



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM ENERGIA E SUSTENTABILIDADE

BACHARELADO EM ENERGIA E SUSTENTABILIDADE

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE
SISTEMA AUTOMATIZADO DE RECALQUE DE
ÁGUA QUE ABASTECE O CETENS**

FRANKLIN NUNES ADORNO

FEIRA DE SANTANA, 2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM ENERGIA E SUSTENTABILIDADE

BACHARELADO EM ENERGIA E SUSTENTABILIDADE

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE
SISTEMA AUTOMATIZADO DE RECALQUE DE
ÁGUA QUE ABASTECE O CETENS**

MONOGRAFIA DE CONCLUSÃO DE CURSO APRESENTADA AO CURSO DO BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM ENERGIA E SUSTENTABILIDADE DO CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA EM ENERGIA E SUSTENTABILIDADE DA UNIVERSIDADE DO RECÔNCAVO DA BAHIA, COMO REQUISITO PARCIAL À CONCLUSÃO DO CURSO.

Orientador: Prof. Dr. Francis Valter Pepe França

FRANKLIN NUNES ADORNO

FEIRA DE SANTANA, 2018

FICHA CATALOGRÁFICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS EM ENERGIA E

SUSTENTABILIDADE

BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM ENERGIA E SUSTENTABILIDADE

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE
SISTEMA AUTOMATIZADO DE RECALQUE DE
ÁGUA QUE ABASTECE O CETENS**

Aprovada em: 22/08/2018

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Francis Valter Pepe França – UFRB

ASS:

Prof. Dr. Sérgio Anunciação Rocha – UFRB

ASS:

Prof. Dr. Odair Vieira dos Santos - UFRB

ASS:

FRANKLIN NUNES ADORNO

FEIRA DE SANTANA, 2018

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Francis Pepe Valter França, pela excelente orientação que possibilitou a realização desse trabalho.

Aos meus pais, por estarem sempre comigo me apoiando.

A minha companheira, Emanuelle Rios da Silva, que esteve ao meu lado do início ao fim desta grande jornada, me ajudando e me incentivando todos os dias, sobretudo nos dias mais difíceis. Não teria chegado onde cheguei se não fosse por ela.

Aos meus colegas de turma pela vivência nestes longos anos compartilhando não só as felicidades bem como as dificuldades tal qual cada um passou durante o curso.

E a todas as pessoas que possibilitaram a realização deste trabalho.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM ENERGIA E SUSTENTABILIDADE

BACHARELADO EM ENERGIA E SUSTENTABILIDADE

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA AUTOMATIZADO
DE RECALQUE DE ÁGUA QUE ABASTECE O CETENS**

RESUMO

Este trabalho apresenta uma análise da viabilidade de implantação de um sistema automatizado (popularmente conhecido como “boia pera”) que visa economia de energia e redução do desperdício de água no CETENS – UFRB, localizado em Feira de Santana – BA. O reservatório elevado passa a verter água quando já está completamente cheio, porém, devido ao fato da bomba ter acionamento manual é preciso que alguém se disponha a desligar para que cesse o desperdício de água energia elétrica. Feito isto, durante um mês, foi mensurado que o tempo médio de desperdício é de 20 min por dia de acionamento da bomba (pós-enchimento total do reservatório), sendo 8 eventos de acionamento/desligamento ao mês. Com a escassez de dados como potência da bomba e diâmetro da tubulação, a literatura nos permitiu estimar alguns valores de forma confiável, sendo possível descobrir que o gasto mensal referente à bomba submersa estar ligada indevidamente enquanto o reservatório vertia água foi de R\$ 2,06. Como o custo de implantação do sistema avaliado foi de R\$ 229,56, isso representa um período de retorno de investimento estimado em 112 meses. Contudo, o desperdício de água foi por volta de 40.500 litros no mês, comprovando que ainda que economicamente não se mostre um investimento justificável, ambientalmente, representa uma enorme quantidade de água a ser economizado.

Palavras-chave: Desperdício; Automatização; Água fria.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM ENERGIA E SUSTENTABILIDADE

BACHARELADO EM ENERGIA E SUSTENTABILIDADE

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA AUTOMATIZADO
DE RECALQUE DE ÁGUA QUE ABASTECE O CETENS**

ABSTRACT

This work presents an analysis of the feasibility of implantation of an automated system (popularly known as "pea float"), which aims to save energy and reduce water waste in CETENS – UFRB, located in Feira de Santana – BA. The high reservoir starts pouring water when it is completely full, but due to the fact that the pump has a manual override it is necessary that someone is willing to shut down to stop the waste of electricity. After this, for a month, it was measured that the average time of waste is 20 min per day of pump activation (post-filling of the reservoir), with 8 on/off events per month. With the scarcity of data such as pump power and pipe diameter, the literature allowed us to estimate some values reliably, and it was possible to find out that the monthly cost of the submerged pump was unduly connected while the water tank was R\$ 2,06. As the cost of implementing the evaluated system was R\$ 229,56 this represents an estimated investment payback period of 112 months. However, the waste of water was around 40.500 liters in the month, proving that although economically does not show a justifiable investment, environmentally, represents a huge amount of water to be saved.

Key-words: Waste; Automatization; Cold water.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Ciclo da Água	17
Figura 2.2: Uso de água do Mundo vs. Brasil	17
Figura 2.3: Papel central da água	19
Figura 2.4: Risco de escassez da água	19
Figura 2.5: Índice de disponibilidade de água per capita (m ³ /pessoa/ano)	21
Figura 2.6: Hidrografia do Brasil	24
Figura 2.7: Exemplo de um sistema automatizado de recalque	31
Figura 2.8: Modelo de uma bomba submersa	32
Figura 2.9: Exemplo de um poço semi-artesiano	33
Figura 3.1: UFRB/CETENS	34
Figura 3.2: Reservatório elevado do CETENS	35
Figura 3.3: Local do poço semi-artesiano	36

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1: Divisão de água doce	20
Gráfico 2.2: EAR do Subsistema Nordeste	27
Gráfico 2.3: ENA do Subsistema Nordeste	28
Gráfico 2.4: Demandas máximas mensais do Subsistema Nordeste	28
Gráfico 4.1: PRI	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Balanço Hídrico de águas superficiais por continente	21
Tabela 2.2: Retirada <i>per capita</i>	22
Tabela 2.3: Disponibilidade hídrica x População (Brasil)	23
Tabela 2.4: Consumo médio <i>per capita</i> no Nordeste	26
Tabela 4.1: Tempo da água vertendo	39
Tabela 4.2: Médias de consumo por dia, mês e ano	40

LISTA DE SIGLAS

ANA: Agência Nacional das Águas

BA: Bahia

BDI: Benefícios e Despesas Indiretas

CETENS: Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade

COELBA: Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia

EAR: Energia Armazenada

EMBASA: Empresa Baiana de Águas e Saneamento

ENA: Energia Natural Afluente Armazenável

EUA: Estados Unidos da América

INED: Instituto de Educação e Desenvolvimento

MMA: Ministério de Meio Ambiente

MME: Ministério de Minas e Energia

ONU: Organização das Nações Unidas

PRI: Período de Retorno do Investimento

PNRH: Política Nacional de Recursos Hídricos

SINAPI: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

SNIS: Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento

SINGREH: Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

UFRB: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

UNESCO: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 ÁGUA: O CICLO, A IMPORTÂNCIA E SUA ESCASSEZ	16
2.2 DISPONIBILIDADE DE ÁGUA NO MUNDO	20
2.3 DISPONIBILIDADE DE ÁGUA NO BRASIL	22
2.3.1. Breve cenário nordestino e um contexto energético	26
2.4 INICIATIVAS GOVERNAMENTAIS	29
2.4.1 Legislação brasileira	29
2.4.2 Gestão de recursos hídricos	30
2.5 SISTEMA AUTOMATIZADO: PRINCIPIO DE FUNCIONAMENTO	31
2.6 POÇO SEMI-ARTESIANO	31
3. METODOLOGIA	34
3.1 REVISÃO DA LITERATURA	34
3.2 LOCAL DE ESTUDO	34
3.3 COLETA DE DADOS E CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO	36
3.4 CÁLCULOS	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
5. CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

1. INTRODUÇÃO

Sustentabilidade – do latim *sustentare* –, tem como base cinco dimensões: a sustentabilidade social, a geográfica, a cultural, a econômica e a ecológica, sendo esta última vinculada ao uso efetivo dos recursos naturais existentes nos diversos ecossistemas, reduzindo a degradação ambiental (SACHS, 1990). E ser sustentável é satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as gerações futuras satisfazerem as suas necessidades (OECD, 2014). Sendo assim, preservar a água evitando desperdício, com intuito de uma maior disponibilidade no futuro, é um ato não só inteligente e racional, mas também sustentável.

Está presente na Constituição Brasileira de 1988, artigo 255, onde mostra a importância do meio ambiente: “*Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.*”. Já Oliveira (1999) descreve que a água é condição determinante para a existência da vida, pois garante o equilíbrio ecológico e ambiental das nações, e possui um papel fundamental para o desenvolvimento socioeconômico.

Segundo a UN Water (2016), em todos os setores da economia, a água é necessária para criar e manter empregos. Estima-se que, mundialmente, metade da força de trabalho está empregada em oito setores dependentes da água: energia, construção, transporte, reciclagem, manufatura com uso intensivo de recursos, pesca, silvicultura e agricultura, sendo esta última a maior consumista de água. Isto evidencia ainda mais tamanha a importância que a água tem para toda e qualquer tipo de vida.

Shiklomanov (1998) afirma que existem 1.386 milhões de km³ de água disponíveis em nosso planeta, cerca de 97,5% são de água salgada e apenas o 2,5% são de água doce, sendo encontrados nas seguintes fases e lugares: no Ártico e Antártida em fase sólida; nos oceanos, mares, rios, lagos, subsolo e reservatórios em fase líquida; na biosfera e atmosfera em fase gasosa.

Brasil, China, EUA, Rússia, Canadá, Indonésia, Colômbia, Índia e Congo, juntos são detentores de 60% de toda a água doce disponível do planeta (UN WATER, 2006 *apud* SAVEH, s.d.). Isso demonstra uma má distribuição deste recurso a nível

mundial, mas que também ocorre no âmbito nacional onde a maior parte da disponibilidade de água doce está situada no Norte, descreve Tomaz (2001).

O comportamento humano, composto de componentes psicológicos e sociais é considerado a principal causa da escassez (CORRAL-VERDUGO, 2003). Todavia, há também desperdícios por perdas técnicas caracterizadas por infraestruturas obsoletas, inadequadas ou impropriamente construídas (SANTOS et. Al, 2012).

A adoção de sistemas que torne o consumo de água mais racional e inteligente, evitando maiores desperdícios, faz-se extremamente necessária para um mundo mais sustentável. Mediante a escassez de água que, atualmente, representa um problema ambiental crescente para a população (GARDNER, 2002 *apud* CORRAL-VERDUGO, 2003).

Diante destes fatos, faz-se fundamental a adoção de medidas para contribuir com a preservação da água. O uso de sistema automatizado para recalque de água em um reservatório elevado abastecido por um poço é um sistema já bastante difundido e visa proporcionar redução no desperdício de água e sua escassez, bem como numa diminuição na demanda de energia elétrica. Todavia, ainda não foi adotado no CETENS – UFRB. O Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade – *campus* da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia que está situada na cidade de Feira de Santana, Bahia –, ocupa as instalações do INED em regime de aluguel e possui 8 cursos de graduação: Licenciatura em Educação do Campo, Bacharelado Interdisciplinar em Energia e Sustentabilidade, Engenharia de Energias, Engenharia de Materiais, Engenharia de Produção, Engenharia de Tecnologia Assistiva e Acessibilidade, Tecnologia em Alimentos na Educação do Campo e por fim, Licenciatura em Pedagogia com ênfase em Educação do Campo. E também, a UFRB possui dois cursos de pós-graduação: Especialização Interdisciplinar em Ambiente, Tecnologia e Sustentabilidade e, Especialização Trabalho, Educação e Desenvolvimento para Gestão da Educação Profissional (UFRB, 2018).

O presente trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade da implantação de sistema de automatização do recalque de água do reservatório elevado que abastece o CETENS. Para atingir o objetivo geral deste trabalho, estabeleceu-se alguns objetivos específicos.

- Verificação do período em que a bomba submersa do poço permanece ligada.
- Verificação do período em que a água verte do reservatório superior enquanto a bomba do poço não é desligada manualmente.
- Quantificação total de água desperdiçada e valor pago na conta de energia elétrica referente ao desperdício.
- Análise do custo de implantação da automatização do sistema de recalque.
- Avaliação do período de retorno do investimento.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ÁGUA: O CICLO, A IMPORTÂNCIA E SUA ESCASSEZ

Água é vida – afirma Tomaz (2001) –, mas é frequentemente esquecida. Poluímos e desperdiçamos sem pensar nas consequências. Os seres humanos, animais, plantas e todo o ecossistema dependem da água para sua sobrevivência. As reações bioquímicas de todos os seres vivos que ocorrem durante o metabolismo e o crescimento das células se dão apenas no meio aquoso.

Tundisi et Al. (2014) descrevem que a água é recurso renovável essencial à vida e seu ciclo perpassam os milênios mantendo, sustentando toda a biodiversidade e mantendo os ecossistemas do planeta Terra. Com a chegada do *Homo Sapiens* e o consequente desenvolvimento da agricultura, da indústria e dos múltiplos usos da água, novos tipos de apropriação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos foram introduzidos, o que produziu estresse hídrico (conflito entre os tipos de usos de água) ou escassez de água (descompasso entre oferta e demanda).

O princípio fundamental que faz com que a água circule em nosso planeta é o ciclo hidrológico (conhecido também como ciclo da água): sistema físico auto regulável e quase estável que transporta a água de um reservatório para outro. Os reservatórios são: oceanos, rios, lagos, lençóis freáticos, aquíferos subterrâneos, calotas polares, solos saturados e a humidade da atmosfera (VILLIERS, 2002).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (s.d.), o ciclo hidrológico acontece da seguinte forma (Figura 2.1): a energia solar evapora a água dos oceanos, rios e lagos, e fazem as plantas e terra transpirem resultando em formações de nuvens. O vento move as nuvens por toda a extensão terrestre e, quando carregadas, precipitam na forma de chuva, granizo, orvalho e neve. A água precipitada infiltra no solo ou nas rochas, podendo formar aquíferos e ressurgir na superfície ou alimentar rios e lagos, que por sua vez, voltam a evaporar.

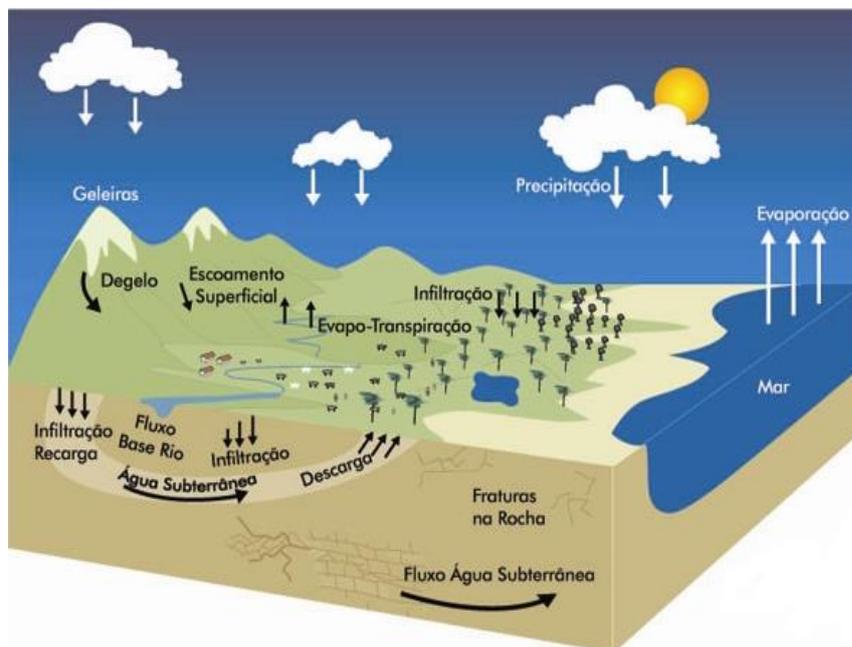


Figura 2.1 – Ciclo da água

(Fonte: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, s.d.)

Mas, como Porto-Gonçalves (2004) afirma, a água não só circula pelos caminhos determinados pelo ciclo hidrológico, mas também sob forma social de mercadorias tangíveis como: matérias-primas agrícolas, minerais, automóveis, tecidos, entre outros.

Cerca de 78% dos empregos que constituem a mão de obra mundial são dependentes de alguma forma dos recursos hídricos. A captação de água doce sobe cerca de 1% ao ano mundialmente desde os anos 80, principalmente por causa dos países em desenvolvimento, ao contrário dos países já desenvolvidos onde os números estão retrocedendo ou estabilizados (UN WATER, 2016).

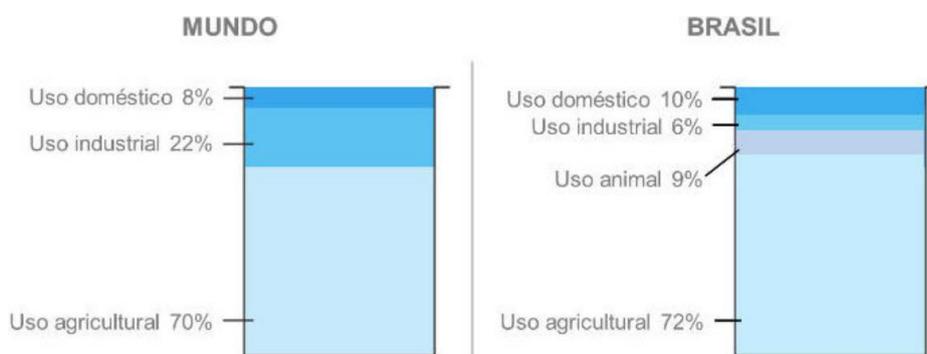


Figura 2.2 – Uso de água do Mundo vs. Brasil

(Fonte: ANA, 2016 *apud* SAVEH, s.d.)

A Figura 2.2 demonstra que a agricultura é, de longe, a principal consumidora de água doce do mundo. 70% é utilizada para irrigação e outros fins deste setor (SAVEH, s.d.). Todavia, o Brasil, um país ainda em desenvolvimento, tem baixa utilização da água nas indústrias e um alto uso em agricultura devido à economia brasileira ser predominantemente dependente deste setor.

Tomaz (2001) descreve que a Índia e a China fazem uso discriminado da água subterrânea para a agricultura e isto está o rebaixamento dos mananciais subterrâneos, enquanto na Arábia Saudita toda a água fóssil (não tem reposição) está sendo consumida.

O estresse e escassez de água é muito mais por conta de um mau gerenciamento do recurso (ROGERS et al., 2006 *apud* TUNDISI, 2008) para alguns especialistas, enquanto para outros trata-se de um conjunto de problemas ambientais somados a questões relacionadas à economia e desenvolvimento social (GLEICK, 2000 *apud* TUNDISI, 2008).

Além de ilustrar (Figura 2.3) a centralidade da água em relação à biodiversidade, energia e clima, Tundisi et Al. (2008), aponta como causas da escassez os seguintes fatores:

- Alta demanda devido à intensa urbanização.
- Descompasso entre oferta e demanda mundial pela água.
- Infraestrutura defasada do tratamento de água em muitas áreas urbanas.
- Má gestão do recurso.
- Carência de sustentabilidade ambiental.
- Mudanças climáticas.

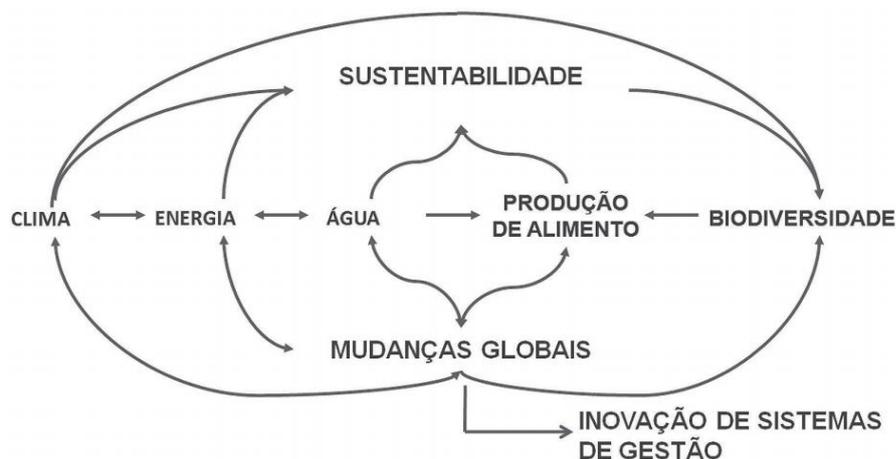


Figura 2.3 – Papel central da água

(Fonte: TUNDISI, 2008)

E completando, a UN Water (2016) completa descreve que uma escassez de água limitará as oportunidades de crescimento econômico e criação de empregos pelas próximas décadas, acarretando em uma disputa por seus usuários, colocando em cheque a segurança geopolítica.

Já na Figura 2.4 é mostrado o risco de escassez da água e demonstra como algumas partes do mundo – Norte da África, por exemplo –, corre sérios riscos de escassez enquanto outros lugares como no Brasil, o risco é muito baixo.

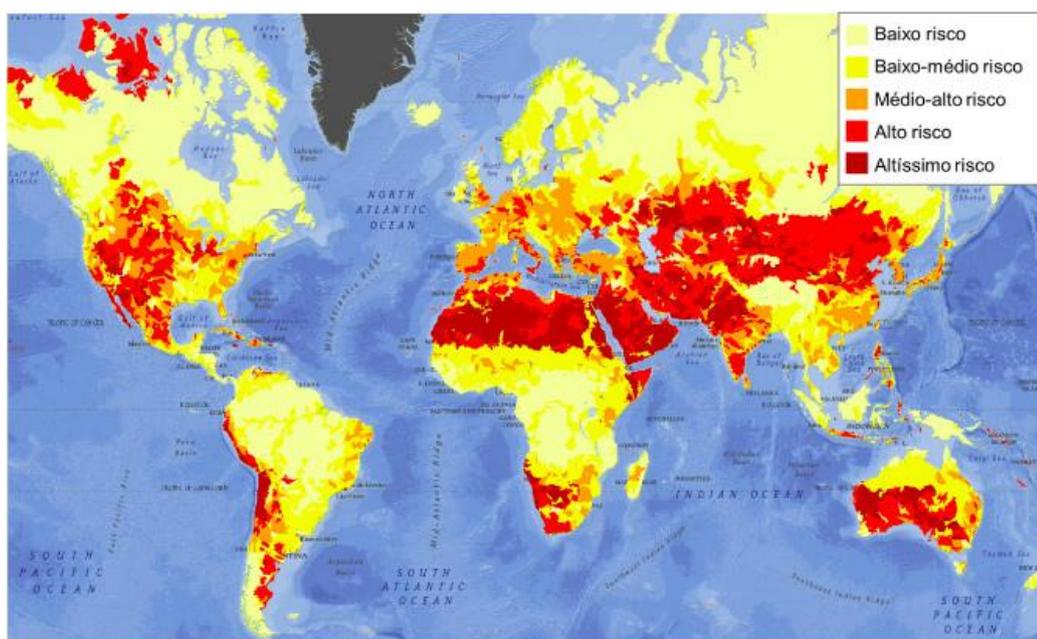


Figura 2.4 – Risco de escassez da água

(Fonte: ARQUEDUCT, 2014 *apud* SAVEH, s.d.)

As mudanças climáticas – causadas em grande parte por atitudes humanas, ainda que não seja unanimidade entre os cientistas –, também tem seu papel nesta equação, afirma a Agência Nacional das Águas. O ciclo hidrológico está diretamente ligado a estas mudanças que vêm tendo seus padrões de precipitações alterados (aumento de intensidade e variabilidade da precipitação), fato este que poderá afetar significativamente a disponibilidade e a distribuição temporal da vazão nos rios. Ou seja, secas e enchentes poderão tornar-se mais frequentes (ANA, 2010).

2.2 DISPONIBILIDADE DE ÁGUA NO MUNDO

Shiklomanov (1998) afirma que, de toda a água disponível no mundo, 97,5% são de água salgada e apenas o 2,5% são de água doce. Já o Ministério do Meio Ambiente (2017 a) descreve que a água ocupa cerca de 70% da superfície do planeta da Terra e que a quantidade de água não aumenta e nem diminui, se mantendo constante desde sempre.

Dos 2,5% da água doce, incríveis 68,9% encontram-se nas geleiras, calotas polares e regiões montanhosas e apenas 0,3% são dos rios e lagos como é possível conferir no Gráfico 2.1.

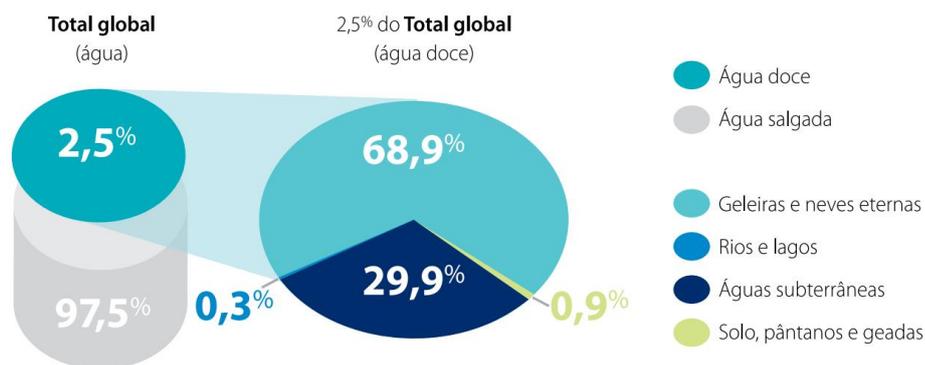


Gráfico 2.1 – Divisão da água doce

(Fonte: MMA, 2017 a)

Confirmando o que foi demonstrado na Figura 2.4, a Figura 2.5 evidencia a má distribuição da água ao redor do mundo através do índice de disponibilidade de água

per capita, unidade dada em m³/pessoa/ano. Enquanto algumas regiões são muito necessitadas de água, outras têm em extrema abundância.

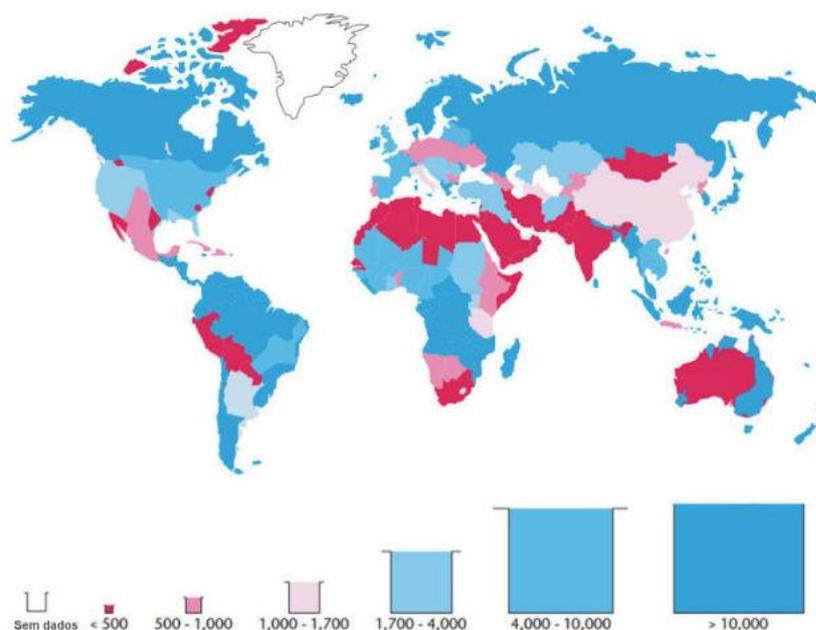


Figura 2.5 – Índice de disponibilidade de água per capita (m³/pessoa/ano)

(Fonte: REVENGA, 2000 *apud* UN WATER, 2006 *apud* SAVEH, s.d.)

Segundo a UNESCO, de toda a água doce disponível do mundo, a Ásia e a Europa possuem respectivamente, 36% e 8%. Sendo eles, detentores de 60% e 13% da população mundial. Já a América do Sul, que possui 6% da população mundial, detém 26% de toda a água doce (MMA, 2017 a).

Tabela 2.1 – Balanço Hídrico de águas superficiais por continente

CONTINENTES	PRECIPITAÇÃO (km ³ /ano)	EVAPORAÇÃO (km ³ /ano)	DRENAGEM (km ³ /ano)
África	22.300	17.700	4.600
América do Norte	18.300	10.100	8.180
América do Sul	28.400	16.200	12.200
Ásia	32.200	18.100	14.100
Austrália/Oceania	7.080	4.570	2.510
Europa	8.290	5.320	2.970

(Fonte: SHIKLOMANOV, 1993 *apud* TUNDISI, 2003)

Porém, as características do ciclo hidrológico – aponta Tomaz (2001) –, não são homogêneas e que por conta disso a distribuição de água é desigual no planeta como pôde ser visto na Tabela 2.1.

Tundisi (2003) acrescenta com dados de retirada (uso) da água *per capita* para diferentes continentes por atividade, conforme a Tabela 2.2 a seguir.

Tabela 2.2 – Retirada *per capita*

CONTINENTES	DOMÉSTICO (m³/ano)	INDUSTRIAL (m³/ano)	AGRICULTURA (m³/ano)	PERDAS EM RESERVATÓRIOS (m³/ano)
África	50	100	400	85
América do Norte	260	2.000	1.050	110
América do Sul	20	200	190	35
Ásia	75	150	5.585	25
Austrália/Oceania	110	700	750	150
Europa	150	400	185	10
União Soviética	130	500	1.310	70

(Fonte: TUNDISI, 2003)

A Tabela 2.2 demonstra como a América do Sul é “econômica” na utilização da água, diferentemente da América do Norte se destacando no setor industrial e a Ásia na agricultura que, sozinha, supera todos os números da União Soviética, Europa, América do Sul, Oceania e África somados.

2.3 DISPONIBILIDADE DE ÁGUA NO BRASIL

A ONU estabeleceu que o volume mínimo de água por pessoa deve ser de 1700 m³ por habitante ao ano. O Brasil, no entanto, é agraciado com cerca de 19 vezes superior a este número (PORTAL BRASIL, 2010). Detentora dos grandiosos 12% de água doce disponível no mundo, somam-se 200 mil microbacias distribuídas em 12 regiões hidrográficas, como por exemplo a bacia amazônica que é a mais extensa do mundo e 60% dela está localizada em territórios brasileiros (MMA, 2017 a).

Todavia, este dado não representa a real situação brasileira. Seguindo o cenário mundial, no Brasil a lógica não é diferente: descompasso entre água disponível e

área povoada por região. Segundo Costa e Telles (2010), o Brasil sofre com escassez de água devido à sua má distribuição da densidade populacional dominante, que cresce de forma exagerada com concentração em áreas de pouca disponibilidade hídrica, como é possível observar na Tabela 2.3.

Tabela 2.3 – Disponibilidade hídrica x População (Brasil)

REGIÕES DO BRASIL	POPULAÇÃO (%)	RECURSOS HÍDRICOS (%)
Sudeste	42,65	6
Nordeste	28,91	3,3
Sul	15,05	6,5
Norte	6,98	68,5
Centro-Oeste	6,41	15,7

(Fonte: ADAPTADO DE COSTA & TELLES, 2010)

Analisando a tabela acima, é fácil perceber a falta de homogeneidade na distribuição brasileira. A região Norte possui uma maior disponibilidade, porém com o segundo menor percentual populacional. Já na ponta contrária está o Sudeste, região com maior concentração de população e tem o segundo pior percentual de recursos hídricos disponíveis. Vale lembrar que em 2015, a área metropolitana de São Paulo enfrentou uma forte crise hídrica. O Sistema da Cantareira é responsável por cerca de 55% do abastecimento desta região e operou abaixo com seus reservatórios abaixo da média durante meses (G1, 2015).

Outros fatores agravantes são as mudanças de vazão dos rios causadas pelas variações climáticas ao longo do ano que afetam sua distribuição e pelo uso indiscriminado dos mananciais superficiais e subterrâneos (OECD, 2014).

Segundo o Portal Brasil (2009), o Brasil é dividido em 12 regiões hidrográficas (conjunto formado pelo rio principal e todos os seus afluentes (rios menores que desaguam no rio principal) e subafluentes), sendo uma das mais extensas e diversificadas do mundo, conforme a Figura 2.6.



Figura 2.6 – Hidrografia do Brasil

(Fonte: GOOGLE IMAGENS, 2017)

O Ministério do Meio Ambiente (PORTAL BRASIL, 2009) apresenta informações relevantes de cada bacia a seguir.

- Bacia Amazônica: área total de 7.008.370 km². Sendo que 64,88% da bacia fica em território nacional e o restante está dividido entre a Colômbia (16,14%), Bolívia (15,61%), Equador (2,31%), Guiana (1,35%), Peru (0,60%) e Venezuela (0,11%).
- Bacia Tocantins-Araguaia: área total de 967.059 km² e ocupa 11% de todo o território nacional. O Araguaia abriga a maior ilha fluvial do mundo (Ilha do Bananal).
- Bacia do Paraguai: área total de 1.095.000 km². 33% de sua extensão localiza-se no território brasileiro e o restante na Argentina, Bolívia e Paraguai. O Pantanal funciona como um grande reservatório que retém maior parte da água oriunda do Planalto e, devido a sua baixa drenagem e a influência do clima da região, 60% da água é evaporada.

- Bacia Atlântico Nordeste Ocidental: área total de 254.100 km², atingindo 233 municípios.
- Bacia Atlântico Nordeste Oriental: área total de 287.348 km², ocupando 3% do território nacional. Apresenta baixa disponibilidade de água em relação a demanda local, sobretudo em períodos de estiagem.
- Bacia do Paraná: área total de 879.860 km², ocupando 10% do território nacional. Uma das mais importantes, é responsável pela maior parte de produção (59,3%) e demanda (75%) de toda a energia do país. São 176 hidrelétricas na região, destacando a de Itaipu.
- Bacia do Parnaíba: área total de 344.112 km², ocupando 3,9% do território brasileiro (e 99% do Piauí). Região marcada pela pobreza e intensa perda de água para atmosfera a partir do solo e pela transpiração das plantas.
- Bacia do São Francisco: extensão total de 2.700 km, abrange sete estados: Alagoas, Bahia, Distrito Federal, Goiás, Minas Gerais, Pernambuco e Sergipe. As hidrelétricas (33 ao todo) da região são as maiores responsáveis pelo abastecimento de energia do Nordeste.
- Bacia do Atlântico Leste: área total de 374.677 km², ocupando 8% de todo o território brasileiro, atingindo 526 cidades.
- Bacia do Atlântico Sudeste: área total de 229.972 km², ocupando 2,7% do território nacional.
- Bacia do Atlântico Sul: área total de 185.856 km², ocupando 2% do território brasileiro.
- Bacia do Uruguai: área total (em território brasileiro) de 385.000 km², equivalente a 45% de toda sua dimensão. Responsável por atender a maior parte da Agroindústria nacional. Juntamente com as bacias hidrográficas do Paraná e Paraguai, formam a grande bacia da Prata.

Sobretudo, é importante ressaltar que a bacia hidrográfica amazônica, sozinha, é responsável por 71,1% dos recursos do Brasil, 36,6% dos recursos da América do Sul e 8% a nível mundial, evidenciando sua importância para com o mundo (TUCCI et. al., 2000).

2.3.1 Breve cenário nordestino e um contexto energético

Com uma área total de 1.524.000 km², o Nordeste brasileiro ocupa cerca de 18,26% do território do país (MAGALHÃES et. Al., 1988 *apud* MARENGO et. Al., 2017). A região é composta pelos estados: Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe. Possui apenas 3,3% dos recursos hídricos do país, como pôde ser visto na Tabela 2.3.

O Nordeste, além de possuir o menor percentual de recursos disponíveis, é a região que possui o menor nível médio de consumo *per capita* de água do Brasil, cerca de 107,3 l/habxdia, sendo que a região com maior média de consumo é o Sudeste com 147,0 l/habxdia (SNIS, 2002, *apud* OLIVEIRA, 2005). A Tabela 2.4 abaixo detalha o consumo por estado nordestino.

Tabela 2.4 – Consumo médio *per capita* no Nordeste

ESTADOS	CONSUMO (l/habxdia)
Alagoas	114
Bahia	115
Ceará	119
Maranhão	115
Paraíba	109
Pernambuco	80
Piauí	74
Rio Grande do Norte	118
Sergipe	109

(Fonte: ADAPTADO DE SNIS, 2002 *apud* OLIVEIRA, 2005)

Não bastasse a baixa disponibilidade de água doce, o Nordeste sofre com fortes e constantes períodos de seca. As secas são uma alteração do regime hidrometeorológico que afeta principalmente a região semiárida, resultando em

situações de *déficit* hídrico, ocasionando em riscos energéticos (EAKIN et. al., 2014, *apud* MARENGO et. al., 2017).

O Ministério de Minas e Energia (2017), apresenta dados energéticos do ano de 2017, começando pelo gráfico de Energia Armazenada, do Subsistema Nordeste comparando o desempenho da mesma entre os anos 2013 e 2017 como exposto no Gráfico 2.2 abaixo.

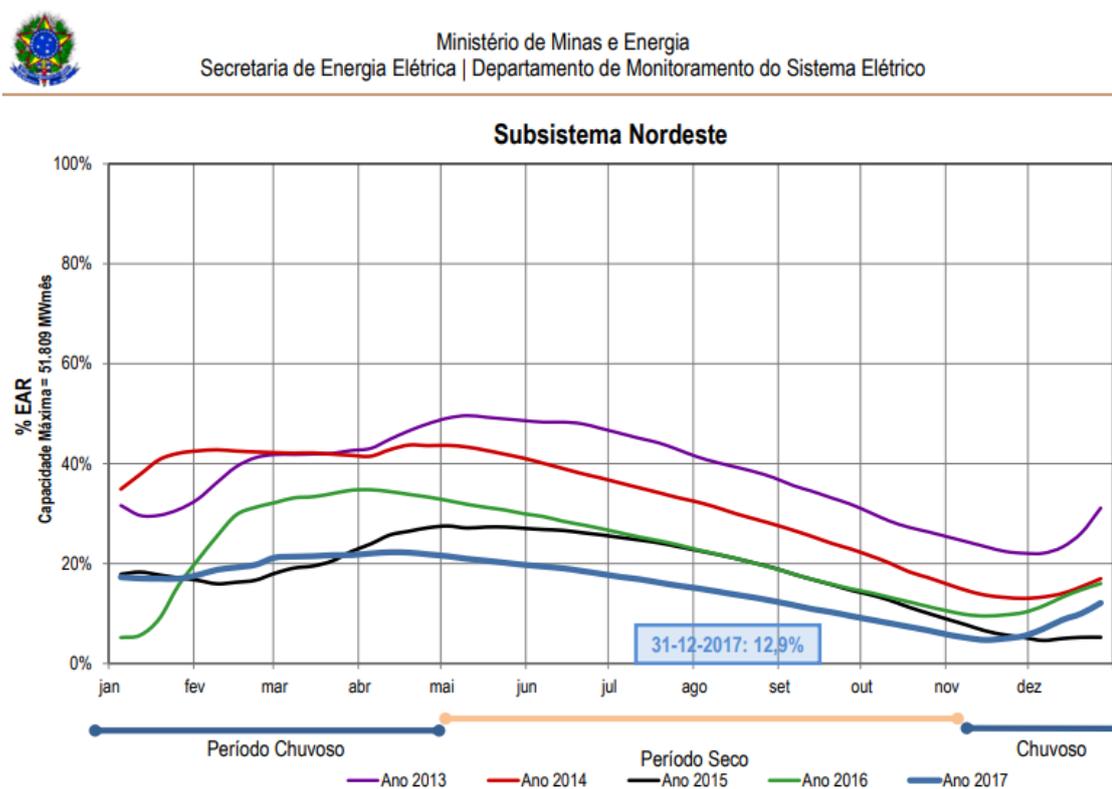


Gráfico 2.2 – EAR do Subsistema Nordeste

(Fonte: MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2017)

É evidente o quão abaixo o EAR está de sua capacidade máxima e, na média, o ano de 2017 ficou bem abaixo dos anos anteriores. 2017 apresentou seu pico com pouco mais de 20% da capacidade atingida entre o mês de março e abril, coincidindo obviamente com o período chuvoso do ano e apresentou uma queda substancial entre maio e novembro (período seco).

Ainda com dados energéticos da região nordestina, o MME apresenta também dados sobre a Energia Natural Afluyente Armazenável, que é o volume de energia que pode ser produzida a partir do regime de chuvas que alimentam os rios que chegam até as bacias hidrelétricas (MONOLITONIMBUS, 2015).

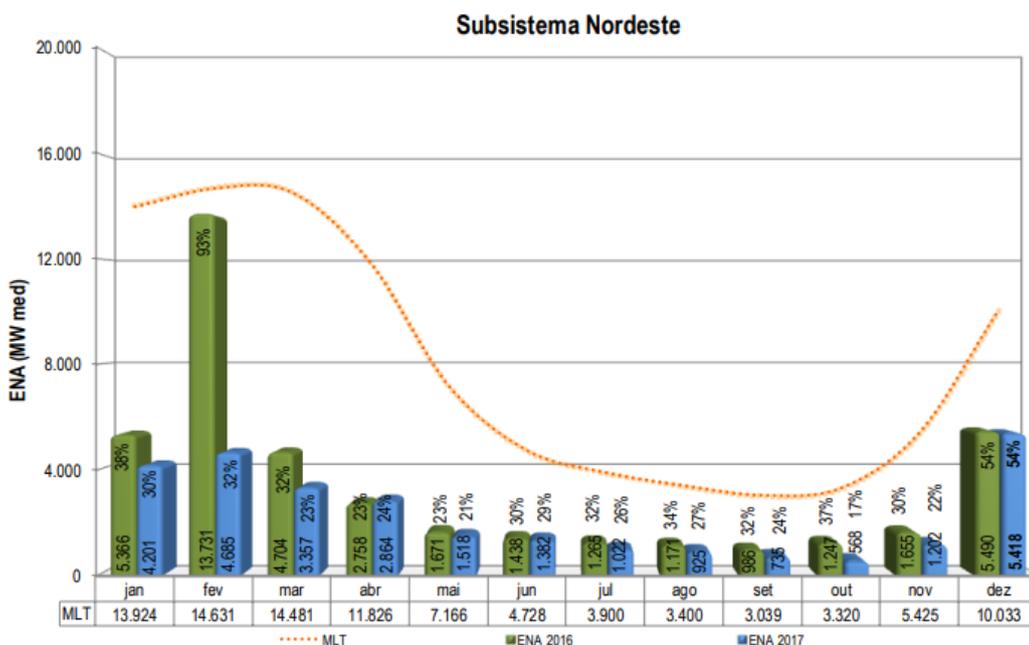


Gráfico 2.3 – ENA do Subsistema Nordeste
(Fonte: MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2017)

O comportamento do ENA se mostra idêntico ao EAR (Gráfico 2.2). Com exceção do mês de abril e dezembro, 2017 esteve, em números, abaixo do ano de 2016 (destaque para o mês de fevereiro com um pico destoante do restante do ano). E para completar, o MME expõe um gráfico com a demanda

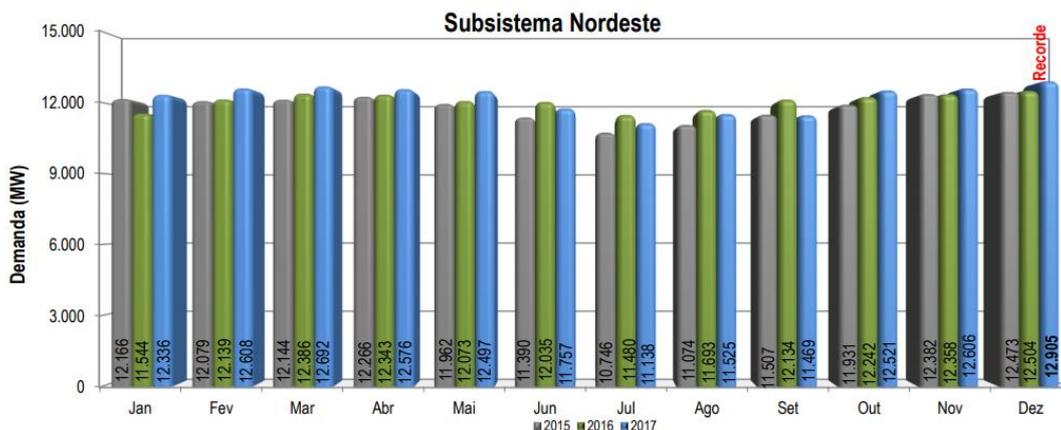


Gráfico 2.4 – Demandas máximas mensais do Subsistema Nordeste
(Fonte: MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2017)

Contrário aos gráficos anteriores e, alarmantemente, tem-se um problema evidente. Enquanto a energia armazenada de modo geral está em ritmo de queda, a demanda em 2017, na média, foi superior a 2015 e 2016. Com destaque negativo para o mês de dezembro, onde houve recorde na demanda máxima.

Esta sequência de gráficos apresentadas pelo MME demonstra a necessidade de um uso mais racional e sustentável dos recursos hídricos – sobretudo na região nordestina onde a disponibilidade da água é a menos favorecida –, e uma forma de contribuir com isto é requisitando menos das hidrelétricas. Desta forma, evita-se também a ativação das altamente poluentes termelétricas.

2.4 INICIATIVAS GOVERNAMENTAIS

Em meio às descobertas feitas sobre a disponibilidade (ou falta dela) da água, o Estado brasileiro foi tomando algumas medidas por meios de decretos, leis e incentivos para que a população faça um melhor uso deste recurso.

2.4.1 Legislação brasileira

Segundo Freiria (s.d.), devido à toda importância da água – que já vem sendo supracitada nesse trabalho –, é necessário que se estabeleçam regras para o uso da água pois é um recurso natural limitado e impedir a proliferação de atividades relacionadas com a exploração da mesma.

Em 10 de julho de 1934 foi o primeiro Decreto (nº 24.643) que define as águas públicas, ou seja, fontes e reservatórios públicos são considerados de uso comum. Já em 8 de janeiro de 1997 foi criada a Lei nº 9.433, conhecida como “Lei das Águas” e que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Segundo o Ministério do Meio Ambiente, este dia foi um marco histórico para o país, tornando a água uma questão de prioridade das políticas públicas nacionais (MMA, 2017 b).

A “Lei das Águas” baseia-se em seis princípios fundamentais (MMA, 2017 b):

- A água é um bem de domínio público.

- A água é um recurso natural e limitado, dotado de valor econômico.
- Em casos de escassez, o uso prioritário da água é o consumo humano e a dessedentação de animais.
- Sua gestão deve sempre proporcionar o uso múltiplos das águas.
- A bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação do PNRH e atuação do SINGREH.
- A gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada, contando com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades.

2.4.2 Gestão de recursos hídricos

É de senso comum que a gestão dos recursos hídricos também tem papel fundamental para enfrentar a escassez de água. Feito isto, devem-se considerar as ferramentas disponíveis sobre a gestão do suprimento (o que inclui políticas e ações diferenciadas, buscando a máxima eficiência) e da demanda (mecanismos e incentivos que promovem a conservação da água, bem como a eficiência de uso) (SALATI et. Al, 1999).

Para promoção de uma melhor gestão da demanda para com a água, o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 1999) sugere algumas práticas importantes para serem adotadas pela população, tais como:

- Usar torneiras com moderação, fechá-las corretamente e fazer manutenção preventiva e corretiva das mesmas.
- Lavar carros com balde e esponjas, evitando maiores gastos de água.
- Evitar passar mais de dez minutos no banho, pois é mais que o suficiente.
- Evitar descargas dos vasos sanitários desnecessariamente.
- Verificar sempre o consumo de água de sua residência.
- Ao verificar vazamentos na rua, acionar imediatamente a empresa concessionária.
- Denunciar a um órgão de defesa do consumidor ao identificarem negligências por parte de uma firma responsável em casos de consertos e reparos em redes públicas.

2.5 SISTEMA AUTOMATIZADO: PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

Como é possível notar na Figura 2.7, o sistema tem um funcionamento relativamente simples de ser entendido. Segundo Contech (2014), a chave de nível pendular (popularmente conhecida como boia do tipo pera), é um dos sistemas mais simplistas para controlar o nível líquido de qualquer natureza. Não tem peças móveis e não exige manutenção/calibração. Equipamento altamente confiável e preciso, o torna ideal para comando de bombas, solenoides, sinalização e alarmes de nível.

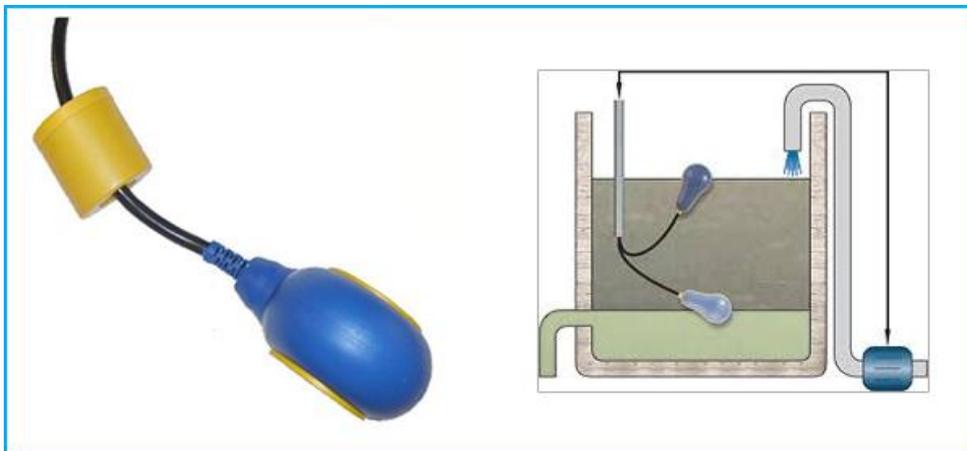


Figura 2.7 – Exemplo de um sistema automatizado de recalque
(FONTE: NIVETEC, s.d.)

Esta chave de nível possui um micro *switch* (interruptor) protegido por uma camada de silicone, fixada em posição adequada no interior de um invólucro de polipropileno e que por sua vez, é suspenso por seu próprio cabo elétrico. Com alterações do nível do líquido, o *switch* toca a parte cônica da chave, inclinándolo e, daí o interruptor abre um contato e fecha o outro, permitindo ou impedindo passagem elétrica, ou seja, desligando ou ligando o equipamento ao qual está conectado (bomba submersa, por exemplo) (CONTECH, 2014).

2.6 POÇO SEMI-ARTESIANO

O poço tubular profundo foi nomeado de poço artesiano por volta do século XII em uma cidade francesa chamada *Artois* (ou Artésia), embora haja indícios de que

os chineses já faziam estes tipos de poços por cerca de 5000 antes de Cristo (DE MORAES, 2002).

De acordo com as informações do Fórum da Construção (2017), os aquíferos são reservas de água subterrânea formados pela água que se infiltra no solo e nos espaços entre as rochas preenchendo todos os poros e fraturas, o que faz com que este processo seja equivalente a uma filtragem natural (DE MORAES, 2002).

O site AECweb (2017) lista algumas das vantagens de se ter um poço artesiano como:

- Promoção da autonomia de abastecimento.
- Local do poço é próximo ao local do uso da água.
- As águas subterrâneas são as maiores reservas de água doce disponíveis e não sofrem tanto com as variações climáticas.
- Devido a ser subterrâneas, estas águas estão menos vulneráveis a agentes poluidores advindos da superfície.

Já sobre as desvantagens, basicamente se resume apenas aos poços construídos inadequadamente (OLIVEIRA, 2017 *apud* AECweb, 2017).

Todavia – alerta Hirata, 2002 *apud* De Moraes, 2002 –, quando a água não é naturalmente jorrada para superfície devido à alta pressão, é preciso que haja uma bomba submersa (Figura 2.8) para fazer este papel.



Figura 2.8 – Modelo de uma bomba submersa
(Fonte: MGM FERRAMENTAS, 2017)

Sendo assim, com a necessidade de se ter uma bomba submersa o poço é alcunhado de semi-artesiano. Na Figura 2.9 tem-se um exemplo de poço semi-artesiano.

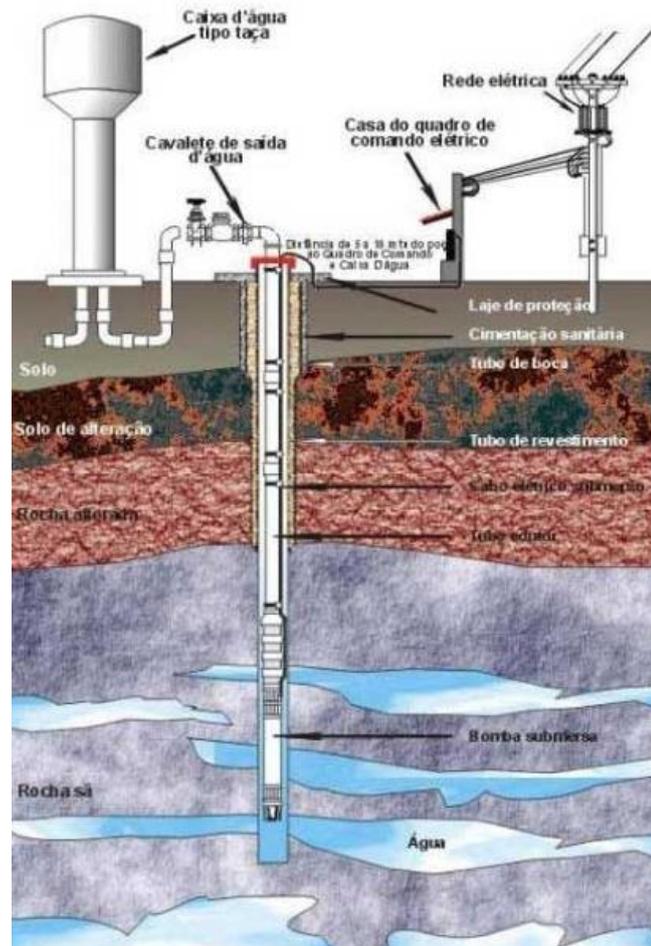


Figura 2.9 – Exemplo de um poço semi-artesiano
(Fonte: FÓRUM DA CONSTRUÇÃO, 2017)

3. METODOLOGIA

3.1 REVISÃO DA LITERATURA

Para a realização deste trabalho, inicialmente fez-se uma revisão na literatura buscando ampliar os conhecimentos sobre o tema abordado através de monografias, dissertações, teses, livros e manuais.

3.2 LOCAL DE ESTUDO

O reservatório elevado, objeto de estudo do presente trabalho, encontra-se no CETENS – campus da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia –, que é sediado no município de Feira de Santana – BA (Figura 3.1), bairro SIM e localiza-se através das seguintes coordenadas, de acordo com o Google Maps:

- Latitude: -12.254067.
- Longitude: -38.926063.
- Elevação: 236 m.



Figura 3.1 – UFRB/CETENS
(Fonte: GOOGLE MAPS, 2018)

Na área delimitada por um losango amarelo e devidamente legendado com o número 1 é onde se encontra o reservatório elevado (castelo d'água) do campus.

Na Figura 3.2 ilustra o reservatório elevado, objeto de estudo do presente trabalho.



Figura 3.2 – Reservatório elevado do CETENS
(Fonte: AUTOR, 2017)

Já na imagem abaixo tem-se o local onde se encontra o poço (Figura 3.3).



Figura 3.3 – Local do poço semi-artesiano
(Fonte: AUTOR, 2017)

3.3 COLETA DE DADOS E CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO

Foi feito o levantamento de informações acerca do poço junto a um servidor técnico da UFRB, no que diz respeito à: capacidade do reservatório, tipo de poço e vazão da bomba.

Observou-se o período em que a bomba submersa do poço permaneceu ligada enquanto a água vertia da caixa d'água até que a mesma fosse desligada manualmente em um período de quatro semanas.

Junto ao núcleo responsável pela conta de luz (Coelba) do CETENS, foi coletada o valor do quilowatt-hora que consta na conta de energia.

Por fim, realizou-se o levantamento de preços do sistema automatizado na internet, bem como uma pesquisa do custo de mão-de-obra para instalação do sistema em questão junto ao Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil.

3.4 CÁLCULOS

Após a verificação dos períodos em que a bomba permaneceu ligada indevidamente durante as quatro semanas (t), foi calculado o volume total da água (V) desperdiçada neste período através da Eq. 3.2.

$$V = Q \times t \quad (\text{Eq. 3.1})$$

Onde:

- Q = vazão da bomba.
- t = tempo total do desperdício.

Como não foi possível obter a potência da bomba através do servidor técnico e nem verificar diretamente na mesma, foi feito um cálculo para estimar sua potência (P) em cavalo-vapor (C.V.) através da Eq. 3.2., sendo esta equação dada por Melo e Netto (2009).

$$P = \frac{Q \times Hm \times \beta}{75 \times \alpha} \quad (\text{Eq. 3.2})$$

Onde:

- Q = vazão da bomba (m³/s).
- β = peso específico do líquido bombeado (1000 kg/m³ para água).
- Hm = altura manométrica do castelo d'água (m).
- α = eficiência da bomba (valor estimado em 70% = 0,70).

Utilizando-se da potência da bomba e o tempo total do desperdício das equações anteriores, foi possível calcular o valor pago mensalmente referente ao consumo médio de energia elétrica, devido ao funcionamento desnecessário da bomba através da Eq. 3.3.

$$\text{Valor do consumo} = P \times t \times \text{Tarifa}$$

(Eq. 3.3)

Onde:

- P = Potência da bomba (kW).
- t = Tempo total do desperdício (h).
- Tarifa = Preço por quilowatt-hora (R\$/kWh).

Para saber o período de retorno do investimento, ou seja, o período em que a implantação do sistema proposto se paga, foi utilizada a Eq. 3.4.

$$PRI = \frac{\textit{Custo total de implantação}}{\textit{Economia mensal}}$$

(Eq. 3.4)

Onde o custo total de implantação é a soma do valor do equipamento a mão de obra, e a economia mensal é a economia calculada devido a implantação do sistema.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após as coletas de dados junto ao pessoal técnico responsável e locatário do terreno tal qual o CETENS se instala, foram obtidas as informações seguintes:

- Bomba: submersa com vazão de 15 m³/h (0,25 m³/min);
- Capacidade do reservatório elevado: 50 m³;
- Altura da bomba submersa até a superfície: 20 m;
- Altura da superfície até o reservatório elevado: 15 m.

Sendo assim, verificou-se o tempo que a água começa a verter devido ao reservatório já ter enchido até que algum funcionário (terceirizado ou servidor técnico) da universidade vá até à bomba desligá-la manualmente. Notou-se que ocorrem 8 eventos de acionamento/desligamento da bomba, o que dá uma média de 2 eventos na semana. Os dados de cada verificação podem ser conferidos na Tabela 4.1 abaixo. Foram desprezados os segundos de cada verificação.

Tabela 4.1 – Tempo da água vertendo

<u>Tempo (min)</u>
23
26
21
17
18
24
9
24

(Fonte: AUTOR, 2018)

Portanto, tem-se um tempo total de 162 minutos em que a bomba fica ligada indevidamente e vertendo água durante o mês contabilizado. Admitindo que o valor encontrado representa também uma média mensal e anual, isso dá um total de 1944

minutos ao ano e uma média diária de acionamento aproximada de 20 minutos (Tabela 4.2).

Tabela 4.2 – Médias de consumo de água por dia, mês e ano

Médias de consumo
20,25 (min/dia)
162 (min/mês)
1944 (min/ano)

(Fonte: AUTOR, 2018)

Com base no tempo do desperdício mensal e o dado de vazão da bomba coletada (0,25 m³/min), calculou-se a quantidade de água desperdiçada em um mês através da Eq. 3.1:

$$V = Q \times t = \left(0,25 \frac{m^3}{min}\right) \times (162 \text{ min}) = 40,5 \text{ m}^3$$

Portanto, notamos que há um desperdício médio de 40,5 m³ por mês.

Como já foi apresentado por SNIS (2002) *apud* Oliveira (2005), o consumo médio por habitante ao dia na Bahia é 115 litros, denotando a expressividade do atual desperdício que ocorre no CETENS mensalmente.

Para saber o valor gasto com energia elétrica referente ao tempo de desperdício da bomba ligada, é preciso primeiro saber a potência da bomba. Como não foi possível saber com exatidão tal valor devido às dificuldades para se adquirir esta informação, já que não é viável a verificação diretamente na bomba por estar submersa, pode-se estimar a potência (P) da mesma através da Eq. 3.2.

Porém, na Eq. 3.2 é necessário saber a altura manométrica (H_m) que é dada por (MELO & NETTO, 2009, p.12):

$$H_m = H_s + H_r + J_s + J_r + \frac{v^2}{2g}$$

(Eq. 4.1)

Onde:

- Hs = Altura de sucção (m).
- Hr = Altura de recalque (m).
- Js = Perda de carga na sucção (m).
- Jr = Perda de carga no recalque (m).
- $V^2/2g$ = Altura representativa da velocidade na saída da bomba (m).

Melo e Netto (2009, p. 15) mostram em seu livro um exemplo onde tem-se os seguintes dados: Hs = 2m; Hr = 46m; Js = 0,53m; Jr = 4,24m; $V^2/2g$ = 0,08m. Isto é, uma altura manométrica Hm = 52,85m. É possível concluir através deste exemplo do livro que a perda total de carga de sucção e recalque é cerca de 10% do valor da altura do sistema (altura de sucção somada à altura de recalque, que no caso é de 48m). Sendo assim, podemos estimar que a altura manométrica (Hs) é a altura total do sistema somada a 10% de perda.

Como o desafio encontrado neste presente trabalho – em termos de grandeza dos números – é comparável a situação exemplificada no livro, podemos afirmar que a altura manométrica do sistema do CETENS é de 38,5m (aplicando os 10%), lembrando que em nosso caso, têm-se: Hr₁ = 20m e Hr₂ = 15m. Isto se deve ao fato da bomba estar afogada, ou seja, não há altura de sucção (Hs). Portanto, Hr₁ representa a altura da bomba até a superfície, e o Hr₂ a altura da superfície até o reservatório elevado.

Muito da necessidade de estimar esta porcentagem que encontramos e que, diga-se de passagem, é utilizada de maneira geral neste tipo de situação, se deve ao fato de desconhecermos o comprimento e diâmetro da tubulação, muito menos a rugosidade das paredes dos canos, rugosidade esta que varia sensivelmente com a espessura das incrustações que se deposita ao longo do tempo nas tubulações.

Feito isto, aplicando a Eq. 3.2, obtemos:

$$P = \frac{(0,004167 \text{ m}^3/\text{s}) \times (38,5\text{m}) \times (1000 \text{ kg}/\text{m}^3)}{75 \times 0,70} = 3,0558 \text{ C.V} = 3,06 \text{ C.V}$$

Como é necessário saber a potência (P) em quilowatts, sabendo que a relação é de 1 C.V. = 0,735499 kW, então P = 2,25 kW.

Sabendo, portanto, o valor estimado da potência da bomba ($P = 2,25 \text{ kW}$), foi possível calcular o valor gasto com energia elétrica que o CETENS paga referente à tal desperdício. Junto ao setor técnico responsável, foi possível obter a conta de luz da COELBA para identificar o preço do quilowatt-hora, que no caso é de R\$ 0,3388 em horários normais e R\$ 2,0450 para horários de pico. Para a realização do cálculo foi considerado apenas o valor do quilowatt-hora em horários normais, ou seja, R\$ 0,3388. Desta maneira, obteve-se o seguinte resultado através da Eq. 3.3:

$$\text{Valor do consumo} = (2,25\text{kW}) \times (2,7\text{h}) \times \left(0,3388 \frac{\text{R\$}}{\text{kWh}}\right) = \text{R\$ } 2,06$$

Logo, isto significa uma economia mensal de R\$ 2,06 com a implantação do sistema, já que este seria o valor gasto referente à bomba submersa acionada desnecessariamente todo mês.

Segundo o site Mérito Comercial (2018), o preço da chave de nível no atual momento da confecção deste trabalho gira em torno de R\$ 26,00.

O valor de homem-hora para instalação do sistema foi consultado junto ao SINAPI (2018), que foi de R\$ 68,29. Todavia, estes dados não consideram o percentual de acréscimo do BDI. O Benefício e Despesas Indiretas, segundo o Exame (2016), é uma taxa que adiciona ao custo de uma obra todas as despesas indiretas (riscos, tributações, despesas de comercialização, lucro, entre outras). Porém, de modo geral, esta taxa pode ser estimada em 30%.

Sendo assim, o valor corrigido é R\$ 88,78. Como o sistema requer a implantação de duas chaves de nível, tem-se R\$ 177,56 (implantação das duas chaves) adicionado as duas chaves de nível (R\$ 52,00). Portanto, o total do custo de instalação é de R\$ 229,56.

Então, para saber o Período de Retorno do Investimento foi utilizado a Eq. 3.4:

$$PRI = \frac{229,56 \text{ R\$}}{2,06 \frac{\text{R\$}}{\text{mês}}} = 111,44 \text{ meses}$$

Portanto, o período em que o sistema se paga e passa a significar economia nos custos de energia elétrica é de basicamente 112 meses (mais de 9 anos), o que é de fato um tempo muito longo e que torna a instalação do sistema algo questionável

(Gráfico 4.1), se analisado apenas por esta ótica de consumo de energia elétrica. Esperava-se que o período de retorno de investimento fosse abaixo dos 5 anos – tempo este considerado ideal –, pois é o tempo médio recomendado para substituição das “boias peras”.

Todavia, colocando em cheque a economia média de 40,5 m³ de água por mês – o que representa um grande desperdício deste recurso –, a implantação do sistema se prova muito benéfica para com o meio ambiente, bem como na otimização do serviço terceirizado que não desprenderá mais de seu tempo para acionamento/desligamento da bomba. Adicional a isto, o CETENS não tem custos relacionado ao consumo de água proveniente do poço.

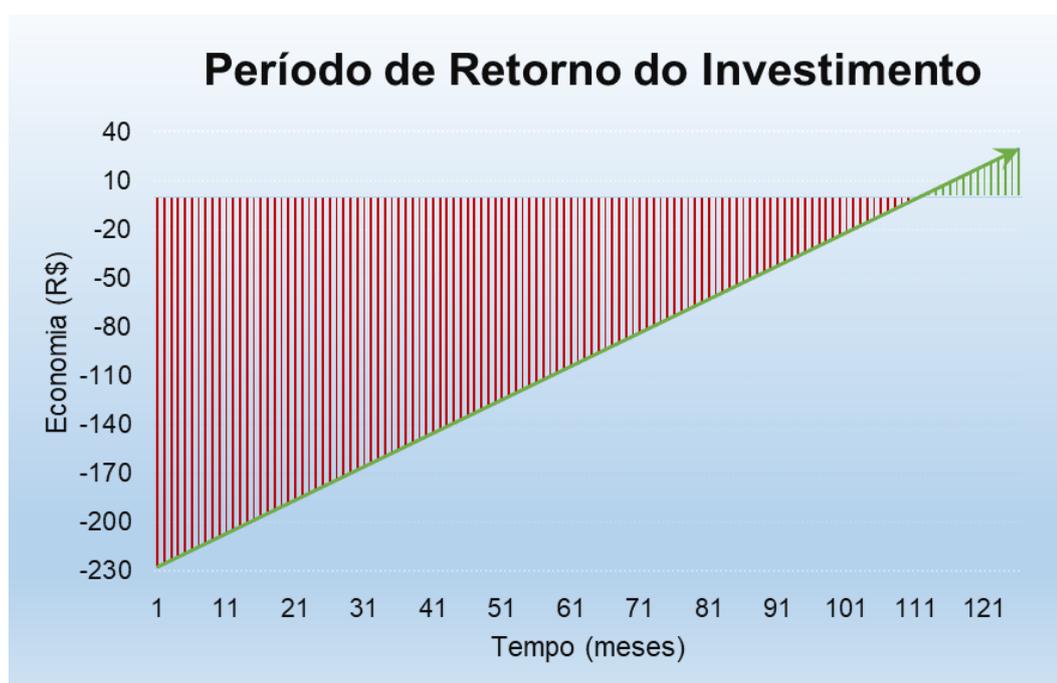


Gráfico 4.1 – Período de Retorno do Investimento

(Fonte: AUTOR, 2018)

É importante frisar que esta medida sustentável contribui significativamente para a preservação do maior bem do planeta: a água.

5. CONCLUSÃO

Foi possível – por meio do presente trabalho –, alcançar os objetivos pré-estabelecidos para análise da viabilidade de implantação do sistema automatizado de recalque de água que abastece o CETENS.

A implantação do sistema infelizmente não se sustenta na ótica econômica, já que são necessários 112 meses (mais de 9 anos) para recuperar o valor investido, reflexo dos mínimos R\$ 2,06 mensais que representam o consumo da bomba acionada sem necessidade (ou seja, economia mensal de R\$ 2,06 com a implantação do sistema). Salientando que se recomenda a troca da chave de nível depois de aproximadamente 5 anos.

Todavia, no ponto de vista ambiental a implantação não apenas se justifica, mas se mostra criticamente necessária, já que se trata de um desperdício médio de 40,5 m³ (40.500 litros) de água mensalmente. Adicional a isto, temos a otimização do trabalho dos terceirizados ou até mesmo de servidores técnico-administrativos que não mais precisariam se preocupar com acionamento/desligamento da bomba, bem como com a água vertendo do reservatório.

Contudo, os valores encontrados devem apresentar erros e desvios quanto ao valor real mensurável. Isto se deve ao fato de não ter sido possível o acesso a alguns dados, fazendo com que fosse necessário estimar alguns valores. Todavia, as estimativas feitas não anulam sua veracidade pois foram todas devidamente embasadas e justificadas ao longo do trabalho.

Comprovada aqui a significativa redução no desperdício de água, aliada a outras atitudes sustentáveis como a implantação de equipamentos hidrossanitários inteligentes e aproveitamento da água da chuva – desde que devidamente comprovadas a sua viabilidade econômica –, bem como a adoção de políticas para utilização deste recuso de maneira racional por parte de toda a comunidade, contribuímos para que o Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia seja ainda mais sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

((OECD)). **O que é Desenvolvimento Sustentável**. Dicionário Ambiental. Rio de Janeiro, ago. 2014. Disponível em: <<http://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/28588-o-que-e-desenvolvimento-sustentavel/>>. Acesso em: 05 out. 2017.

AECWEB. **Poço artesiano exige estudo geológico, bom projeto e construção**. 2017. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/poco-artesiano-exige-estudo-geologico-bom-projeto-e-construcao_9682_0_1>. Acesso em: 06 dez. 2017.

ANA. **Os efeitos das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos: desafios para a gestão**. 2010. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/>>. Acesso em: 01 dez. 2017.

BARROS, F. G. N.; AMIN, M. M. **Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo**. 2007. 34 p.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Define no artigo 225 o direito à vida sadia. Disponível em: <https://www.senado.gov.br/atividade/const/con1988/con1988_15.12.2016/art_225_a_sp>. Acesso em: 31 out. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Água, Meio Ambiente e Vida**. Brasília: MMA/SRH: ABEAS, 1999. 1 CD-ROM. (Coleção Água, Meio Ambiente e Cidadania).

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **SINAPI**. 2018. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_642>. Acesso em: 07 mar. 2018.

CONTECH. **Manual chave de nível de boia pendular Pêra**. 2014. Disponível em: <http://contechind.com.br/dev/wp-content/uploads/2014/12/manual_chave-de-nivel-tipo-boia-pendular-pera.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2018.

CORRAL-VERDUGO, V. **Determinantes psicológicos e situacionais do comportamento de conservação de água: um modelo estrutural.** Estudos de Psicologia, Natal, v.8, n.2, p. 245-252, 2003.

COSTA, R. H. P. G; TELLES, D. D. **Reuso da água: conceitos, teorias e práticas.** São Paulo. 2010.

CUNHA, R. A. **Utilização de dispositivos com controle de vazão visando a economia de água.** 2005. 50 f. Monografia - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2005.

EXAME. **O que é BDI? Entenda o que é e como calculá-lo corretamente para seus orçamentos da construção civil.** 2016. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/negocios/dino/o-que-e-bdi-entenda-o-que-e-e-como-calcula-lo-corretamente-para-seus-orcamentos-da-construcao-civil-dino89090252131/>>. Acesso em: 31 maio. 2018.

DE MORAES, C. **O que é um poço artesiano?** 2002. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/historia/o-que-e-um-poco-artesiano/>>. Acesso em: 04 dez. 2017.

FÓRUM DA CONSTRUÇÃO. **Poço artesiano.** Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=31&Cod=1213>>. Acesso em: 05 dez. 2017.

FREIRIA, R. C. **Direito das Águas: Aspectos legais e institucionais na perspectiva da qualidade.** s.d. Disponível em: <http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=1738>. Acesso em: 15 out. 2017.

G1. **“Brasileiros desconhecem o valor da água”, diz Agência de Águas.** 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/crise-da-agua/noticia/2015/04/brasileiros-desconhecem-o-valor-da-agua-diz-agencia-de-aguas.html>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

GOOGLE IMAGENS. **Hidrografia do Brasil.** 2017. Disponível em: <https://www.google.com.br/search?q=bacias+hidrogr%C3%A1ficas+brasileiras&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi388qctt3YAhVKkJAKHaaxBVwQ_AUICigB&biw=1366&bih=637#imgrc=kL8t30Fd4fEczM:>>. Acesso em: 22 dez. 2017.

GOOGLE MAPS. **Localização do CETENS/UFRB.** 2017. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/place/UFRB++CETENS/@-12.2541591,-38.9256923,196m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x71437640e55ce83:0x37898e823101cc85!8m2!3d-12.254067!4d-38.926063>>. Acesso em: 05 jan. 2018.

MARENGO, J. A.; CUNHA, A. P.; ALVES, L. M. **A seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico.** Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São Paulo. 2017. 6 p. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Jose_Marengo/publication/311058940_A_seca_de_2012-15_no_semiarido_do_Nordeste_do_Brasil_no_contexto_historico/links/583c5f8408ae1ff45982de44/A-seca-de-2012-15-no-semiarido-do-Nordeste-do-Brasil-no-contexto-historico.pdf>. Acesso em: 06 dez. 2017.

MELO, Vanderley de Oliveira; AZEVEDO NETTO, José. M. de. **Instalações prediais hidráulico-sanitárias.** São Paulo: Edgard Blücher, 1988. 185p.

MÉRITO COMERCIAL. **Boia sensor de nível.** 2018. Disponível em: <https://www.meritocomercial.com.br/boia-sensor-de-nivel-anauger-1-5-metro-p1017262?tsid=25&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_content=B%C3%B3ia%20Sensor%20De%20N%C3%ADvel%20Anauger%201,5%20Metros&utm_campaign=bombas-de->

agua&gclid=CjwKCAjwur7YBRA_EiwASXqIHnfx_JDtWJWCO56G67cFSI0wYThluU0DgXulsT3iwDiBsHyDc_zhPhoC1C4QAvD_BwE>. Acesso em: 31 maio. 2018.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Boletim de monitoramento do sistema elétrico.** Novembro. 2017. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/1138781/0/Boletim+de+Monitoramento+do+Sistema+El%C3%A9trico+-+Dezembro+-+2017.pdf/89e16453-fc2e-46fd-b5fd-aa6951daf934>>. Acesso em: 08 fev. 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Ciclo Hidrológico: Águas Subterrâneas e o Ciclo Hidrológico.** s.d. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/aguas-subterraneas/ciclo-hidrologico>>. Acesso em: 30 nov. 2017.

MGM FERRAMENTAS. **Bomba submersa.** 2017. Disponível em: <<https://www.mgmferramentas.com.br/bmsi-402-9est-0-5cv-60hz-m-220254v-cf-c-painel>>. Acesso em: 06 dez. 2017.

MMA. **Água: Um recurso cada vez mais ameaçado.** 2017 a. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_proecotur/_publicacao/140_publicacao09062009025910.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2017.

MMA. **Lei das Águas do Brasil completa 20 anos.** 2017 b. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/index.php/comunicacao/agencia/informma?view=blog&id=2100>>. Acesso em: 13 jan. 2018.

MONOLITONIMBUS. **Definições em hidroeletricidade.** 2015. Disponível em: <<https://www.monolitonimbus.com.br/definicoes-em-hidroeletricidade/>>. Acesso em: 01 fev. 2018.

NIVETEC. **Chave de Nível do tipo boa Pêra Série 140.** s.d. Disponível em: <<https://nivetec.com.br/produto/chave-de-nivel-do-tipo-boia-pera-serie-140/>>. Acesso em: 04 mar. 2018.

OLIVEIRA, L. H. de. **Metodologia para implantação de programa de uso racional da água em edifícios**. Tese (Doutorado em Engenharia da Construção Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

OLIVEIRA, S. M. **Aproveitamento da água da chuva e reuso de água em residências unifamiliares**: Estudo de caso em Palhoça, Santa Catarina. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

PORTAL BRASIL. Meio Ambiente. **Rios e bacias do Brasil formam uma das maiores redes fluviais do mundo**. 2009. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2009/10/rios-e-bacias-do-brasil-formam-uma-das-maiores-redes-fluviais-do-mundo>>. Acesso em: 06 jan. 2018.

PORTAL BRASIL. **Lei das águas assegura a disponibilidade do recurso no País**. 2010. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2010/10/lei-das-aguas-assegura-a-disponibilidade-do-recurso-no-pais>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

PORTO-GONÇALVES, C. **Os porquês da desordem mundial: o desafio ambiental**. Rio de Janeiro: Ed. Record, 2004.

SAVEH. **A disponibilidade de água no mundo e no Brasil**. S.d. Disponível em: <<https://saveh.com.br/artigos/a-disponibilidade-de-agua-no-mundo-e-no-brasil/>>. Acesso em: 10 out. 2017.

SACHS, I. **Desarrollo sustentable, bio-industrialización descentralizada y nuevas configuraciones ruralurbanas. Los casos de India y Brasil**. Pensamiento Iberoamericano, Madrid, v. 46, p. 235-256, 1990.

SANTOS, Maraiza Priscila dos.; OLIVEIRA, José Kleber Costa de.; SOUZA, Leonardo Pereira de. **Eficiência Energética no abastecimento de água do IFPB – Campus Cajazeiras**. Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação. Palmas, Tocantins. 2012. Disponível em: <

<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/3734/2547>>. Acesso em: 12 out. 2017.

SALATI, E.; LEMOS, H. M. de. **Água e o desenvolvimento sustentável**. In: REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Ed.). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: USP/ABC, Escrituras Editoras, 1999. Cap. 2, p. 39-62.

SHIKLOMANOV, I. A. **World Water Resources. A new appraisal and assessment for The 21st century**. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris, 1998. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001126/112671eo.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

TOMAZ, P. **Economia de água: Nas empresas e residências. Um estudo atualizado sobre medidas convencionais e não-convencionais do uso racional da água**. São Paulo: Navegar, 2001.

TUCCI, C. E. M.; HISPANHOL, I.; NETTO, O. C. **Relatório Nacional sobre o gerenciamento de água no Brasil**. Brasília: Agência Nacional das Águas, 2000. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em: 05 jan. 2018.

TUNDISI, J.G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: RiMa, 2^a Ed. 2003.

TUNDISI, J. G. **Recursos Hídricos**. São Paulo, 2003. Revista Multiciência. 15 p. Disponível em: <https://www.multiciencia.unicamp.br/artigos_01/A3_Tundisi_port.PDF>. Acesso em: 09 dez. 2017.

TUNDISI, J. G. **Recursos Hídricos no futuro: problemas e soluções**. Estudos Avançados. Vol. 22. Nº 63. 2008.

TUNDISI, J. G. et al. **Conservação e uso sustentável de recursos hídricos**. In: BARBOSA, F. A. (Org.) *Ângulos da água: desafios da integração*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008.

TUNDISI, J. G. et al. **Recursos hídricos no Brasil: problemas, desafios e estratégias para o futuro**. José Galizia Tundisi (coordenador). Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2014. 76p.

UFRB. **Cursos de Graduação**. 2018. Disponível em: <<https://ufrb.edu.br/cetens/cursos>>. Acesso em: 25 ago. 2018.

UN WATER. RELATÓRIO MUNDIAL DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE DESENVOLVIMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS. **Água e emprego: Resumo executivo**. 2016. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002440/244040por.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2017.

VILLIERS, M. **Água: Como o uso deste precioso recurso natural poderá acarretar a mais séria crise do século XXI**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2002.

VIMIEIRO, Gisele Vidal. **Educação ambiental e emprego de equipamentos economizadores na redução do consumo de água em residências de famílias de baixa renda e em uma escola de ensino fundamental**. 2005. 130 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.