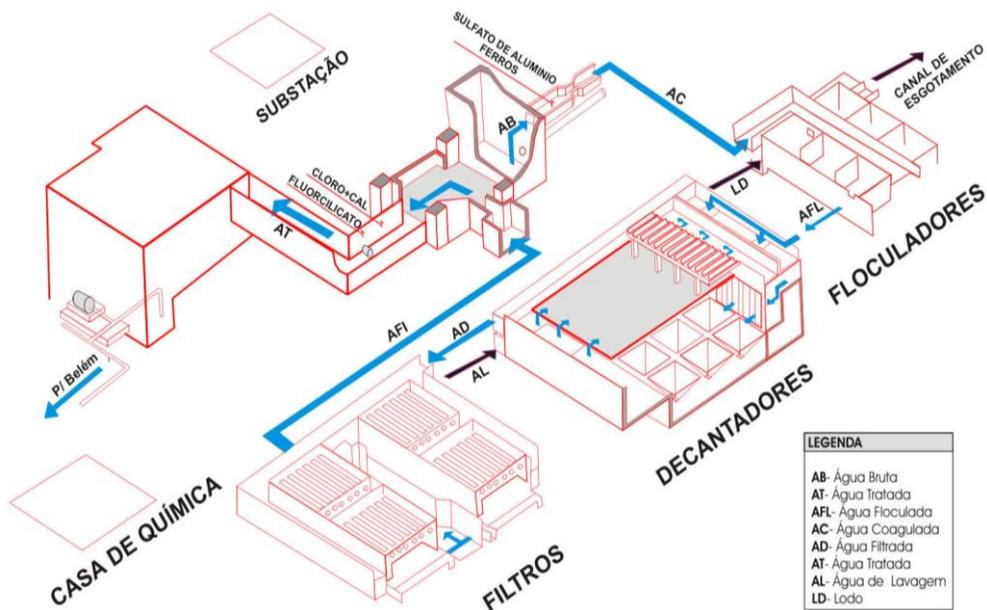
Com isso, o projetista precisa definir o tipo de ETA mais indicado para cada situação, sempre considerando as características da água bruta, as exigências para o efluente tratado e os processos e operações que utilizam equipamentos eletromecânicos, no caso:

- coagulação - equipamentos para preparo (agitadores) e dosagem (conjuntos motor e bomba) de suspensões e soluções de produtos químicos;
- floculação - equipamentos de mistura lenta da massa líquida;
- sedimentação - equipamentos para remoção de lodo (raspadores) e de material flotante;
- filtração - equipamentos para bombeamento de água de lavagem (suspensão do leito filtrante);
- desinfecção - equipamentos para dosagem de produtos químicos.

Em algumas ETAs a etapa de sedimentação é substituída por sistema de flotação, o que depende das características da água bruta e da disponibilidade de área.

Os processos e operações citados são encontrados na ETA de Ciclo Completo, o que resulta em maiores consumo e despesa de energia elétrica, em razão da necessidade de utilização de equipamentos eletromecânicos diversificados e em grande número para garantir a eficiência desejada ao tratamento da água bruta. No Desenho 5 são representadas as etapas da ETA de Ciclo Completo.

Desenho 5 – Etapas de tratamento na ETA de Ciclo Completo



Fonte: Companhia de Saneamento do Pará ([1982?]).

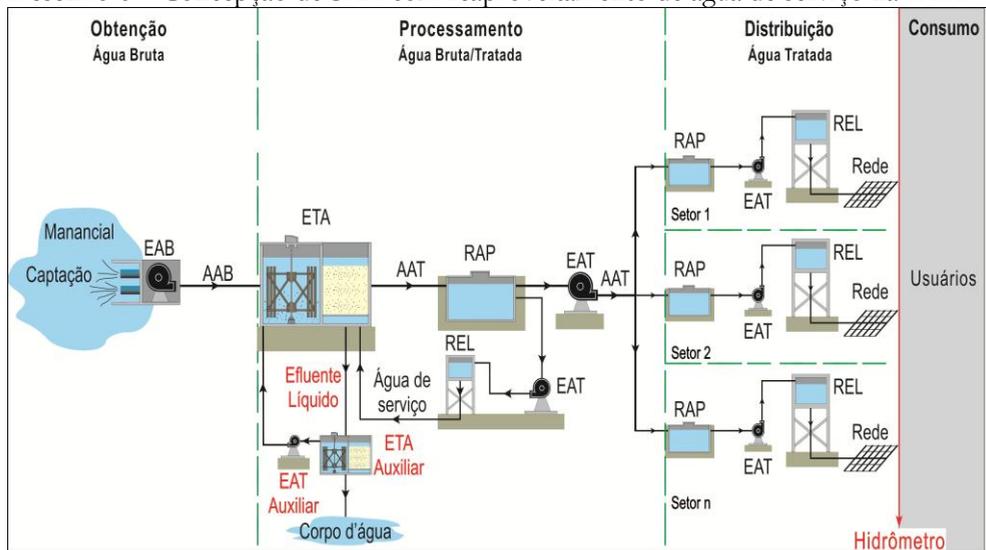
Uma parte do volume de água tratada nas ETAs é convertida em água de serviço, que é utilizada na preparação e dosagem de produtos químicos, na manutenção de unidades e na retrolavagem de filtros.

O projetista deve ter grande atenção na etapa de filtração de água, pois a retrolavagem requer elevadas velocidades para expansão do leito filtrante, o que é conseguido com o bombeamento da água para o reservatório elevado e deste para o filtro.

Como a retrolavagem de cada filtro é realizada em períodos entre 18 a 30 horas, é preciso monitorar o volume de água de serviço e o consumo de energia elétrica na operação dos equipamentos eletromecânicos.

Embora recomendado ambientalmente, o condicionamento do efluente líquido da manutenção e limpeza da ETA não é realizado em muitas cidades brasileiras. Essa prática protege o corpo d'água ao utilizar ETA e EAT auxiliares para o reaproveitamento do efluente da água de serviço, porém tendo equipamentos eletromecânicos que aumentam o consumo de energia elétrica, conforme representado no Desenho 6.

Desenho 6 – Concepção de SAA com reaproveitamento de água de serviço na ETA



Sempre que possível, o projetista deve utilizar sistema de automação e controle de nível para evitar extravazamentos de água, bem como sensores para controlar a perda de carga e/ou a qualidade da água nas etapas do tratamento, especialmente na operação e manutenção dos filtros.

O consumo de energia elétrica deve ser observado no projeto dos equipamentos eletromecânicos empregados na dosagem de produtos químicos, na floculação, na remoção de lodo, na limpeza dos filtros da ETA e na operação da elevatória de água tratada.

No projeto ainda devem ser avaliadas a capacidade do reservatório e as características da adutora de água tratada, que, de forma indireta, influenciam no consumo de energia elétrica no Grupo de Processamento do SAA.

4.2.4 Projetos da Unidade de Reservação

Os reservatórios apoiado e elevado precisam ser projetados com capacidades que atendam aos valores de volume de água demandada, de acordo com o funcionamento dos equipamentos eletromecânicos da estação elevatória. Para isso, o projetista precisa determinar a melhor associação e os horários de funcionamento dos CMBs, o que requer a proposta de funcionamento que possibilite o atendimento da curva de demanda na rede de distribuição de água.

Geralmente, o reservatório apoiado é dimensionado com maior capacidade de armazenamento, para possibilitar o abastecimento de água por período de tempo da ordem de 24 horas.

Por sua vez, o reservatório elevado é projetado com maior altura, tendo carga hidráulica suficiente para compensar os valores de perda de carga até o ponto mais desfavorável, ou seja, para possibilitar o atendimento dos valores de pressão na rede de distribuição de água.

Além do volume de água destinado para distribuição de água, o projetista deve considerar o volume de armazenamento de água para situações de emergência, como incêndios.

Para aumentar a flexibilidade operacional, o reservatório apoiado pode ser dividido em módulos, visando à redução do volume de água bombeado nos horários de maior custo da tarifa de energia elétrica, o que exige estudo do balanço entre os volumes de entrada, armazenado e de saída.

Sempre que possível, o reservatório elevado deve ser projetado no ponto mais elevado, o que reduz a altura da torre, desde que disponibilize carga hidráulica para suplantiar as perdas de carga e alimentar com água os pontos mais desfavoráveis.

No caso de áreas planas, o projeto do reservatório elevado é em local próximo do centro da área de atendimento, para possibilitar o equilíbrio de pressões na rede de distribuição, de acordo com os valores recomendados pelas Normas Brasileiras.

A distância e a diferença de cotas entre os reservatórios apoiado e elevado influenciam na potência dos CMBs e no consumo e despesa de energia elétrica da EAT do setor. Desse modo, o projetista precisa ter conhecimento prévio dos limites e do ponto mais desfavorável na rede de distribuição de água, observando a distância, as condições e tipos das tubulações de distribuição e as características do terreno.

Além disso, o projetista deve evitar a visão operacional de reservatório elevado sempre cheio, pois isso torna essa unidade apenas um ponto de passagem do volume de água.

Por outro lado, também deve observar as condições mínimas que evitam a formação de vórtice no reservatório elevado, pois isso favorece a formação de bolsas de ar na rede de distribuição, prejudicando o desempenho hidráulico no abastecimento de água.

Para melhorar a rotina operacional, o projetista deve utilizar sistema de automação e controle do nível de água, o que reduz o risco de extravazamento de água

e possibilita a utilização de toda a capacidade útil dos reservatórios apoiados e elevados do SAA.

4.2.5 Projetos da Unidade de Distribuição de Água

No projeto da rede de distribuição de água é preciso considerar o arranjo e as características das tubulações. É comum a utilização de rede em formato de anéis nas áreas maiores e em formato de espinha de peixe nas áreas menores.

O projetista precisa avaliar os materiais e diâmetros mais adequados em função da perda de carga em cada trecho, pois isso é relacionado com a altura do reservatório elevado e, naturalmente, com o consumo de energia elétrica requerido no bombeamento de água.

Apesar de utilizado em alguns SAAs, o bombeamento de água diretamente para a rede de distribuição de água precisa ser avaliado em função do consumo e da despesa de energia elétrica, pois o crescimento da área a ser atendida aumenta o volume de água demandada, bem como o maior distanciamento do ponto de atendimento exige maior potência dos CMBs. Além disso, a ausência de reservatório pode aumentar a despesa com energia elétrica no bombeamento de água no horário de ponta.

O projetista precisa estabelecer os limites de setorização da rede de distribuição de água, pois isso possibilita o adequado controle das vazões e pressões da água distribuída, sendo, ainda, importante para regularizar o bombeamento de água nas unidades anteriores, o que é relacionado com o consumo de energia elétrica.

Em Brasil (1999), a setorização é citada como requisito básico para o controle de sistemas de abastecimento de água, o que é reforçado quando Tsutiya (2004) sugere distritos pitométricos como unidade de controle operacional, enfatizando, entre outros, a necessidade de isolamento da rede.

A falta de ações efetivas de setorização da rede faz com que a água passe de uma área para outra, dificultando o controle hidroenergético do SAA. Pereira et al. (2010) ressaltam que alguns gestores ainda resistem em limitar a área de atendimento, pois isso requer estudos técnicos e investimentos.

Sempre que possível, o projetista deve utilizar sistemas de automação e controle das vazões e das pressões de água em diferentes trechos da rede de distribuição de água, facilitando a identificação de fugas e de alteração no desempenho hidráulico dessa unidade do SAA.

5 GESTÃO HIDROENERGÉTICA DO SAA

O bom funcionamento de qualquer SAA pressupõe que os consumidores tenham continuamente à sua disposição, nos locais de consumo, água com qualidade, em quantidade suficiente, à pressão adequada e com o menor custo possível (ALEGRE et al., 2006). Para isso, é necessário que a infraestrutura existente seja adequada, que os recursos naturais disponíveis sejam racionalmente utilizados e que a gestão seja com eficácia e sustentabilidade.

Gestão é uma palavra de origem latina (*gerere*) e significa “conduzir, dirigir ou governar” (FERREIRA; REIS; PEREIRA, 2006, p. 6). Para Bergue (2007), é um processo complexo, que resulta da interação constante de quatro elementos ou fases fundamentais, no caso: planejamento, organização, direção e controle. Anjos Jr. (2011) ressalta que as estratégias de gestão são relacionadas com as políticas que as respaldam e com o planejamento que as define.

O objetivo da gestão precisa ser o todo, mesmo quando o foco é em um componente específico do processo, por exemplo, a gestão operacional, a gestão da política tarifária, a gestão de pessoas etc.

Bergue (2007) observa que, na condição de processo, as fases ou os elementos do ciclo administrativo podem ser inúmeras vezes decompostas em processos menores, a fim de que se possa definir as várias atividades envolvidas no processo gerencial e seus desdobramentos.

A eficiência na gestão de SAAs exige que as concessionárias adotem, contínua e progressivamente, medidas que minimizem o consumo dos recursos naturais (água e energia), financeiros, técnicos e humanos disponíveis para a obtenção dos seus objetivos. Em muitos casos, as entidades gestoras não dispõem de dados confiáveis dos volumes de água que entram e saem do sistema e, algumas vezes, também desconhecem com exatidão as despesas e o retorno financeiro do serviço prestado.

A gestão do SAA requer o conhecimento e a integração das informações de todas as áreas da empresa, para possibilitar a avaliação do desempenho e da sustentabilidade da prestação do serviço de abastecimento de água. Neste livro é enfatizada a Gestão Operacional do SAA, que depende de monitoramento, controle e integração dos volumes e tem reflexo direto nas despesas e no faturamento do prestador do serviço.

A gestão operacional precisa partir da realidade, diferenciando o SAA ideal do SAA real. De forma simplificada, o SAA ideal pode ser imaginado:

- a) sem perdas e/ou desperdício de volume de água, produtos químicos, energia elétrica, horas trabalhadas etc.;
- b) com o produto (água tratada) entregue com a qualidade, quantidade e regularidade esperadas pelo usuário;

- c) com controle operacional e medição de todas as grandezas hidráulicas, elétricas e mecânicas nas instalações, equipamentos e dispositivos das unidades;
- d) com setorização da área de atendimento, macromedição da vazão disponibilizada e micromedição em todos os ramais prediais;
- e) com o usuário efetuando o pagamento da tarifa no prazo estipulado;
- f) com o valor real da tarifa compatível com as atividades realizadas pelo prestador do serviço.

Como na rotina operacional não são observados alguns desses itens, o SAA é sempre real e, por mais eficiente ou sustentável que seja a gestão, apresenta um ou mais desses aspectos que precisam ser melhorados.

Com isso, a gestão do SAA deve evoluir constantemente, identificando novos caminhos para que a organização consiga o equilíbrio financeiro e a sustentabilidade das suas práticas, de acordo com a expectativa do mercado.

Bezerra, H. (2012) ressalta a necessidade de planejamento e gestão com abordagem sistêmica nas empresas de saneamento, enfatizando a importância do estabelecimento de indicadores de desempenho para avaliação dos processos e ações, em busca de maior eficiência e eficácia e de acordo com suas metas estratégicas.

A crise de energia no Brasil, em 2001, trouxe como desafio para o setor de saneamento, mais especificamente para o de abastecimento de água, a forma de prestar um serviço de qualidade em um ambiente que, ao longo do tempo, vem “aceitando” a perda de quase a metade do que é produzido, com elevado consumo de energia elétrica.

O “efeito dominó” dessa situação tem reflexos em outros setores, como habitação, saúde, meio ambiente e energia, que perdem qualidade quando não podem contar com o abastecimento de água na forma em que foi planejado.

Independentemente das prioridades e exigências de cada momento e setor, nas prestadoras dos serviços de saneamento já foi constatado que o volume perdido de água traz prejuízos internos e externos, por exemplo, o consumo excessivo de energia que aumenta as despesas, sendo esse custo repassado, geralmente, ao usuário.

Para evitar esse tipo de situação, é preciso conhecer os valores dos volumes de água, das despesas operacionais e do faturamento de cada SAA, possibilitando que o Gestor relacione esses dados para analisar a situação e, então, tomar a decisão mais indicada na busca da eficiência e da sustentabilidade do SAA.

5.1 VOLUMES DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA

O conhecimento dos valores reais dos volumes de água é fundamental para o adequado controle operacional do SAA e podem ser divididos em quatro categorias:

- a) volumes de água no SAA (entrada e saída das unidades);
- b) volumes de água de serviço;
- c) volumes de água para uso especial;
- d) volumes perdidos de água.

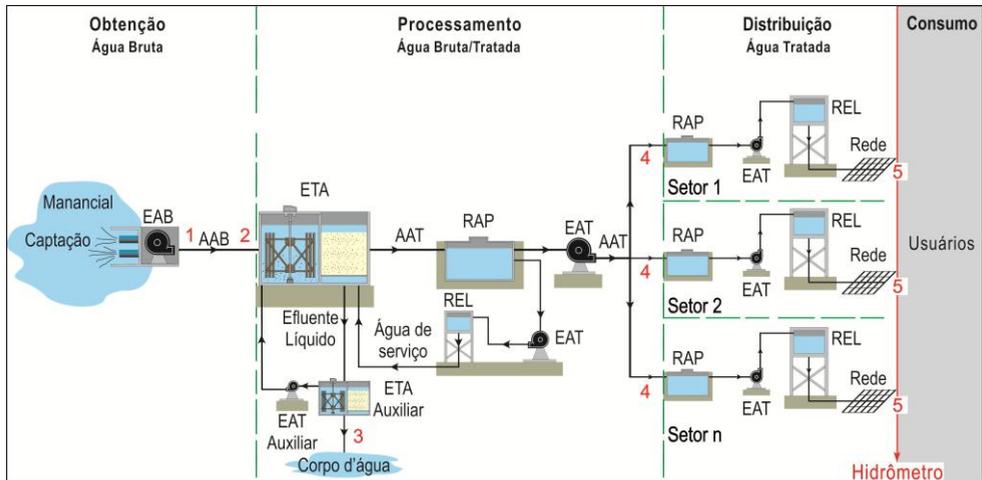
Os volumes de água na entrada e na saída das unidades do SAA são referentes à quantidade de água que passa de uma unidade para outra em determinado período de tempo. Contudo, a pequena estrutura de macromedição de muitos SAAs impede a realização de monitoramento simultâneo em diferentes pontos, resultando em medições pontuais e localizadas da vazão de água em determinado período.

De forma simplificada, têm sido monitorados os valores de volume de água bruta captada no manancial e de volumes micromedidos, ou seja, no início e no final do SAA.

Essa forma de monitoramento do volume de água em apenas dois pontos não permite identificar e avaliar as unidades do SAA com maior diferença entre os volumes de entrada e de saída de água, no caso as que precisam de intervenção do gestor.

O monitoramento simultâneo dos volumes de água na entrada e na saída dos Grupos de Obtenção (1 e 2), de Processamento (2, 3 e 4) e de Distribuição (4 e 5) melhora o detalhamento dessa informação ao aumentar o número de pontos de controle, conforme representado no Desenho 7.

Desenho 7 – Pontos de medição do volume de água na entrada e na saída dos Grupos de Unidades do SAA



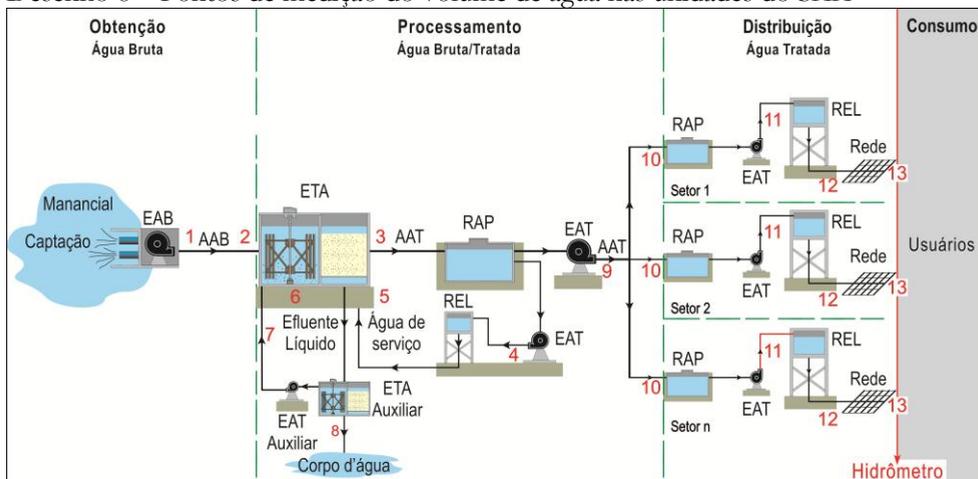
A maior precisão do controle operacional é conseguida com a realização de medições de volume de água na entrada e na saída de cada unidade, conforme representado no Desenho 8, no caso:

- barrilete de água bruta da EAB (1);
- final da adutora de AB ou entrada da ETA (2);
- saída da ETA (3);
- saída da EAT do sistema de água de serviço (4);
- entrada da água de serviço na ETA (5);
- saída da água de serviço da ETA (6);

- g) saída da EAT da ETA auxiliar (7);
- h) saída da ETA auxiliar (8);
- i) adutora AT (9);
- j) subadutora de água tratada (10);
- k) EAT do setor (11);
- l) Saída reservatório (12);
- m) Consumo (13).

Esse tipo de monitoramento e controle possibilita a avaliação do desempenho por unidade, por grupo e global do SAA.

Desenho 8 – Pontos de medição do volume de água nas unidades do SAA



Em alguns SAAs, a proximidade dos locais de medição em unidades diferentes pode resultar na utilização do mesmo valor do monitoramento do volume de água, como:

- a) na saída da adutora de água bruta e na entrada da ETA;
- b) na saída da ETA e na entrada da adutora de água tratada;
- c) na tubulação de saída do reservatório elevado e na entrada da rede de distribuição de água.

Os volumes de água de serviço também devem ser monitorados nas rotinas de operação e manutenção das unidades, estruturas e dispositivos do SAA, como:

- a) na limpeza da grade da unidade de captação de água bruta;
- b) na limpeza de adutoras e de estações elevatórias;
- c) na remoção de lodo e retrolavagem de filtros da ETA;

- d) na limpeza de reservatórios apoiados e elevados;
- e) na desobstrução de tubulações da rede de distribuição de água.

Apesar de esporádico, o uso especial de água precisa ser quantificado para a adequada gestão do SAA. Entre esses usos estão os volumes de água para:

- a) prevenção e combate a incêndio;
- b) abastecimento de água em situações de emergência e contingência.

O conhecimento do volume de água perdido nas unidades do SAA é fundamental para a adequada gestão do SAA, como os que ocorrem:

- a) em vazamentos em tubos, registros e conexões das instalações de bombeamento, adutoras e redes de distribuição de água;
- b) no extravasamento de reservatórios;
- c) em falhas estruturais das paredes de reservatórios e da ETA;
- d) no desperdício de água de serviço.

Os volumes de água nas unidades dos Grupos de obtenção, processamento e distribuição são relacionados com o consumo e despesa de energia elétrica, portanto, precisam ser conhecidos e detalhados para a avaliação do desempenho do SAA.

5.2 DESPESAS DE EXPLORAÇÃO E ENERGIA ELÉTRICA

As despesas com energia elétrica ocorrem pela utilização de equipamentos eletromecânicos na operação das unidades, em prédios administrativos e na iluminação de áreas internas e externas.

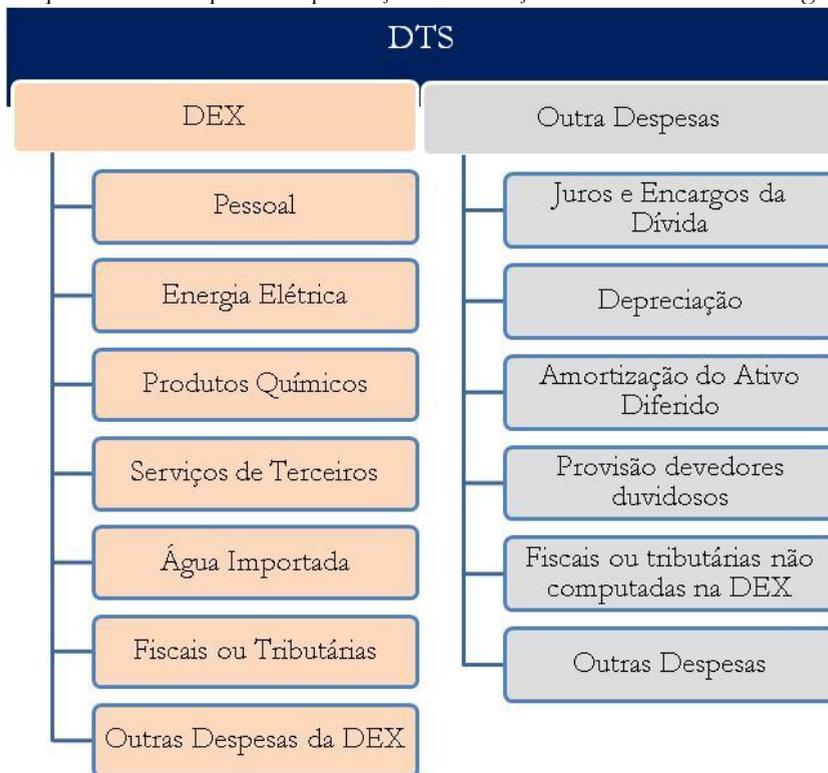
Na prestação dos serviços de abastecimento de água é preciso detalhar e procurar analisar a energia elétrica nos dois grandes grupos de despesas, no caso as despesas totais com os serviços (DTS) e as despesas de exploração (DEX). A DTS é referente a todas as despesas da empresa, incluindo:

- a) DEX;
- b) despesas com juros e encargos das dívidas (incorporando as despesas decorrentes de variações monetárias e cambiais);
- c) despesas com depreciação, amortização do ativo diferido e provisão para devedores duvidosos;
- d) despesas fiscais ou tributárias não computadas na DEX;
- e) outras despesas com os serviços.

Por sua vez, a DEX é relacionada com o custo operacional nas atividades de obtenção, processamento e distribuição de água, precisando ser verificada em todas as unidades, pois impacta diretamente na qualidade do serviço prestado e no valor da tarifa cobrada aos usuários. No Esquema 1 são relacionadas as despesas componentes da DTS e da DEX.

Os valores das despesas podem ser avaliados de forma pontual e específica, com a visão do desempenho operacional de um SAA ou de forma global, com a visão do desempenho da organização ou do município.

Esquema 1 – Despesas da prestação do serviço de abastecimento de água



Fonte: Brasil (2012).

Neste livro é abordada a visão do SAA, razão para o maior detalhamento das despesas de exploração, que corresponde ao custo operacional do serviço prestado. De acordo com o SNIS, o DEX é o valor das despesas realizadas para a exploração dos serviços (BRASIL, 2013), compreendendo:

- despesas com pessoal - soma de ordenados e salários, gratificações, encargos sociais (exceto Programa de Integração Social - PIS/ Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público - PASEP e Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social - COFINS), pagamento a inativos e demais benefícios concedidos, tais como auxílio-alimentação, vale-transporte, planos de saúde e previdência privada;
- despesas com energia elétrica - valor referente ao pagamento da energia elétrica consumida nas unidades operacionais, de controle e administrativas do SAA;

- c) despesas com produtos químicos - soma dos valores gastos com produtos químicos para o processo de tratamento de água e para o controle laboratorial das análises de amostras de água;
- d) despesas com serviços de terceiros - valor referente ao pagamento de prestadores de serviços, como manutenção de rede, leitura de hidrômetros etc.;
- e) despesas com água importada - valor referente ao pagamento da importação de água bruta ou tratada fornecida por outra unidade ou organização;
- f) despesas fiscais ou tributárias computadas na DEX - despesas realizadas com impostos, taxas e contribuições, que fazem parte das despesas de exploração, tais como PIS/PASEP, COFINS, Contribuição Provisória sobre Movimentação ou Transmissão de Valores e de Créditos e Direitos de Natureza Financeira (CPMF), Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA), Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISS), contribuições sindicais e taxas de serviços públicos;
- g) outras despesas de exploração - valor realizado como parte das despesas de exploração que não são computadas nas categorias de despesas com pessoal, produtos químicos, energia elétrica, serviços de terceiros, água importada, esgoto exportado e despesas fiscais e tributárias computadas na DEX.

De acordo com Brasil (2004a), as tarifas, quando cobradas, geralmente são menores que as despesas com operação e manutenção, o que resulta na deterioração de materiais ou de equipamentos e até na falta de insumos básicos, por exemplo, o cloro utilizado para desinfecção da água.

As deficiências aumentam as despesas de exploração dos sistemas de abastecimento de água, sendo as maiores com pessoal, energia elétrica e produtos químicos, as quais seguem, em muitas empresas, essa ordem de importância.

O consumo de energia elétrica ocorre em atividades operacionais, iluminação das instalações, serviços de escritório, equipamentos de monitoramento e controle, dentre outros.

Os conjuntos motor e bomba das estações elevatórias de água são os principais responsáveis pelas despesas com energia elétrica, tendo grande influência no valor das tarifas e na sustentabilidade do SAA.

Desse modo, na gestão devem ser desenvolvidas ações para a eficiência hidroenergética do SAA.

5.3 FATURAMENTO E ENERGIA ELÉTRICA

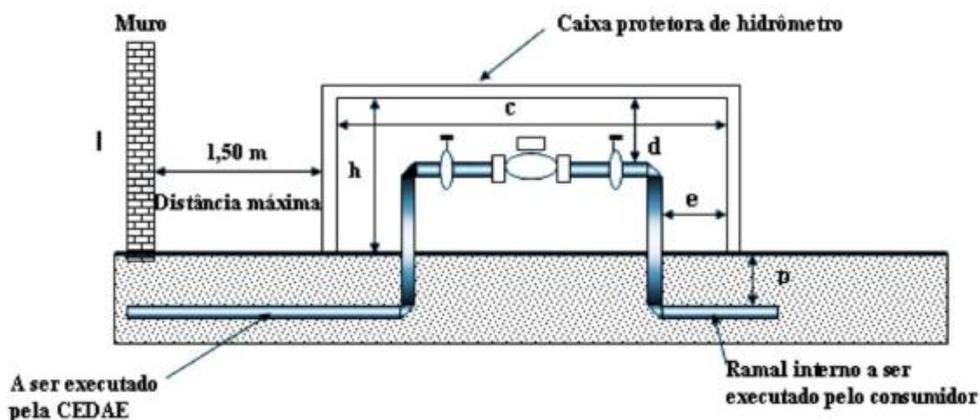
De acordo com Brasil (2012), o faturamento é o valor da receita operacional decorrente das atividades desenvolvidas pelo prestador, tendo como unidade R\$/mês ou R\$/ano.

O faturamento consiste na soma dos valores das faturas (contas) emitidas pelo prestador do serviço em determinado período de tempo comercial, que normalmente é realizado em ciclo mensal.

Para isso, é preciso determinar o consumo de água dos usuários, o que pode ser realizado com a leitura dos valores registrados no hidrômetro instalado no cavalete de entrada do ramal predial, que é mostrado no Desenho 9.

No SAA ideal existem hidrômetros em todas as ligações prediais, ou seja, é medido todo o volume de água fornecido pelo SAA que entra na instalação do usuário, passando esse volume a ser denominado de volume consumido.

Desenho 9 – Ramal predial com hidrômetro instalado



Fonte: Companhia Estadual de Águas e Esgotos (2010).

A leitura dos valores registrados nos hidrômetros de determinada área pode ser realizada por equipe de campo, que monitora o consumo mensal em cada instalação; ou por transmissão dos dados registrados nesses equipamentos (hidrômetros) para um sistema central de informação.

Em muitos SAAs não existem hidrômetros instalados nos ramais prediais dos imóveis, o que leva a empresa a estimar o consumo de água dos usuários. Dificilmente essa estimativa corresponde ao consumo efetivo de água, o que prejudica o usuário com a cobrança de valor superior ao do volume de água consumido, ou a empresa, que não cobra todo o valor do serviço prestado.

Independentemente do tipo de leitura ou da estimativa do consumo de água, os dados registrados são convertidos em cobrança na forma de fatura, que a empresa entrega diretamente, encaminha por correio ou disponibiliza na *Internet*, para os usuários do SAA.

Na fatura é estabelecido determinado prazo para o usuário efetuar o pagamento do serviço recebido, bem como podem ser cobrados outros serviços realizados pela empresa a pedido do usuário, como ligação do ramal predial, substituição de hidrômetro etc.

Quando o pagamento da fatura é realizado, a empresa arrecada o valor monetário correspondente ao volume de água disponibilizado para consumo e aos demais serviços prestados ao usuário, quando incluídos na fatura.

De acordo com Brasil (2012), a arrecadação total é o valor anual efetivamente arrecadado de todas as receitas operacionais, diretamente no caixa do prestador de

serviço ou por meio de terceiros autorizados (bancos e outros), tendo como unidade R\$/mês ou R\$/ano.

O ideal é que na fatura sejam discriminados os valores cobrados pela empresa ao usuário, identificando o volume de água entregue em R\$/período e em m³/período, bem como ressaltando se o consumo de água foi medido ou estimado, pois isso facilita o melhor controle da empresa e do usuário.

Contudo, alguns prestadores de serviço ainda não discriminam os valores do volume de água disponibilizado e nem os serviços realizados a pedido do usuário. A falta dessas informações e do detalhamento dos doze últimos valores mensais faturados, em reais e m³ de água, prejudicam o acompanhamento da evolução do consumo de água por parte do usuário.

Assim, no controle do desempenho do SAA devem ser monitorados os volumes de água na entrada e na saída de cada unidade, conhecidas as despesas de exploração e os dados comerciais, pois isso permite definir as ações para o equilíbrio econômico-financeiro e o uso racional de água e de energia no SAA.

5.4 AÇÕES PARA EFICIÊNCIA HIDROENERGÉTICA NO SAA

As medidas de eficiência hidroenergética precisam ser integradas para promover ou melhorar o desempenho do SAA. Essas ações devem ser realizadas em todos os setores da empresa, como o administrativo, o de projetos e obras, o de operação e manutenção, o de registro e análise das informações etc.

As ações administrativas hidroenergéticas podem ser internas e externas. As ações internas são destinadas a promover o uso racional de água e de energia no SAA, sensibilizando e envolvendo funcionários, colaboradores e clientes na busca de resultados melhores. Para isso, são desenvolvidas campanhas de divulgação do cenário atual e pretendido, bem como realizados treinamentos e cursos de atualização, para melhor capacitação e orientação no tema hidroenergético.

Por sua vez, as ações administrativas externas são referentes à relação do prestador do serviço de abastecimento de água com a empresa concessionária de energia elétrica, sendo voltadas à negociação de contratos e valores em função da demanda e da qualidade dos serviços recebidos, com atividades rotineiras como:

- a) a avaliação da qualidade da energia elétrica recebida;
- b) o estudo da base tarifária;
- c) a análise do contrato com a concessionária de energia elétrica, avaliando a estrutura tarifária, a classe de faturamento e a demanda contratada;
- d) o registro do consumo de energia elétrica no SAA;
- e) a conferência regular da fatura.

A eficiência hidroenergética também deve ser observada na elaboração dos projetos e na execução das obras de todas as unidades do SAA. Para isso, é preciso estabelecer os objetivos e metas hidroenergéticas esperadas no curto, médio e longo prazo, o que requer a utilização de concepções e tecnologias que possibilitem:

- a) a otimização da altura manométrica de bombeamento;
- b) o máximo rendimento na operação dos equipamentos;
- c) a redução das vazões de bombeamento, especialmente nos horários de ponta.

Em algumas situações é preciso readequar as instalações existentes, inclusive com o emprego de sistema de automação, controle e transmissão de dados, macromedidores, sensores de nível de água nos reservatórios, analisadores de energia, utilização de capacitores, conversores de frequência e medidores de pressão.

Essas ações visam tornar mais eficiente o abastecimento de água em relação às variáveis hidroenergéticas, o que exige monitoramento e controle das variáveis hidráulicas e elétricas durante a operação do SAA.

Entre as medidas operacionais necessárias estão a macromedição, a setorização e a micromedição nas áreas atendidas, pois isso permite a obtenção de informações confiáveis para a elaboração e atualização do balanço hídrico do SAA.

Santos (2010) define o balanço hídrico como a relação entre os volumes de entrada, de consumo e de perdas de água em determinado limite do SAA, sendo esses dados indispensáveis para o acompanhamento da eficiência das ações operacionais no SAA.

Ao comentar o balanço hídrico de um SAA, Tsutiya (2006) observa ser uma forma estruturada de avaliar os componentes dos fluxos e os usos da água no sistema e seus valores absolutos e relativos. O autor ainda ressalta que essa é uma importante metodologia para a gestão de SAAs, pois daí podem ser gerados diversos indicadores de desempenho para o acompanhamento das ações técnicas, operacionais e empresariais.

A operação dos equipamentos eletromecânicos é relacionada com a quantidade de água demandada no SAA. Assim, a redução no volume perdido de água diminui o número e/ou o período de funcionamento dos CMBs e dos outros equipamentos, ocasionando menor consumo de energia elétrica.

Também é importante que sejam definidas, acompanhadas e avaliadas as rotinas de funcionamento das unidades, como os horários de operação dos conjuntos motor e bomba e dos equipamentos eletromecânicos de remoção de lodo, de retrolavagem dos filtros da ETA, entre outros.

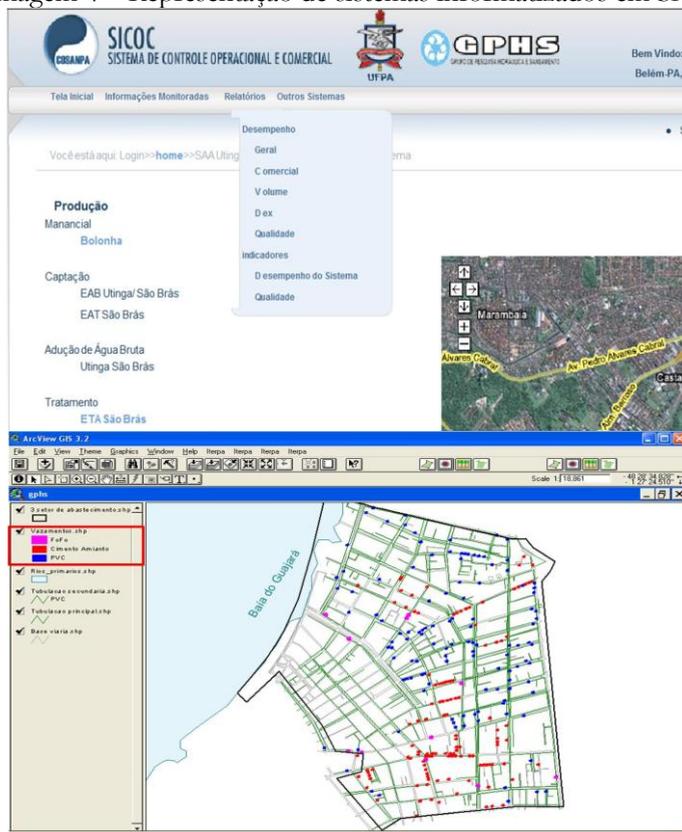
As ações para melhorar o rendimento dos equipamentos, ajustar o fator de carga nas instalações, utilizar inversor de frequência e modificar a rotina de operação do SAA podem diminuir a potência dos equipamentos e, com isso, o consumo de energia elétrica.

O número de acionamentos e os horários de funcionamento dos CMBs são relacionados com o volume útil e a variação de nível de água nos reservatórios, com a vazão de água distribuída e com os valores de pressão na rede de distribuição de água. Por isso, é importante a constante medição e controle operacional das grandezas hidráulicas e elétricas nessas unidades do SAA.

O monitoramento e registro dos dados devem ser realizados em tempo real, visando à rápida tomada de decisão, para melhorar a operação dos equipamentos do SAA, especialmente nos horários de ponta e fora de ponta. O ideal é a utilização de sistemas informatizados que tenham elementos gráficos, tabelas e mapas associados a

dados de controle e registro das informações hidroenergéticas, como representado na Imagem 4.

Imagem 4 – Representação de sistemas informatizados em SAA



A análise das informações hidroenergéticas é essencial para a realização das ações no SAA, sendo importante registrar os dados dos equipamentos eletromecânicos e das unidades do SAA em cadastros informatizados e atualizados.

O Eng^o Augusto da Gama Rego²⁰ ressalta que o conhecimento da infraestrutura do SAA é determinante para a eficiente gestão hidroenergética, pois as lacunas de dados dos cadastros hidráulico, elétrico e eletromecânico impedem o desenvolvimento de rotinas operacionais e de procedimentos de medição mais adequados, o que culmina em deficiência no setor comercial.

A utilização de Sistema de Informações Georeferenciadas permite a obtenção da informação de forma especializada, possibilitando a análise do desempenho

²⁰ Augusto da Gama Rego. Desenvolvimento e aplicação de modelo para avaliação de perdas hidroenergéticas em sistema de abastecimento de água. Qualificação de Tese de Doutorado em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia – Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará. No Prelo. Defesa em 2013

hidroenergético do SAA em menor tempo e tornando mais rápida a tomada de decisão.

O uso dessas ferramentas de informática deve ser previsto no Plano de Ação de Gerenciamento Hidroenergético Integrado, que pode relacionar os dados dos equipamentos das Unidades Consumidoras de Energia Elétrica (UCEE) com os dados de perda real de água, como vazamentos reclamados e recuperados; e de perda de faturamento, como números de imóveis ativos no cadastro comercial do prestador do serviço de abastecimento de água.

Pelo exposto, os dados e informações hidroenergéticas devem ser registrados, sistematizados e analisados em todas as atividades e ações, bem como disponibilizados para consulta de todos os colaboradores, pois isso permite o conhecimento da situação hidroenergética e o envolvimento nos objetivos e metas estabelecidos para o uso racional de água e de energia elétrica no SAA.

6 PERDA DE ÁGUA NO SAA

A sustentabilidade da prestação do serviço de abastecimento de água requer a análise dos dados de perda real do volume de água no SAA e de perda de faturamento do produto entregue ao consumidor, razão para na gestão desse serviço ser preciso o planejamento de ações integradas e complementares dos setores operacional e comercial do SAA.

6.1 PERDA REAL DE ÁGUA

A perda real de água no SAA é a diferença entre o volume captado de água bruta e o volume de água utilizado pelos usuários (volume consumido).

Para a melhor gestão do SAA, devem ser conhecidos, separadamente, os valores dos volumes perdidos de água por problemas estruturais e operacionais (vazamentos, extravasamentos etc.); de água de serviço utilizada nas unidades (lavagem de filtros, desobstrução de redes etc.) e de água de uso especial (combate a incêndios, situações de emergência etc.). Isso possibilita a realização de ações específicas para o uso racional de água no SAA, como a agilidade na recuperação de vazamentos, a definição do período ideal para lavagem dos filtros, o registro do volume de água utilizado pelos bombeiros etc.

Santos (2010) observa que a perda de água por vazamentos pode ocorrer em todas as unidades do SAA, conforme representado no Desenho 10.

Na prática são utilizados equipamentos de medição, como os macromedidores que registram os valores de vazão e totalizam o volume de água na entrada e saída de cada unidade.

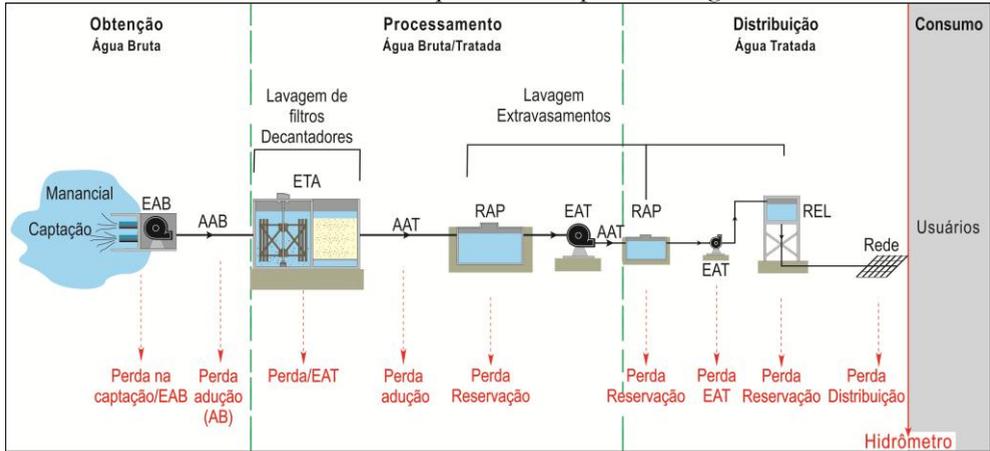
Na unidade de captação é utilizada a água de serviço para limpeza da grade e do desarenador instalado na tomada de água superficial ou para limpeza e desenvolvimento de poços. Normalmente esse volume não é quantificado pelo prestador do serviço de abastecimento de água.

Werdine (2002) comenta que as perdas na adução de água são relacionadas com a vazão de operação, o estado das tubulações, as pressões de serviço etc., tendo maior impacto nas adutoras de grande diâmetro, extensão e/ou deterioradas. Os vazamentos na adução provocam grandes transtornos, pois podem ocasionar interrupção da operação de grande parte das unidades do SAA.

A perda de água nas linhas adutoras também pode ocorrer no volume excessivo de descargas realizadas nos testes de estanqueidade, na desobstrução ou na limpeza dessa tubulação.

Na ETA podem ser observadas perdas de água na lavagem de filtros, floculadores, decantadores e nas descargas de lodo, bem como na utilização de volume de água de serviço além do necessário.

Desenho 10 – Unidades do SAA em que ocorrem perdas de água



Na Fotografia 9 são mostrados o reservatório elevado que armazena o volume de água de serviço na ETA (a), os sistemas de preparação e dosagem de produto químico (b, c e d), os flocculadores da massa líquida (e), a limpeza e remoção de lodo na unidade de decantação (f e g) e a retrolavagem na unidade de filtração (h e i).

Fotografia 9 – Utilização de água de serviço na ETA



Fonte: Universidade Federal do Pará (2006).

Brasil (2004b) ressalta que o volume perdido de água na ETA pode variar de 2 a 10%, dependendo do estado das instalações e da eficiência operacional.

Mesquita et al. (2007) comentam que o volume perdido de água em estações de tratamento resulta em perda de produto químico e de energia elétrica, repercutindo diretamente nas despesas das empresas de saneamento, portanto, são indispensáveis ações que objetivem melhorar o controle da operação das ETAs, como na lavagem de filtros.

As falhas em procedimentos rotineiros podem resultar em perda de água na tubulação extravasora²¹ de reservatórios apoiados e elevados. Normalmente, essas perdas acontecem pela falta de dispositivos para controle do nível de água, como sensores ou boias.

As trincas e problemas na impermeabilização ou na estrutura das instalações físicas da ETA e dos reservatórios resultam em perda de volume de água, o que não é fácil de detectar nas obras enterradas.

Os vazamentos nas tubulações da rede de distribuição e dos ramais prediais podem ser provocados por terceiros, como na escavação de obras de outros setores da infraestrutura urbana (drenagem, telefonia etc.); nas condições operacionais inadequadas, como sobrepressões, golpe de aríete etc.; ou no uso de tubos e conexões de materiais inadequados.

Os vazamentos reduzem os valores de pressão e de vazão da água disponibilizada para os consumidores, tendo maior impacto nos locais sem setorização da rede de distribuição de água. O grande período de tempo entre a identificação e a recuperação do vazamento aumenta o consumo de energia elétrica no SAA e reduz o volume a ser faturado na prestação do serviço de abastecimento de água.

Na gestão do SAA devem ser estabelecidos os volumes desviados (perdidos) em cada unidade e por Grupo de unidades, conforme Quadro 4.

É importante observar que os vazamentos podem ocorrer nos tubos, válvulas, registros, peças e conexões, bem como em estruturas danificadas das unidades, nas fissuras de paredes de concreto de reservatórios e instalações da ETA. Na Fotografia 10 é mostrado vazamento em rede de distribuição de água.

Normalmente, a perda real de água é determinada em volume (m^3) no período analisado (dia, semana, mês, ano), sendo decorrente de falha ou ineficiência na operação e manutenção das unidades. Essa perda real corresponde ao volume produzido de água (m^3 /período) que não chega ao consumidor, conforme parcelas representadas no Esquema 2.

As parcelas de P1 a P3 e de P4 a P7 são relacionadas com o volume perdido de água bruta e com o volume perdido de água tratada, respectivamente. Por sua vez, as parcelas de P8 a P11 correspondem ao volume perdido de água tratada em cada setor de distribuição, representando a soma dos valores específicos das diversas áreas atendidas.

²¹ Tubulação instalada acima do nível superior de operação de reservatórios, que transporta o volume excedente de água até grandes galerias, canais ou corpos de água.

Considerando um SAA que tenha três setores de distribuição de água (A, B e C), os valores das parcelas P8 a P11 devem ser a soma dos resultados de A + B + C, por exemplo:

$$P_{11} \text{ do SAA} = P_{A11} + P_{B11} + P_{C11}$$

Quadro 4 – Parcelas de perda de água nas unidades do SAA

Grupo	Unidade	Perda	
Obtenção	Captação	Limpeza grade, desarenador e canal de tomada de água	P1
	EAB	Limpeza poços de sucção e úmido/ Vazamento tubulações e CMBs	P2
	Adutora AB	Vazamentos tubos, válvulas, registros, peças e conexões	P3
Processamento	ETA	Manutenção decantadores, filtros etc. Vazamento em tubulações, comportas etc.	P4
	Reservação	Extravasamentos e limpeza reservatórios	P5
	EAT	Limpeza poços de sucção e úmido / Vazamento tubulações e CMBs	P6
	Adutora AT	Vazamentos tubos, válvulas, registros, peças e conexões	P7
Distribuição	Res. Apoiado	Extravasamentos e limpeza reservatórios	P8
	EAT	Limpeza de poço de sucção e poço úmido / Vazamento tubulações e CMBs	P9
	Res. Elevado	Extravasamentos e limpeza reservatórios	P10
	Rede	Vazamentos tubos, válvulas, registros, peças, conexões e ramais prediais	P11

Notas: EAB - elevatória de água bruta; AT – água tratada; EAT – elevatória de água tratada.

Fotografia 10 – Vazamento em rede de distribuição de água



Fonte: Universidade Federal do Pará (2006).

Esquema 2 – Parcelas da perda real de água no SAA

Perda Real de Água		
Obtenção	Processamento	Distribuição
P1 + P2 + P3	P4 + P5 + P6 + P7	P8 + P9 + P10 + P11

A perda real de água na rede de distribuição (P11) influencia a operação de todas as unidades do SAA, sendo a diferença entre o volume de água que entra (disponibilizado ou distribuído) na rede de distribuição e a soma dos valores consumidos pelos usuários. Quando esse valor é elevado, as unidades anteriores são operadas com capacidade superior ao projetado, para garantir o abastecimento de água. Caso contrário, pode ocorrer racionamento e até falta de água na área atendida pela rede de distribuição de água.

Na gestão operacional devem ser monitorados e quantificados os valores de perda de água ao longo do SAA, pois isso permite identificar os pontos mais problemáticos e definir as ações para a redução da perda real de água no SAA.

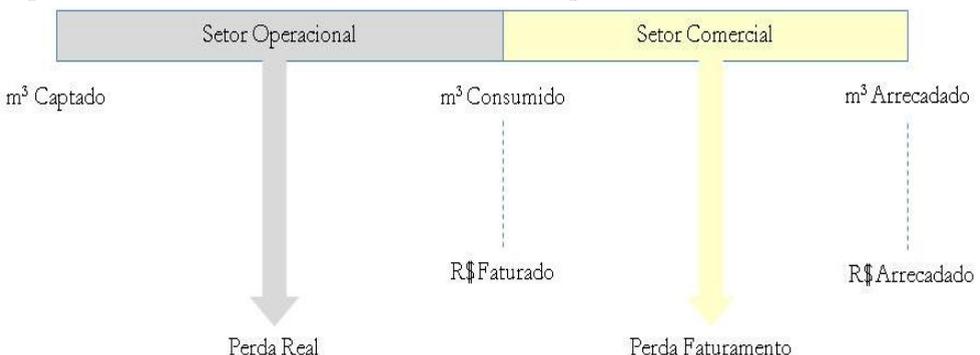
6.2 PERDA DE FATURAMENTO

A perda de faturamento corresponde à diferença, em moeda corrente, dos valores faturado e arrecadado, sendo, portanto, o recurso monetário referente ao serviço prestado que não entra no caixa da empresa por falta de pagamento do consumidor.

O valor total faturado (R\$) deve corresponder ao volume total consumido pelos usuários (m^3). Com isso, as instalações prediais dos usuários, mais precisamente os hidrômetros, representam a interação entre os setores operacional e comercial da gestão do SAA, conforme representado no Esquema 3.

Na gestão do SAA devem ser conhecidos e relacionados os valores da perda real de água (m^3), das despesas de exploração (R\$) e do faturamento (m^3 e reais), pois isso permite melhor entendimento do desempenho do SAA.

Esquema 3 – Ponto de interação entre os setores operacional e comercial



O valor faturado em reais (R\$) serve para avaliar o quanto é “cobrado” com o serviço realizado no SAA, devendo ser utilizado na definição das metas de equilíbrio econômico-financeiro da empresa em relação às despesas para prestação desse serviço.

Nessa mesma lógica, é preciso verificar quanto foi arrecadado em relação ao faturado (cobrado), ou seja, qual o pagamento do consumidor pelo produto entregue. Vale observar que nem todo volume faturado é devidamente pago pelos usuários, ou seja, transformado em recurso financeiro para a empresa.

A diferença entre os valores faturado e arrecadado é considerada como perda de faturamento, sendo um dos principais problemas na prestação dos serviços de abastecimento de água.

Entretanto, o conceito de perda de faturamento tem sido confundido com o de perda aparente, que para Gomes e Jerolimski (2008) corresponde ao volume de água distribuída para os usuários, mas não contabilizado devido à submedição e fraudes, sem considerar o valor não pago pelo consumo da água.

O termo perda aparente é adotado de forma equivocada no balanço hídrico proposto pela International Water Association (IWA), pois é incluída como uma das perdas de água não faturada e chamada de perdas comerciais, conforme apresentado no Quadro 5.

Quadro 5 – Balanço hídrico da IWA

Entrada de Água no Sistema (inclui água importada)	Consumo autorizado	Consumo autorizado faturado	Consumo faturado medido (inclui água exportada)	Água faturada
			Consumo faturado não medido (estimado)	
		Consumo autorizado não faturado	Consumo não faturado medido (usos próprios)	Água não faturada (perdas comerciais)
			Consumo não faturado não medido	
	Perdas de água	Perdas aparentes	Uso não autorizado (fraudes)	
			Erros de medição	
		Perdas reais	Vazamentos em ramais prediais	
			Vazamentos adutoras / redes de distribuição	
Perdas reais	Vazamentos e extravasamento em reservatórios			
	Fugas nos ramais (a montante do ponto de medição)			

Fonte: IWA (apud BOVO, 2008).

Por outro lado, na prática é difícil a avaliação do desempenho do SAA com essa proposta da IWA, em razão de ser muito difícil a medição de consumos e de perdas, como os volumes de água de uso não autorizado e de erros de medição, bem como por não permitir o conhecimento da situação por unidade ou por Grupo (obtenção, processamento e distribuição) do SAA. Com isso, a falta de detalhamento e de quantificação resulta em “estimativas” dos volumes de água, o que não corresponde à realidade do SAA.

Desse modo, o valor da perda aparente corresponde ao volume de água entre a rede e o usuário, porém que não é quantificado para faturamento. É possível considerar essa perda aparente como perda real de água na unidade de distribuição (P_{11}), razão para não ser confundida com a perda de faturamento, que é a diferença entre os valores faturados e arrecadados na relação empresa – usuários.

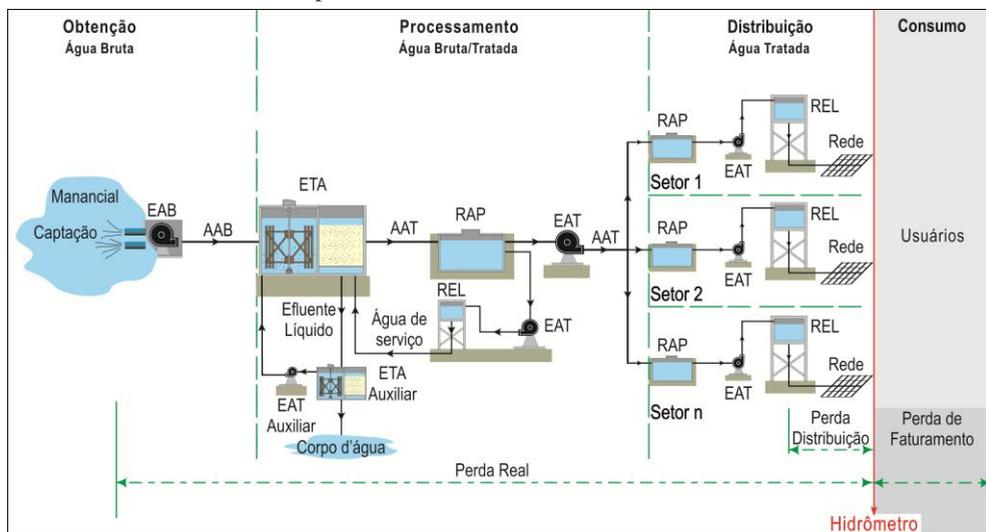
Tsutiya (2006) ressalta que as perdas de faturamento estão diretamente associadas aos recursos financeiros que a empresa deixa de receber por falta de pagamento de volumes de água consumidos.

Em termos físicos, a perda real ocorre entre a captação de água e o final da unidade de distribuição, no caso os hidrômetros das ligações prediais. Esse é o ponto que separa o prestador de serviço dos usuários do SAA, sendo esses últimos os que respondem pelas instalações internas de água de cada imóvel ativo.

Assim, a conversão do volume de água registrado no hidrômetro (consumido) em moeda corrente corresponde ao valor de faturamento, sendo a diferença entre este e o valor em moeda corrente pago pelos consumidores (arrecadado) a perda de faturamento.

No Desenho 11 são apresentados os limites de perda real de água e de perda de faturamento.

Desenho 11 – Perda real e perda de faturamento



O aumento do valor da perda real de água reduz o montante a ser recebido e a perda de faturamento desequilibra a sustentabilidade econômica do prestador do serviço, o que pode dificultar o pagamento das despesas de exploração, como a de energia elétrica.

Com isso, neste livro são adotados os conceitos e procedimentos para determinação da perda real de água e de perda de faturamento, em razão dos parâmetros utilizados na determinação desses valores serem factíveis e práticos, no caso:

- a) na determinação do valor da perda real são utilizados medidores de volume em m³ (macromedidores e micromedidores);
- b) na determinação do valor da perda de faturamento são utilizados valores monetários, em R\$, que podem ser verificados na própria empresa (valor cobrado e valor recebido).

7 CONSUMO E DESPESA DE ENERGIA ELÉTRICA NO SAA

No atual cenário de alta competitividade de mercado, empresas que desejem alcançar um bom patamar de desenvolvimento não podem admitir o desperdício ou usar a energia elétrica de forma ineficiente. Portanto, é necessário incentivar novas práticas de procedimentos técnicos operacionais a todos os colaboradores da organização, de modo a obter o mesmo produto ou serviço com menor consumo de energia, eliminando desperdícios e assegurando a redução dos custos (MOURA, 2010).

Nesse contexto, é preciso modificar o enfoque ao problema hidroenergético no SAA, passando da produção de grande volume de água com elevado consumo e despesa de energia elétrica para a utilização do volume necessário com maior eficiência energética. Isso requer ações para melhorar o desempenho em todo o SAA, o que inclui o combate sistemático de perdas, a eliminação do desperdício de água de serviço e o uso adequado de energia elétrica na operação do SAA.

De acordo com Bahia et al. (1998), eficiência energética é utilizar processos e equipamentos energeticamente mais eficientes, a fim de reduzir o desperdício na oferta e no uso de energia elétrica.

Condurú e Pereira (2010) citam que a eficiência energética está relacionada com as características de cada sistema de abastecimento de água, precisando de controle operacional, macromedição dos volumes, setorização da rede de distribuição, micromedição do volume consumido nas instalações prediais, qualidade e compatibilidade dos cadastros técnico e comercial, entre outras ações.

Reis Junior (2012) observa que a eficiência energética em sistemas de bombeamento de água é uma boa alternativa para reduzir as despesas e melhorar os serviços de distribuição, bem como para atender às necessidades de água da crescente população.

Na busca da eficiência energética no SAA é preciso identificar os pontos de consumo de energia elétrica, os horários em que a tarifa de energia elétrica apresenta os maiores valores e a relação da perda de água com as despesas de energia elétrica. O primeiro serve para classificar as unidades por prioridade de ações hidroenergéticas, o segundo para avaliar alternativas para a rotina operacional dos equipamentos eletromecânicos do SAA e o último para relacionar o volume perdido de água com o aumento da despesa operacional de energia elétrica no SAA.

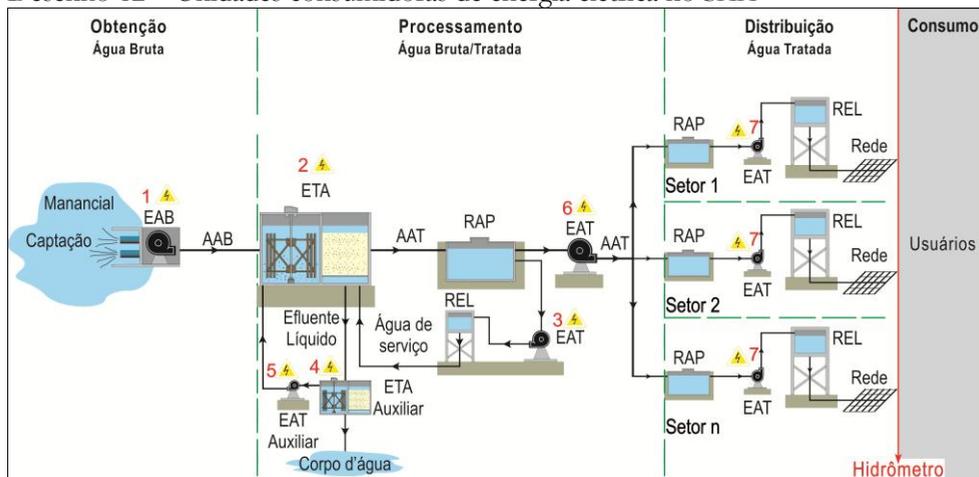
7.1 CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO SAA

O consumo de energia elétrica é relacionado com a configuração e o tipo de unidades, com o número de equipamentos e com a rotina de operação e manutenção do SAA.

Nas UCEEs são utilizados equipamentos eletromecânicos na rotina normal de operação do SAA, como os conjuntos motor e bomba das estações elevatórias de água bruta (EAB) e de água tratada (EAT), bem como os agitadores, floculadores, raspadores de lodo etc. da ETA. Essas unidades são identificadas no Desenho 12, no caso:

- a) EAB (1) no Grupo Obtenção;
- b) ETA (2), EAT de água de serviço (3), ETA auxiliar (4), EAT auxiliar (5) e EAT (6) no Grupo Processamento;
- c) EAT do setor (7) no Grupo Distribuição.

Desenho 12 – Unidades consumidoras de energia elétrica no SAA



Outros pontos de consumo de energia elétrica podem ser observados em algumas ETAs, no caso as instalações de bombeamento e de tratamento do sistema de recuperação do volume de água de serviço. Contudo, na maioria das ETAs instaladas nos municípios brasileiros ainda é comum o lançamento de água de serviço diretamente no manancial.

O consumo de energia elétrica depende da vazão, da altura manométrica e da eficiência dos equipamentos eletromecânicos, precisando ser observado de forma individual para cada UCEE e de forma global para o SAA.

O desempenho das UCEEs pode ser afetado pelas características e condições operacionais das outras unidades do SAA. Por exemplo, a perda de água na rede de distribuição pode modificar a rotina operacional dos equipamentos eletromecânicos, muitas vezes com aumento no período de funcionamento para compensar, com maior volume de água, a demora na recuperação de vazamentos nas tubulações.

Ainda é preciso observar que no deslocamento da água ocorre a utilização de energia disponibilizada em uma ou mais UCEE. Com isso, o volume perdido de água impacta no consumo de energia elétrica de todas as unidades do SAA, conforme pode ser observado no Quadro 6.

Quadro 6 – Relação entre perda de água e UCEE

Perda Real de Água		Unidade Consumidora EE				
Grupo	Unidade	EAB	ETA	EAT	EAT Setor	UCEE
Obtenção	EAB (1)	...kWh				1 ^a
	Adutora AB					
Processamento	ETA (2, 3, 4 e 5)	...kWh	...kWh			2 ^a
	Res. ETA					
	EAT (6)	...kWh	...kWh	...kWh		3 ^a
	Adutora AT					
Distribuição	Res. Apoiado					
	EAT setor (7)	...kWh	...kWh	...kWh	...kWh	4 ^a
	Res. Elevado					
	Rede					

Nota: o consumo de energia elétrica na ETA é a soma dos valores da própria ETA e da elevatória de água de serviço. Quando existir sistema de recuperação de água na ETA, também devem ser somados os valores da ETA auxiliar e da EAT auxiliar.

Assim, na quantificação da energia elétrica desperdiçada no volume perdido de água devem ser considerados e somados os valores de todas as UCEE de montante. Por exemplo, 1 m³ de água perdido na rede de distribuição agrega o consumo de energia elétrica de quatro UCEE, a saber:

kWh (1 m³ água perdida rede) = kWh EAB + kWh ETA + kWh EAT + kWh EATs

A agregação (soma) dos valores das UCEE também é essencial para a determinação do consumo útil de energia elétrica no SAA, o que, assim como no valor da energia elétrica desperdiçada no volume perdido de água, é influenciado pela eficiência, horário de funcionamento e operação de cada equipamento.

7.2 DESPESA DE ENERGIA ELÉTRICA

A despesa de energia elétrica é um dos principais itens da despesa de exploração do SAA e deve representar o real valor do consumo de energia elétrica. Essa despesa aumenta diretamente com o horário de funcionamento e indiretamente com o volume de água perdido em vazamentos, lavagem excessiva de instalações, ligações clandestinas etc.

Além disso, o prestador do serviço de abastecimento de água deve observar o custo de energia elétrica em função das particularidades do contrato com a concessionária de energia elétrica, como o enquadramento tarifário da UCEE, o valor da demanda contratada etc.

A despesa com energia elétrica tem grande impacto na despesa de exploração das prestadoras regionais, com variação entre 7,38 % e 21,67 % nos dados de 2010 e entre 4,50% e 39,15% nos dados de 2011 apresentados no SNIS, conforme relacionado na Tabela 5 (BRASIL, 2012, 2013).

A variação na participação das despesas com energia elétrica no DEX serve como indicador do desempenho na prestação dos serviços de abastecimento de água,

porém precisa ser avaliada em função do volume produzido de água, dos horários de funcionamento dos equipamentos, da altura manométrica de operação, do volume perdido de água entre outros fatores.

Tabela 5 – Participação da despesa com energia elétrica nos custos de exploração das Prestadoras de Serviço Regional

Prestadoras Regionais	Volume produzido (1000 m ³ /ano)		Dex EE / Dex (%)	
	2010	2011	2010	2011
CAEMA	285.242,20	305.194,66	21,67	39,15
CAERN	230.620,00	239.114,93	21,62	22,76
COMPESA	625.634,20	680.613,52	21,32	19,16
CASAL	142.825,80	145.074,03	21,08	24,38
COSANPA	152.862,80	152.377,00	18,11	19,83
CESAN	520.892,00	245.796,06	15,20	12,53
SANEPAR	650.110,80	681.768,94	15,10	15,58
CAGECE	316.640,00	379.844,00	14,29	17,96
SANEATINS	75.709,30	78.749,30	13,99	17,60
CAGEPA	201.151,20	216.655,74	13,98	15,48
DEPASA	20.113,30	19.680,34	13,83	14,38
COPANOR	5.050,00	7.578,45	13,82	21,52
EMBASA	657.530,40	659.369,22	13,28	12,41
DESO	165.697,40	179.276,00	13,17	14,32
COPASA	887.213,30	905.929,75	13,09	12,63
SANEAGO	342.225,70	352.909,57	12,52	9,97
SABESP	2.948.771,30	2.988.678,85	12,51	11,65
SANESUL	97.621,10	99.766,28	12,24	12,95
CAER	46.304,30	44.576,47	12,05	9,75
CAERD	67.833,90	69.593,34	11,61	11,11
CEDAE	1.716.359,20	2.167.166,00	10,99	12,34
AGESPISA	163.527,70	195.921,79	10,91	14,22
COSAMA	14.669,70	15.986,72	10,85	10,26
CASAN	197.016,50	280.054,68	9,44	8,80
CORSAN	521.942,10	507.027,44	8,94	10,16
CAESA	68.846,70	70.337,94	8,54	4,50
CAESB	230.714,00	234.902,00	7,38	6,25

Fonte: Brasil (2012, 2013).

7.3 HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO E DESPESA DE ENERGIA ELÉTRICA

O horário de funcionamento dos equipamentos eletromecânicos tem impacto no custo de energia elétrica. A concessionária de energia elétrica emite fatura com dois valores para a energia consumida na UCEE:

- a) em 21 horas do dia é cobrado um valor X por Kwh, no período denominado Horário Fora de Ponta;

- b) nas outras 3 horas do dia é aumentado o valor X por Kwh em cerca de três vezes, no período denominado de Horário de Ponta.

O estabelecimento desses horários varia entre as concessionárias de energia elétrica, sendo em algumas adotadas as dezessete primeiras horas e as três últimas horas do dia para o Horário Fora de Ponta, ficando as demais horas para o Horário de Ponta, como representado no Quadro 7.

Quadro 7 – Horários de consumo de energia elétrica: de Ponta e Fora de Ponta

Horário	Fora de Ponta	Ponta	Horário	Fora de Ponta	Ponta
00 - 01	x	-	12 – 13	x	-
01 - 02	x	-	13 – 14	x	-
02 – 03	x	-	14 – 15	x	-
03 – 04	x	-	15 – 16	x	-
04 – 05	x	-	16 – 17	x	-
05 - 06	x	-	17 – 18	x	-
06 - 07	x	-	18 – 19	-	3x
07 - 08	x	-	19 – 20	-	3x
08 – 09	x	-	20 – 21	-	3x
09 – 10	x	-	21 – 22	x	-
10 – 11	x	-	22 – 23	x	-
11 - 12	x	-	23 - 24	x	-

Condurú e Pereira (2010) comentam que é preciso considerar o funcionamento dos equipamentos eletromecânicos de cada UCEE nos horários de ponta e fora de ponta, pois o detalhamento dessa informação hidroenergética é importante para a avaliação das despesas de exploração.

Para reduzir ou evitar o funcionamento de equipamentos eletromecânicos no período das 3 horas que correspondem ao horário de ponta, devem ser analisadas as melhores alternativas de operação das unidades do SAA.

Na gestão do SAA é preciso buscar a eficiência energética, o que inicia na escolha adequada dos equipamentos e passa pelo ajuste no horário de seu funcionamento, pela regularidade da manutenção e pela realização de ações que resultem em uso racional de água e de energia elétrica no SAA.

7.4 PERDA REAL DE ÁGUA E DESPESA DE ENERGIA ELÉTRICA

A energia utilizada para o deslocamento do volume perdido de água pode ser considerada como **energia desperdiçada**, já que o usuário não utiliza essa massa líquida. Portanto, quanto maior o volume real perdido de água, maior o desperdício de energia elétrica, sendo que essa situação pode comprometer a sustentabilidade da prestação do serviço de abastecimento de água.

Os elevados valores de volume perdido de água e de consumo de energia elétrica nos SAAs aumentam a participação do setor na matriz energética brasileira, o que já exige ações do governo, das prestadoras e dos usuários dos serviços de abastecimento de água.

Como essa **energia desperdiçada** afeta o setor de energia elétrica, no Plano Nacional de Eficiência Energética foi previsto o potencial técnico de recuperação de energia elétrica de 4,705 TWh, valor correspondente a 45,19% do consumo de energia elétrica do setor, sendo:

- a) 2,62 TWh com a redução de perdas reais de água;
- b) 2,08 TWh com a redução da altura manométrica de bombeamento, modulação de carga, uso de conversores de frequência, sistemas e bombas eficientes (BRASIL, 2010b).

Essas metas propostas no Plano Nacional de Eficiência Energética demonstram a necessidade de melhorar o desempenho hidroenergético nos SAAs brasileiros.

Cheung et al. (2007) estimam o consumo de 0,6kWh para produzir 1m³ de água potável, ressaltando que o volume perdido de água aumenta o consumo de energia elétrica no SAA.

Para reduzir o custo de energia elétrica, Tsutiya (2006) observa a necessidade de diagnóstico do SAA existente, com a identificação dos pontos de uso excessivo de energia, de ações administrativas, entre outras ações.

A adequação da rotina operacional reduz o volume perdido de água e melhora o desempenho econômico do prestador do serviço de abastecimento de água, podendo resultar em tarifas menores para os usuários e em recursos para investimentos no SAA.

Contudo, as deficiências de macromedição e de micromedição impedem o conhecimento do real volume perdido de água, situação ainda agravada nos locais sem setorização da rede de distribuição. Com isso, os valores de volume perdido de água e de energia desperdiçada são apenas estimados em muitos locais, o que demonstra a ineficiência na prestação dos serviços de abastecimento de água e prejudica o planejamento do setor, a gestão do prestador do serviço e a tarifação do volume de água consumido.

A mudança desse quadro exige a conscientização do problema e o ajuste de procedimentos, processos e técnicas na rotina diária do SAA, o que requer o envolvimento e participação de todos.

Miranda (2006) comenta que o gerenciamento de perdas exige, antes de tudo, o seu conhecimento pleno, pois conhecer e quantificar corretamente as perdas é essencial e indispensável para a implementação de ações tecnológicas que facilitem a identificação e possibilitem medições cada vez mais precisas dos volumes de água perdidos.

Nesse sentido, a elaboração de Plano de Eficiência Hidroenergética no SAA é a decisão gerencial que demonstra a disposição em modificar a situação, sendo o instrumento para o acompanhamento e a efetiva participação de todos os atores envolvidos nessa questão.

Contudo, qualquer ação ou plano de eficiência hidroenergética precisa do real conhecimento da situação, ou seja, o planejamento e a gestão do SAA somente são desenvolvidos a contento quando baseados em informações hidroenergéticas de qualidade.

8 INFORMAÇÕES HIDROENERGÉTICAS EM FONTES GOVERNAMENTAIS

A informação em saneamento básico é apresentada em fontes governamentais, como a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em parceria com o Ministério das Cidades, a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) e o Censo Demográfico, ambas do IBGE, o Atlas Brasil: Abastecimento Urbano de Água, da Agência Nacional de Águas (ANA), do Ministério do Meio Ambiente (MMA), e o SNIS, do Ministério das Cidades.

Em relação ao uso racional de água e energia, os dados registrados na PNSB²² são restritos ao volume de água distribuída e à faixa de volume consumida nos municípios brasileiros, não apresentando dados de energia elétrica. Portanto, são insuficientes para quantificar / estimar o volume de água e o consumo e a despesa de energia elétrica nos sistemas de abastecimento de água.

A PNAD²³ e o Censo Demográfico²⁴ apenas trazem dados gerais das características dos domicílios brasileiros, como o abastecimento de água com ou sem canalização e se os domicílios têm ou não iluminação elétrica (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2011a, 2011b). As informações dessas três bases são gerais e não são desmembradas por sistemas de abastecimento de água. Com isso, não são adequadas para subsidiar a tomada de decisão na temática hidroenergética. O Atlas Brasil - Abastecimento Urbano de Água²⁵ não apresenta

²² A PNSB tem o objetivo de investigar as condições de saneamento básico de todos os municípios brasileiros, pela oferta e qualidade dos serviços e análise das condições ambientais e implicações diretas com a saúde e qualidade de vida. A coleta desses dados se dá por amostragem, com cobertura nacional de investigação nos municípios brasileiros, sendo um levantamento censitário.

²³ A PNAD objetiva a produção de informações básicas para o estudo do desenvolvimento socioeconômico do País e a coleta de informações anuais sobre características demográficas e socioeconômicas da população (sexo, idade, educação, trabalho, rendimento etc.), bem como as características dos domicílios (saneamento, energia elétrica etc.).

²⁴ O Censo Demográfico objetiva colher informações sobre quem, quantos, onde e como vivem os brasileiros, visando conhecer melhor a evolução da distribuição territorial da população do País e as principais características socioeconômicas das pessoas e dos seus domicílios, sendo o saneamento básico retratado pelo número de domicílios atendidos pelos serviços de abastecimento de água, de esgotamento sanitário e de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

²⁵ O objetivo do Atlas Brasil é analisar a oferta de água à população urbana e propor alternativas técnicas para garantir o abastecimento aos municípios brasileiros. A coleta das informações se deu por meio de reuniões entre representantes federais, estaduais e municipais responsáveis pelos setores de recursos hídricos e saneamento. No que diz respeito aos recursos hídricos participaram órgãos gestores estaduais e de Comitês e Agências de Bacias Hidrográficas e para o saneamento contou-se com os prestadores municipais ou estaduais dos serviços de água e esgoto, sendo coordenado pela Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos da ANA, além da participação de outros parceiros institucionais (ANA, 2010).

dados hidroenergéticos dos sistemas de abastecimento de água. De acordo com ANA (2010), nesta base são disponibilizados dados relacionados às demandas urbanas, à disponibilidade hídrica dos mananciais, à capacidade dos sistemas de produção de água e aos serviços de coleta e tratamento de esgotos.

O SNIS é a fonte mais utilizada para tomada de decisão nos setores de abastecimento de água, esgotamento sanitário e resíduos sólidos, tendo dados de volumes de água e de consumo e custo de energia elétrica. Contudo, a falta de detalhamento das informações hidroenergéticas, por SAA, grupo ou unidade, dificulta a tomada de decisão para diminuir as perdas de água e o custo de operação nos SAAs dos municípios brasileiros. Além disso, o SNIS apresenta grande defasagem entre a coleta e a publicação dos dados, conforme pode ser observado no Quadro 8.

A limitação de dados hidroenergéticos na PNSB, na PNAD, no Censo Demográfico, no Atlas Brasil de Água e a insuficiência de detalhamento deles no SNIS impedem o conhecimento do desempenho hidroenergético no setor de abastecimento de água.

Apesar dessa situação e das lacunas, o SNIS ainda é o instrumento governamental utilizado para o planejamento e definição de investimentos no setor de abastecimento de água. Um exemplo disso é a utilização de dados do SNIS no Plano Nacional de Eficiência Energética, do Ministério de Minas e Energia, que estabeleceu o potencial técnico de recuperação de energia elétrica com a redução das perdas reais de água.

Quadro 8 – Periodicidade de coleta e publicação dos dados do SNIS, PNSB, PNAD, Censo Demográfico e Atlas Brasil de Abastecimento de Água

Fontes de Informação	Coleta	Publicação
SNIS	2011	2013
PNSB	2008	2010
PNAD	2011	2011
Censo Demográfico	2010	2010 parcial, atualizações 2011 e 2012 e final 2013
Atlas Brasil de Abastecimento de Água	2009	2010

Fonte: ANA (2010), Brasil (2012), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2011a, 2011b, 2013).

Pelo exposto, é preciso analisar os dados e indicadores constantes no SNIS que podem ser relacionados com a temática hidroenergética no setor de abastecimento de água.

8.1 SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS)

A metodologia do SNIS abrange as fases de coleta, tratamento, organização, armazenamento, recuperação e divulgação dos dados registrados na base desse sistema.

Os dados do SNIS são fornecidos voluntariamente por companhias estaduais, empresas e autarquias municipais, empresas privadas e as próprias prefeituras, porém

não são auditados. No ano de 2011 foram registrados dados de 4.941 municípios²⁶ atendidos com abastecimento de água (BRASIL, 2013).

Condurú (2012) ressalta a necessidade de tornar requisito obrigatório a auditoria das informações que alimentam o SNIS, a fim de dar credibilidade e confiabilidade da situação do saneamento básico.

Entre as deficiências de informações do SNIS que dificultam a análise da situação, o planejamento e a tomada de decisão no setor de abastecimento de água estão:

- a) não apresenta dados de todos os municípios brasileiros;
- b) os dados não são detalhados por SAA;
- c) a atualização do banco de dados dos serviços de água é realizada de dois em dois anos;
- d) a disseminação das informações na Internet não ocorre em tempo real.

As informações hidroenergéticas no SNIS ainda são limitadas e insuficientes para a tomada de decisão no setor de abastecimento de água.

8.1.1 Dados do SNIS relacionados com a eficiência hidroenergética

Os dados hidroenergéticos do SNIS são relacionados ao volume perdido de água (real e faturado) e ao consumo e custo de energia elétrica de municípios brasileiros, de acordo com os prestadores dos serviços de abastecimento de água.

Para melhor entendimento dos dados do SNIS que tem alguma relação com a questão da perda real de água no setor de abastecimento de água, optou-se por dividir os dados do SNIS em categorias, no caso em volume de água:

- a) por grupo de unidades do SAA (Grupo de Obtenção, Grupo de Processamento e Grupo de Distribuição);
- b) de serviço;
- c) medidos e estimados;
- d) que constam do glossário, porém não são encontrados nas tabelas do SNIS.

Em relação aos dados de volumes do Grupo de Obtenção de Água Bruta, no SNIS somente é observado um dado de volume que apresenta conceito no glossário e valores nas tabelas, no caso:

VOLUME DE ÁGUA BRUTA EXPORTADO AG017

- Volume anual de água bruta transferido para outros agentes distribuidores, sem qualquer tratamento. A receita com a exportação de água deve estar computada na informação FN007. Para prestadores de serviços de

²⁶ O SNIS apresenta informações de abastecimento de água de 88,8% dos municípios brasileiros.

abrangência regional (X004) e microrregional (X003), nos formulários de dados municipais (informações desagregadas), o volume de água bruta exportado deve corresponder ao envio de água para outro prestador de serviços ou para outro município do próprio prestador.

Unidade: 1.000 m³/ano (BRASIL, 2013, p.44).

O Grupo de Processamento de Água é o que tem o maior número de dados de volume conceituados no glossário, num total de seis, e com valores constantes nas tabelas do SNIS, sendo três deles referentes à procedência do volume de água, como:

VOLUME DE ÁGUA PRODUZIDO AG006

- Volume anual de água disponível para consumo, compreendendo a água captada pelo prestador de serviços e a água bruta importada (AG016), ambas tratadas na(s) unidade(s) de tratamento do prestador de serviços, medido ou estimado na(s) saída(s) da(s) ETA(s) ou UTS(s). Inclui também os volumes de água captada pelo prestador de serviços ou de água bruta importada (AG016), que sejam disponibilizados para consumo sem tratamento, medidos na(s) respectiva(s) entrada(s) do sistema de distribuição. Para prestadores de serviços de abrangência regional (X004) ou microrregional (X003), nos formulários de dados municipais (informações desagregadas), esse campo deve ser preenchido com os volumes produzidos DENTRO DOS LIMITES DO MUNICÍPIO EM QUESTÃO. Esse volume pode ter parte dele exportada para outro(s) município(s) atendido(s) ou não pelo mesmo prestador de serviços.

Unidade: 1.000 m³/ano.

[...]

VOLUME DE ÁGUA TRATADA IMPORTADO AG018

- Volume anual de água potável, previamente tratada (em ETA(s) ou em UTS(s)), recebido de outros agentes fornecedores. Deve estar computado no volume de água macromedido (AG012), quando efetivamente medido. Não deve ser computado nos volumes de água produzido (AG006), tratado em ETA(s) (AG007) ou tratado por simples desinfecção (AG015). A despesa com a importação de água deve estar computada na informação FN020. Para prestadores de serviços de abrangência regional (X004) e

microrregional (X003), nos formulários de dados municipais (informações desagregadas), o volume de água tratada importado deve corresponder ao recebimento de água de outro prestador de serviços ou de outro município do próprio prestador.

Unidade: 1.000 m³/ano.

[...]

VOLUME DE ÁGUA TRATADA EXPORTADO AG019

- Volume anual de água potável, previamente tratada (em ETA(s) - (AG007) ou em UTS(s) - (AG015)), transferido para outros agentes distribuidores. Deve estar computado nos volumes de água consumido (AG010) e faturado (AG011), nesse último caso se efetivamente ocorreu faturamento. A receita com a exportação de água deve estar computada em receita operacional direta de água exportada (bruta ou tratada), informação FN007. Para prestadores de serviços de abrangência regional (X004) e microrregional (X003), nos formulários de dados municipais (informações desagregadas), o volume de água tratada exportado deve corresponder ao envio de água para outro prestador de serviços ou para outro município do próprio prestador.

Unidade: 1.000 m³/ano (BRASIL, 2013, p.42,44).

Ainda no Grupo de Processamento, são encontrados conceitos no glossário e valores nas tabelas do SNIS para três dados de volumes quanto ao tipo de tratamento de água:

VOLUME DE ÁGUA TRATADO EM ETA(S) AG007

- Volume anual de água submetido a tratamento, incluindo a água bruta captada pelo prestador de serviços e a água bruta importada (AG016), medido ou estimado na(s) saída(s) da(s) ETA(s). Deve estar computado no volume de água produzido (AG006). Não inclui o volume de água tratada por simples desinfecção em UTS(s) (AG015) e nem o volume importado de água já tratada (AG018).

Unidade: 1.000 m³/ano.

[...]

VOLUME DE ÁGUA TRATADA POR SIMPLES DESINFECÇÃO AG015

- Volume anual de água captada de manancial subterrâneo ou fonte de cabeceira, ou de água bruta importada, que apresenta naturalmente características físicas, químicas e organolépticas que a qualificam como água potável e, por isto, é submetida apenas a simples desinfecção, medido ou estimado na(s) saída(s) da(s) UTS(s). Deve estar computado no volume de água produzido (AG006). Não inclui o volume de água tratada em ETA(s) (AG007) e nem o volume de água tratada importada (AG018).

Unidade: 1.000 m³/ano.

[...]

VOLUME DE ÁGUA FLUORETADA AG027

- Volume anual de água submetida a fluoretação, compreendendo a água captada pelo prestador de serviços e a água bruta importada, ambas tratadas na(s) unidade(s) de tratamento do prestador de serviços, medido ou estimado na(s) saída(s) da(s) ETA(s) ou UTS(s). Inclui também o volume de água tratada importada (AG018), desde que o mesmo seja fluoretado pelo prestador de serviços.

Unidade: 1.000m³/ano (BRASIL, 2013, p. 42, 43, 45).

Em relação ao Grupo de Distribuição, no glossário e nas tabelas do SNIS somente é observado dado de:

VOLUME DE ÁGUA CONSUMIDO AG010

- Volume anual de água consumido por todos os usuários, compreendendo o volume micromedido (AG008), o volume de consumo estimado para as ligações desprovidas de hidrômetro ou com hidrômetro parado, acrescido do volume de água tratada exportado (AG019) para outro prestador de serviços. Não deve ser confundido com o volume de água faturado, identificado pelo código AG011, pois para o cálculo deste último, os prestadores de serviços adotam parâmetros de consumo mínimo ou médio, que podem ser superiores aos volumes efetivamente consumidos. O volume da informação AG011 normalmente é maior ou igual ao volume da informação AG010. Para prestadores de serviços de abrangência regional (X004) e microrregional (X003), nos formulários de dados municipais (informações desagregadas), o volume

de água tratada exportado deve corresponder ao envio de água para outro prestador de serviços ou para outro município do próprio prestador.

Unidade: 1.000 m³/ano (BRASIL, 2013, p.43).

O dado de volume de água de serviço consta no glossário e nas tabelas do SNIS, sendo geral ao considerar todas as unidades do SAA, exceto a unidade de tratamento de água, no caso:

VOLUME DE SERVIÇO AG024

- Valor da soma dos volumes anuais de água usados para atividades operacionais e especiais, acrescido do volume de água recuperado. As águas de lavagem das ETA(s) ou UTS(s) não devem ser consideradas. A receita com água recuperada deve estar computada na informação FN005.

Unidade: 1.000 m³/ano (BRASIL, 2013, p.45).

Em relação aos volumes de água medidos e estimados, constam três dados no glossário e nas tabelas do SNIS, no caso:

VOLUME DE ÁGUA MICROMEDIDO AG008

- Volume anual de água medido pelos hidrômetros instalados nas ligações ativas de água (AG002). Não deve ser confundido com o volume de água consumido, identificado pelo código AG010, pois nesse último incluem-se, além dos volumes medidos, também aqueles estimados para os usuários de ligações não medidas. O volume da informação AG010 deve ser maior ou igual ao volume da informação AG008.

Unidade: 1.000 m³/ano

[...]

VOLUME DE ÁGUA FATURADO AG011

- Volume anual de água debitado ao total de economias (medidas e não medidas), para fins de faturamento. Inclui o volume de água tratada exportado (AG019) para outro prestador de serviços. As receitas operacionais correspondentes devem estar computadas nas informações FN002 (debitadas em economias na área de atendimento pelo prestador de serviços) e FN007 (para o volume anual fornecido a outro prestador de serviços). Para prestadores de serviços de abrangência regional (X004) e microrregional (X003), nos formulários de dados municipais (informações

desagregadas), o volume de água tratada exportado deve corresponder ao envio de água para outro prestador de serviços ou para outro município do próprio prestador.

Unidade: 1.000 m³/ano

[...]

VOLUME DE ÁGUA MACROMEDIDO AG012

- Valor da soma dos volumes anuais de água medidos por meio de macromedidores permanentes: na(s) saída(s) da(s) ETA(s), da(s) UTS(s) e do(s) poço(s), bem como no(s) ponto(s) de entrada de água tratada importada (AG018), se existir.

Unidade: 1.000 m³/ano (BRASIL, 2013, p.42, 43).

Apesar de conceituados no glossário, os seguintes volumes não têm valores registrados nas tabelas do SNIS:

VOLUME DE ÁGUA BRUTA IMPORTADO AG016

- Volume anual de água bruta recebido de outros agentes fornecedores para tratamento ou distribuição direta. Deve estar computado no volume de água produzido (AG006). A despesa com a importação de água deve estar computada na informação FN020. Para prestadores de serviços de abrangência regional (X004) e microrregional (X003), nos formulários de dados municipais (informações desagregadas), o volume de água bruta importado deve corresponder ao recebimento de água de outro prestador de serviços ou de outro município do próprio prestador.

Unidade: 1.000 m³/ano.

[...]

VOLUME DE ÁGUA BOMBEADO A UMA ALTURA MANOMÉTRICA PADRÃO DE 100 MCA AG029

- Volume anual de água bombeado, estimado como se o bombeamento ocorresse a uma mesma altura manométrica padrão de 100 mca, em todas as bombas. O valor de AG029 corresponde à soma de AG029(i), onde i corresponde a cada bomba do sistema de água. A fórmula de cálculo é $AG029(i) = V(i) \times h(i) / 100 \text{ mca}$, em que V(i) é o volume bombeado pela bomba "i" e h(i) é a altura manométrica (mca) da bomba "i", no período considerado.

Para as bombas com variação significativa da altura manométrica ao longo do período considerado, pode ser necessário fazer o cálculo para intervalos de tempo menores que esse período. Por exemplo: Se durante 1/3 do ano a bomba 1 elevar uma vazão de 10 m³/h a uma altura manométrica de 50 mca e durante 2/3 do ano 15 m³/h a uma altura de 42 mca, o cálculo AG029(1) será:
 $AG029(1)_{1/3} = 1/3 \times V_{1/3} \times h_{1/3} = 1/3 \times ((10 \times 24 \times 365) \times 50)/100 = 14600$
 $AG029(1)_{2/3} = 2/3 \times V_{2/3} \times h_{2/3} = 2/3 \times ((15 \times 24 \times 365) \times 42)/100 = 36792$
 $AG029(1) = AG029(1)_{1/3} + AG029(1)_{2/3} = 14600 + 36792 = 51392 \text{ m}^3 \text{ a } 100 \text{ mca/ano.}$ A contribuição de pequenas bombas pode ser desprezada se a sua influência no valor total da informação não for significativa.

Unidade: m³ a 100 mca/ano (BRASIL, 2013, p.44,46).

Para melhor entendimento dos dados do SNIS que tem alguma relação com o consumo e custo de energia elétrica em SAAs, optou-se por dividir esses dados em:

- a) diretos - são os dados de consumo total de energia elétrica e de despesas com energia elétrica no abastecimento de água;
- b) indiretos - são os dados de DEX.

Os dados diretos que constam no glossário e nas tabelas do SNIS são:

DESPESA COM ENERGIA ELÉTRICA FN013

- Valor anual das despesas realizadas com energia elétrica (força e luz) nos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, incluindo todas as unidades do prestador de serviços, desde as operacionais até as administrativas.

Unidade: R\$/ano

[...]

CONSUMO TOTAL DE ENERGIA ELÉTRICA NOS SISTEMAS DE ÁGUA AG028

- Quantidade anual de energia elétrica consumida nos sistemas de abastecimento de água, incluindo todas as unidades que compõem os sistemas, desde as operacionais até as administrativas. A despesa com energia elétrica deve estar computada na informação FN013.

Unidade: 1.000 kWh/ano (BRASIL, 2013, p.30, 45).

Os dados indiretos que constam no glossário e nas tabelas do SNIS são:

DESPESAS DE EXPLORAÇÃO (DEX) FN015

- Valor anual das despesas realizadas para a exploração dos serviços, compreendendo Despesas com Pessoal, Produtos Químicos, Energia Elétrica, Serviços de Terceiros, Água Importada, Esgoto exportado, Despesas Fiscais ou Tributárias computadas na DEX, além de Outras Despesas de Exploração. Unidade - R\$/ano (BRASIL, 2013, p.31).

8.1.2 Indicadores do SNIS relacionados com a eficiência hidroenergética

No SNIS constam apenas três indicadores de perda real de água, um de perda de faturamento e três relacionados com o consumo e despesa de energia elétrica.

Os indicadores de perda real do SNIS não utilizam dados dos Grupos de Obtenção e de Processamento de Água, portanto, não consideram o volume de água bruta captada e nem permitem o cálculo do volume perdido de água no SAA.

Com isso, os indicadores de perda real de água do SNIS são apenas referentes ao Grupo de Distribuição de Água, no caso:

- Índice de Perdas na Distribuição (IN049);
- Índice Bruto de Perdas Lineares (IN050);
- Índice de Perdas por Ligação (IN051).

As seguintes expressões são utilizadas para calcular os três indicadores de perda de água no SNIS (BRASIL, 2013):

Índice de Perdas na Distribuição (IN049), em percentual

$$\frac{\text{Vol. Água (Produzido + Tratado Importado - de Serviço)} - \text{Vol.Água Consumido}}{\text{Vol. Água (Produzido + Tratado Importado - de Serviço)}}$$

$$\frac{(\mathbf{AG006 + AG018 - AG024}) - \mathbf{AG010}}{\mathbf{AG006 + AG018 - AG024}}$$

Índice Bruto de Perdas Lineares (IN050), em m³/(dia.km)

$$\frac{\text{Vol. Água (Produzido + Tratado Importado - de Serviço)} - \text{Vol.Água Consumido}}{\text{Extensão da Rede de Água}}$$

$$\frac{(\mathbf{AG006 + AG018 - AG024}) - \mathbf{AG010}}{\mathbf{AG005}}$$

Índice de Perdas por Ligação (IN051), em (L/dia)/ligação

$$\frac{\text{Vol. Água (Produzido + Tratado Importado – de Serviço)} - \text{Vol. Água Consumido}}{\text{Quantidade de Ligações Ativas de Água}}$$

$$\frac{(\text{AG006} + \text{AG018} - \text{AG024}) - \text{AG010}}{\text{AG002}}$$

Por sua vez, o indicador de perda de faturamento do SNIS é calculado com a expressão abaixo, sendo que apenas utiliza dados de volume (m³), ou seja, é diferente do conceito de perda de faturamento apresentado no capítulo 6 deste livro, que considera os valores monetários faturados e arrecadados na prestação do serviço de abastecimento de água:

Índice de Perdas de Faturamento IN013, em percentual

$$\frac{\text{Vol. Água (Produzido + Tratado Importado – de Serviço)} - \text{Vol. Água Faturado}}{\text{Vol. Água (Produzido + Tratado Importado – de Serviço)}}$$

$$\frac{(\text{AG006} + \text{AG018} - \text{AG024}) - \text{AG011}}{(\text{AG006} + \text{AG018} - \text{AG024})}$$

Em relação ao consumo e à despesa de energia elétrica, o SNIS não apresenta indicadores que detalhem os dados das UCEE ou dos Grupos de Obtenção, Processamento e Distribuição do SAA.

Os indicadores constantes no glossário e com valores nas tabelas do SNIS são a participação da despesa com energia elétrica no DEX e o índice de consumo de energia elétrica em SAA (BRASIL, 2013), expressos a seguir:

Participação da Despesa com Energia Elétrica nas Despesas de Exploração (IN037), em percentual

$$\frac{\text{Despesas com Energia Elétrica}}{\text{Despesas de Exploração}}$$

$$\text{FN013} / \text{FN015}$$

Índice de Consumo de Energia Elétrica em Sistemas de Abastecimento de Água (IN058), em kWh/m³

$$\frac{\text{Consumo Total de Energia Elétrica em Sistemas de Abastecimento de Água}}{\text{Volume da Água (Produzido + Tratado Importado)}}$$

$$\text{AG028} / (\text{AG006} + \text{AG018})$$

O SNIS ainda apresenta o indicador da despesa por consumo de energia elétrica, que, por considerar parcela do sistema de esgotamento sanitário, não é aplicado ao desempenho do SAA (BRASIL, 2012), conforme pode ser observado na seguinte expressão:

Índice de Despesa por Consumo de Energia Elétrica nos Sistemas de Água e Esgotos (IN060), em R\$/kWh

Despesa com Energia Elétrica

Consumo Total de Energia Elétrica (Água e Esgotos)

FN013 / (AG028 + ES028)

9 ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES HIDROENERGÉTICAS DISPONÍVEIS

Os dados hidroenergéticos disponibilizados na PNSB, na PNAD, no Censo Demográfico e no Atlas Brasil de Água são limitados, enquanto no SNIS são insuficientes, gerais e sem desdobramento por Grupo de Unidades ou por SAA do município. Além disso, faltam informações importantes, como o tipo de manancial utilizado, o volume real perdido de água no SAA, o consumo de energia por UCEE etc.

Com isso, essas fontes governamentais de informação não possibilitam o conhecimento da perda real de água e do detalhamento do consumo e da despesa de energia elétrica nos municípios brasileiros, comprometendo o planejamento e a tomada de decisão no setor de abastecimento de água.

9.1 DADOS DE VOLUME DE ÁGUA

A falta de dados de volume de água no SNIS, como os volumes de água bruta captado, bombeado, na adutora, na entrada da ETA etc., não permite calcular o valor da perda real de água nos municípios brasileiros.

Com isso, não é possível identificar a unidade ou o Grupo de unidades com melhor (ou pior) desempenho hidroenergético, pois não são conhecidos os dados de:

- a) volume real perdido de água bruta nas unidades de captação, elevação e adução (Grupo de Obtenção);
- b) volume real perdido de água tratada nas unidades de tratamento, reservação, elevação e adução (Grupo de Processamento);
- c) volume real perdido de água nas unidades de reservação, elevação e distribuição (Grupo Distribuição);
- d) volumes de água de serviço utilizados na ETA e nas demais unidades do SAA;
- e) volumes de água de uso especial.

9.1.1 Grupo de Obtenção

Uma das principais deficiências do SNIS é a inexistência, tanto no glossário quanto nas tabelas, do dado de volume de água bruta captada no manancial. Nas tabelas dessa base somente existe campo para o volume exportado de água bruta, muito embora não haja dados registrados. Por outro lado, apesar de citado no glossário, não há campo para o volume de água bruta importada.

Como na maioria dos municípios brasileiros não ocorre exportação ou importação de água bruta, a ausência do dado do volume de água bruta captado no manancial impede:

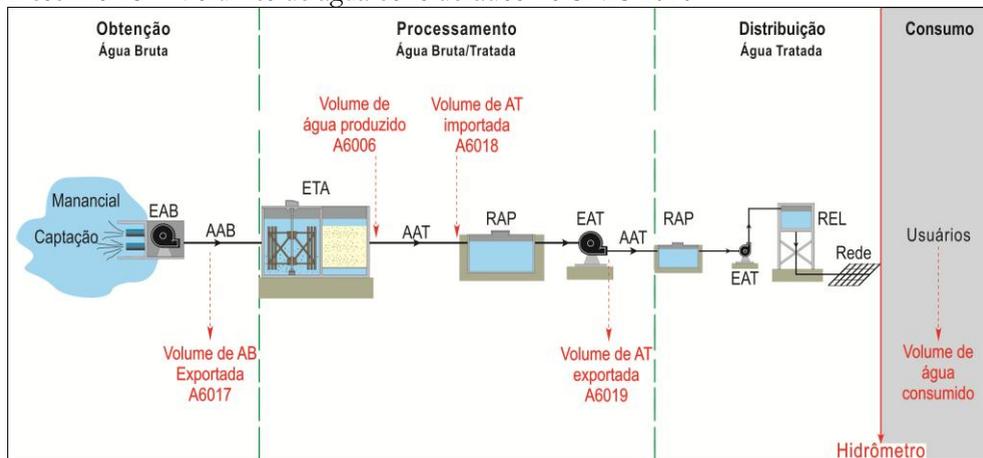
- a) a determinação do valor do volume de perda real de água no Grupo de Obtenção e no SAA;
- b) a avaliação hidroenergética da UCEE do Grupo de Obtenção de Água Bruta e, com isso, do SAA;
- c) a utilização de indicadores que relacionem o valor da perda real de água com o consumo e a despesa de energia elétrica no Grupo de Obtenção e no SAA.

No SNIS também não são identificados os volumes de água bruta bombeada, transportado pela adutora, de água de serviço e de água de uso especial no Grupo de Obtenção, bem como não existe referência ao tipo de água bruta (superficial ou subterrânea) utilizada no abastecimento de água dos municípios.

9.1.2 Grupo de Processamento

O volume produzido de água no SNIS corresponde ao valor medido ou estimado na saída da ETA e/ou das Unidades de Tratamento Simplificado (UTS), não devendo ser confundido com o volume de água bruta captada do manancial. No Desenho 13 é representado o ponto correspondente ao volume de água produzido registrado no SNIS, que omite os volumes de água bruta perdida nas unidades anteriores (captação, elevação e adução) e na entrada da ETA.

Desenho 13 – Volumes de água considerados no SNIS 2010



Fonte: Brasil (2012).

Vale observar que no dado de volume de água de serviço do SNIS não são consideradas as águas de lavagem das ETA(s) ou UTS(s), o que impede o conhecimento e a avaliação da eficiência da operação e manutenção da unidade de tratamento, como a remoção de lodo dos decantadores e a retrolavagem dos filtros.

A falta de registro desse dado prejudica a avaliação do consumo e da despesa de energia elétrica na ETA, o que é um dos problemas hidroenergéticos na gestão do SAA.

Além disso, não existem campos no SNIS para registro dos dados dos volumes de água nas unidades de elevação e de adução de água tratada.

9.1.3 Grupo de Distribuição

No SNIS não constam dados dos volumes de água nas unidades dos setores de distribuição de água, no caso reservação, elevação e na entrada da rede de distribuição, bem como não são detalhados os volumes de serviço e de uso especial.

Apesar do campo para registro do volume consumido, a falta de dados de volume do SNIS impede a determinação do valor da perda real de água no Grupo de Distribuição.

Também é importante observar que a diferença entre os valores de volumes consumidos, micromedidos e faturados decorrem da estimativa de valores em função de deficiências de medição, o que pode ocasionar prejuízos para o consumidor ou para o prestador do serviço de abastecimento de água.

9.1.4 Índice de Perdas de Água

As opções para calcular os índices de perda no SNIS não são aplicadas de forma global para todo o SAA. Isso ocorre pela falta dos dados de volume de água bruta, de água de serviço na ETA, bem como por não serem especificados os volumes de água na entrada e na saída das unidades ou dos Grupos do SAA.

Com isso, os dados do SNIS são frágeis quanto à determinação da perda real de água nos municípios brasileiros, seja pela falta ou pela inconsistência de dados. Um exemplo disso, é que o principal indicador de perda de volume de água, denominado de índice de Perdas na Distribuição, não considera os volumes de água bruta captada e de água perdida nas unidades do SAA.

Desse modo, o valor obtido nesse indicador apenas representa parte do problema relacionado com a perda real de água no SAA, tornando incompleta a relação com o consumo e com a despesa de energia elétrica.

9.2 DADOS DE ENERGIA ELÉTRICA

Os dados de consumo e de despesa de energia elétrica no SNIS não são detalhados por horário e nem por UCEE. Isso é prejudicial para a tomada de decisão, no planejamento e na gestão hidroenergética, pois:

- a) o valor da tarifa no horário de ponta é três vezes superior ao horário fora de ponta, indicando a necessidade de detalhamento do dado de consumo de energia elétrica, por alterar significativamente a despesa, de acordo com o horário de utilização dos equipamentos eletromecânicos;

- b) é preciso conhecer e identificar as UCEEs, já que o mesmo volume de água pode passar por mais de uma UCEE, aumentando, assim, o consumo e a despesa de energia elétrica no SAA.

A ausência no SNIS de dados e indicadores que relacionem o consumo de energia elétrica nos horários, de ponta e fora de ponta, dificulta a adequada avaliação de desempenho do SAA, podendo, ainda, induzir a erros de interpretação de resultados.

O índice de consumo de energia elétrica (kWh/m³) em SAA (IN058) do SNIS não considera a altura manométrica, ou seja, a distância e a altura de bombeamento da água na UCEE. Com isso, o índice de maior valor pode representar maior eficiência do que o outro em termos hidroenergéticos, dependendo das condições operacionais das instalações comparadas.

Apesar de citado no glossário do SNIS, o dado **volume água bombeado a uma altura manométrica padrão de 100 mca** (AG029) não é registrado nas tabelas de base de informações, ou seja, não é utilizado nesta base governamental. Isso é preocupante, pois impede a comparação de informações hidroenergéticas do abastecimento de água em municípios brasileiros.

Condurú e Pereira (2010) observam que o índice de despesa por consumo de energia elétrica no SAA (IN060) do SNIS não deve ser utilizado na avaliação do desempenho hidroenergético do SAA, por apresentar valores referentes ao sistema de esgotamento sanitário.

Os indicadores hidroenergéticos disponíveis no SNIS não são suficientes para a avaliação de desempenho e tomada de decisão no planejamento e gestão do SAA. Isso demonstra que outras informações ainda são necessárias para destacar e detalhar a utilização de energia elétrica na operação ou na expansão do SAA.

Entre essas informações hidroenergéticas está o conhecimento do consumo de energia elétrica em cada unidade e Grupo de unidades do SAA, o que possibilita a avaliação do desempenho das UCEEs e a relação dos dados hidroenergéticos (kWh, R\$, Hman, horário de funcionamento) com as despesas de operação e o faturamento do SAA.

Assim, as atuais deficiências de informações hidroenergéticas comprometem e dificultam o planejamento e a tomada de decisão para a redução das perdas de água, do consumo e da despesa de energia elétrica no SAA, sendo clara a necessidade de obtenção e sistematização de informações com qualidade.

9.3 QUALIDADE DAS INFORMAÇÕES HIDROENERGÉTICAS

As informações hidroenergéticas disponíveis no SNIS não são suficientes para determinar a perda real de água e o consumo e a despesa de energia elétrica nas unidades, nos Grupos (obtenção, processamento e distribuição) e no SAA.

Essa situação ressalta a necessidade de se ter qualidade no ciclo de informação hidroenergética, a fim de facilitar o planejamento, a definição das prioridades para investimento e a gestão do setor, de acordo com a demanda de água da sociedade de cada local.

De acordo com a norma brasileira/*International Organization for Standardization* 9000 (NBR ISO 9000), qualidade é o grau no qual um conjunto de características (por exemplo: atualidade, abrangência, confiabilidade, precisão e pertinência) inerentes, satisfaz a requisitos (necessidade ou expectativa que é expressa, geralmente, de forma implícita ou obrigatória) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005).

Segundo Moresi (2001), a qualidade da informação analisada a partir de bases de dados define a confiabilidade e a importância do conhecimento adquirido, podendo ser resumida na obtenção, na geração, na aquisição e na inteligência dos dados. A obtenção dos dados se refere ao processo de coleta; a geração de informações trata do processo dessa produção inserida num contexto; a aquisição de conhecimento, obtida pela análise das informações geradas; a inteligência, a partir do conhecimento relevante.

Condurú (2012) propõe que a qualidade da informação deve ser analisada quanto à forma de produção, coleta, organização, armazenagem e disseminação da informação em bases de dados. Para isso devem ser utilizados critérios de atualidade, abrangência, confiabilidade, precisão e pertinência, ressaltando-se além da qualidade, a disponibilidade de acesso e sua transparência.

O interesse em atividades relacionadas à avaliação de sistemas de informação (bases de dados) tem crescido em todas as áreas, o que pode ser justificado pela necessidade que as organizações têm em obter informação com qualidade e eficiência (ABAD GARCÍA, 2002).

Juran (1992, p. 3) afirma que a qualidade não planejada adequadamente resulta em problemas específicos, existindo obstáculos que interferem nessa qualidade, como “programações irreais, orçamentos apertados, bases de dados inadequadas”.

Nesse contexto, avaliam-se os atributos de qualidade da informação hidroenergética do SAA constantes do SNIS.

9.3.1 Atributos de Qualidade da Informação Hidroenergética

O estudo dos atributos intrínsecos da informação, destacados por Paim, Nehmy e Guimarães (1996), é uma das formas para avaliação da qualidade da informação hidroenergética registrada no SNIS, como a atualidade, a tempestividade, a abrangência, a confiabilidade, a precisão e a pertinência.

Em relação à atualidade, o SNIS é considerado desatualizado, pois seus dados, inclusive os hidroenergéticos, são publicados dois anos depois da coleta.

O atributo atualidade é aqui entendido pelo conteúdo recente da informação obtida (AROUCK, 2011), sendo considerada como atualizada ou desatualizada. Paim, Nehmy e Guimarães (1996) destacam que deve ser dada atenção especial a esse atributo, pois o ritmo de produção da informação opõe-se à obsolescência. De Sordi (2008) enfatiza que a informação se desvincula do tempo em que é gerada, alterada ou consolidada, tornando-se obsoleta, o que diminui seu valor e qualidade.

O SNIS também não proporciona informações no tempo adequado, pois o registro dos dados necessários para o controle de perdas de água e de consumo e despesa de energia elétrica é realizado de forma demorada.

O critério tempestividade é considerado por Arouck (2011) como aquele que diz respeito à oportunidade e conveniência da informação em relação ao tempo, sendo na tomada de decisão evidenciado o tempo oportuno de necessidade de informação. Caso a informação seja obtida com demora, o efeito esperado para determinada escolha é prejudicado.

Outro atributo que complementa o critério de tempestividade é o de abrangência, no qual o SNIS se apresenta de forma deficiente, uma vez que não tem todas as informações hidroenergéticas para a tomada de decisão em SAAs.

De Sordi (2008) destaca que a qualidade da informação advém da percepção do usuário final em reconhecer a informação como suficiente a sua necessidade, pois ter informação parcial ou a mais, a torna sem qualidade. Outros autores também seguem a mesma linha de pensamento como Arouck (2011, p. 87) ao considerar que a abrangência “indica a capacidade de compreender uma vasta gama de tópicos”, sendo qualificada como abrangente/ completa ou restrita/ incompleta. Da mesma forma Paim, Nehmy e Guimarães (1996) consideram que o atributo abrangência ou completude implica na inclusão de todos os dados necessários, relativos a um determinado problema.

No atributo de confiabilidade, o SNIS é tido como confiável quanto ao produtor dos dados (prestadores do serviço de abastecimento de água), porém é inconfiável pela falta de auditoria dos dados fornecidos e por não apresentar a informação hidroenergética com segurança e precisão.

Confiabilidade para Arouck (2011, p. 78) é compreender “a capacidade de realizar uma entrega, conforme foi prometida, com segurança e precisão”, sendo a informação qualificada como confiável ou inconfiável. Ainda deve ser levado em conta o crédito dado ao produtor da informação, que é o responsável pela informação, como afirma De Sordi (2008). No mesmo sentido Paim, Nehmy e Guimarães (1996, p. 116) atribuem à confiabilidade o significado de credibilidade no conteúdo e na fonte da informação, aos quais são relacionados à “ideia de autoridade cognitiva - prestígio, respeito, reputação da fonte, autor ou instituição”.

De Sordi (2008) ainda ressalta que confiabilidade não pode ser confundida com a veracidade da informação, pois ter uma informação confiável não é sinônimo de que ela seja verídica, verdadeira.

Também não se pode considerar que no SNIS a informação seja precisa, pois não há o detalhamento necessário dos dados, não sendo, portanto, exato.

Entende-se no atributo precisão, que a informação correta é aquela com o “nível de detalhamento ideal para seu pronto uso” (DE SORDI, 2008, p. 48), devendo-se ter cuidados com o excesso ou com a redução das informações. Arouck (2011, p. 75) ratifica que precisão “refere-se à informação livre de erro ou engano”, sendo a característica dessa informação qualificada como precisa ou imprecisa. Paim, Nehmy e Guimarães (1996, p. 116) afirmam que a precisão tem o sentido aproximado de exatidão, correção, ou seja, “forma de registro fiel ao fato representado”.

Na análise do atributo pertinência, considera-se que o SNIS não é adequado para a tomada de decisão, pois sua aplicação não é suficiente para o planejamento e à gestão hidroenergética no setor de abastecimento de água.

De Sordi (2008, p. 56) define o atributo pertinência como “potencial da informação em servir e apoiar as atividades de determinado público-alvo [...]

colaborando com o processo de tomada de decisão [...]”, isto é, o valor da informação, o quanto ela pode ser significativa e importante.

Arouck (2011, p. 77) o considera como a “aplicabilidade da informação em relação com o que está sendo considerado ou discutido”, sendo a informação pertinente ou não pertinente.

Em resumo, considera-se o SNIS como um sistema confiável, por ser de responsabilidade de um órgão governamental, mas inconfiável por não haver a obrigatoriedade no fornecimento dos dados pelos prestadores dos serviços de saneamento básico, em específico para o atendimento da temática hidroenergética.

Por outro lado, o SNIS é um sistema de informações desatualizado, que não fornece informação em tempo real dos eventos acontecidos, incompleto, impreciso e impertinente em relação ao seu conteúdo hidroenergético, o que, naturalmente, dificulta e torna insegura a sua utilização no planejamento do setor de abastecimento de água.

9.3.2 Desafios para a Informação Hidroenergética

A deficiência de informação hidroenergética compromete as possíveis decisões que podem ser tomadas para o planejamento e a gestão dos serviços de abastecimento de água, seja por parte dos provedores desses serviços ou das autoridades governamentais.

Condurú e Pereira (2010) comentam que as informações hidroenergéticas disponíveis são em pequeno número e de baixa confiabilidade, com disseminação restrita, o que dificulta a tomada de decisão de acordo com as necessidades existentes.

Considerando que a gestão da informação em saneamento básico se insere no fluxo de informação correspondente à coleta, ao registro, à organização/sistematização e à disseminação da informação, é imprescindível que o compartilhamento das informações no Brasil seja facilitado pelo uso de instrumentos e mecanismos como os sistemas de informação, *internet* e comunicação nas diversas mídias.

Esses sistemas facilitam o acesso às informações de forma ampla e rápida. Por outro lado, eles não podem ser isolados, mas sim integrados aos interesses específicos do local em que são desenvolvidos, tendo as fontes de informação que geram e disponibilizam as informações, como base do planejamento estratégico e do desenvolvimento sustentável, o que requer atualização, confiabilidade e segurança das informações (CONDURÚ, 2012).

Daí a importância dos sistemas de informação como ferramentas para o planejamento, implementação e avaliação da política setorial de saneamento, assim como para a organização e conhecimento das informações hidroenergéticas com qualidade em sistemas de abastecimento de água.

Uma das possibilidades de alteração desse quadro é a criação do Sistema Nacional de Informação em Saneamento Básico (SINISA), prevista na Lei n. 11.445/2007, com o objetivo de organização e disseminação da informação, corrigindo e complementando as lacunas do SNIS. Contudo, o SINISA ainda não foi efetivado.

Há, portanto, o desafio de que esse instrumento de informação, regulamentado pelo Decreto n. 7.217/2010, possibilite a integração de esforços e contribua para o planejamento, a gestão, a regulação, a fiscalização e a prestação de serviços, dos serviços de saneamento básico, facilitando o controle social, a solidariedade e a cooperação entre os entes federados, a partir de regras gerais para a atuação dos prestadores de serviços, seja público ou privado, e dos agentes reguladores.

Além disso, é explícita a necessidade de compreender a importância da informação no contexto da Lei 11.445/2007, considerando-se, portanto, a informação hidroenergética como um dos recursos estratégicos para a consolidação do setor de saneamento básico.

Ainda é claro que esses serviços deverão ser prestados com base em princípios fundamentais, como o da “transparência das ações, baseada em sistemas de informações e processos decisórios institucionalizados” (BRASIL, 2007, inciso IX, art. 2º, não paginado), ratificando a Constituição Federal em seu capítulo I, inciso XIV.

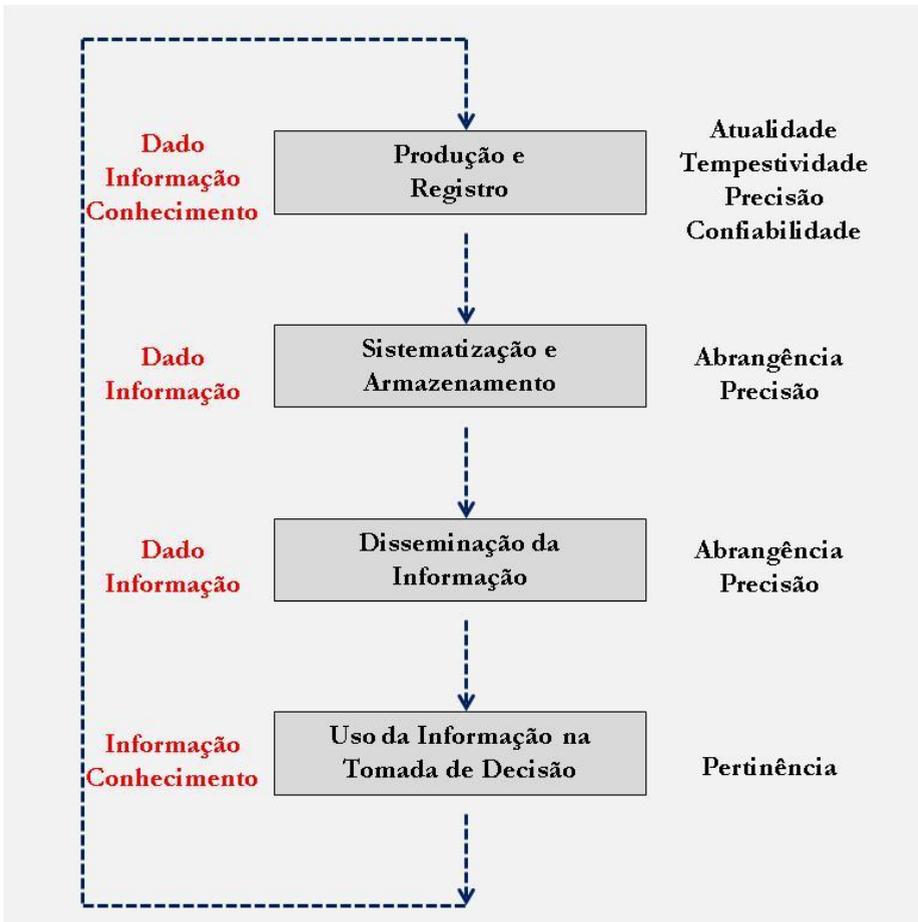
Dessa forma, o SINISA tem como objetivo coletar, sistematizar, disponibilizar e permitir o monitoramento e avaliação dos serviços de saneamento básico (BRASIL, 2007, art. 53) e suas informações deverão ser públicas e de fácil acesso aos interessados.

Nesse sentido, para o componente abastecimento de água é necessário que as informações conduzam à eficiência hidroenergética, com a devida redução das perdas de água e do consumo e da despesa de energia elétrica nos SAAs. Para isso, é imprescindível que a informação hidroenergética seja de qualidade, desde o processo da coleta até sua disseminação.

10 PROPOSTA DE INFORMAÇÃO HIDROENERGÉTICA PARA A TOMADA DE DECISÃO EM SAA

Conhecer o ciclo informacional (produção/registro, sistematização/armazenamento, disseminação e uso) e os atributos de qualidade (atualidade, tempestividade, precisão, confiabilidade, abrangência e pertinência) das informações hidroenergéticas, representados no Fluxograma 3, é uma das formas de se avaliar as ações necessárias à tomada de decisão em sistemas de abastecimento de água.

Fluxograma 3 – Atributos de qualidade da informação hidroenergética no ciclo informacional



A visão informacional permite que o titular e o prestador dos serviços de abastecimento de água respondam às questões relacionadas ao planejamento e à gestão dos setores de abastecimento de água e de energia elétrica, como o volume real perdido de água e o que esse valor representa de consumo e de despesa de energia elétrica no SAA.

Por outro lado, a participação dos colaboradores, gestores, governantes e da sociedade é essencial em todas as etapas do ciclo informacional, pois somente com o engajamento de todos os envolvidos no setor é que será possível a mudança de comportamento, tornando o ambiente mais favorável para a realização de programas específicos e o alcance das metas hidroenergéticas.

Para isso, é preciso que esses atores conheçam a realidade, o que pode ser incentivado em treinamentos contínuos e em ações que fortaleçam o comprometimento individual e do grupo em registrar adequadamente os dados hidroenergéticos do sistema de abastecimento de água, de acordo com os atributos de qualidade desses dados, inseridos no ciclo informacional.

10.1 ATRIBUTOS DE QUALIDADE DA INFORMAÇÃO HIDROENERGÉTICA NA ETAPA DE PRODUÇÃO E REGISTRO DO CICLO INFORMACIONAL

Entre os atributos da informação hidroenergética requeridos para a etapa de produção e registro do ciclo informacional estão a atualidade, a tempestividade, a confiabilidade e a precisão.

Com o atributo atualidade observa-se a regularidade de registro dos dados e de informações hidroenergéticas, para evitar a defasagem entre a coleta e a disseminação da informação. É a informação atualizada, com grande valor e qualidade para a tomada de decisão que possibilita eficácia ao retratar a realidade em tempo adequado para o planejamento e para a gestão do SAA.

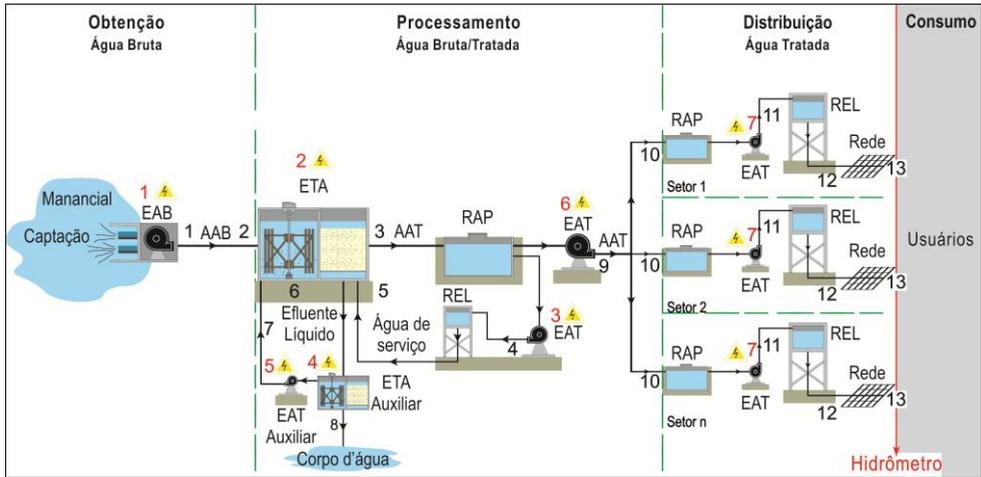
A tempestividade requer o registro em tempo real, ou seja, a inclusão de dados e informações imediatas, para o conhecimento instantâneo da realidade do abastecimento de água. Esse atributo é referente à oportunidade e conveniência da informação, pois a demora da produção e registro da informação pode comprometer o resultado de determinada decisão.

As informações hidroenergéticas devem ser produzidas e registradas pautadas no atributo confiabilidade, para tornar segura e precisa sua utilização no planejamento e na gestão. Nessa etapa é recomendada a obrigatoriedade de auditoria dos dados e informações fornecidas, para aumentar o comprometimento dos prestadores dos serviços e dos municípios, bem como a utilização de instrumentos para monitorar e avaliar a confiabilidade dessas informações.

Em relação à precisão dos dados hidroenergéticos, esses precisam ser monitorados e registrados em pontos estratégicos do SAA, possibilitando o relacionamento entre os volumes de água e os consumos e despesa de energia elétrica no SAA.

No Desenho 14 são recomendados os pontos para medição do volume de água e as UCEEs para medição do consumo e determinação da despesa de energia elétrica no SAA.

Desenho 14 – Pontos de medição do volume de água e de consumo de energia elétrica no SAA



Considerando a integração das partes componentes do SAA, a proposta deste livro é que os dados e informações hidroenergéticos sejam registrados por unidade e, então, consolidados nos grupos obtenção, processamento e distribuição do SAA. Para isso, são consideradas as seguintes categorias:

- dados de volume de água, para determinação da perda real de água por unidade, por Grupo e por SAA;
- dados de consumo de energia elétrica por Grupo e por SAA, para determinação das despesas de energia elétrica por unidade, por Grupo e por SAA.

Portanto, o atributo precisão contribui para ser alcançada a confiabilidade da informação, requerendo detalhamento de procedimentos e utilização de equipamentos adequados para medição das grandezas hidráulicas e elétricas do SAA.

A precisão dos dados inicia com a exatidão na quantificação dos volumes e do consumo de energia elétrica no SAA, devendo o tomador de decisão ter conhecimento das formas de produção e registro dos dados de volume de água e de consumo de energia elétrica nas unidades e grupos de unidades do SAA. Também é indicado que esses dados sejam detalhados:

- no Sistema Auxiliar da ETA, utilizado para condicionamento do efluente líquido (EAT auxiliar e a EAT auxiliar)
- no Sistema de Água de Serviço, utilizado para manutenção de dispositivos de proteção (captação), poço de sucção e casa de bombas (EAB e EAT), filtros e outras instalações de tratamento (ETA), reservatórios, adutoras, rede de distribuição etc.

No Quadro 9 são relacionados os pontos do SAA para o registro dos volumes de água.

Quadro 9 – Medição de volume de água por unidade e por Grupo do SAA

Medição do Volume de Água (m ³ /mês)	Obtenção			Processamento					Distribuição				
	Captação	EAB	Adutora AB	ETA	Sistema Auxiliar	Sistema A. Serviço	EAT	Adutora AT	Res. Apoiado	EAT setor	Res. Elevado	Rede	Σ Consumo
Macromedido													-
Estimado													-
Total													-
Micromedido	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Estimado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Os volumes de água devem ser macromedidos na entrada e na saída das unidades do SAA e micromedidos nos hidrômetros dos consumidores. Apesar de recomendada a medição desses valores, é preciso identificar e registrar os valores estimados, pois isso é relacionado com a qualidade dos dados a serem utilizados no planejamento e na gestão do SAA.

O conhecimento dos valores de volumes de água permite calcular a diferença entre as unidades e os Grupos do SAA, identificando os pontos mais vulneráveis e, portanto, que devem ser objeto de intervenção para redução do volume perdido ou para o melhor uso do volume de água de serviço nas unidades ou Grupos do SAA.

O desempenho de todo o SAA pode ser avaliado com a diferença entre os valores mensais do volume de água na entrada do SAA e do volume total de água consumida pelos usuários.

Também é importante a quantificação precisa dos dados de consumo de energia elétrica, o que deve ser realizado em todas as UCEEs do SAA. Essa informação é diretamente relacionada com a despesa total de energia elétrica no SAA. No Quadro 10 são relacionados os principais pontos para medição de energia elétrica no SAA.

Quadro 10 – Medição de consumo de energia elétrica no SAA

Medição do Consumo de Energia Elétrica nas UCEE (kWh/m ³)	Obtenção	Processamento					Distribuição
	EAB	ETA	EAT de serviço	ETA auxiliar	EAT auxiliar	EAT	EAT setor
Medido							
Estimado							
Total							

As unidades de grande consumo de energia elétrica no SAA são as estações elevatórias e de tratamento de água, que respondem pela maior parte das despesas de energia elétrica do SAA. Já as demais unidades interferir indiretamente ou apresentam pequeno consumo de energia elétrica, como:

- a) as adutoras, em que as resistências ao escoamento (perda de carga) precisam ser quantificadas na definição da potência dos CMBs;
- b) os reservatórios, em que os sensores para controle de nível de água podem ser alimentados por energia elétrica;

A padronização de procedimentos, a utilização de equipamentos eficientes e a capacitação dos funcionários são requisitos indispensáveis para as medições dos dados de volume de água e de consumo de energia elétrica.

Preferencialmente, os equipamentos devem ficar instalados de forma permanente em cada ponto de medição, possibilitando a obtenção constante e simultânea dos dados de volume de água e de consumo de energia elétrica em todo o SAA. Esse procedimento aumenta a segurança na sistematização das informações e a posterior avaliação do desempenho hidroenergético de parte ou de todo o SAA.

10.2 ATRIBUTOS DE QUALIDADE DA INFORMAÇÃO HIDROENERGÉTICA NA ETAPA DE SISTEMATIZAÇÃO E ARMAZENAMENTO DO CICLO INFORMACIONAL

Na etapa de sistematização e armazenamento do ciclo informacional são requeridos os atributos abrangência e precisão da informação hidroenergética.

A abrangência requer a inclusão de todos os dados que permitem conhecer a real situação hidroenergética dos SAAs. Esse atributo está relacionado com a visão geral, identificando a situação completa ao considerar o tema de interesse do planejamento e da gestão hidroenergética, no caso o detalhamento necessário para o entendimento dos volumes de água, da variação do consumo e das despesas de energia elétrica em cada segmento (unidade ou Grupos de unidades) do SAA.

Com o atributo abrangência o tomador de decisão tem o conhecimento do todo e de suas partes, permitindo o planejamento e a gestão de ações por unidade específica, por Grupo de Unidades, por SAA e pelo conjunto de SAAs do município, conforme representado no Esquema 4.

Esquema 4 – Abrangência da informação hidroenergética no abastecimento de água

MUNICÍPIO = \sum SAA					
Captação	Obtenção	SAA 1	SAA n	Obtenção	Captação
EAB					EAB
Adutora AB					Adutora AB
ETA	Processamento			ETA	
EAT				EAT	
Adutora AT				Adutora AT	
RA setor	Distribuição	SAA 1	SAA n	Distribuição	RA setor
EAT setor					EAT setor
RE setor					RE setor
Rede Dist.					Rede Dist.

Portanto, a abrangência é relacionada com os procedimentos integrados de organização das informações hidroenergéticas dos SAAs, sendo requeridos sistemas eficientes para o relacionamento dos dados produzidos e registrados em banco de dados, o que possibilita o adequado estoque e recuperação das informações hidroenergéticas.

A padronização e o detalhamento de informações são características do atributo precisão que possibilitam a comparação dos desempenhos hidroenergéticos de diferentes SAAs.

Entre os dados produzidos e registrados que devem ser sistematizados estão os de volume de água, de consumo de energia elétrica e de despesa com energia elétrica.

Os valores dos dados nessa etapa devem ser considerados em m³ de água no período de um mês para os volumes de água nas unidades (entrada e saída), importado, exportado, de água de serviço e de uso especial, conforme representado no Quadro 11.

Quadro 11 – Dados de volume de água por unidade e Grupo do SAA

Dados de Volume de Água (m ³ /mês)	Obtenção			Processamento					Distribuição				
	Captação	EAB	Adutora AB	ETA	Sistema Auxiliar	Sistema A. Serviço	EAT	Adutora AT	Res. Apoiado	EAT setor	Res. Elevado	Rede	∑ Consumo
Entrada													-
Importado													-
Exportado													-
Serviço													
Uso especial													
Saída													

A diferença entre os dados de volume de água na saída e na entrada das unidades permite a determinação segmentada dos valores de perda real de água por unidade. No entanto, nos SAAs com importação e/ou exportação de água é preciso considerar esses valores na determinação da perda de água.

As seguintes expressões podem ser utilizadas para calcular os valores de volume de perda real de água (m³/mês) por Grupo de unidade e no SAA:

- $V_{SAA\text{perda}} = V_{\text{perda}} (\text{Obtenção} + \text{Processamento} + \text{Distribuição})$
- $V_{\text{perda Obtenção}} = V_{\text{perda}} (\text{captação} + \text{EAB} + \text{adutora AB})$
- $V_{\text{perda Processamento}} = V_{\text{perda}} (\text{ETA} + \text{EAT} + \text{adutora AT})$
- $V_{\text{perda Distribuição}} = V_{\text{perda}} (\text{RAP} + \text{EATs} + \text{REL} + \text{rede})$

Nessa etapa do ciclo informacional devem ser disponibilizadas informações do volume real perdido de água por unidade, por grupo de unidade ou no SAA,

conforme exemplificado no Quadro 12. Pela permanente utilização na rotina operacional da ETA, os valores dos sistemas auxiliar e de serviço devem ser detalhados, permitindo a distinção entre os volumes que são perdidos e utilizados na etapa de tratamento da água.

Quadro 12 – Dados de perda real de água por unidade e Grupo do SAA

Dados de Perda Real de Água (m ³ /mês)	Obtenção			Processamento					Distribuição				
	Captação	Elevatória AB	Adutora AB	ETA	Sistema Auxiliar	Sistema A. Serviço	Elevatória AT	Adutora AT	Res. Apoiado	EAT setor	Res. Elevado	Rede	Σ Consumo
Unidade													-
Grupo de unidade													-
SAA													

Ainda é preciso a sistematização dos dados de consumo de energia elétrica nessa etapa do ciclo informacional, o que deve ser realizado quanto ao horário de funcionamento dos equipamentos das UCEEs, conforme relacionado no Quadro 13.

Quadro 13 – Dados de consumo de energia elétrica por horário de funcionamento da unidade e Grupo do SAA

Dados do Consumo de Energia Elétrica (kWh/m ³)	Obtenção	Processamento					Distribuição
	EAB	ETA	EAT de serviço	ETA auxiliar	EAT auxiliar	EAT	EAT setor
Horas de ponta							
Horas Fora Ponta							
Total							

Os dados de consumo de energia elétrica devem ser detalhados por equipamento e forma de operação. É importante o registro das alturas manométricas nas rotinas operacionais em cada horário de funcionamento.

Isso possibilita o conhecimento e a avaliação do consumo de energia elétrica de cada UCEE, sempre relacionando o valor consumido (kWh/mês) com a altura manométrica (diferença geométrica e perdas de carga) e com a eficiência e a rotina operacional dos equipamentos.

A soma dos valores das UCEEs resulta no valor total do consumo de energia elétrica no SAA (CESAA), que pode ser calculado pela soma das parcelas fora de ponta (CEfpSAA) e na ponta (CEhpSAA), como mostrado nas seguintes expressões:

- $CE_{SAA} = CE_{fpSAA} + CE_{hpSAA}$
- $CE_{fpSAA} = CE_{fp}$ (obtenção + Processamento + Distribuição)
- $CE_{hpSAA} = CE_{hp}$ (obtenção + Processamento + Distribuição)

Os dados de consumo de energia elétrica nos horários de ponta e fora de ponta também são relacionados com as despesas do prestador do serviço, tendo importância para o planejamento do setor de abastecimento de água.

Com isso, na etapa de sistematização devem ser detalhados os dados das despesas com energia elétrica por unidade, grupo de unidade e do SAA, conforme apresentado no Quadro 14.

Quadro 14 – Dados de despesa de energia elétrica por unidade e grupo de unidade do SAA

Dados de Despesa Energia Elétrica (R\$ EE/mês)	Obtenção	Processamento					Distribuição
	EAB	ETA	EAT de serviço	ETA auxiliar	EAT auxiliar	EAT	EAT setor
Horas de ponta							
Horas Fora Ponta							
Total							

A avaliação das despesas com energia elétrica permite verificar o desempenho por unidade consumidora, identificando as de maior valor por Grupo e no SAA. Para isso, é recomendado registrar e totalizar todos os dados no período de um mês, o que facilita a relação e a comparação com outros dados do SAA, como horas trabalhadas, faturamento etc.

Da mesma maneira, as despesas com energia elétrica precisam ser detalhadas quanto aos horários fora de ponta (DE_{fpSAA}) e de ponta (DE_{hpSAA}), bem como calculadas por unidade consumidora de energia elétrica, por Grupo e para o SAA. Para isso é proposta a seguinte expressão:

- $DE_{tSAA} = DE_{fpSAA} + DE_{hpSAA}$
- $DE_{fpSAA} = DE_{fp}$ (obtenção + Processamento + Distribuição)
- $DE_{hpSAA} = DE_{hp}$ (obtenção + Processamento + Distribuição)

Em seguida, os dados hidroenergéticos registrados devem ser relacionados por cada SAA do município, para possibilitar o real conhecimento da situação e facilitar a definição de ações e de investimentos nos pontos mais críticos.

No Quadro 15 são relacionados os dados de volume de água que devem ser monitorados e registrados para cada SAA do município.

Quadro 15 – Dados de volume de água por SAA do Município

Volume de Água	SAA1	SAA2	SAA _n	Município
Água bruta (m ³ /mês)				
Água tratada (m ³ /mês)				
Água de serviço (m ³ /mês)				
Água distribuída (m ³ /mês)				
Água consumida (m ³ /mês)				
Água perdida (m ³ /mês)				
Água Faturada (m ³ /mês)				
Água Arrecadada (m ³ /mês)				

É importante observar a necessidade de registro dos dados de volumes de água faturados e arrecadados em cada SAA, pois isso possibilita a avaliação de todas as etapas da prestação do serviço, bem como o relacionamento desses dois dados de volume do setor comercial com os outros dados de volume de água do setor operacional.

Também devem ser apresentados os dados de consumo e de despesas de energia elétrica nas UCEE de cada SAA do município, conforme relacionado no Quadro 16.

Quadro 16 – Dados de energia elétrica que devem ser monitorados e registrados em cada UCEE do SAA

Dados de Energia Elétrica	SAA1	SAA2	SAA _n	Município
Número de UCEE				
Consumo EE (kWh/mês)				
Horário de ponta				
Fora de ponta				
Despesa EE (R\$/mês)				
Horário de ponta				
Fora de ponta				

A análise dos dados de consumo e de despesa de energia elétrica de SAAs de características e capacidade similares pode destacar situações pouco percebidas, como as diferenças nos resultados hidroenergéticos em função da rotina operacional das UCEEs nos horários de ponta e fora de ponta.

Os dados hidroenergéticos propostos são importantes para o detalhamento de indicadores de interesse hidroenergético, como o impacto da perda real de água no consumo e na despesa de energia elétrica em cada SAA do município.

Os indicadores hidroenergéticos são elaborados nesta etapa do ciclo informacional, sendo neste livro apresentados no item 10.4, que enfoca o uso da informação hidroenergética na tomada de decisão.

10.3 ATRIBUTOS DE QUALIDADE DA INFORMAÇÃO HIDROENERGÉTICA NA ETAPA DE DISSEMINAÇÃO DO CICLO INFORMACIONAL

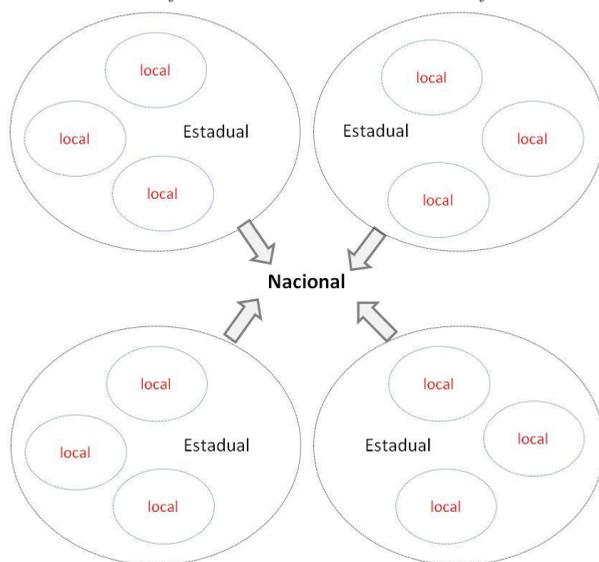
O atributo abrangência na etapa de disseminação é relacionado com a disponibilidade completa dos dados hidroenergéticos por unidade específica, por Grupos de Unidades, por SAA e pelo conjunto de SAAs do município, visando aumentar o conhecimento e participação dos atores envolvidos.

Nessa etapa do ciclo informacional é recomendada a criação de bancos de dados do prestador do serviço, do município e do estado, a fim de conhecimento da realidade de cada município e estado.

Assim, os sistemas locais passam a ser fundamentais para a sistematização dos dados na origem, mas com integração estadual e nacional, a fim de se ter a uniformidade na metodologia de coleta, sistematização e disseminação das informações; com incentivos e obrigações para melhorar a responsabilidade e precisão dos dados, pois as informações dos sistemas são de domínio público, para quaisquer usos e análises.

É importante ressaltar o Estado como grande articulador e apoiador das ações de saneamento básico nos municípios, bem como para integração no sistema nacional de informações, conforme representado no Esquema 5.

Esquema 5 – Inter-relação de Sistemas de informações em saneamento



Esses três sistemas de informação devem ser articulados e possibilitar a consulta de informações hidroenergéticas para todos os interessados, tendo:

- a) o sistema de informação do município - maior detalhamento e quantidade de dados, no caso das unidades, dos Grupos e dos SAAs do município;
- b) o sistema de informação do Estado - informações mais consolidadas por município e por regiões do Estado, inclusive organizando por características particulares, como por população, tipo de manancial etc.;

- c) o sistema de informação do Brasil - maior consolidação dos dados e informações dos municípios e dos estados, com a visão de aplicação de recursos para eliminar desigualdades regionais e estaduais.

Pelo exposto, a necessidade de criação de sistemas de informações é clara, mas devem ser observadas ações para o seu planejamento, como indica Pinheiro ([1995]):

- a) conhecimento das experiências locais existentes sobre sistemas e redes de informação, o que facilitará o diagnóstico e estudo de necessidades e demandas de informação;
- b) a equipe envolvida no desenvolvimento de sistemas em redes deve ser integrada, tendo profissionais de informação e outros, o que dependerá do campo do conhecimento que o sistema abranja;
- c) programas sistemáticos de formação de recursos humanos, o que qualificará a equipe;
- d) os usuários são o principal objetivo dos sistemas e redes, devendo acompanhar a elaboração do projeto e a implantação do sistema;
- e) escolhas de *hardware* e *software* devem ser tomadas após estudos em diferentes instâncias, como reuniões técnicas com especialistas, visitas técnicas a instituições que desenvolvam atividades similares e análise da literatura da área, evitando-se a tentação de desenvolvimento de *software* próprio quando já existe no mercado *software* apropriado para a função.

Além dessas características, ressalta-se que nos sistemas de informações sejam ainda observados:

- a) a determinação da obrigatoriedade de fornecimento das informações por parte dos prestadores de serviços;
- b) a organização e sistematização detalhada por unidade do SAA, para registro em base de dados municipal das informações do SAA, que agrupadas formam as informações primárias repassadas para o SNIS;
- c) a aplicação de auditoria dos dados e informações coletadas e repassadas pelos prestadores e municípios.

Em resumo, é necessário buscar a adequada produção/registo, sistematização/armazenamento e disseminação de informações confiáveis, precisas, abrangentes, tempestivas e atuais ao efetivo desempenho dos serviços de abastecimento de água à sociedade, as quais podem ser atendidas por meio de sistemas de informações dos municípios, dos estados e em nível nacional.

10.4 ATRIBUTOS DE QUALIDADE DA INFORMAÇÃO HIDROENERGÉTICA NA ETAPA DE USO DA INFORMAÇÃO NA TOMADA DE DECISÃO DO CICLO INFORMACIONAL

Os dados, indicadores e informações propostos devem permitir a análise da situação e a reflexão de como enfrentar os desafios e obstáculos para melhorar o

planejamento e a gestão hidroenergética nos SAAs, contribuindo para o atendimento das diretrizes da Política Nacional de Saneamento Básico, com base em informações confiáveis e seguras sobre o setor.

Com o atributo de pertinência observa-se a aplicabilidade dos dados precisos e completos na tomada de decisão nos SAAs.

Portanto, é premente a urgência de reunir dados seguros, confiáveis e precisos, a fim de que sejam utilizados adequadamente, tornando-se informações estratégicas para a gestão dos sistemas de abastecimento de água em todo território nacional.

Para facilitar a avaliação hidroenergética do desempenho entre SAAs de um mesmo município ou de municípios diferentes, os dados de volume de água, de consumo e de despesa de energia elétrica devem ser relacionados em indicadores hidroenergéticos por horários (de ponta e fora de ponta) e por altura manométrica para cada Unidade e/ou Grupo de Unidades, conforme apresentado no Quadro 17.

Quadro 17 – Indicadores Hidroenergéticos dos volumes de água por UCEE e por Grupo do SAA nos Horários de Ponta (HP), Fora de Ponta (FP) e no dia

Indicadores Hidroenergéticos (m ³ /kWh/100 mca)	Obtenção	Processamento					Distribuição
	EAB	ETA	EAT de serviço	ETA auxiliar	EAT auxiliar	EAT	EAT setor
Volume no HP							
Volume no HFP							
Volume no dia							

Nota: Volume de água produzido, tratado, reservado, bombeado, consumido, micromedido, estimado, faturado e arrecadado

A utilização da altura manométrica possibilita o conhecimento do valor agregado da energia elétrica fornecida ao volume de água, permitindo a comparação dos resultados de instalações diferentes. Assim, essa padronização do indicador visa à avaliação e comparação da eficiência hidroenergética de dois ou mais UCEE de um mesmo SAA, ou mesmo de diferentes SAA.

A padronização de indicadores hidroenergéticos também é adequada para o relacionamento com os valores de perda real de água nos horários de ponta e fora de ponta, o que pode ser verificado por UCEE, grupo de unidades e SAA, conforme apresentado no Quadro 18.

Quadro 18 - Indicadores hidroenergéticos relacionados ao volume perdido de água na Unidade, no Grupo de Unidades e no SAA

Indicadores Hidroenergéticos de Perda de Água (m ³ /kWh/100 mca)	Obtenção	Processamento					Distribuição
	EAB	ETA	EAT de serviço	ETA auxiliar	EAT auxiliar	EAT	EAT setor
Perda na Unidade							
Horário de ponta							
Fora de ponta							
Total							
Perda no Grupo							
Horário de ponta							
Fora de ponta							
Total							
Perda no SAA							
Horário de ponta							
Fora de ponta							
Total							

O detalhamento de indicadores hidroenergéticos por horário permite identificar os pontos que precisam de ações hidroenergéticas para melhorar o desempenho do SAA.

Os indicadores hidroenergéticos ainda devem combinar informações do volume perdido de água com as de consumo e de despesa de energia elétrica, bem como devem segmentar esses resultados para os horários de ponta e fora de ponta.

No Quadro 19 são relacionados indicadores hidroenergéticos para a avaliação de despesas de energia elétrica nas UCEE e grupos de unidades do SAA.

Quadro 19 – Indicadores hidroenergéticos de despesas de energia elétrica

Indicadores Hidroenergéticos de Despesa de Energia Elétrica	Obtenção	Processamento					Distribuição
	EAB	ETA	EAT de serviço	ETA auxiliar	EAT auxiliar	EAT	EAT setor
R\$ EE/kWh/100 mca							
Horário de ponta							
Fora de ponta							
Total							
R\$ EE/m ³ /100 mca							
Horário de ponta							
Fora de ponta							
Total							

Os indicadores hidroenergéticos produzidos devem ter maior consistência e serem sistematizados e disseminados de forma compatível com as necessidades do planejamento, da definição de investimentos e da gestão, tornando mais detalhadas e reais as metas a serem atingidas para o uso racional de água e à redução do consumo de energia elétrica na prestação dos serviços de abastecimento de água nos municípios brasileiros.

Nesse sentido, o detalhamento por horário (de ponta e fora de ponta) e a utilização de valor da altura manométrica de cada UCEE possibilitam a padronização de procedimentos, facilitando a comparação entre diferentes UCEEs ou SAAs.

O conjunto de indicadores hidroenergéticos dos SAAs demonstra a situação do município. Por sua vez, a somatória dos municípios corresponde ao quadro hidroenergético em cada Estado e no Distrito Federal, com esse conjunto representando a informação hidroenergética do Brasil.

Além disso, os indicadores hidroenergéticos precisam ser avaliados em relação aos dados gerais do município, pois isso propicia a comparação e o melhor entendimento do desempenho de cada SAA, facilitando a identificação de demandas ou problemas.

No Quadro 20 são relacionados alguns dados gerais que devem ser relacionados com os valores dos indicadores hidroenergéticos, em m³/kWh/100 mca, em R\$ EE /kWh /100 mca e em R\$ EE /m³/ 100 mca, para cada SAA e para o município.

Quadro 20 – Dados gerais do SAA que devem ser relacionados com indicadores hidroenergéticos (IHE)

Dados para relacionamento com indicadores hidroenergéticos	SAA1	SAA2	SAA _n	Município
População atendida (hab)/IHE				
Vol. produzido (m ³ /mês)/IHE				
Distância do manancial (km)/IHE				
Capacidade ETA (m ³ /mês)/IHE				
Volume de reservação (m ³)/IHE				
km de rede distribuição/IHE				
Nº economias ativas/IHE				
Nº ligações ativas/IHE				
Nº economias ativas hidromet./IHE				
Nº ligações ativas hidromet./IHE				
Vol. perdido água (m ³ /mês)/IHE				
Valor DEX (R\$/mês)/IHE				
Valor faturado (R\$/mês)/IHE				
Valor arrecadado (R\$/mês)/IHE				
Perda faturamento (R\$/mês)/IHE				

Nota: hidromet. – hidrometradas.

A consolidação de indicadores hidroenergéticos e o relacionamento com os dados gerais na escala municipal fundamenta a avaliação da situação no Estado e no Distrito Federal, sendo essencial para o conhecimento da situação hidroenergética do setor de abastecimento de água no Brasil, conforme representado no Esquema 6.

Esquema 6 – Dados e informações hidroenergéticas por SAA, Município, Estado e Brasil

BRASIL = \sum Estados + Distrito Federal							
SAA 1	Município 1	Estado 1	Estado n	Município 1	SAA 1		
SAA 2					SAA 2		
					SAA n		
SAA 1	Município 2			Estado 1	Estado n	Município 2	SAA 1
SAA 2							SAA 2
							SAA n
SAA 1	Município n	Estado 1	Estado n			Município n	SAA 1
SAA 2							SAA 2
SAA n							SAA n

A ampliação da visão do local para a nacional deve fundamentar o planejamento governamental das ações de saneamento básico, bem como permitir o melhor acompanhamento dos resultados hidroenergéticos pela sociedade, pelo titular e pelo prestador dos serviços de abastecimento de água.

Desse modo, o correto fluxo da informação hidroenergética contribui para o atendimento do princípio fundamental de universalização do acesso da população aos serviços de abastecimento de água, de acordo com o estabelecido na Lei 11.445/2007.

11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sabendo-se que a informação hidroenergética é um recurso imprescindível à tomada de decisão mais efetiva em sistemas de abastecimento de água, neste livro foi apresentada a necessidade de se coletar, registrar, organizar e disseminar, adequadamente, os dados necessários ao conhecimento das questões de água e energia elétrica.

A relação existente entre os setores de energia elétrica e de abastecimento de água é observada desde os primórdios da história humana, destacando-se que o contínuo avanço científico tem resultado no aperfeiçoamento dos dispositivos de captação, elevação e tratamento de água, com aumento da capacidade e melhor aproveitamento de energia da massa líquida.

Apesar de esse desenvolvimento tecnológico melhorar o desempenho dos sistemas de abastecimento de água, graves problemas de uso inadequado de água e de energia elétrica ainda são observados nos municípios brasileiros, por exemplo, os volumes perdidos de água.

No setor de abastecimento de água é marcante a necessidade de redução do grande volume perdido de água, pois isso impacta na qualidade do serviço prestado e no consumo de energia elétrica, o que, paralelamente, dificulta a sustentabilidade econômico-financeira da prestação desse serviço essencial para a população.

Para isso, devem ser observadas informações de unidades específicas, do Grupo de unidades e da integração no SAA, as quais devem ser utilizadas para que o serviço de abastecimento de água venha a ser prestado com a eficiência planejada pelo município, proposta pelo prestador do serviço e esperada pela sociedade.

Nesse cenário, a informação hidroenergética de qualidade passa a ser preponderante para o sucesso das ações, públicas e privadas, relacionados ao uso racional de água e de energia nos serviços de abastecimento de água.

No planejamento e projetos dessas ações devem ser estabelecidas metas relacionadas à dimensão informacional hidroenergética no sistema de abastecimento de água, pois, além da ampliação da cobertura do serviço, deve-se ter a disponibilidade de informações estratégicas que possibilitem a melhor tomada de decisão pelos gestores desses sistemas, especialmente as de gestão que relacionam a redução do volume perdido com o aumento da produção de água.

As informações hidroenergéticas precisam ser obtidas rapidamente e ser de simples utilização, pois isso facilita a identificação dos pontos vulneráveis em que devem ser adotadas ações hidroenergéticas pontuais, imediatas e eficazes, as quais acabam tendo grandes reflexos em todo o SAA.

Destaca-se como relevante a inclusão de dados que contribuam efetivamente para o combate das perdas hidroenergéticas nesses SAAs, como o registro,

sistematização e divulgação de informações de consumo e custo de energia elétrica nos horários de ponta e fora de ponta.

É oportuno enfatizar que o conhecimento da variação horária do consumo de energia elétrica no setor de saneamento servirá para subsidiar o planejamento do setor elétrico, mais especificamente na definição dos valores de energia elétrica que devem ser previstos para atender ao incremento do setor de abastecimento de água nos próximos anos, o que será muito influenciado pela dinâmica e crescimento da população nas áreas urbanas brasileiras.

As ameaças de racionamento e os novos investimentos na matriz energética brasileira demonstram que o planejamento e a gestão dos setores de infraestrutura devem ser baseados na eficiência hidroenergética, razão para a observação das condições operacionais de cada instalação e para o entendimento da energia agregada ao volume de água nas diferentes etapas do SAA.

Como a redução do consumo e da despesa de energia elétrica dependem de ações administrativas e operacionais nas unidades e instalações do SAA, é fundamental o estabelecimento de regras e procedimentos bem claros e detalhados; de equipamentos adequadamente especificados e com manutenção permanente; de funcionários comprometidos e conscientes da importância do seu trabalho e de sistema informacional adequado para o efetivo monitoramento e controle das informações.

Para isso, é preciso maior segurança e confiabilidade na qualidade e na quantidade das informações hidroenergéticas dos SAAs, com detalhamento específico da energia elétrica consumida nos diferentes horários e etapas, o que facilita o entendimento dos técnicos e o conhecimento dos usuários.

É nesse sentido que se propõe o registro, a coleta e a obtenção da informação hidroenergética para a tomada de decisão em SAA, a partir dos dados de volume de água, de consumo de energia elétrica e de despesa de energia elétrica por unidade, por Grupo e por SAA, determinando o volume perdido de água e estabelecendo indicadores hidroenergéticos por unidade, por Grupo do SAA, por SAA, por município, por estado e do Brasil e pelo relacionamento dos dados hidroenergéticos e gerais dos SAAs do município.

A compreensão dos componentes hidroenergéticos do SAA deve ser ampliada ou melhorada nos prestadores de serviço, bem como as suas relações com outras informações primárias explicitadas de cada SAA, e não apenas em dados gerais do município como um todo.

Entre as informações primárias que podem ser relacionadas com as hidroenergéticas estão: a população atendida, os volumes de água, a altura manométrica das unidades dos SAAs, as despesas de exploração, o faturamento e a arrecadação.

Também é fundamental o conhecimento dos dados e indicadores hidroenergéticos por horário de funcionamento dos equipamentos de cada Unidade, Grupo de Unidades e sistema de abastecimento de água. A consolidação dessas informações permite o conhecimento da realidade hidroenergética por município e por estado, o que é essencial para expressar o desempenho hidroenergético do setor de saneamento básico brasileiro.

Portanto, as informações hidroenergéticas com qualidade são indispensáveis para o planejamento e gestão eficiente dos sistemas de abastecimento de água nos municípios brasileiros, sendo a sistematização dessas informações compatível com os preceitos da Política Nacional de Saneamento Básico, razão para a consolidação dos sistemas de informação de saneamento básico locais, estaduais e nacional.

Bezerra, G. (2012) comenta que a utilização de indicadores de sustentabilidade é uma estratégia importante para enfrentar o iminente desafio de uso adequado da água retirada da natureza, pois o conhecimento do problema serve para nortear as ações necessárias às melhorias gerais no fornecimento de água à população.

Assim, ressalta-se a importância do uso de informação hidroenergética confiável, atual, abrangente, precisa e pertinente que contribua para a realização de ações que visem à redução dos valores de energia elétrica nas despesas de exploração, facilitando o investimento na expansão do SAA para a universalização da população atendida pelo serviço de abastecimento de água.

REFERÊNCIAS

ABAD GARCÍA, Maria Francisca. Evaluación de las operaciones de análisis y difusión de La información. In: LÓPEZ YEPES, José (Coord.). **Manual de ciências de la Documentación**. Madrid: Pirámide, 2002. p. 671-690.

ADUTORA de recalque do perímetro irrigado salitre, na Bahia. Disponível em: <<http://www.pac.gov.br/obra/8064>>. Acesso em: 15 fev. 2013.

ALEGRE, H. et al. **Performance indicators for water supply services: manual of best practice series**. 2. ed. London: IWA, 2006. p. 289. Disponível em: <<http://www.iwapublishing.com/template.cfm?name=isbn1843390515>>. Acesso em: 13 fev. 2011.

ANA (Brasil). **Atlas Brasil: abastecimento urbano de água**. Brasília, 2010. 2v.

_____. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2012**. Brasília, 2012. p. 166-189. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/arquivos/Conjuntura2012.pdf>>. Acesso em: 13 dez. 2012.

_____. **Recursos hídricos no Brasil: regiões hidrográficas e principais rios**. Brasília, 2005. 1 Mapa. Escala: 1: 6.000.000. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/planejamento/planos/pnrh/MP%20Divisao%20Hid%202.jpg>>. Acesso em: 18 dez. 2012.

ANEEL (Brasil). **Relatório ANEEL 10 anos**. Brasília, 2008. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/aneel_10_anos.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2012.

ANDRADE FILHO, Luiz Simão de. Bombas e estações elevatórias. In: GOMES, Heber Pimentel (Org.). **Sistema de bombeamento: eficiência energética**. João Pessoa: Ed. Universitária - UFPB, 2009. p. 45-112.

ANJOS JR., Ary Haro dos. **Gestão estratégica do saneamento**. Barueri: Manole, 2011.

AROUCK, Osmar. **Atributos de qualidade da informação**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Faculdade de Ciência da Informação, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9000: Sistema de gestão da qualidade: fundamentos e vocabulário**. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 12.211: Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água**. Rio de Janeiro, 1992.

_____. **NBR 12.218: Projeto de Rede de Distribuição de Água para Abastecimento Público.** Rio de Janeiro, 1994.

BAHIA, Sérgio Rodrigues et al. (Coord.). Procedimentos operacionais e alternativas tecnológicas. In: _____. **Eficiência energética nos sistemas de saneamento.** Rio de Janeiro: IBAM; ELETROBRÁS, 1998. p. 47-74.

BARRETO, Gilberto Caldeira. **Avaliação da operação e determinação das perdas de água e de energia elétrica no 3º setor de abastecimento de água da Região Metropolitana de Belém.** 2007. 141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Universidade Federal do Pará, Belém, 2007.

BERGUE, Sandro Trescastro. **Gestão de pessoas em organizações públicas.** 2. ed. rev. e atual. Caxias do Sul: EDUCS, 2007.

BEZERRA, Gleiciane Costa Moraes. **Proposta de indicadores de sustentabilidade para avaliação de sistema de abastecimento de água de áreas urbanas.** 2012. 121f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

BEZERRA, Haroldo Costa. **Seleção e hierarquização de indicadores de desempenho para aplicação na gestão estratégica de sistemas de abastecimento de água.** 2012. 251f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

BOVO, Alberto et al. **Controle e redução de perdas aparentes processo comercial.** São Paulo: Consórcio ETEP/JNS/JHE/FIA, 2008.

BRANCO, Otavio Eurico de Aquino. **Avaliação da disponibilidade hídrica: conceitos e aplicabilidade.** 2006. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2012/04/Disponibilidade-H%C3%ADdrica.pdf>>. Acesso em: 3 out. 2012.

BRASIL. Decreto n. 7.217, de 21 de junho de 2010. 2010a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7217.htm>. Acesso em: 3 out. 2012.

BRASIL. Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007. 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm>. Acesso em: 3 out. 2012.

BRASIL. Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011. Brasília, 2011. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/112527.htm>. Acesso em: 7 abr. 2012.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Capacitação e informação.** Brasília, 2004a.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água**: documento técnico de apoio: DTA A2: indicadores de perdas nos sistemas de abastecimento de água. Brasília, 2004b.

_____. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**: diagnóstico dos serviços de água e esgotos de 2010. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>>. Acesso em: 6 mar. 2012.

_____. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**: diagnóstico dos serviços de água e esgotos de 2011. Brasília, 2013. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>>. Acesso em: 2 jul. 2013.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético. Departamento de Desenvolvimento Energético. **Plano Nacional de Eficiência Energética**. Brasília, 2010b.

BRASIL. Presidência. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano. Secretaria de Política Urbana. **Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água**: DTA-C3 medidas de redução de perdas elementos para planejamento. Brasília, 1999.

CAPRA, Fritjof. **O ponto de mutação**. São Paulo: Cutrix, 1982.

CASTILLA RUIZ, Antonio; GALVIS CASTAÑO, Gerardo. **Bombas y estaciones de bombeo**. Cali: Centro Inter-Regional de Abastecimiento y Remoción de Agua, 1993.

CATAVENTO. Disponível em: <<http://www.cataventosdonordeste.com.br/>>. Acesso em: 9 fev. 2013.

CHEUNG, P. B. et al. **Curso de eficiência energética no saneamento**. Brasília, 2007.

COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS. **É melhor construir uma caixa protetora para seu hidrômetro**. 2010. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/43003133/Caixa-Hidrometro-CEDAE>>. Acesso em: 9 fev. 2013.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARÁ. **Projeto executivo da Estação de Tratamento de Água do Bolonha**. Belém, [1982?].

CONDURÚ, Marise. **Ciclo de comunicação e transferência de informação na área de meio ambiente**: um estudo de caso – o Núcleo de Meio Ambiente da Universidade Federal do Pará. 2000. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro, 2000.

_____. **Análise da qualidade da informação no setor de saneamento básico:** em busca da inteligência estratégica. 2012. 276 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sócio-ambiental) - Núcleo de Altos Estudos Amazônicos/ NAEA, Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

CONDURÚ, Marise Teles; PEREIRA, José Almir Rodrigues. Informação estratégica para a gestão hidroenergética de sistemas de abastecimento de água. In: GOMES, Heber Pimentel (Org.). **Sistema de Saneamento:** eficiência energética. João Pessoa: Ed. Universitária - UFPB, 2010. p. 111-122. Disponível em: <http://www.lenhs.ct.ufpb.br/wpcontent/uploads/arquivos/Livro_Eficiencia_Energetica.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2011.

CRATEÚS ampliará sua rede de abastecimento de água. Disponível em: <<http://iguatu.net/novo/wordpress/?p=84049>>. Acesso em: 11 fev. 2013.

DAVENPORT, Thomas H. **Ecologia da informação:** por que só a tecnologia não basta para o sucesso na era da informação. São Paulo: Futura, 1998. 316p.

DAVENPORT, Thomas H.; PRUSAK, Laurence. **Conhecimento empresarial:** como as organizações gerenciam o seu capital intelectual. 15 reimp. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

DE SORDI, José Osvaldo. **Administração da informação:** fundamentos e práticas para uma nova gestão do conhecimento. São Paulo: Saraiva, 2008.

DOUGLAS, Mary. **Como pensam as instituições.** Lisboa: Instituto Piaget, 1986.

DRUCKER, Peter F. The coming of the new organization. In: HARVARD Business Review on Knowledge Management. Boston: Harvard Business School Press, 1998. p. 1-19. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=%20coming%20of%20the%20new%20organization*drucker&f=false>. Acesso em: 19 out. 2009.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco energético nacional 2011:** ano base 2010: relatório final. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2011.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2012.

_____. **Balanco energético nacional 2012** ano base 2011: relatório final. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2012.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2012.

_____. **Balanco energético nacional 2013** ano base 2012: relatório final. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2012.pdf>. Acesso em: 10 set. 2013.

FALTA de energia prejudica fornecimento de água em zonas de Manaus. Disponível em: <<http://www.seplan.am.gov.br/arquivos/download/arqeditor/publicacoes/clipping/nacional/01102010/>>. Acesso em: 1 out. 2010.

FERREIRA, Ademir Antonio; REIS, Ana Carla Fonseca; PEREIRA, Maria Isabel. **Gestão empresarial**: de Taylor aos nossos dias. São Paulo: Cengage Learning, 2006. Disponível em: <<http://books.google.com/books?id=k5v2JkajaAkC&printsec=frontcover&hl=pt-BR>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

FRAENKEL, Peter; THAKE, Jeremy. **Dispositivos de elevación del agua**. 3. ed. México: Alfaomega, 2010.

FREIRE, Isa Maria; ARAÚJO, Vânia Maria Hermes de. A responsabilidade social da Ciência da Informação. **Transinformação**, v. 11, n. 13, p. 7-15, jan./abr. 1999.

GOMES, Airton Sampaio; JEROZOLIMSKI, Tobias (Coord.). **Controle e redução de perdas aparentes processo comercial**. São Paulo: Ministério das Cidades. Projeto Com+Água, 2008.

HISTÓRICO do Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/mme/menu/institucional/ministerio.html>>. Acesso em: 24 jan. 2013.

HUNTER. **A guide to the innovations in irrigation**. 2002. Disponível em: <<http://www.uni-kassel.de/agrar/agt/?c=399>>. Acesso em: 22 set. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2010**. Rio de Janeiro, 2011a. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=4&uf=00>>. Acesso em: 13 dez. 2012.

_____. **Censo demográfico 2010**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1378&z=cd&o=7&i=P>>. Acesso em: 15 fev. 2013.

_____. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: PNAD 2011**. Rio de Janeiro, 2011b. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2011/default_brasil.shtm>. Acesso em: 22 dez. 2012.

JURAN, J. M. **A qualidade desde o projeto**: os novos desafios para o planejamento da qualidade em produtos e serviços. São Paulo: Pioneira Novos Ubrais, 1992.

LE COADIC, Yves-François. **A Ciência da Informação**. 2. ed. Brasília: Briquet de Lemos/Livros, 2004.

LIMA NETO, Iran Eduardo; SANTOS, André Bezerra dos. Planos de saneamento básico. In: PHILIPPI JR, Arlindo; GALVÃO JR, Alceu de Castro. **Gestão do saneamento básico**. Barueri: Manole, 2012. p.57-79.

LINSINGEN, Irlan Von. **Fundamentos de sistemas hidráulicos**. 3. ed. Florianópolis: Ed. UFSC, 2008.

LOPES, Raynner Menezes. **Simulação computacional do consumo e do custo de energia elétrica na operação da estação elevatória de esgoto bruto do UNA**. 2013. 103f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal do Pará, Belém, 2013.

MARICONDA, Pablo Rubén. As mecânicas de Galileu: as máquinas simples e a perspectiva técnica moderna. **Sci. Stud.**, São Paulo, v.6, n.4, p. 565-606, oct./dec. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S167831662008000400006>. Acesso em: 22 set. 2012.

MCGARRY, K. J. **Da documentação à informação: um contexto em evolução**. Lisboa: Editorial Presença, [199-?]. p.13-40.

MELLO, Daniel. **Falta de opções de moradia ameaça mananciais da capital paulista, aponta especialista**. 2012. Disponível em: <<http://mercadoetico.terra.com.br/arquivo/falta-de-opcoes-de-moradia-ameaca-mananciais-da-capital-paulista-aponta-especialista/>>. Acesso em: 9 fev. 2013.

MENOU, Michel J. Trends in ... a critical review: the impact of information-II. Concepts of information and its value. **Information Processing & Management**, v. 31, n. 4, p. 479-490, 1995.

MESQUITA, André Luiz Amarante et al. Redução do consumo de energia como controle do nível do reservatório de retrolavagem em ETAs. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24., 2007, Belo Horizonte. **Anais ...** Belo Horizonte: ABES, 2007.

MICHAUD, Claude. Modelos de conhecimento. In: TARAPANOFF, Kira (Org.). **Inteligência, informação e conhecimento**. Brasília: UNESCO, IBICT, 2006. p. 211-239.

MIRANDA, Ernani Ciríaco de. Gerenciamento de perdas de água. In: HÉLLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de (Org.). **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2006. p. 789-856.

MIRANDA, Roberto Campos da Rocha. O uso da informação na formulação de ações estratégicas pelas empresas. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 286 – 292, set. / dez. 1999. Disponível em: <<http://www.ibict.br/cionline/viewarticle>>. Acesso em: 13 out. 2012.

MORESI, Eduardo Amadeu Dutra. **Gestão da informação e do conhecimento**. Brasília: Ed. UnB, 2001.

MOURA, Gustavo Nikolaus Pinto de. **A relação entre água e energia: gestão energética nos sistemas de abastecimento de água das companhias de saneamento básico do Brasil**. 2010. 203 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://www.ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis/gustavo_nikolaus.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2011.

NONAKA, Ikujiro; TAKEUCHI, Hirotaka. **Criação do conhecimento na empresa: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação**. Rio de Janeiro: Elsevier, 1997.

PAIM, Isis; NEHMY, Rosa Maria Quadros; GUIMARÃES, César Geraldo. Problematização do conceito “qualidade” da informação. **Perspec. Ci. Inf.**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 111-119, jan./jun. 1996.

PANZERA, Arjuna C.; GOMES, Arthur E. Q.; MOURA, Dácio G. de. **Trabalho e máquinas simples**. Disponível em: <http://crv.educacao.mg.gov.br/SISTEMA_CRV/documentos/md/em/fisica/2010-08/md-em-fs-12.pdf>. Acesso em: 22 set. 2012.

PÁDUA, Valter Lúcio. Introdução ao tratamento de água. In: HÉLLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de. **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2006. p. 519-570.

PEREIRA, José Almir Rodrigues; SILVA, Jaqueline Maria Soares da. **Rede coletora de esgoto sanitário: projeto, construção e operação**. 2. ed. rev. e ampl. Belém: [s.n.], 2010.

PEREIRA, José Almir Rodrigues et al. Variação da pressão dinâmica em redes de distribuição de água com e sem setorização. In: GOMES, Heber Pimentel (Org.). **Sistema de Saneamento: eficiência energética**. João Pessoa: Ed. Universitária - UFPB, 2010. p. 123-134. Disponível em: <http://www.lenhs.ct.ufpb.br/wpcontent/uploads/arquivos/Livro_Eficiencia_Energetica.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2011.

PINHEIRO, Lena Vania Ribeiro. **Redes e sistemas de informação: interação e integração**. [Rio de Janeiro: s. n., 1995]. Trabalho encomendado pela Biblioteca Nacional.

POÇO artesiano, o que é? Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=31&Cod=1213>>. Acesso em: 11 fev. 2013.

PRINCE, Aloísio de Araújo. Captação de água de superfície. In: HÉLLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de. **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2006. p. 329-382.

REDE Lenhs. 2012. Disponível em: <<http://redelenhs.org/?p=104>>. Acesso em: 11 fev. 2013.

REIS JUNIOR, J.C.F. **Análise hidroenergética da rotina operacional de sistema de bombeamento utilizado em abastecimento público de água**. 2012. 134 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

RODRIGUES, Artur; BURGARELLI, Rodrigo. São Paulo terá que buscar água a 74 km de distância. **O Estadão**, São Paulo, 22 mar. 2012. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/cidades,sao-paulo-tera-de-buscar-agua-a-74-km-de-distancia,852098,0.htm>>. Acesso em: 10 fev. 2013.

ROMPIMENTO da adutora em Manaus. Disponível em: <<http://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2013/01/video-mostra-forca-das-aguas-apos-rompimento-de-adutora-em-manaus.html>>. Acesso em: 14 fev. 2013.

SANTOS, Aline Christian Pimentel Almeida. **Especialização de informações na gestão de sistemas de abastecimento de água utilizando sistema de informação geográfica**. 2010. 127 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2010.

SANTOS, Sérgio Lopes dos. **Bombas & instalações hidráulicas**. São Paulo: LCTE, 2007.

A SECRETARIA de Energia Elétrica. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/see/menu/institucional/a_sec.html>. Acesso em: 15 jan. 2013.

SHADUF egípcio. Disponível em: <<http://ancientvine.com/shaduf.html>>. Acesso em: 22 set. 2012.

SILVA, Armando Malheiro da. **A informação**: da compreensão do fenómeno e construção do objecto científico. Porto: Afrontamento, 2006.

TIAGO FILHO, Geraldo Lúcio. **Carneiro hidráulico**: o que é e como construí-lo. Disponível em: <<http://www.cerpch.unifei.edu.br/carneiro-hidraulico-que-e.html>>. Acesso em: 22 set. 2012.

TSUTIYA, M.T. **Abastecimento de água**. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Univ. de São Paulo, 2004. 643 p.

TSUTIYA, M.T. **Redução do custo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água**. São Paulo: ABES – Seção São Paulo, 2006.

TUDO é feito de história. 2010. Disponível em: <<http://feitodehistoria.blogspot.com.br/2010/04/as-civilizacoes-que-desenvolveram-se-no.html>>. Acesso em: 22 set. 2012.

TARAPANOFF, Kira. Prefácio: inteligência, informação e conhecimento em corporações. In: TARAPANOFF, Kira (Org.). **Inteligência, informação e conhecimento**. Brasília: UNESCO, IBICT, 2006. p. 9 – 14.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. Grupo de Pesquisa Hidráulica e Saneamento. **Plano Diretor do Sistema de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Belém**. Belém, 2006.

USINA Hidrelétrica de Tucuruí. Disponível em: <http://ucel.eln.gov.br/portal/reg_tucurui_hidre.php>. Acesso em: 8 nov. 2012.

WERDINE, Demarcus. **Perdas de água em sistemas de abastecimento**. 2002. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia da Energia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Energia, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2002.

WERSIG, G. Information Sciences: the study of postmodern knowledge usage. **Information Processing & Management**, v. 29, n. 2, 1993.

ZEMAN, Jiri. Significado filosófico da informação. In: O CONCEITO de informação na ciência contemporânea. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970. p. 154-179. (Série Ciência da Informação, n. 2).