

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE EDUCAÇÃO / CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO NAS ORGANIZAÇÕES
APRENDENTES

ANDERSON KARLO FERNANDES VIEIRA

ESTIMATIVA DO CUSTO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA
BASEADO NO CONSUMO DE ENERGIA: ESTUDO DE
CASO NA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

JOÃO PESSOA

2019

ANDERSON KARLO FERNANDES VIEIRA

**ESTIMATIVA DO CUSTO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA
BASEADO NO CONSUMO DE ENERGIA: ESTUDO DE
CASO NA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão nas Organizações Aprendentes em cumprimento às exigências para conclusão do Mestrado Profissional em Gestão nas Organizações Aprendentes.

Orientador: Prof. Dr. Eládio José de Góes Brennand

JOÃO PESSOA

2019

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

V658e Vieira, Anderson Karlo Fernandes.

ESTIMATIVA DO CUSTO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA BASEADO NO
CONSUMO DE ENERGIA: ESTUDO DE CASO NA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA / Anderson Karlo Fernandes Vieira. -
João Pessoa, 2019.

95f. : il.

Orientação: Eládio José de Góes Brennand.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CE/CCSA-MPGOA.

1. Consumo. 2. Abastecimento de água. 3.
Sustentabilidade. 4. Poços artesianos. 5. Energia
elétrica. 6. Custo. I. Brennand, Eládio José de Góes.
II. Título.

UFPB/BC

ANDERSON KARLO FERNANDES VIEIRA

**ESTIMATIVA DO CUSTO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA
BASEADO NO CONSUMO DE ENERGIA: ESTUDO DE
CASO NA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO
NAS ORGANIZAÇÕES APRENDENTES EM CUMPRIMENTO ÀS EXIGÊNCIAS PARA
CONCLUSÃO DO MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO NAS ORGANIZAÇÕES
APRENDENTES.

Dissertação Aprovada em 19 / 06 / 2019

BANCA EXAMINADORA

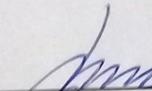


PROF. DR. ELÁDIO JOSÉ DE GÓES BRENNAND

ORIENTADOR – UFPB/MPGOA

PROF. DR. JOSE WASHINGTON DE MORAIS MEDEIROS

EXAMINADOR INTERNO – UFPB/MPGOA



PROF. DR. LUCÍDIO DOS ANJOS FORMIGA CABRAL

EXAMINADOR EXTERNO – DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA -
UFPB

Dedico este trabalho a meus pais,
pelo exemplo de luta e dedicação, a meus
irmãos pelo incentivo, a meus colegas de
trabalho pelo companheirismo, a minha esposa
pela coragem e dedicação diária, a meu filho
pelo carinho e amor incondicional e a UFPB pela
oportunidade de aprendizado crescimento
profissional.

AGRADECIMENTOS

Esta talvez seja uma das partes deste trabalho mais complicadas de se desenvolver, porque não envolve conceitos, números nem tabelas, envolve sentimentos e recordações. Mas a gratidão é reconhecer que a vida nos está concedendo um grande número de bênçãos, é a satisfação de perceber que todo o nosso esforço não está sendo em vão, e compreender que vale a pena lutarmos por nossos sonhos.

A princípio gostaria render louvores a Nosso Senhor Jesus Cristo pelo dom da vida, a saúde e todas as bênçãos que Ele me tem proporcionado, nada seria possível sem a Vossa presença.

Agradecimento a UFPB por ter proporcionado essa oportunidade de crescimento profissional. A Coordenação do MPGOA pela dedicação e agilidade no atendimento dos pleitos. Aos professores que me permitiu, através de seus ensinamentos, desenvolver uma visão holística, enxergando a empresa como um todo, incluindo culturas, processos e pessoas.

Particularmente gostaria de mostrar gratidão ao Professor Eládio Brennand, pela paciência, compreensão, dedicação e ensinamentos, próprios de um educador que com seu vasto conhecimento mostrou-me que a ciência é algo que deve ser trabalhado cotidianamente com bastante esforço e resignação.

Não podia deixar de lembrar os colegas do trabalho, agradeço o apoio, fica meu pedido de desculpas por algumas vezes estar estressado pelo fardo carregado durante esse trajeto. Recordar, principalmente, os amigos Antônio Sobrinho e Evelyne, que com seus vastos conhecimentos contribuíram com suas dicas para enriquecimento deste trabalho, deixo aqui minha expressa gratidão.

Aos meus pais, a eterna gratidão, pelos ensinamentos, a compreensão em vários momentos, o incentivo para não desistir. Aos meus irmãos pelo carinho e apoio durante todos esses anos, principalmente nestes dois últimos.

Gratidão a minha esposa, pelo carinho, principalmente, durante todo esse período, a dedicação, estímulo a seguir a caminhada, servindo de aporte de sustentação. A meu filho, Francisco, pelo sorriso sempre na minha chegada, pelo carinho, amor sem cobranças, fonte de inspiração e motivação para todos os dias de minha vida.

Nunca considere o estudo como uma obrigação, mas
como uma oportunidade de penetrar o belo e
maravilhoso mundo do saber.

Albert Einstein

RESUMO

Por muitos anos, a água foi considerada com um recurso natural infinito, porém o elevado consumo somado ao desperdício, tem alertado autoridades e população acerca da importância de economizar. No ordenamento jurídico brasileiro, é considerada um bem de domínio público e um recurso natural limitado, dotado de valor econômico. Neste âmbito, a sustentabilidade ambiental está relacionada com uso adequado e racional dos recursos naturais, levando em consideração sua capacidade limitada. Este trabalho faz uma investigação relativa ao consumo de água subterrânea captada por meio de poços artesianos que são utilizados para abastecimento da UFPB, *Campus I*. A determinação do consumo é necessária, pois não existem dispositivos de medições que permitam conhecer a quantidade de água captada dos poços. Sendo assim, este volume foi determinado através de inferências entre o gasto do consumo de energia elétrica relacionada ao funcionamento dos motores que recalcam o fluido, medido por meio de equipamento apropriado durante um período de 30 dias, e o valor do metro cúbico de água da concessionária local. Verificou-se que o consumo de energia neste período foi de 3.885,50 kWh, equivalendo ao volume de água aduzida de 12.781,50 m³. Durante o processo de análise dos resultados utilizou-se como parâmetro o sistema de abastecimento da UFCG, a qual possui um custo anual para abastecimento de R\$ 23,67/aluno matriculado, já na UFPB possui R\$184,81/aluno matriculado. A partir do conhecimento do volume de água consumida, pode-se propor medidas gerenciais de combate, controle e operacionalização do sistema, a fim de evitar perdas desse precioso líquido, bem como promover o uso sustentável dos recursos hídricos disponíveis.

Palavras-chave: Consumo; Abastecimento de água; Sustentabilidade; Poços artesianos; Energia elétrica; Custo.

ABSTRACT

For many years, water was considered an infinite natural resource, but the high consumption added to the waste, has alerted authorities and population about the importance of saving. In the Brazilian legal system, it is considered a public property and a limited natural resource, endowed with economic value. In this context, environmental sustainability is related to the adequate and rational use of natural resources, taking into account their limited capacity. This work investigates the consumption of groundwater collected through artesian wells that are used to supply the UFPB, *Campus I*. The determination of the consumption is necessary, since there are no measurement devices that allow to know the amount of water abstracted of wells. Thus, this volume was determined through inferences between the consumption of electric energy related to the operation of the engines that stress the fluid, measured by means of appropriate equipment during a period of 30 days, and the value of the cubic meter of water of the local dealer. It was verified that the consumption of energy in this period was 3,885.50 kWh, equivalent to the volume of water added of 12,781.50 m³. During the process of analysis of the results, the UFCG supply system was used as a parameter, which has an annual cost of supply of R \$ 23.67 / enrolled student, while the UFPB has a R \$ 184.81 / enrolled student. From the knowledge of the volume of water consumed, it is possible to propose management measures to combat, control and operationalize the system in order to avoid losses of this precious liquid, as well as to promote the sustainable use of available water resources.

Keywords: Consumption; Water supply; Sustainability; Artesian wells; Electricity; Cost.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: MONTANTE DOS GASTOS MENSAIS DE ÁGUA E ESGOTO E ENERGIA _____	23
FIGURA 2: ÁREA EDIFICADA DA UFPB CAMPUS I _____	29
FIGURA 3: LOCALIZAÇÃO DOS POÇOS E RESERVATÓRIOS _____	30
FIGURA 4: MEDIDOR INSTALADO _____	31
FIGURA 5: EQUIPAMENTO INSTALADO 07/02/2019 _____	32
FIGURA 6: CICLO HIDROLÓGICO _____	35
FIGURA 7: AQUÍFERO FREÁTICO E ARTESIANO _____	36
FIGURA 8: CAPTAÇÃO DE ÁGUA EM POÇOS ARTESIANOS _____	40
FIGURA 9: ESQUEMA TÍPICO DE INSTALAÇÃO _____	43
FIGURA 10: TOPOLOGIA DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO RAMIFICADA _____	47
FIGURA 11: TOPOLOGIA DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO MALHADA _____	47
FIGURA 12: TOPOLOGIA DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO MISTA _____	48
FIGURA 13: HISTÓRICO DE CONSUMO FATURADO _____	56
FIGURA 14: FATURA DE ENERGIA ELÉTRICA CAMPUS I UFPB _____	57
FIGURA 15: CONSUMO SEMANAL _____	66
FIGURA 16: CONSUMO DIÁRIO _____	67
FIGURA 17: CONSUMO DIÁRIO PROPORCIONALIZADO _____	67
FIGURA 18: MÉDIAS DOS CONSUMOS DIÁRIOS _____	68
FIGURA 19: PERFIL DE CONSUMO DIA 06/03/2019 _____	69
FIGURA 20: CUSTO DE ENERGIA PARA ABASTECIMENTO DE ÁGUA _____	71
FIGURA 21: HISTÓRICO DE FATURAS DE ÁGUA _____	73
FIGURA 22: HISTÓRICO DE FATURAS DE ÁGUA - UFCG _____	75
FIGURA 23: VALOR PER CAPITA ANUAL POR ALUNO MATRICULADO _____	76

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: DESPESAS GASTAS PELA UFPB PARA PAGAMENTO DE ÁGUA E ENERGIA _____	22
QUADRO2: PRINCIPAIS CONCEITOS - SISTEMA DE TARIFAÇÃO ELÉTRICA _	50
QUADRO 3: VALOR DO METRO CÚBICO DE ÁGUA _____	61
QUADRO 4: QUADRO DE CONSUMO MENSAL – POSTOS TARIFÁRIOS _____	64
QUADRO 5: VALOR DA ENERGIA GASTA PARA ABASTECIMENTO _____	70
QUADRO 6: HISTÓRICO DE CONSUMO DE ÁGUA _____	72
QUADRO 7: ESTIMATIVA DO VOLUME DE ÁGUA _____	74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AESA	Agência Executiva de Gestão das Águas
ANA	Agência Nacional das Águas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ARPB	Agência de Regulação da Paraíba
CAGEPA	Companhia de Água e Esgotos da Paraíba
CBiotec	Centro de Biotecnologia
CCA	Centro de Ciências Agrárias
CCAE	Centro de Ciências Aplicadas e Educação
CCEN	Centro de Ciências Exatas e da Natureza
CCHLA	Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes
CCHSA	Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias
CCJ	Centro de Ciências Jurídicas
CCM	Centro de Ciências Médicas
CCS	Centro de Ciências da Saúde
CCSA	Centro de Ciências Sociais Aplicadas
CCTA	Centro de Comunicação, Turismo e Artes
CE	Centro de Educação
CEAR	Centro de Energias Alternativas Renováveis
CI	Centro de Informática
CIP	Contribuição para Custeio do serviço de Iluminação Pública
CMMAD	Comissão Mundial do Meio Ambiente e Desenvolvimento
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CT	Centro de Tecnologia
CTDR	Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional
CV	Cavalo Vapor
CVU	Custo Variável Unitário
DEP	Divisão de Estudos e Projetos
ELETRORBRAS	Centrais Elétricas Brasileiras S.A
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPE	Empresa de Pesquisas Energéticas

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre a Circulação de Mercadoria e Serviços
kV	Quilovolts
kW	Quilowatts
Kwh	Quilowatts Hora
M ³	Metro cúbico
Mm	Milímetro
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MWh	Megawatts hora
PE	polietileno
PERH	Política Estadual dos Recursos Hídricos
PIS	Programas de Integração Social
PVC	Policloreto de Vinila
R\$/kWh	reais por quilowatt-hora
REUNI	Plano de Reestruturação e Expansão das Universidades
SINIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
TWh	Terawatts hora
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
V	Volts

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	21
2.1 PROBLEMÁTICA	21
2.2 OBJETIVOS	24
2.2.1 OBJETIVO GERAL	24
2.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
2.3 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	24
2.4 CAMPO DA PESQUISA	27
2.5 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS	30
2.6 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS E ANÁLISE DOS DADOS	31
3 ÁGUA E MEIO AMBIENTE	34
3.1 EXPLORAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA	39
3.2 COMO É FEITA A CAPTAÇÃO DA ÁGUA	41
3.3 SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL	44
3.4 REDE DE DISTRIBUIÇÃO DA UFPB	45
4 CUSTO DA ENERGIA	50
4.1 CLASSIFICAÇÃO DOS CONSUMIDORES	51
4.2 ESTRUTURA TARIFÁRIA	52
5 VALOR DA ÁGUA	58
5.1 ESTRUTURA TARIFÁRIA	60
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	62
6.1 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	63
6.2 CUSTO DE ENERGIA PARA ABASTECIMENTO	70
6.3 ESTIMATIVA DO CONSUMO DE ÁGUA	71
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	77
REFERÊNCIAS	82
ANEXO A: ESTRUTURA TARIFÁRIA CAGEPA	87

APÊNDICE A: QUADRO CONSUMO MENSAL	88
APÊNDICE B: QUADRO CONSUMO SEMANAL - 07/02/2019 A 08/03/2019	89
APÊNDICE C: QUADRO CONSUMO DIÁRIO	90
APÊNDICE D: QUADRO CONSUMO DIÁRIO POSTOS TARIFÁRIOS	91
APÊNDICE E: FIGURA REFERENTE AOS CONSUMOS DIÁRIOS	92
APÊNDICE F: QUADRO REFERENTE AOS DESVIOS DOS CONSUMOS DIÁRIOS EM RELAÇÃO À MÉDIA	93
APÊNDICE G: QUADRO REFERENTE À SOMA DOS DESVIOS MÉDIOS	94
APÊNDICE H: QUADRO REFERENTE AO CONSUMO HORÁRIO DO DIA 06-03-2019	95

1 INTRODUÇÃO

Estima-se que, atualmente, a população mundial seja de aproximadamente 6 bilhões de habitantes e que, por volta do ano 2050, alcance de 10 a 12 bilhões (ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL, 1997). Considera-se que a quantidade total de água na Terra, de 1.386 milhões de km³, tenha permanecido de modo aproximadamente constante durante os últimos 500 milhões de anos, porém a parcela efetivamente disponível ao uso humano é muito pequena, apenas 0,007%. Ressalta-se, todavia, que as quantidades estocadas nos diferentes reservatórios de água variaram substancialmente ao longo desse período (SHIKLOMANOV, 1997).

A água da Terra se encontra em permanente movimento, constituindo o ciclo hidrológico, sendo ele o responsável pelo movimento de enormes quantidades de água ao redor do mundo. Parte desse movimento é rápido, pois, em média, uma gota de água permanece aproximadamente 16 dias em um rio e cerca de oito dias na atmosfera. No entanto, esse tempo pode se estender por milhares de anos para a água que atravessa lentamente um aquífero profundo. Assim, as gotas de água se reciclam continuamente (ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL, 1997).

De acordo com Lemos (2003), embora a água seja um recurso renovável, sua quantidade é limitada, não estando distribuída de forma proporcional à população existente. Além disso, a quantidade de água disponível já chega perto do limite, isto é, 40% da população mundial já sofre de escassez de água. Para satisfazer à demanda de água, a humanidade tem modificado o ciclo hidrológico desde o início de sua história, mediante construção de poços, barragens, açudes, aquedutos, sistemas de abastecimento, sistemas de drenagem, projetos de irrigação e outras estruturas.

Os governos e entidades públicas investem vultosos recursos para implementar e manter as instalações acima mencionadas. No entanto, apesar dessas iniciativas, em 1995, aproximadamente 20% dos 5,7 bilhões de habitantes da Terra sofriam com a falta de um sistema de abastecimento confiável de água e, além disso, mais de 50% da população não dispunha de um sistema adequado de instalações sanitárias (ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL, 1997).

Nesse sentido, para que se possa promover uma gestão eficiente deste recurso tão importante, é necessário entender que a água, a princípio, é considerada

um bem comum, na qual todos deveriam ter acesso. Porém, devido à escassez cada vez mais acentuada e a políticas relacionadas à sustentabilidade ambiental, torna-se necessário entender que a água é um bem econômico, cuja gestão deverá ser orientada por princípios de eficiência econômica, satisfazendo a procura sob uma ótica de sustentabilidade. Conforme assinala o princípio 4, da Declaração de Dublin, da Conferência Internacional da Água e do Ambiente, ocorrida em 1992, “a água tem valor econômico em todos os seus usos, devendo ser reconhecida como um bem econômico”.

Desde as primeiras civilizações, a disputa por territórios com áreas de rios e reservas hídricas foi algo recorrente. Em vários conflitos do passado, a água, se não era o propósito principal das ações militares, foi por diversas vezes disputada, haja vista que quem controla os recursos hídricos e sua disponibilidade possui uma ampla vantagem estratégica sobre qualquer adversário.

No âmbito das ciências políticas, o século XXI é marcado como o século das disputas internacionais pelos recursos hídricos. A região do Oriente Médio é um dos locais onde mais existem conflitos pela disputa da água, pois nessa região possui os países com maiores escassez de água no mundo.

A constatação de que o excesso de uso dos recursos naturais pode levá-los à exaustão fará humanidade reconhecer sua importância para a economia e a necessidade de mudança que deve ocorrer no comportamento dos agentes econômicos, de maneira que passem a incorporar o meio ambiente em suas análises, a sustentabilidade da economia, ou seja, a gestão de forma economicamente racional destes recursos. Portanto, o desenvolvimento sustentável, segundo Camargo (2003), poderá ser entendido como progresso econômico com igualdade econômica e social que possibilite, dentre outros, a conservação e a preservação do meio ambiente.

O desenvolvimento da consciência ecológica em diferentes camadas e setores da sociedade mundial acaba por envolver também o setor da educação, a exemplo da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Contudo, ainda são poucas as práticas observadas na Instituição, as quais têm o papel de qualificar e conscientizar os cidadãos formadores de opinião de amanhã, além de promover e disseminar o conhecimento e suas práticas de gestão. Neste sentido, Senge (2012) retrata que em uma sociedade em constantes mudanças e transformações se faz

necessário a adoção de Organização Aprendentes, devido, principalmente, à complexidade do ambiente, posto que estejam criando mais redes, o que enfraquece as hierarquias tradicionais da administração e potencialmente abre novos espaços para o aprendizado, a inovação e a adaptação constante. Por outro lado, os defeitos do sistema de gerenciamento tradicional mantêm muitas organizações em um estado perpétuo de apagar incêndios, com pouco tempo ou energia para a inovação.

O gerenciamento da demanda de água pode ser entendido como uma política que enfatiza uma melhor utilização das fontes existentes, em vez de buscar novas fontes, por meio de um conjunto de incentivos que incluem estímulo de preços, subsídios, medidas de conservação e manutenção, tratamento e reciclagem, conscientização ou programa de educação (WINPENNY, 1997).

Vale ressaltar que a energia, como instrumento que permite dar satisfação às necessidades criadas pelo desenvolvimento socioeconômico, desempenha um papel fundamental nas economias e por isso, deve ser encarada como um bem a ser utilizado de forma eficiente e racional, integrando-se na perspectiva da utilização racional dos recursos (FERREIRA; FERREIRA, 1994).

Dessa forma, o gerenciamento de recursos naturais, a sustentabilidade e a automação do sistema serviram de suporte para o desenvolvimento da pesquisa. Essa questão tem sido objeto de estudos e investimentos sistemáticos em aplicações, principalmente industriais, sobretudo, em aplicações petroquímicas envolvendo transporte de óleo bruto ou produtos refinados.

Diante do exposto, pretende-se com esta pesquisa, determinar o volume de água utilizada no abastecimento a partir do consumo de energia associado à captação e distribuição de águas captadas por três poços artesianos localizados na UFPB – *Campus I*, junto ao Restaurante Universitário, visto que tais poços são responsáveis pelo abastecimento da maior parte do *Campus*. A captação e a distribuição de água na Universidade Federal da Paraíba é feita por meio de poços artesianos que envolvem o dispêndio de energia elétrica para sua extração, recalque e distribuição. Embora esse aspecto seja de conhecimento comum, a racionalização energética em aplicações dessa natureza esteve por muito tempo relegado a um plano secundário em face de dificuldades técnicas e operacionais mais básicas encontradas na operação do sistema.

A UFPB como uma organização aprendente é composta por pessoas que expandem continuamente a sua capacidade de criar os resultados que realmente desejam, estimulando padrões de pensamento novos e abrangentes, permitindo que a aspiração coletiva ganhe liberdade e onde as pessoas aprendam juntas continuamente. Além do mais, possui como um dos objetivos aproveitar as contribuições, os conhecimentos individuais para que os processos sejam vistos sob a ótica da aprendizagem.

Neste contexto, o conceito de pensamento sistêmico encontra eco na Organização UFPB, pois possibilitará que se tenha a visão do todo e não apenas de partes isoladas, ou seja, considerar que tudo que for realizado na organização não poderá ser feito, sem antes levar em consideração as consequências, pois cada um afeta o trabalho do outro, já que a organização é composta por partes que se unem como sistemas. Por isso, busca-se sensibilizar os gestores de que é preciso uma mudança de mentalidade para que todas as decisões sejam bem planejadas, afim de que o todo seja analisado, considerando situações e consequências.

Para um melhor entendimento e compreensão do tema pesquisado, buscou-se no primeiro item, apresentar um panorama geral do tema central de forma a posicionar o sistema de abastecimento de água da UFPB *Campus I*, bem como o uso racional e sustentável dos recursos hídricos utilizados no abastecimento local.

No segundo item, são mostrados os procedimentos metodológicos, cuja função é descrever as etapas ordenadas da pesquisa, a problemática, a questão de pesquisa, os objetivos e os procedimentos de coletas dos dados, a fim de alcançar os objetivos.

No terceiro item, denominado de Água e Meio Ambiente, constam os principais conceitos e as explicações para a realização da pesquisa, ciclo hidrológico, sistemas de captação de águas subterrâneas e sistemas de distribuição de água.

Já no quarto item, apresenta-se como é composto o sistema de tarifação de energia elétrica, o enquadramento da UFPB neste sistema, bem como as diretrizes para cálculo do valor do consumo de energia dos poços.

Em seguida no quinto item, aborda-se os conceitos e as principais características referentes ao sistema de cobrança de água efetuada pela concessionária local.

No sexto item, resultados e discussões, foram apresentados os dados coletados por meio de medidores previamente instalados, que possibilitou gerar gráficos e perfis de consumo a partir da frequência de acionamento dos conjuntos elevatórios dos poços artesianos. Com isso, possibilitou calcular o real consumo de energia e estimar o volume de água necessário para o abastecimento de água por meio dos poços artesianos estudados.

Por fim, no sétimo item, estão as Considerações finais e as Recomendações a partir dos resultados obtidos, no qual foram propostas ações que possam servir como alternativa de gerenciamento e controle dos recursos disponíveis sejam naturais ou financeiros.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.1 PROBLEMÁTICA

A disponibilidade de água no planeta é um fator imprescindível para o desenvolvimento dos seres vegetais e animais, sendo essencial ainda, para a higiene e o bem-estar humanos, bem como elemento decisivo para o progresso econômico e social. Embora seja um recurso abundante devido aos altos níveis de consumo e aos desperdícios, pode ser considerado como escasso. Nesse sentido, a sociedade terá que optar entre continuar a caracterizá-la como um bem comum, do qual todos têm acesso sem ter que recorrer a nenhuma forma de pagamento, ou, valorá-lo, tornando-o um bem econômico, no qual o mercado ficará responsável por satisfazer a demanda.

Atualmente, pouco se sabe sobre o consumo real de água dentro do *Campus* I da UFPB. Apenas a parcela referente à CAGEPA é quantificada, medida e valorada a outra parcela tão importante quanto à primeira, e não sendo mensurada, não há conhecimento do real valor do serviço fornecido. Portanto, pretende-se determinar o custo de energia associado à captação de água dos poços artesianos responsáveis pelo abastecimento da UFPB no *Campus* I e por meio deste valor estimar o volume de água extraído dos poços para o abastecimento. O custo mensal do serviço de fornecimento de água e de energia elétrica constitui um dos maiores custos fixo da Instituição, por isso, quantificar é o primeiro passo para gerenciar e controlar essas despesas.

O desenvolvimento da pesquisa se justifica em virtude do desconhecimento da UFPB no que se refere ao consumo de água no *Campus*. Isso se dá porque existem fontes de fornecimento de água alternativa e poços artesianos para suprir as demandas necessárias ao funcionamento institucional. Esse obscurantismo faz com que os recursos naturais sejam desperdiçados. Associado a esse desperdício, soma-se o fator financeiro, já que as despesas mensais relativas à água e a energia elétrica estão entre os maiores gastos da Administração. Desse modo, a mensuração destes custos possibilitará realizar um gerenciamento sustentável e controle nos gastos. Não somente na UFPB, mas também, de uma maneira geral, em virtude de um contingenciamento energético e financeiro associada à questão

sustentável do uso dos recursos naturais, de barateamento de tecnologias e equipamentos, abrir um campo de investigação e recomendações sobre o uso racional destes recursos.

O Governo Federal instituiu por meio da Emenda Constitucional nº 95/2016, restrições e reduções dos recursos de investimento e despesas discricionárias, custeio, a chamada regra do teto, impondo limites sobre o crescimento dos gastos públicos que não podem ultrapassar a variação da inflação de um ano para outro. A medida vigorará pelos próximos 10 anos e poderá ser prorrogada por mais uma década. Como o governo não tem como deixar de cumprir as despesas obrigatórias, como gastos com salários de servidores e pagamento de benefícios previdenciários, o corte recai sobre os gastos que podem ser controlados, a exemplo de água e energia, conforme relatado pela Agência Brasil (2018).

O Governo Federal anunciou em 29 de março um contingenciamento de R\$ 5,8 bilhões do orçamento da União relativa ao Ministério da Educação. O corte atingiu todas as universidades e institutos federais, correspondendo a 30% do orçamento para despesas discricionárias usadas para pagar entre outras contas as referentes à água e a energia elétrica.

Nesse âmbito, a UFPB como estrutura educativa e administrativa, autarquia pública, necessita adequar-se as restrições orçamentárias impostas pela União. Conforme dados extraídos do portal Painel de Custeio do Ministério do Planejamento (2018), as faturas de água e energia representam uma das maiores despesas fixas mensalmente pagas pela Instituição, como demonstrado no quadro 1.

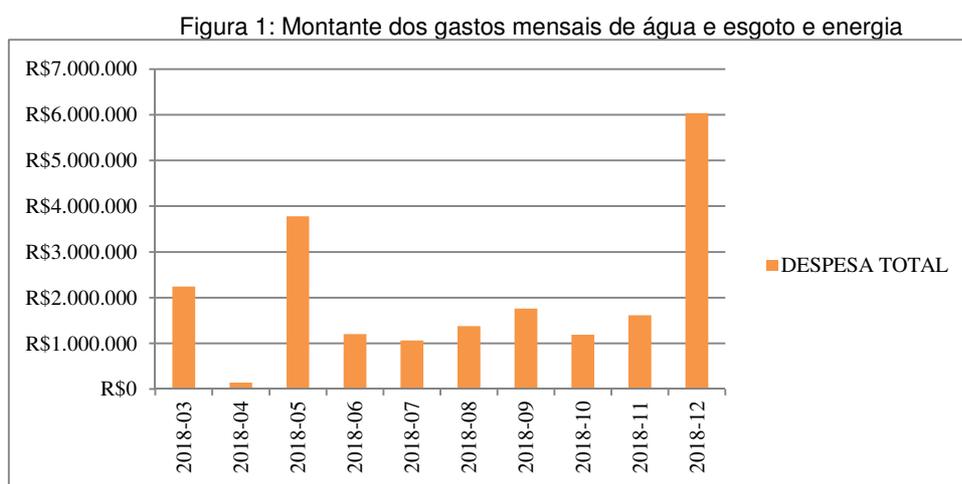
Quadro 1: Despesas gastas pela UFPB para pagamento de Água e Energia

Item de Despesa	Período Ano-Mês									
	2018-03	2018-04	2018-05	2018-06	2018-07	2018-08	2018-09	2018-10	2018-11	2018-12
DESPESA TOTAL	R\$ 2.245.305	R\$ 140.595	R\$ 3.777.823	R\$ 1.204.858	R\$ 1.061.078	R\$ 1.379.154	R\$ 1.759.570	R\$ 1.192.582	R\$ 1.613.468	R\$ 6.033.367
SERVIÇOS DE ÁGUA E ESGOTO	R\$ 365.483	R\$ 167.037	R\$ 186.042	R\$ 160.819	R\$ 165.061	R\$ 166.129	R\$ 464.701	-R\$ 236.521	R\$ 193.263	R\$ 1.423.179
SERVIÇOS DE ENERGIA ELÉTRICA	R\$ 1.879.822	-R\$ 26.442	R\$ 3.591.781	R\$ 1.044.039	R\$ 896.017	R\$ 1.213.025	R\$ 1.294.869	R\$ 1.429.103	R\$ 1.420.205	R\$ 4.610.188

Fonte: Painel de Custos (2018)

A figura 1 abaixo representa o gráfico do montante dos gastos mensais das despesas relativas à água e energia elétrica no *Campus I* durante o ano de 2018.

Cabe salientar que, essas duas despesas representam um montante total de R\$ 20.407.800,00 por ano. Ações visando à redução destes gastos devem ser implementadas por meio de medidas sustentáveis que orientem o uso racional destes recursos, bem como o desenvolvimento e a implantação de tecnologias para auxiliar na economia.



Fonte: Painel de Custos (2018)

A partir do exposto, a pesquisa se pauta na determinação do consumo de energia necessária para a captação e a distribuição de água por meio de bombas submersas que estão localizadas dentro de poços artesianos localizados na Universidade Federal da Paraíba – *Campus I* e a partir deste custo, estimar o volume de água captada para abastecimento.

Os poços em questão são os responsáveis pelo suprimento de água do *Campus* e não possuindo nenhum registro de consumo não se tem como mensurar o valor agregado do fornecimento de água. O abastecimento de água da UFPB – *Campus I* é realizado por meio de reservatório elevado junto ao prédio que funciona o Restaurante Universitário. Para abastecer o referido reservatório, dispõe-se de um reservatório enterrado, isto é, uma cisterna, que é suprida com três poços artesianos, um localizado junto a Capela Ecumênica, outro próximo ao Restaurante Universitário e outro dentro da expansão do restaurante.

Por meio da determinação da energia despendida para o acionamento dos motores que captam água dos poços artesianos responsáveis pelo abastecimento do *Campus I* da UFPB, foi determinado o custo da água associado ao consumo de energia. Essa valoração do serviço de captação e abastecimento de água permitiu propor medidas que ajudarão a combater o desperdício, considerando a

sustentabilidade, proporcionando assim, uma possível redução de despesas mensais da Instituição. Ademais, ressalta-se que será possível evidenciar o perfil de consumo de água realizado no *Campus*, por meio de coleta de dados de medidores instalados no sistema.

Neste sentido, diante do exposto, tem-se o seguinte problema de pesquisa: qual o consumo de água associado ao gasto energético relativo ao funcionamento dos conjuntos elevatórios responsáveis pela captação de água dos poços artesianos incumbidos pelo abastecimento da Universidade Federal da Paraíba – *Campus I*?

2.2 OBJETIVOS

2.2.1 OBJETIVO GERAL

Investigar o consumo de água associado ao gasto energético referente ao funcionamento dos conjuntos elevatórios responsáveis pela captação de água dos poços artesianos incumbidos pelo abastecimento da Universidade Federal da Paraíba – *Campus I*.

2.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Especificar o funcionamento do sistema de captação de águas subterrâneas;
- Caracterizar o modo de distribuição de água dentro do *Campus I*;
- Verificar o consumo de energia e o valor gasto relacionado à captação de água subterrânea utilizada para o abastecimento do *Campus I* da UFPB;
- Determinar o consumo de água associado ao custo energético.

2.3 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A investigação científica depende de um conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos (GIL, 1999) para que seus objetivos sejam atingidos, os métodos científicos. Método científico pode ser entendido, conforme Gil (1999), como o conjunto de processos ou operações mentais que se devem empregar na investigação, ou seja, é a linha de raciocínio adotada no processo de pesquisa.

Conforme preconiza Richardson (2017, p.70), “método em pesquisa significa a escolha de procedimentos sistemáticos para a descrição e explicação de fenômenos”. A escolha do método se dará, substancialmente, pela natureza do problema, sendo estes diferenciados, além da forma de abordagem do problema, pela sistemática pertinente a cada um deles conforme argumenta o autor.

De acordo com Boente e Braga (2004), a pesquisa em pauta pôde ser classificada sob a ótica de suas fases em:conforme seus objetivos, exploratória, ou seja, a investigação de algum objeto de estudo que possui poucas informações;de acordo com as fontes de informação, de campo, geralmente utiliza-se da observação e conhecimento empírico.

Quanto à abordagem do problema,essa pesquisa se caracteriza como quantitativa, pois segundo Ramos e Busnello (2005), consideram tudo que pode ser mensurado em números, classificados e analisados, utilizando de técnicas estatísticas e numéricas para explicação do fenômeno.

De uma forma geral, tal como a pesquisa experimental, os estudos de campo quantitativos guiam-se por um modelo de pesquisa em que o pesquisador parte de quadros conceituais de referência tão bem estruturados quanto possível, a partir dos quais formula hipóteses sobre os fenômenos e as situações que quer estudar. Uma lista de consequências é então deduzida das hipóteses. A coleta de dados busca enfatizar números (ou informações conversíveis em números) que permita verificar a ocorrência ou não das consequências. Os dados são analisados com apoio da Estatística (inclusive multivariada) ou outras técnicas matemáticas. Também, os tradicionais levantamentos de dados são o exemplo clássico do estudo de campo quantitativo (POPPER, 1972).

Assim, a análise quantitativa pode ser entendida como uma ferramenta para a explicação de determinado fenômeno através da coleta de dados numéricos que foram analisados mediante métodos matemáticos, no quais ajudaram na explicação da realidade. Portanto, análise quantitativa foi à ferramenta que possibilitou no processo de tomada de decisões.

A pesquisa é caracterizada, conforme seu objetivo geral, como de caráter bibliográfica e exploratória, pois busca o aprimoramento de ideias e a identificação de ações que contribuem para o gerenciamento eficiente do consumo de água e energia. Além do mais, buscou gerar uma reflexão sobre as práticas sustentáveis no

ambiente educativo, incrementando o relacionamento entre diversos sistemas de conhecimentos, contemplando a interdisciplinaridade e o as relações entre o social e o meio natural.

Inicialmente, foram realizadas buscas por recursos bibliográficos, como artigos, teses, dissertações, livros, com o objetivo de formular resultados e justificar a problemática proposta. Segundo Gil (2002), a parte exploratória da pesquisa consiste como sendo a mais complexa e delicada, pois este tipo de estudo é que mais se aproxima da realidade, explicando as razões do acontecimento.

No uso do conhecimento, o homem age de modo criativo buscando alternativas, modificando a sua realidade vivida, melhorando as relações sociais e trazendo novas ferramentas no ambiente de trabalho que podem ser utilizadas no seu desenvolvimento.

Neste sentido, a UFPB como organização aprendente, busca cada vez mais profissionais capazes de modificar positivamente o seu ambiente, de forma a se adaptarem a uma nova realidade de serviço público, com uma sociedade cada vez mais exigente e com mudanças constantes. Por isso, requer servidores criativos, inovadores e resilientes.

Este estudo buscou contribuir para a produção, a apropriação e a aplicação do conhecimento embasado no rigor metodológico e nos fundamentos científicos, com foco na proposição de inovações e aperfeiçoamentos tecnológicos para a resolução de situações e problemas concretos. Esta pesquisa se assemelha também, a um relatório de pesquisa, já que os resultados e as conclusões serão analisados a partir de coleta de dados *in loco*, e a partir daí, serão apontadas sugestões de gerenciamento e controle dos gastos e preservação dos recursos naturais e financeiros, consoante ao que exige o Governo Federal com o contingenciamento das despesas ordinárias do Executivo Federal e por meio da Emenda Constitucional nº 95/2016.

Portanto, a abordagem da pesquisa é quantitativa, com resultados obtidos por meio de medições realizadas por equipamento apropriado e na verificação do grau de correlação existente entre as variáveis analisadas (consumo de energia x consumo de água).

2.4 CAMPO DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida na Universidade Federal da Paraíba (UFPB), que foi criada pela Lei Estadual nº 1.366, de 02 de dezembro de 1955, e instalada sob o nome de Universidade da Paraíba como resultado da junção de algumas escolas superiores. Posteriormente, com a sua federalização, aprovada e promulgada pela Lei nº. 3.835, de 13 de dezembro de 1960, foi transformada em Universidade Federal da Paraíba, incorporando as estruturas universitárias existentes nas cidades de João Pessoa e Campina Grande (UFPB, 2018).

A partir de sua federalização, a UFPB desenvolveu uma crescente estrutura multicampi, distinguindo-se, nesse aspecto, das demais universidades federais do sistema de ensino superior do país que, em geral, têm suas atividades concentradas num só espaço urbano. Essa singularidade expressou-se por sua atuação em sete campi implantados nas cidades de João Pessoa, Campina Grande, Areia, Bananeiras, Patos, Sousa e Cajazeiras.

No início de 2002, a UFPB passou pelo desmembramento de quatro, dos seus sete campi. A Lei nº. 10.419 de 9 de abril de 2002 criou, por desmembramento da UFPB, a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), com sede em Campina Grande. A partir de então, a UFPB ficou composta legalmente pelos campi de João Pessoa (capital), Areia e Bananeiras, passando os demais campi (Campina Grande, Cajazeiras, Patos e Sousa) a serem incorporados pela UFCG.

Dentro do Plano de Expansão das instituições públicas de ensino superior, denominado Expansão com Interiorização, do Governo Federal, a UFPB criou em 2005, mais um campus, no Litoral Norte do Estado, abrangendo os municípios de Mamanguape e Rio Tinto, denominado de campus IV.

A partir de 2014, a UFPB ficou estruturada da seguinte forma: Campus I, na cidade de João Pessoa, compreendendo os seguintes Centros:

- Centro de Ciências Exatas e da Natureza (CCEN);
- Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes (CCHLA);
- Centro de Ciências Médicas (CCM);
- Centro de Ciências da Saúde (CCS);
- Centro de Ciências Sociais Aplicadas (CCSA);

- Centro de Educação (CE);
- Centro de Tecnologia (CT);
- Centro de Ciências Jurídicas (CCJ);
- Centro de Biotecnologia (CBiotec);
- Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional (CTDR);
- Centro de Comunicação, Turismo e Artes (CCTA);
- Centro de Informática (CI);
- Centro de Energias Alternativas Renováveis (CEAR);

O Campus II, na cidade de Areia, compreendendo o Centro de Ciências Agrárias (CCA); o Campus III, na cidade de Bananeiras, abrangendo o Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA) e o Campus IV, nas cidades de Mamanguape e Rio Tinto, com o Centro de Ciências Aplicadas e Educação (CCAIE).

Nos últimos cinco anos, com a adesão ao novo Plano de Reestruturação e Expansão das Universidades (REUNI), do Governo Federal, a UFPB conseguiu dobrar de tamanho e, atualmente, é a instituição de ensino superior do Norte e Nordeste do país a oferecer o maior número de vagas no seu processo seletivo.

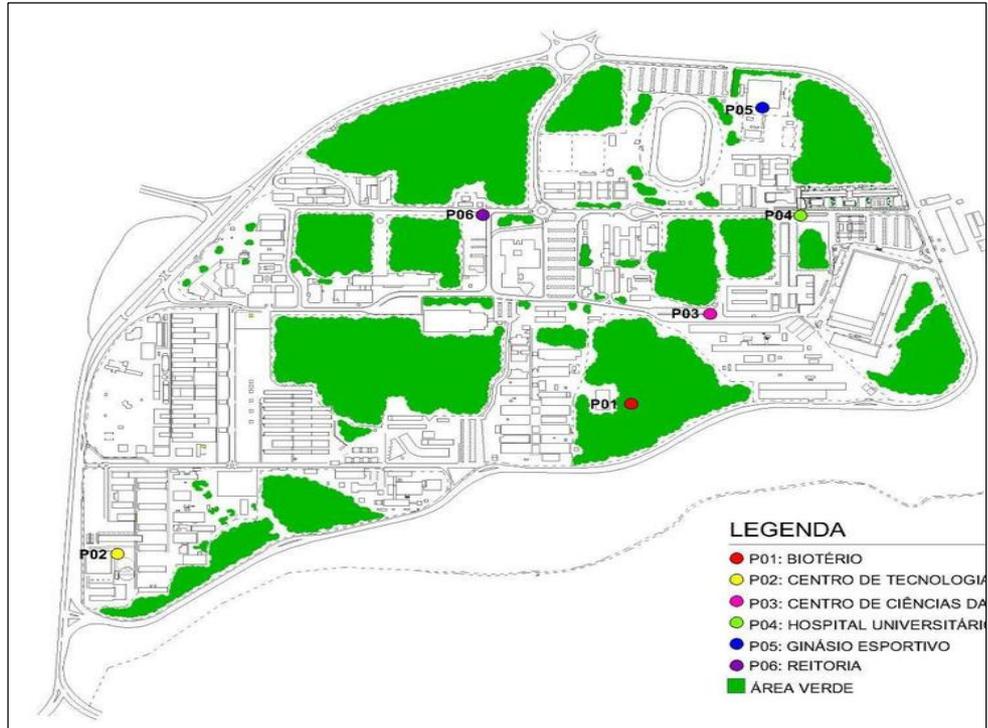
Desde sua criação e ao longo de toda sua história, a UFPB vem cumprindo papel fundamental na promoção do ensino, da pesquisa e da extensão. Na esfera da educação superior, a UFPB tem o reconhecimento social como resultado de sua histórica contribuição, tanto para o avanço científico e tecnológico regional, quanto para a formação de quadros profissionais de excelência para o Estado da Paraíba e para o restante do país, com destaque para a Região Nordeste.

A UFPB, nas suas diversas instalações, utiliza vários sistemas, máquinas e equipamentos que apresentam elevada complexidade e que em conjunto, devem garantir seu perfeito funcionamento da Instituição. Entre estes sistemas, as instalações elétricas, hidráulicas, sanitárias dentre outras, no mesmo nível de complexidade, devem ser inspecionadas periodicamente gerenciadas para garantir segurança e conforto aos usuários, mantendo um adequado padrão operacional.

A falta de gerenciamento e controle acarreta em desperdício dos recursos naturais e no aumento das despesas Institucionais. Ademais, a constante ampliação das atividades da UFPB impõe a necessidade de adequações e ampliações nos sistemas citados, de forma a atender a demanda dos ambientes de trabalho. Na

figura 2 abaixo, tem-se a planta da área edificada da UFPB Campus I, fornecida pela Divisão de Estudos e Projetos (DEP) da Prefeitura Universitária.

Figura 2: Área edificada da UFPB Campus I



Fonte: DEP- PU (2011)

O campo da pesquisa está situado no *Campus I* da UFPB, exceção feita ao CTDR, que está localizado geograficamente deslocado dos demais Centros de Ensino. O abastecimento de água no *Campus I* da UFPB é realizada por meio de captação de águas subterrâneas, cuja captação é promovida por conjuntos elevatórios que funcionam continuamente e que transportam a água captada para uma cisterna localizada junto ao Restaurante Universitário. A partir de dois conjuntos elevatórios recalcam água para o reservatório elevado, localizado no mesmo local, e por meio de gravidade, o abastecimento é realizado em todo o *Campus*. Na figura 3, é possível observar a localização geográfica dos poços e do centro de reservação, objeto da pesquisa.

Figura 3: Localização dos Poços e Reservatórios



Fonte: Google Earth (2018)

A utilização de água dentro da área de estudo é bastante variada, podendo ser enumerados os seguintes usos:

- Limpeza e higienização de ambientes;
- Rega e jardins, plantas e demais áreas verdes;
- Laboratórios e clínicas;
- Enchimento de piscinas;
- Abastecimento humano, residência universitária e áreas administrativas;
- Preparação de comida, Restaurante Universitário;

Abastecimento do Hospital Universitário.

Apesar da UFPB possuir outros poços dentro do *Campus I*, a escolha deste local para estudo deve-se ao fato de concentrar os reservatórios que abastecem todo o Campus, tanto a cisterna que recebe água dos poços, como o elevado que a distribui. Vale destacar que o ramal de entrada da CAGEPA encontra-se situado neste local, possuindo diâmetro de 250 mm, desaguando diretamente na cisterna.

2.5 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

A obtenção dos resultados foi feita por meio da instalação de um instrumento de medida implantado no alimentador de energia principal do ramal de entrada que alimenta os quadros de comando dos conjuntos elevatórios, conforme a figura 4. O medidor de energia é um aparelho do tipo digital com sistema de registro de leituras automáticas, possuindo banco de dados interno, a qual possibilitou a coleta e o armazenamento dos dados.

Figura 4: Medidor instalado

Fonte: CCK (2018)

O aparelho registrou entre outras grandezas, a potência ativa consumida pelo sistema, por meio da gravação do consumo em memória interna, de forma a proporcionar leituras mensais, diárias e horárias, através de atividades de campo, envolvendo observação e aferição do sistema. O instrumento de coleta possui memória com capacidade de armazenamento de até 35 dias de medição de energia ativa e reativa em médias integradas de 5 ou 15 minutos.

2.6 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS E ANÁLISE DOS DADOS

O procedimento de coleta de dados se constituiu na captação de informações ao longo de um mês, com coleta de consumo diária e horária. Por meio destas medições formou-se um histórico de consumo que permitiu identificar o perfil de consumo, além da energia necessária para o funcionamento dos poços durante o mês, conseguindo assim, calcular o valor que foi despendido para a captação de água subterrânea para abastecimento do *Campus*.

Esta pesquisa teve como premissa, determinar o consumo energético na captação, e conseqüentemente, na distribuição de águas para os mais variados fins. Ressalta-se que ao avaliar o consumo de energia elétrica nas estações elevatória dos poços artesianos propõe-se estimar o custo do consumo de energia empregada na captação de água subterrânea utilizada no *Campus*. A análise se baseou em um segmento de um sistema integrado de distribuição de água. As condições do

sistema foram determinadas com a coleta de dados dos instrumentos de campo, via sistemas de supervisão, controle e formação de banco de dados de consumo. A coleta dos dados forneceu condições para que se estime o custo de água baseado no consumo de energia, de modo que se possa realizar um efetivo controle no consumo dentro do *Campus*.

O equipamento foi instalado no dia 07/02/2019, período coincidente com início do período letivo, pois assim se teria uma expectativa de consumo para o *Campus I* em pleno funcionamento, além de ser um período verão, no qual o consumo de água tende a ser mais elevado do que em outras estações do ano, de acordo com detalhe da figura 5.

Figura 5: Equipamento instalado 07/02/2019



Fonte: Autor, 2019

O aparelho foi removido no dia 08/03/2019 correspondendo a um intervalo de 30 dias corridos entre a instalação, início da medição, retirada e fim da medição. A escolha do intervalo de medição se deu principalmente porque seria necessária a obtenção do consumo energético mensal, sem necessidade de realizar extrapolação dos valores registrados. Isso porque os valores geralmente não seguem um padrão exato de consumo, variando ao longo dos dias e das horas, podendo acarretar estimativas errôneas, influenciando diretamente o cálculo do volume de água estimado.

A leitura dos dados do aparelho se deu por meio de uma porta serial que se conectou em um computador, em que todos os dados registrados na memória durante o período programado foram capturados. Os dados necessários para análise, cálculo do custo energético e estimativa do consumo de água foram essencialmente os referentes à potência demandada para funcionamento dos motores, especificamente, a potência ativa medida em quilowatts hora (kWh), separada em consumo de ponta, referente ao período do dia compreendido entre às 17:30 horas e às 20:30 horas de segunda a sexta-feira, excetos sábado, domingos e feriados, e consumo fora ponta nos demais horários. A partir destes consumos e aplicando-se os valores do kWh praticado pela concessionária local, além dos impostos, chegou-se ao custo energético mensal para o abastecimento do *Campus I*.

A partir do consumo diário, pôde-se calcular o consumo médio no período analisado, por meio da média aritmética simples, verificando os consumos diários que possuem menor desvio com relação à média calculada. Este dia será considerado como o dia padrão para efeito de apresentação do padrão de consumo verificado nos 30 dias monitorados.

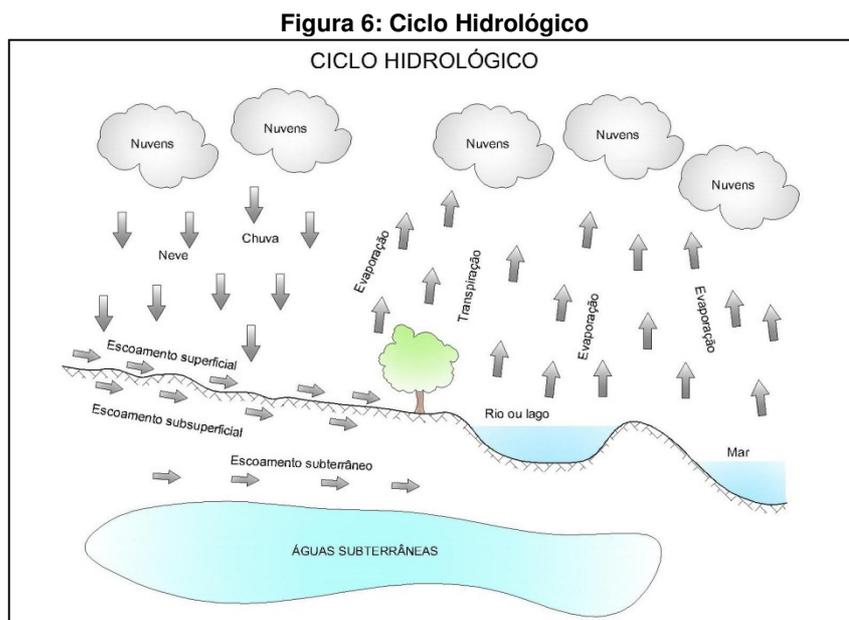
Para obtenção do volume de água referente ao período em análise, o resultado encontrado se deu por meio de inferências entre o custo energético e o valor do metro cúbico de água praticado pela CAGEPA, conforme tabela de valores da concessionária no anexo I.

3 ÁGUA E MEIO AMBIENTE

O planeta Terra possui aproximadamente 1,4 milhões de quilômetros cúbicos de água, no entanto apenas 2,5%, desse total, são de natureza doce. Os rios, lagos e reservatórios de onde a humanidade retira o que consome só correspondem a 0,26% desse percentual, com predomínio absoluto das águas subterrâneas. Além disso, em todo mundo, cerca de 10% da água disponibilizada para consumo são destinados ao abastecimento público, 23% para a indústria e 67% para a agricultura. A água é componente fundamental da dinâmica da natureza que impulsiona todos os ciclos, sustenta a vida e é o solvente universal. Sem água, a vida na Terra seria impossível, ela é o recurso natural mais importante que participa e dinamiza todos os ciclos ecológicos. Ressalta-se ainda, que os sistemas aquáticos têm uma grande diversidade de espécies úteis ao homem e que são também parte ativa e relevante dos ciclos biogeoquímicos e da diversidade biológica do planeta Terra (TUNDISI, 2003).

O ciclo hidrológico, ou ciclo da água, é o movimento contínuo da água presente nos oceanos, continentes (superfície, solo e rocha) e na atmosfera. Além do mais, é o fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, impulsionado fundamentalmente pela energia solar associada à gravidade e à rotação terrestre, provocando a evaporação das águas dos oceanos e dos continentes. Na atmosfera, forma as nuvens que, quando carregadas, provocam precipitações, na forma de chuva, granizo, orvalho e neve.

O conceito de ciclo hidrológico está ligado ao movimento e à troca de água nos seus diferentes estados físicos que ocorre na Hidrosfera entre os oceanos, as calotas de gelo, as águas superficiais, as águas subterrâneas e a atmosfera conforme esquema da figura 6.



Fonte: Adaptado de Embrapa (2001).

Este movimento permanente deve-se ao Sol, que fornece a energia para elevar a água da superfície terrestre para a atmosfera (evaporação), bem como à gravidade que faz com que a água condensada caia (precipitação) e que, uma vez na superfície, circule através de linhas de água que se reúnem em rios até atingir os oceanos (escoamento superficial) ou se infiltre nos solos e nas rochas, através dos seus poros, fissuras e fraturas (escoamento subterrâneo).

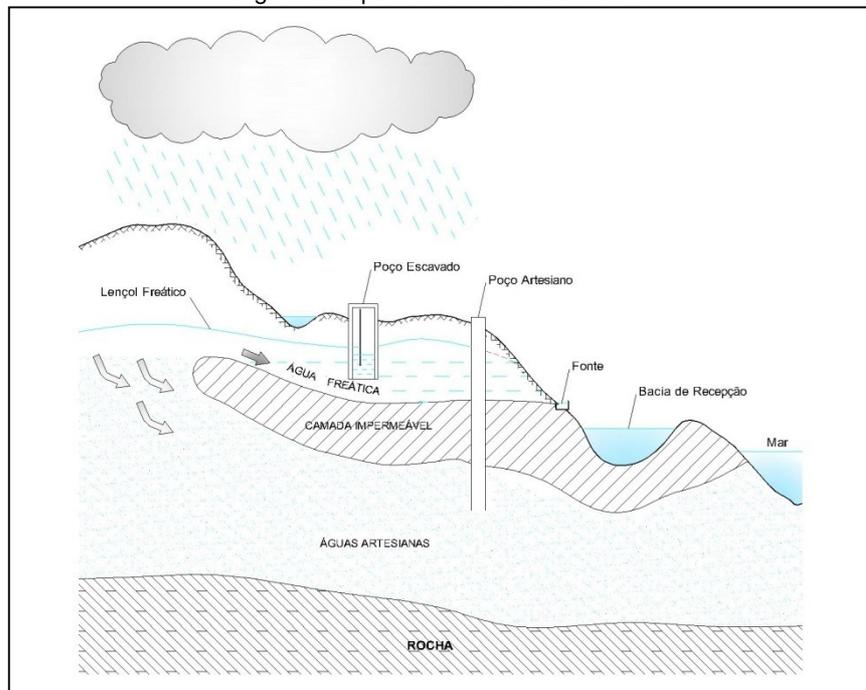
Nem toda a água precipitada alcança a superfície terrestre, já que uma parte, na sua queda, pode ser interceptada pela vegetação e volta a evaporar-se. A água que se infiltra no solo está sujeita a evaporação direta para a atmosfera e é absorvida pela vegetação, que através da transpiração, a devolve à atmosfera. Este processo chamado evapotranspiração ocorre no topo da zona não saturada, ou seja, na zona onde os espaços entre as partículas de solo contêm tanto ar como água.

A água que continua a infiltrar-se atinge a zona saturada, entrando na circulação subterrânea e contribui para um aumento da água armazenada para recarga ou formação dos aquíferos. O topo da zona saturada corresponde ao nível freático. No entanto, a água subterrânea pode ressurgir à superfície (nascentes) e alimentar as linhas de água ou ser descarregada diretamente no oceano. A quantidade de água e a velocidade com que circula nas diferentes fases do ciclo hidrológico são influenciadas por diversos fatores como, por exemplo, a cobertura vegetal, altitude, topografia, temperatura, tipo de solo e geologia.

Atualmente, com a degradação cada vez maior do meio ambiente, que vem se refletindo nos custos do tratamento das águas superficiais, as águas subterrâneas se constituem uma alternativa bastante vantajosa do ponto de vista econômico e sanitário para o suprimento das comunidades. Além da possibilidade de localização da captação próxima à área de consumo, o que facilita o controle operacional.

As águas subterrâneas, aquíferos, encontram-se na natureza em pequenas profundidades (água freática) ou em maiores profundidades e confinadas (águas artesianas), conforme figura 7.

Figura 7: Aquífero Freático e Artesiano



Fonte: Adaptado de Embrapa (2001).

Do ponto de vista sanitário, as águas freáticas são mais expostas à contaminação por bactérias, parasitas ou substâncias químicas, o que poderá inviabilizar, em muitos casos, o seu aproveitamento. Já as águas artesianas, por estarem situadas em maiores profundidades e confinadas entre camadas impermeáveis, são de qualidade superior, necessitando de pouco tratamento até o consumo final. Vale mencionar também, que sua principal forma de captação de água subterrânea é por meio de poços artesianos ou tubulares.

No Brasil, a utilização das águas subterrâneas tem crescido de forma acelerada e as indicações são de que essa tendência deva continuar. Como prova disso, tem-se um crescimento contínuo do número de empresas privadas e órgãos públicos com atuação em pesquisa e na captação de recursos hídricos subterrâneos. As águas subterrâneas, mais do que uma reserva, devem ser consideradas um meio para acelerar o desenvolvimento econômico e social de determinadas regiões. Essa afirmação é apoiada na sua distribuição generalizada, na maior proteção às ações antrópicas e nos reduzidos recursos financeiros, exigidos para sua exploração (EMBRAPA, 2001).

Leal (1999) estima que existam mais de 200.000 poços para a captação de água subterrânea no Brasil e que a principal utilização desse recurso seja para o abastecimento público. Rebouças *et al.* (1999) afirmam que não há o devido controle da utilização das águas subterrâneas no país, dificultando a caracterização de seu uso. Entretanto, dados do censo do IBGE mostraram que aproximadamente 61% da população é abastecida com água subterrânea, sendo 43% por meio de poços tubulares, 12% de fontes ou nascentes e 6% de poços escavados ou cacimbões.

O território brasileiro é um dos mais ricos no mundo em termos de quantidade de água disponível, no entanto esse recurso foi mal distribuído ao longo de toda sua área. Embora seja um país privilegiado em relação à quantidade de mananciais, o elevado consumo somado ao desperdício de água tem alertado as autoridades e a população acerca da importância de economizar. Sendo limitada a sua disponibilidade, leis e convenções têm sido adotadas como instrumentos jurídicos no arbitramento e na regulação de ações administrativas visando o gerenciamento racional dos recursos hídricos.

Pelo ordenamento jurídico brasileiro, a água é considerada um bem de domínio público e um recurso natural limitado, dotado de valor econômico. Com a promulgação da Constituição de 1988, estabeleceu-se uma normação que possibilitou o estabelecimento da Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelecida pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (anexo B), e que complementa a Política Nacional do Meio Ambiente (ANTUNES, 2009).

Os princípios da Lei nº 9.433 /1997, Política Nacional de Recursos Hídricos estão estabelecidos artigo 1º da lei, que segue:

I - A água é um bem de domínio público;

II - A água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;

III - Em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;

IV - A gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;

V - A bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

VI - A gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

A utilização da água deve ser feita de maneira que não comprometa a disponibilidade para as gerações futuras. Neste sentido, ações de uso sustentável da água são difundidas em todo o Brasil, no qual campanhas possam incentivar uma simples mudança de atitude, desde a prática de banhos demorados até o reaproveitamento da água da chuva. Para a Comissão Mundial do Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD, 1988, 1991), os objetivos que derivam do conceito de desenvolvimento sustentável estão relacionados com o processo de crescimento da cidade e objetiva a conservação do uso racional dos recursos naturais incorporados às atividades produtivas. Entre os objetivos citados pela CMMAD (1998,1991) estão:

- Crescimento renovável;
- Mudança de qualidade do crescimento;
- Satisfação das necessidades essenciais por emprego, água, energia, alimento e saneamento básico;
- Garantia de um nível sustentável da população;
- Conservação e proteção da base de recursos;
- Reorientação da tecnologia e do gerenciamento de risco;
- Reorientação das relações econômicas internacionais.

Para Acselrad (1999), a capacidade das políticas urbanas devem se adaptar à oferta de serviços, à qualidade e à quantidade das demandas sociais, buscando o equilíbrio entre as demandas de serviços urbanos e investimentos em estrutura. No entanto, também é imprescindível para a sustentabilidade urbana, o uso racional dos recursos naturais, bem como a boa forma do ambiente urbano baseado na interação com o clima e os recursos naturais. A UFPB como organização aprendente tem o compromisso de buscar alternativas viáveis e inovadoras para preservação e conscientização da comunidade como agente disseminador de práticas sustentáveis.

3.1 EXPLORAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA

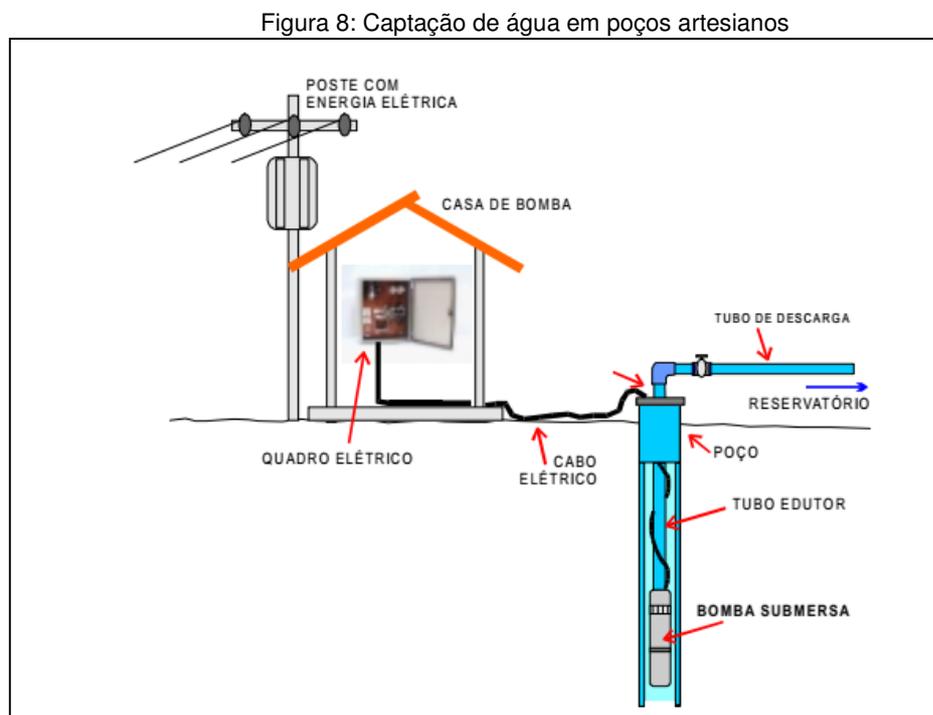
A água subterrânea é intensamente explorada no Brasil, sendo utilizada para diversos fins, como abastecimento humano, irrigação, indústria e lazer. Segundo informações da Agência Nacional das Águas (ANA, 2018), o Brasil possui uma boa quantidade de água. Estima-se que o país possua aproximadamente 12% da disponibilidade de água doce do planeta, mas a distribuição natural desse recurso é desequilibrada. A região Norte, por exemplo, concentra aproximadamente 80% da quantidade de água disponível, mas representa apenas 5% da população brasileira. Já as regiões próximas ao Oceano Atlântico, possuem mais de 45% da população, porém, menos de 3% dos recursos hídricos do país.

A escassez desse recurso pode ocorrer tanto por condições climáticas, hidrológicas e hidrogeológicas, como por demanda excessiva. Sua importância não se restringe apenas à sobrevivência humana, mas principalmente, para o desenvolvimento de todas as atividades produtivas, devendo para tanto, serem assegurados seus usos múltiplos, tais como agropecuária (principalmente irrigação), geração de energia elétrica, produção industrial, diluição de efluentes domésticos e industriais, transporte fluvial e manutenção das condições ecológicas e ambientais.

Neste sentido, uma alternativa para o suprimento das necessidades é a utilização de águas subterrâneas. No Brasil, 15,6% dos domicílios utilizam exclusivamente, água subterrânea, 77,8% usam rede de abastecimento de água e 6,6% usam outras formas de abastecimento (IBGE,2002). Os reservatórios de águas subterrâneas são chamados de lençóis, pois essas águas podem estar acumuladas em dois tipos de lençóis: o freático e o artesiano. O lençol freático caracteriza-se por está assentado sobre uma camada impermeável de subsolo, rocha, por exemplo, e submetido à pressão atmosférica local. O lençol artesianos se caracteriza por está confinado entre duas camadas impermeáveis de crosta terrestre e submetido a uma pressão superior a pressão atmosférica local. A captação frequentemente utilizada é por meio de poços porque normalmente o lençol freático tem grande variação de nível entre os períodos de chuvas, ou seja, durante os períodos de estiagem, necessitando assim, de maiores profundidades de escavações para a garantia da permanência da vazão de captação.

De acordo com a Constituição Federal (1988), a gestão e a autorização para o uso de águas subterrâneas, inclusive para a perfuração de poços, são de competências dos estados, que inclui também, o Distrito Federal, que devem possuir órgãos específicos para a gestão da água. O gerenciamento é realizado por meio da emissão da autorização de uso dos recursos hídricos de domínio dos Estados e por meio da fiscalização dos usos da água. Além disso, os órgãos gestores são responsáveis por planejar e promover ações direcionadas à preservação da quantidade e da qualidade das águas.

A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 1998) ressalta que a perfuração de poços artesianos poderá ser feita por máquinas com brocas perfuratrizes rotativas, tendo as paredes internas revestidas por tubos de PVC e a extração da água realizada por meio de bombas acionadas eletricamente. A unidade de bombeamento diz respeito ao tipo de equipamento utilizado para o bombeamento da água do poço. No caso de poços tubulares, pode ser uma bomba submersa utilizada para extração de vazões de médio a grande porte (> 3.000 litros/hora), com profundidades variadas, e requer a existência de energia elétrica trifásica que conduzirá a água ao sistema de armazenamento abastecimento, conforme figura 8.



Fonte: CPRM (1998)

Na UFPB *Campus I*, a captação de água subterrânea é realizada em aquíferos que são formações geológicas constituídas por rochas capazes de armazenar e transmitir quantidades significativas de água. São efetivamente reservatórios naturais subterrâneos que podem ser de variados tamanhos de poucos a milhares de quilômetros quadrados, ou também, podem apresentar espessuras de poucos a centenas de metros de profundidade por meio de poços artesianos que são obras de engenharia geológica de acesso a água subterrânea, executada com sonda perfuratriz mediante perfuração vertical com diâmetro de 4 a 36 polegadas e profundidade de até 2.000 metros, para captação de água (ABAS, 2005).

Os três poços artesianos que serão investigados neste estudo possuem diâmetro de médio de 6 polegadas e profundidade média de 120 metros. Para que a água dos poços seja captada e aduzida à superfície, utilizam-se bombas submersas que são responsáveis pelo recalque por meio de tubos e dutores que deságuam em um reservatório enterrado, isto é, uma cisterna que será recalçada para um reservatório elevado e a partir daí, por gravidade, seguir para rede de abastecimento até o consumo final.

3.2 COMO É FEITA A CAPTAÇÃO DA ÁGUA

A extração da água na grande maioria dos poços artesianos utilizados no abastecimento público é feita com auxílio de conjuntos motor-bomba submersos para elevação da água até a superfície, para efetuar adicionalmente a elevação até os reservatórios de distribuição ou para alcançar a pressão necessária para injeção direta na rede de distribuição.

As bombas são máquinas que transformam energia mecânica em energia hidráulica. A energia mecânica é fornecida por um elemento motriz, no qual é transformada em energia hidráulica pela ação da bomba. A função básica da bomba é transportar qualquer tipo de fluido, o que torna seu uso um componente importante em diversas indústrias, como por exemplo, de lubrificantes, combustíveis, alimentos, bebidas, produtos de limpeza e etc.

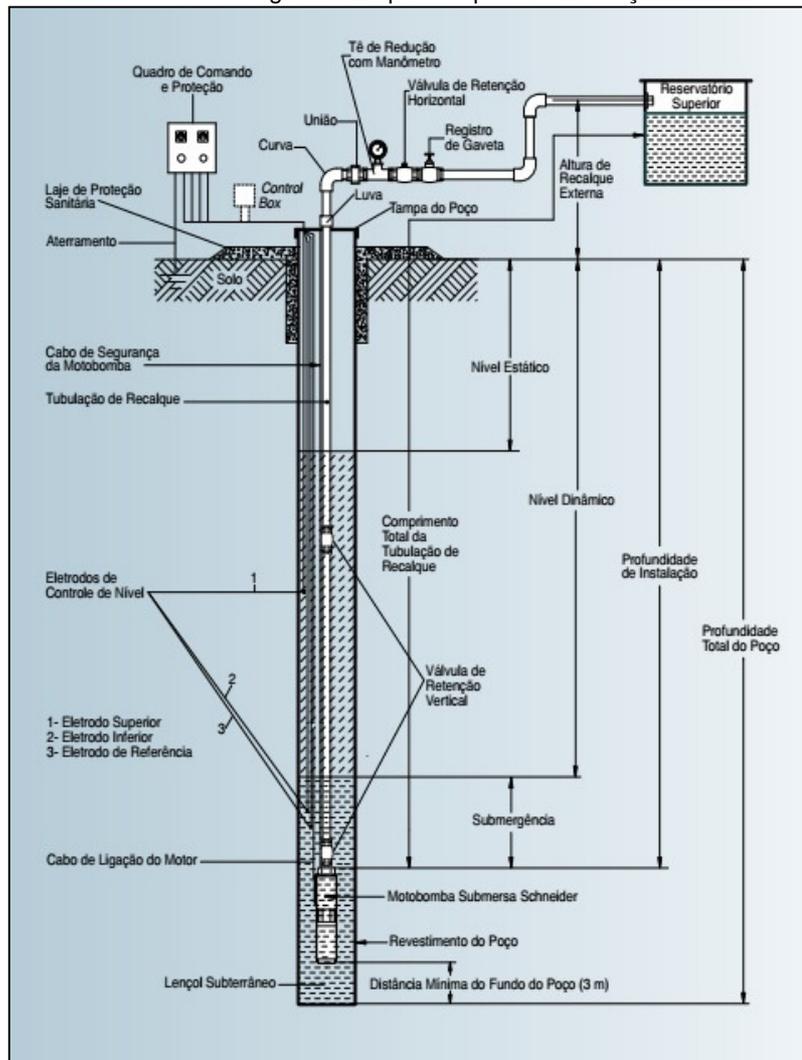
Normalmente, os desperdícios de energia elétrica em sistemas de bombeamento de água são encontrados nos procedimentos operacionais existentes, no dimensionamento dos sistemas, na idade dos equipamentos, nas tecnologias

ineficientes utilizadas, na inexistência de manutenções, nas formas contratuais e no desperdício de água (BAHIA, 1998). O consumo de energia pode ser elevado e o valor presente do custo operacional com energia elétrica, ao longo da vida útil, pode ultrapassar o próprio custo inicial de construção do poço.

As bombas e os motores submersos são projetados para funcionar dentro d'água e em grandes profundidades. São consideradas bombas centrífugas, ou seja, máquinas que deslocam fluidos por meio da força centrífuga gerada pela rotação de um rotor dentro de uma carcaça. O movimento rotacional resultante do fluido faz com que ganhe simultaneamente pressão e energia cinética. Posteriormente, no difusor, parte dessa energia cinética é convertida em ganho de pressão adicional por meio de um incremento da área de fluxo (FOX, 2004).

A aplicação mais usual é o bombeamento de águas subterrâneas em poços tubulares com diâmetro interno a partir de 4 polegadas. A estrutura do poço deverá permitir a passagem livre da motor-bomba, assegurando uma profundidade de instalação suficiente para garantir o desempenho hidráulico específico de cada modelo instalado, em relação ao lençol d'água e de acordo com as características do poço. A água é conduzida por um conjunto de tubos acoplados à bomba que tem a função, também, de servir de suporte à bomba, já que funciona suspensa no poço, conforme a figura 9.

Figura 9: Esquema típico de instalação



Fonte: Manual de Instrução Schneider (2014)

Neste âmbito, abaixo, caracterizam-se os poços objeto de estudo:

- Poço 01 – Localizado junto à Capela Universitária:

Poço tubular, artesiano, de 6 polegadas de diâmetro com profundidade aproximada de 133 metros, cuja bomba encontra-se instalada numa profundidade de 84 metros, com potência de 15 CV.

- Poço 02 – Localizado adjacente ao Restaurante Universitário:

Poço tubular, artesiano de 6 polegadas de diâmetro com profundidade aproximada de 153 metros, cuja bomba submersa encontra-se instalada numa profundidade de 78 metros, com potência de 15 CV.

- Poço 03 – Localizado dentro do Restaurante Universitário:

Poço tubular, artesiano de 4 polegadas de diâmetro com profundidade aproximada de 80 metros, cuja bomba submersa encontra-se instalada numa profundidade de 45 metros, com potência de 5 CV.

3.3 SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

A Organização das Nações Unidas (ONU) no relatório “Nosso Futuro Comum”, publicado pela Comissão Mundial para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento em 1987, traz a definição de desenvolvimento sustentável como aquele que busca as necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender suas próprias necessidades (MIKHAILOVA, 2004).

Neste âmbito, a sustentabilidade ambiental está relacionada com o uso adequado e racional dos recursos naturais, levando em consideração sua capacidade limitada. A maneira e a importância como são percebidas e empregadas ações para o uso eficiente dos recursos hídricos varia bastante entre regiões e países ao longo do tempo, dependendo de alguns parâmetros, como por exemplo, fatores geográficos (relativo à disponibilidade de água, condicionando os padrões de consumo), condições econômicas (conduzindo a um maior ou menor consumo de água), condições sociais e fatores climáticos.

Gloss (1991) explana que a eficiência sob várias perspectivas é mostrar que existe uma eficiência absoluta que relaciona um uso determinado com a menor quantidade possível de água para satisfazê-lo. Uma eficiência econômica que pretende aproveitar a água com os máximos benefícios econômicos, bem como uma eficiência social que vise estender seus benefícios a maior parte de suas demandas na comunidade. Uma eficiência ecológica que deve, antes de tudo, garantir a conservação dos recursos naturais e uma eficiência institucional que qualifica o funcionamento de uma instituição em relação a suas atribuições relacionadas com a água.

O artigo 225º, da Constituição Brasileira de 1988, determina que:

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.

Sendo assim, percebe-se que a sustentabilidade está diretamente relacionada com o gerenciamento e o controle dos recursos naturais, levando a uma utilização racional e equilibrada às necessidades, sendo, portanto, um instrumento de promoção de desenvolvimento.

Para ser sustentável, o desenvolvimento deve implementar eficiência econômica, proteger e restaurar os sistemas ecológicos e melhorar a qualidade de vida das populações (KATS, 1998). Para Attfield (1999), o desenvolvimento sustentável depende de responsabilidade e do uso mais eficiente dos recursos, o que envolve a restrição do uso da energia pelas sociedades e a adaptação dos estilos de vida, de acordo com os meios disponíveis (ecológicos) do planeta.

Pelo exposto, podem-se notar que a sustentabilidade está vinculada, também, a questão energética, particularmente, ao seu uso de forma eficiente. Kuennen (1998) defende que a eficiência energética deverá ser vista como um caminho para atingir objetivos maiores com desenvolvimento sustentável e igualdade social, não sendo vista como algo restritivo.

Por meio da pesquisa e da busca pelo desenvolvimento de novas tecnologias será possível empreender medidas que possam efetivamente contribuir para o uso racional e eficiente dos recursos naturais, sem comprometer as gerações vindouras, além de possibilitar o surgimento de programas que possam ser capazes de transferir o conhecimento adquirido em tecnologias e instrumentos para transformação dos mercados.

Para Senge (2012) a construção das habilidades de aprendizagem organizacional tem início em indivíduos que desejam encontrar abordagens mais eficientes para as mudanças organizacionais, sendo as organizações responsáveis pela formação de líderes para atuarem nos diversos cenários, marcados pela complexidade da sociedade e de rápidas mutações.

3.4 REDE DE DISTRIBUIÇÃO DA UFPB

A rede de distribuição é a unidade do sistema responsável pelo transporte da água, desde os reservatórios de distribuição até pontos de consumo em quantidade e com pressões compatíveis ao uso estabelecido. A rede de distribuição concentra a maior parte dos recursos aplicados na implantação de um

serviço de abastecimento d'água. Além do mais, é uma unidade descentralizada e dispersa geralmente em toda área onde o sistema tem influência.

É um dos componentes que integra o sistema de abastecimento de água, responsável pelo transporte da água até os pontos de consumo. Tsutiya (2006) traz algumas definições utilizadas para melhor entendimento do assunto:

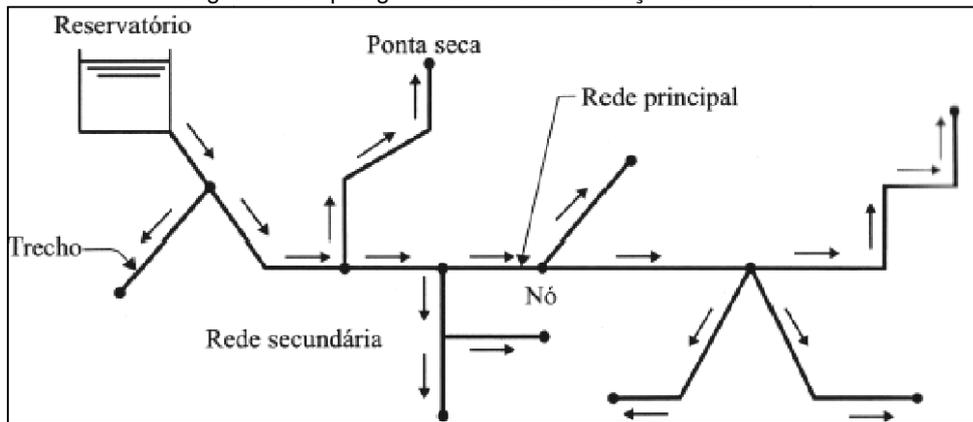
- Manancial: corpo de água superficial ou subterrâneo com quantidade e qualidade adequadas para captação de água para o abastecimento populacional;
- Captação: conjunto de estruturas e dispositivos, construídos ou montados junto ao manancial, para a retirada de água destinada ao sistema de abastecimento;
- Estação Elevatória: conjunto de obras e equipamentos destinados a recalcar a água para a unidade seguinte ou para pressurização em adutoras ou redes de distribuição;
- Adutora: canalizações que se destinam a conduzir água entre unidades que precedem a rede de distribuição;
- Reservatório: é o elemento do sistema de distribuição de água destinado a regularizar as variações entre as vazões de adução e de distribuição, condicionando as pressões na rede de distribuição;
- Rede de Distribuição: parte do sistema de abastecimento de água formada de tubulações e acessórios destinada a colocar água potável à disposição dos consumidores de forma contínua em quantidade e pressão recomendada.

As redes de distribuição são constituídas de tubulações principais ou troncos, que são aquelas que possuem grandes diâmetros; e secundárias, que possuem diâmetros menores, derivadas da principal, e que geralmente são responsáveis pelo abastecimento dos pontos de consumo.

De acordo com a disposição das tubulações da rede de distribuição e o sentido de escoamento da água, as redes podem ser classificadas como:

- Rede Ramificada: caracterizada por possuir um distribuidor principal (tronco), que se localiza ao longo da área a ser atendida. Desse distribuidor derivam os distribuidores secundários que vão alimentar os diversos logradouros da área servida (figura 10).

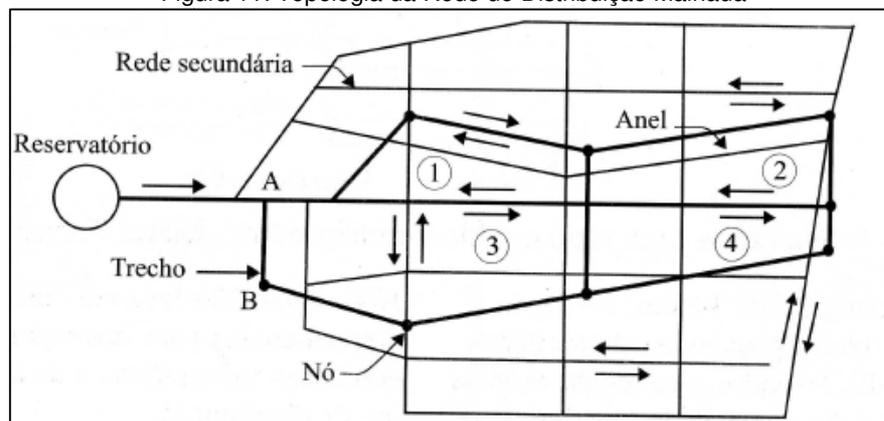
Figura 10: Topologia da Rede de Distribuição Ramificada



Fonte: Tsutiya (2006)

- Rede Malhada: nesse tipo de rede os distribuidores troncos formam circuitos fechados (anéis distribuidores), de onde partem canalizações secundárias responsáveis pelo atendimento dos logradouros ou distritos. Essa disposição deve ser sempre utilizada quando se trata de grandes áreas a serem servidas, pois apresenta maior equilíbrio das pressões e permite melhor acompanhamento operacional. Na figura 11, pode-se observar o traçado típico desta rede.

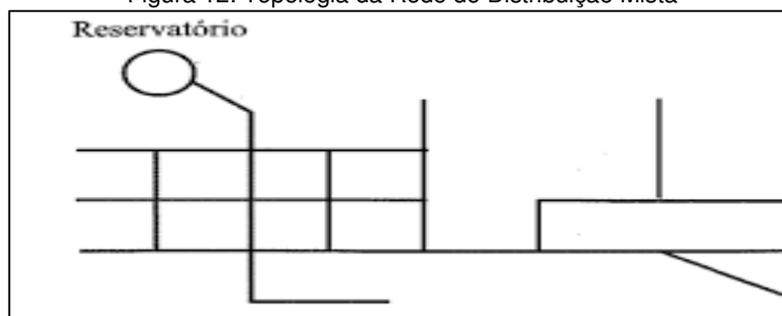
Figura 11: Topologia da Rede de Distribuição Malhada



Fonte: Tsutiya (2006)

- Rede do tipo mista: é aquela apresenta uma associação das redes ramificadas e malhadas (figura12).

Figura 12: Topologia da Rede de Distribuição Mista



Fonte: Tsutiya (2006)

Os tipos de materiais empregados nas redes de distribuição são ferro fundido dúctil, policloreto de vinila (PVC), polietileno (PE) e cimento amianto. Este último encontra-se em desuso devido à questão de doenças causadas por conta de sua fabricação. A quantidade de água consumida em uma rede de abastecimento varia continuamente ao longo do dia e do ano em função das atividades e hábitos da população, condições climáticas e outros (TSUTIYA, 2006).

Essa quantidade de água necessária para suprir as necessidades dos consumidores é um dos parâmetros utilizados no dimensionamento dos condutores da rede de distribuição. Os consumidores são categorizados em quatro grandes classes: consumidor doméstico, consumidor comercial, consumidor industrial e consumidor público. Esta divisão é utilizada no estabelecimento de políticas tarifárias e de cobrança pelas empresas prestadoras do serviço de fornecimento de água.

O objeto de estudo, *campus I* da UFPB, como autarquia federal, é de consumidor público, pois possui um sistema de distribuição de água que parte do reservatório elevado localizado junto ao Restaurante Universitário que é abastecido por um reservatório enterrado, cisterna, que recebe água de três poços artesianos. A distribuição a partir do reservatório elevado é realizada por meio de gravidade até os pontos de consumo.

Dentro do *Campus* existe tubulações de diâmetros variáveis, desde tubulações de 250 mm, até ramais com 20 mm. Tipicamente, o sistema de distribuição tem a topologia mista, ou seja, apresenta uma associação entre a ramificada e a malhada, formando um anel que circula todo o *campus*, além de possuir derivações para atender principalmente novas edificações que surgiram no decorrer dos anos devido, principalmente, à expansão do *Campus*.

Diversos são os materiais constituintes dos tubos da rede, como troncos principais de ferro fundido, PVC, amianto e redes secundárias em PVC. Não existe padronização dos materiais das tubulações, pois pela idade elevada do sistema de distribuição do *Campus*, coexiste materiais de idades e tecnologias diferentes.

4 CUSTO DA ENERGIA

Inicialmente, importa trazer alguns conceitos necessários para entendimento deste módulo, de acordo com o Manual de Tarifação Elétrica (ELETROBRÁS, 2011), apresentado no quadro 2, para posteriormente, explicar como se dá a cobrança e as variáveis do setor elétrico.

Quadro2: Principais conceitos - Sistema de Tarifação Elétrica

O que é ...?	Definição
Consumo de Energia Elétrica	Quantidade de potência elétrica (kW) consumida em um intervalo de tempo, expresso em quilowatt-hora (kWh) ou em pacotes de 1000 unidades (MWh). No caso de equipamento elétrico o valor é obtido através do produto da potência do equipamento pelo seu período de utilização e, em uma instalação residencial, comercial ou industrial, através da soma do produto da demanda medida pelo período de integração.
Demanda	Média das potências elétricas ativas ou reativas, solicitadas ao sistema elétrico pela parcela da carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado.
Demanda Contratada	Demanda de potência ativa a ser obrigatoriamente e continuamente disponibilizada pela concessionária, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência no contrato de fornecimento e que deverá ser integralmente paga, seja ou não utilizada durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW).
Demanda de Ultrapassagem	Parcela da demanda medida que excede o valor da demanda contratada, expressa em quilowatts (kW).
Fatura de Energia Elétrica	Nota fiscal que apresenta a quantia total que deve ser paga pela prestação do serviço público de energia elétrica, referente a um período especificado, discriminando as parcelas correspondentes.
Horário de Ponta	É o período de 3 (três) horas consecutivas exceto sábados, domingos e feriados nacionais, definido pela concessionária, em função das características de seu sistema elétrico. Em algumas modalidades tarifárias, nesse horário a demanda e o consumo de energia elétrica têm preços mais elevados. No caso da concessionária da Paraíba, Energisa, o horário de ponta foi estabelecido entre as 17h30m e às 20h30m. As 21 (vinte e uma) horas restantes do dia são consideradas fora de ponta.
Período Seco	Período compreendido pelos meses de maio a novembro (7 meses). É, geralmente, um período com poucas chuvas. Em algumas modalidades, as tarifas deste período apresentam valores mais elevados.
Período Úmido	Período compreendido pelos meses de dezembro a abril (5 meses). É, geralmente, o período com mais chuvas.
Tarifa Binômia	Conjunto de tarifas de fornecimento, constituído por preços aplicáveis ao consumo de energia elétrica ativa (kWh) e à demanda faturável (kW). Esta modalidade é aplicada aos consumidores do Grupo A.
Tarifa Monômia	Tarifa de fornecimento de energia elétrica, constituída por preços aplicáveis unicamente ao consumo de energia elétrica ativa (kWh). Esta tarifa é aplicada aos consumidores do Grupo B (baixa tensão).

Fonte: Eletrobrás (2011)

4.1 CLASSIFICAÇÃO DOS CONSUMIDORES

Na aplicação das tarifas de energia elétrica, os consumidores são identificados por classes e subclasses de consumo em: residencial, industrial, comercial e serviços, rural, poder público, iluminação pública, serviço público e consumo próprio. Cada classe tem uma estrutura tarifária distinta, de acordo com as peculiaridades de consumo de energia e de demanda de potência (ANEEL, 2016).

As unidades consumidoras atendidas em tensão abaixo de 2.300 volts são classificadas no Grupo B (baixa tensão). Em geral, estão nesta classe às residências, lojas, agências bancárias, pequenas oficinas, edifícios residenciais, grande parte dos edifícios comerciais e a maioria dos prédios públicos federais, uma vez que, na sua maioria são atendidos nas tensões de 127 ou 220 volts. O Grupo B é dividido em subgrupos, de acordo com a atividade do consumidor, conforme apresentados a seguir:

- Subgrupo B1 – residencial e residencial baixa renda;
- Subgrupo B2 – rural e cooperativa de eletrificação rural;
- Subgrupo B3 – demais classes;
- Subgrupo B4 – iluminação pública.

Os consumidores atendidos em alta tensão, acima de 2300 volts, como indústrias, *shoppings centers* e alguns edifícios comerciais, são classificados no Grupo A. Esse grupo é subdividido de acordo com a tensão de atendimento, como mostrado a seguir.

- Subgrupo A1 para o nível de tensão de 230 kV ou mais;
- Subgrupo A2 para o nível de tensão de 88 a 138 kV;
- Subgrupo A3 para o nível de tensão de 69 kV;
- Subgrupo A3a para o nível de tensão de 30 a 44 kV;
- Subgrupo A4 para o nível de tensão de 2,3 a 25 kV;
- Subgrupo AS para sistema subterrâneo.

Os consumidores atendidos por redes elétricas subterrâneas são classificados no Grupo A, Sub-Grupo AS, mesmo que atendidos em tensão abaixo de 2.300 volts (baixa tensão). Para fazer uso deste benefício, é necessário que a unidade consumidora esteja localizada em área servida por sistema subterrâneo ou

previsto para ser atendido pelo referido sistema, de acordo com o programa de obras da concessionária e que possa ser atendido um dos seguintes requisitos:

- I) Verificação de consumo de energia elétrica ativa mensal igual ou superior a 30MWh em, no mínimo, 3 (três) ciclos completos e consecutivos nos seis meses anteriores a opção;
- II) Celebração de contrato de fornecimento, fixando demanda contratada igual ou superior a 150 kW.

4.2 ESTRUTURA TARIFÁRIA

Os consumidores de energia elétrica pagam um valor correspondente à quantidade de energia elétrica consumida, medida por meio de equipamentos que registram a potência consumida no mês anterior, estabelecida em quilowatt-hora (kWh) e multiplicada por um valor unitário, denominado tarifa, medido em reais por quilowatt-hora (R\$/kWh). Cabe à Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) estabelecer tarifas que assegurem ao consumidor o pagamento de um valor justo, como também garantir o equilíbrio econômico-financeiro da concessionária de distribuição, para que possa oferecer um serviço com qualidade, confiabilidade e continuidade necessárias.

Conforme especifica o Manual de Tarifação Elétrica da Eletrobrás (2011), define-se estrutura tarifária como sendo o conjunto de tarifas aplicáveis aos componentes de consumo de energia elétrica e/ou demanda de potência ativa, de acordo com a modalidade de fornecimento. No Brasil, as tarifas do Grupo A são constituídas em três modalidades de fornecimento, dependendo das horas de utilização do dia e dos períodos do ano, relacionadas a seguir:

• Estrutura tarifária convencional

O enquadramento na estrutura tarifária convencional exige um contrato específico com a concessionária, no qual se pactua um único valor da demanda pretendida pelo consumidor (demanda contratada), independentemente da hora do dia (ponta ou fora de ponta) ou período do ano (seco ou úmido). Os consumidores do Grupo A, subgrupos A3a, A4 ou AS, podem ser enquadrados na estrutura tarifária convencional quando a demanda contratada for inferior a 300 kW, desde

que não tenham ocorrido nos 11 meses anteriores, três registros consecutivos ou seis registros alternados de demanda superior a 300 kW.

A fatura de energia elétrica desses consumidores é composta da soma de parcelas referentes ao consumo, demanda e, caso exista, demanda de ultrapassagem. A parcela de consumo é calculada multiplicando-se o consumo medido pela tarifa de consumo. Já a parcela de demanda, é calculada multiplicando-se a tarifa de demanda pela demanda contratada ou pela demanda medida (a maior delas), caso não ultrapasse em 10% a demanda contratada.

A parcela de ultrapassagem é cobrada apenas quando a demanda medida ultrapassa em mais de 10% a demanda contratada. Calcula-se multiplicando a tarifa de ultrapassagem pelo valor da demanda medida que supera a demanda contratada. Na estrutura tarifária convencional, a tarifa de ultrapassagem corresponde a três vezes a tarifa de demanda.

● **Estrutura tarifária horossazonal**

A estrutura tarifária horossazonal é caracterizada pela aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e de demanda de potência, de acordo com as horas de utilização do dia e dos períodos do ano. O objetivo dessa estrutura tarifária é racionalizar o consumo de energia elétrica ao longo do dia e do ano, motivando o consumidor, por meio de valores diferenciados das tarifas, a consumir mais energia elétrica nos horários do dia e nos períodos do ano em que ela for mais barata.

Para as horas do dia, são estabelecidos dois períodos, denominados postos tarifários. O posto tarifário “ponta” corresponde ao período de maior consumo de energia elétrica, que ocorre entre 17h30m e 20h30m horas do dia. O posto tarifário “fora da ponta” compreende as demais horas dos dias úteis e às 24 horas dos sábados, domingos e feriados.

Já para o ano, são estabelecidos dois períodos: “período seco”, quando a incidência de chuvas é menor; e “período úmido” quando é maior o volume de chuvas. As tarifas no período seco são mais altas, refletindo o maior custo de produção de energia elétrica devido à menor quantidade de água nos reservatórios

das usinas hidrelétricas, provocando a eventual necessidade de complementação da carga por geração térmica, que é mais cara.

A estrutura tarifária horossazonal é subdividida em Horossazonal Azul e Horossazonal Verde. A primeira exige um contrato específico com a concessionária, no qual se pactua tanto o valor da demanda pretendida pelo consumidor no horário de ponta (Demanda Contratada na Ponta) quanto o valor pretendido nas horas fora de ponta (Demanda Contratada fora de Ponta). É a modalidade de fornecimento estruturada para a aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia e dos períodos do ano, bem como de tarifas diferenciadas de demanda de potência de acordo com as horas de utilização do dia. Além disso, é aplicável obrigatoriamente às unidades consumidoras atendidas pelo sistema elétrico interligado, e com tensão de fornecimento igual ou superior a 69 kV. Em todas as parcelas observa-se a diferenciação entre horas de ponta e horas fora de ponta.

Já a segunda, exige um contrato específico com a concessionária, no qual se pactua a demanda pretendida pelo consumidor (Demanda Contratada), independentemente da hora do dia (ponta ou fora de ponta). A fatura de energia elétrica desses consumidores é composta da soma das parcelas referentes ao consumo (na ponta e fora dela), demanda e ultrapassagem. Além do mais, se aplica obrigatoriamente às unidades consumidoras atendidas pelo sistema elétrico interligado com tensão de fornecimento inferior a 69 kV e demanda contratada igual ou superior a 300 kW, com opção do consumidor pela modalidade azul ou verde.

De acordo com ANEEL (2016), a partir de 2015, as contas de energia passaram a utilizar o Sistema de Bandeiras Tarifárias, que indicam se a energia custa mais ou menos, em função das condições de geração de eletricidade, tendo os valores cobrados ou não conforme as condições dos níveis das hidroelétricas. O sistema possui três bandeiras: verde, amarela e vermelha:

- Bandeira verde: condições favoráveis de geração de energia (o valor do Custo Variável Unitário - CVU da última usina a ser despachada é inferior a R\$ 211,28/MWh). A tarifa não sofre nenhum acréscimo;
- Bandeira amarela: condições de geração menos favoráveis (o valor do CVU da última usina a ser despachada é igual ou superior a R\$ 211,28/MWh e inferior a R\$ 422,56/MWh);

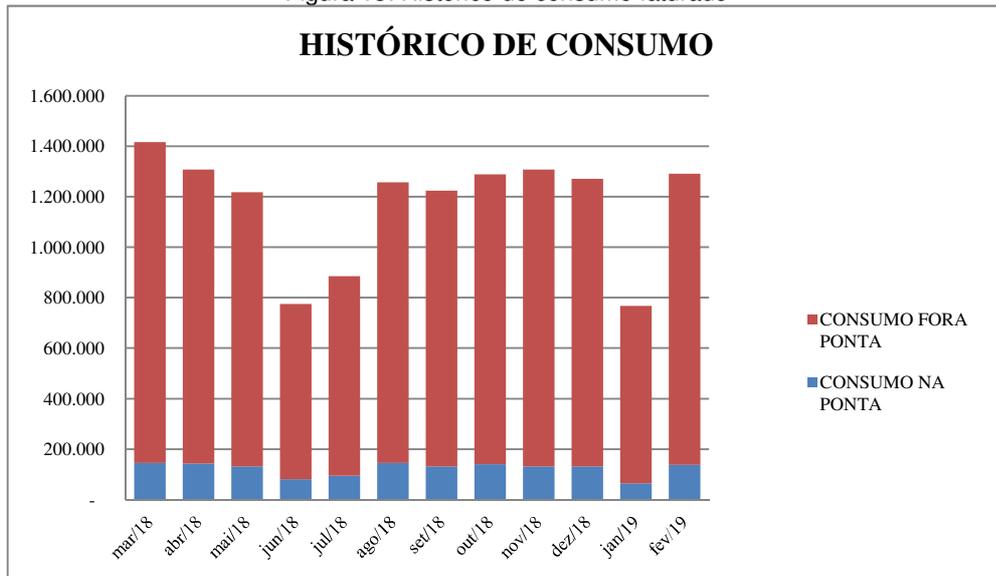
- Bandeira vermelha: condições mais custosas de geração. O valor do CVU da última usina a ser despachada é igual ou superior a R\$ R\$ 422,56/MWh, subdividido em dois patamares de aplicação – igual ou superior a R\$ 422,56/MWh e inferior a R\$ 610/MWh (patamar 1), e igual ou superior a R\$ 610/MWh (patamar 2).

Acrescido ao valor da tarifa de energia existem tributos que estão embutidos nos valores dos bens e serviços, ou seja, nas faturas de energia, os consumidores pagam tributos federais, estaduais e municipais, que posteriormente são repassados aos cofres públicos pelas distribuidoras de energia. A ANEEL publica, por meio de resolução, o valor da tarifa de energia elétrica, sem os tributos, por classe de consumo (residencial, comercial, industrial e pública). Com base nesses valores, as distribuidoras de energia incluem os tributos federais PIS (Programas de Integração Social) e COFINS (Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social), os estaduais ICMS (Imposto sobre a Circulação de Mercadoria e Serviços) e os municipais CIP (Contribuição para Custeio do serviço de Iluminação Pública) e emitem a fatura de energia que os consumidores pagam.

A Energisa é a empresa responsável pelo fornecimento e distribuição de energia elétrica no estado da Paraíba. A UFPB – *Campus I*, como entidade pública, e cliente desta concessionária, enquadra-se no grupo A4, pois recebe energia de uma fonte de tensão de entre 2,3 a 25 KV, possuindo uma tensão contratada de 13,8 KV, estando inserida na modalidade horossazonal verde.

A demanda contratada está dividida em duas categorias: a demanda contratada no horário de ponta – 2.853 KW e a demanda contratada no horário fora de ponta – 4.290 KW. Na figura 13, é possível verificar o consumo faturado no último ano pela concessionária responsável pelo fornecimento de energia elétrica.

Figura 13: Histórico de consumo faturado



Fonte: Energisa (2019)

Segundo informações da Energisa, os valores do quilowatt-hora (R\$/kWh) atualmente praticados também são diferenciados para os dois casos acima. Na figura 14, visualiza-se a fatura de energia para o *Campus I*, bem como todos os elementos que compõem o valor final da cobrança. Vale ressaltar os valores unitários cobrados de acordo com o posto tarifário.

- Horário de ponta – R\$ 82,898790 / kWh;
- Horário fora de ponta – R\$ 27,739210 / kWh.

Nesse sentido, conforme verificado na fatura emitida pela Energisa, o valor da tarifa de horário de ponta é aproximadamente três vezes superior ao horário fora de ponta. Ademais, cabe salientar, que toda vez que a Instituição não consumir a demanda contratada, ela pagará pelo não consumido, assim como pagará pelo excedente, ultrapassagem, de consumo.

Figura 14: Fatura de energia elétrica Campus I UFPB

Domicílio de Entrega: UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA - CAMPUS CIDADE UNIVERSITÁRIA - CAMPUS I S/N PREFEITURA UNIVERSITÁRIA/63081 CASTELO BRANCO, S/N JOÃO PESSOA PB (AG: 1)		Endereço da Unidade Consumidora: UNIVERSIDADE FEDERAL PB CASTELO BRANCO JOAO PESSOA (AG: 1)		 ENERGISA PARAIBA - DISTRIBUIDORA DE ENERGIA S/A Br 230, Km 25 - Cristo Redentor - João Pessoa / PB - CEP 56071-690 CNPJ 09.095.183 / 0001-40 Insc. Est. 16.015.823-0							
Classe/Subcls.: PPU MTA A4-85317/PODER PÚBLICO-POD. PÚB. FEDERAL Roteiro: 023 - 0001 - 000 - 0300 Nº do Medidor: 00008188780 MATRÍCULA: 0009998035-2019-03-3 DOM. ENT.: 9999430001		LIGAÇÃO: TRIFASICO DOM. BANC.: CNPJ/CPF: 24.098.477/0001-10 Insc. Est.: ISENT0		Nota Fiscal/Conta de Energia Elétrica Nº.: 022.507.249							
Atendimento ao Cliente ENERGISA Ao ligar, tenha sempre em mãos a conta.		 0800 083 0196 ligação gratuita		Acesse: www.energisa.com.br							
SEGUNDA VIA		Emissão: 25/03/2019		Identificador para Débito Automático: 0009998035-1							
CONTA REFERENTE A Março/2019		APRESENTAÇÃO 03/04/2019		DATA PREVISTA DA PROXIMA LEITURA 22/04/2019							
				UC - UNIDADE CONSUMIDORA 5/9998035-1							
DEMONSTRATIVO											
CCI	Descrição	Quantidade	Tarifa s/ Tributos	Tarifa c/ Tributos	Valor Total (R\$)	Base Calc. ICMS(R\$)	Aliq. ICMS	ICMS (R\$)	Base Calc. PIS/COFINS (R\$)	PIS (R\$) (1,0703%)	COFINS(R\$) (4,9299%)
0601	Consumo em kWh - Ponta	128.800,000	0,463270	0,671400	86.477,31	86.477,31	25	21.619,32	86.477,31	925,57	4.263,24
0601	Consumo em kWh - Fora Ponta	1.047.200,000	0,301340	0,436710	457.339,36	457.339,36	25	114.334,84	457.339,36	4.894,90	22.546,37
0601	Energia Reativa Exced em kWh - Fponta	5.600,000	0,269430	0,390470	2.186,68	2.186,68	25	546,66	2.186,68	23,40	107,80
0602	Demanda de Potência Medida - Ponta	3.416,000	57,200000	82,898790	283.182,27	283.182,27	25	70.795,57	283.182,27	3.030,90	13.960,60
0602	Demanda de Potência Medida - Fora Ponta	4.928,000	19,140000	27,739210	136.698,83	136.698,83	25	34.174,71	136.698,83	1.463,09	6.739,11
0602	Demanda Potência Ativa - Ultrap - Ponta	563,000	114,400000	165,797580	93.344,03	93.344,03	25	23.336,01	93.344,03	999,06	4.601,78
0602	Demanda Potência Ativa - Ultrap - F Ponta	638,000	38,280000	55,478420	35.395,23	35.395,23	25	8.848,81	35.395,23	378,83	1.744,95
LANÇAMENTOS E SERVIÇOS											
0807	CONTRIB SERV.LUM.PUBLICA				13.975,04	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
0903	IMPOSTO RENDA (-) 03/2019				-32.885,81	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
0903	CONTRIBUIÇÃO SOCIAL (-) 03/2019				-10.946,23	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
0903	COFINS (-) 03/2019				-32.838,71	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
0903	PIS/PASEP (-) 03/2019				-7.115,05	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Total:					1.024.812,95	1.094.623,71		273.655,92	1.094.623,71	11.715,75	53.963,85
COMPOSIÇÃO DO CONSUMO		VENCIMENTO 26/04/2019		TOTAL A PAGAR R\$ 1.024.812,95							
DISCRIMINAÇÃO	VALOR (R\$)										
SERVIÇO DISTRIBUIÇÃO	267.976,25	24,17									
COMPRA DE ENERGIA	382.251,35	34,48									
SERVIÇO DE TRANSMISSÃO	41.891,91	3,78									
ENCARGOS SETORIAIS	63.368,68	5,72									
IMPOSTOS DIRETOS E ENCARGOS	353.310,56	31,87									
OUTROS SERVIÇOS	0,00	0,00									
TOTAL	1.108.598,75	100,00									
- Valor Encargo Uso Sist. Distr. (Ref 01/2019): R\$ 280.133,08											
Reservado ao Fisco 1ecf.468c.eaf9.3d9e.5f42.5f66.266b.faae											

Fonte: Energisa (2019)

Por meio do acompanhamento da variação mensal dos valores faturados pela Energisa, é possível verificar que os valores mais baixos, a exemplo do mês jan/19, dizem respeito a períodos nos quais a Instituição encontrava-se em recesso ou férias, nos quais as demandas caem substancialmente.

5 VALOR DA ÁGUA

Anteriormente, tinha-se o pensamento de que os recursos hídricos eram bens inesgotáveis, considerando o aspecto cíclico da água. Contudo, hoje, é inquestionável que a água é um recurso natural limitado, devido a ações antrópicas poluidoras, os escassos mananciais existentes e o aumento do consumo da população.

As águas de origem subterrânea não são eternas, são como jazidas de petróleo não-renováveis. A água neste século é reconhecidamente um recurso vulnerável, finito e já escasso em quantidade e qualidade. Portanto, é um bem econômico. De acordo com Magalhães Júnior (2007), organismos internacionais têm proposto a adoção da cobrança pelo uso da água como a mais importante recomendação política aos governos nacionais, visando racionalizar o uso da água e gerar receitas para conservação e recuperação de sua qualidade.

Diante deste cenário de escassez e restrição do uso da água, os governos passam a controlar por meio de leis e normas, a sua utilização por meio de um sistema de gerenciamento de recursos hídricos eficiente, de forma a manter a quantidade e a qualidade desse bem e promover o seu acesso por parte da população. O artigo 21º da Constituição Federal de 1988 descreve que a competência da União “instituir sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos” e “definir critérios de outorga de direitos de seu uso”. No artigo 22º da Constituição acima mencionada institui que a União tem competência privativa para legislar sobre águas.

A partir da promulgação da Lei nº 9.433 da Política Nacional de Recursos Hídricos em janeiro de 1997, instituiu-se uma política descentralizada contando com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades, de acordo com seu artigo 1º, VI, possibilitando um preço para a água, que é hoje captada de graça dos corpos d'água.

Atualmente, o usuário paga apenas o custo do tratamento e da distribuição. A cobrança pelo uso da água está inserida em um princípio geral do Direito Ambiental que impõe àquele que, potencialmente, auferirá os lucros com a utilização dos recursos ambientais e o pagamento dos custos. Dessa forma, está inserida no contexto das mais modernas técnicas do Direito Ambiental e é socialmente justa.

O artigo 19 da Lei nº 9.433/97 destaca que os objetivos da cobrança são: reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor; incentivar a racionalização do uso da água; e obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos.

No Brasil, a entidade governamental responsável pela implementação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos é a Agência Nacional das Águas (ANA), de acordo como menciona o artigo 44º, inciso IX, alínea b da Lei nº 9.433/1997, “competem às Agências de Água, no âmbito de sua área de atuação: XI - propor ao respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica: b) os valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos”.

Por ser um recurso natural de natureza finita e limitada, possui um valor econômico associado a sua disponibilização aos consumidores, sendo visto com uma das formas de controle de consumo e combate a desperdícios, servindo de instrumento de garantia da sustentabilidade dos sistemas de gestão dos recursos hídricos, essencialmente, onde a falta deste recurso proporciona um valor elevado de tarifa.

A Lei federal nº 11.445/07 estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, limitando-se à fixação de orientações gerais justamente pelo fato de atividades executivas e operacionais do setor de saneamento não serem da competência da União. A referida lei estabelece no seu artigo 29º, *in verbis*:

Art. 29. Os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada, sempre que possível, mediante remuneração pela cobrança dos serviços:

I - de abastecimento de água e esgotamento sanitário: preferencialmente na forma de tarifas e outros preços públicos, que poderão ser estabelecidos para cada um dos serviços ou para ambos conjuntamente;

II - de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos: taxas ou tarifas e outros preços públicos, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou de suas atividades;

III - de manejo de águas pluviais urbanas: na forma de tributos, inclusive taxas, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou de suas atividades;

§ 1º Observado o disposto nos incisos I a III do caput deste artigo, a instituição das tarifas, preços públicos e taxas para os serviços de saneamento básico observará as seguintes diretrizes:

I - prioridade para atendimento das funções essenciais relacionadas à saúde pública;

II - ampliação do acesso dos cidadãos e localidades de baixa renda aos serviços;

- III - geração dos recursos necessários para realização dos investimentos, objetivando o cumprimento das metas e objetivos do serviço;
- IV - inibição do consumo supérfluo e do desperdício de recursos;
- V - recuperação dos custos incorridos na prestação do serviço, em regime de eficiência;
- VI - remuneração adequada do capital investido pelos prestadores dos serviços;
- VII - estímulo ao uso de tecnologias modernas e eficientes, compatíveis com os níveis exigidos de qualidade, continuidade e segurança na prestação dos serviços;
- VIII - incentivo à eficiência dos prestadores dos serviços.

Neste contexto, os serviços públicos de saneamento básico, entre os quais, estão o abastecimento público de água e o esgotamento, são considerados de interesse local. Conforme baliza a Constituição Federal de 1988 no seu artigo 30º, é competência municipal, entre outras, legislar sobre assunto de interesse local, prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, serviços públicos de interesse local, entre os quais de coleta, tratamento e disposição final de esgotos sanitários. Essa competência inclui o estabelecimento, seja em legislações próprias, ou em cláusulas contidas nos contratos de concessão, como por exemplo, às empresas estaduais de saneamento, das condições de prestação desses serviços, das suas estruturas tarifárias, das taxas e das formas de cobrança.

5.1 ESTRUTURA TARIFÁRIA

No estado da Paraíba, a Política Estadual dos Recursos Hídricos (PERH) PB/2017 considera a tarifação um dos instrumentos de gestão mais importantes no gerenciamento e controle do uso da água. Em João Pessoa, a concessão para o fornecimento de água e coleta de esgoto é de responsabilidade da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA).

Por meio da Resolução da Diretoria da ARPB nº 002/2018, foi instituída a atual estrutura tarifária, que contempla o custo de fornecimento de água tratada até o ponto de consumo e a coleta de esgotos. A resolução acima mencionada definiu quatro categorias de consumidores: residencial, comercial, industrial e público. No quadro 3, encontra-se um destaque da estrutura tarifária da categoria consumidor público.

Quadro 3: Valor do metro cúbico de água

FAIXA DE CONSUMO (m³)	VALOR DA ÁGUA (R\$/m³)	VALOR DO ESGOTO (R\$/m³)
até 10m ³	76,83	76,83
excedente de 10m ³	12,89	12,89

Fonte: CAGEPA (2018)

Diante disto, a Universidade Federal da Paraíba, como órgão público, usuária dos serviços prestados pela CAGEPA, está sujeita a sua estrutura tarifária, sendo cobrado pelo volume de água consumida, bem como pelo serviço de coleta de esgoto sanitário. Vale ressaltar que, na categoria pública, a taxa de esgoto corresponde a 100% da tarifa de água.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção serão apresentados os resultados do período monitorado, bem como as análises e as discussões, tomando como parâmetro um segmento de sistema integrado de distribuição de água. As condições do sistema foram determinadas com a coleta de dados dos instrumentos de campo, via sistemas de supervisão e controle e formação de banco de dados de consumo.

A partir dos resultados obtidos, pode-se recomendar a melhor forma de operação do sistema e sua melhoria por meio de automações no sentido de deslocar o consumo de energia para horários em que seja mais barata. Isso pode ser feito com base no princípio da possibilidade de captar e armazenar água fora do horário de ponta e simplesmente desligar as bombas neste período, ou seja, é preciso operar o sistema de maneira que, idealmente, os reservatórios atinjam suas capacidades máximas pouco antes do início do horário de ponta para que as bombas possam então ser desligadas sem prejuízo para o abastecimento. Isso poderá acarretar em uma redução imediata no consumo de energia para o funcionamento do sistema.

Também foi possível identificar o perfil do consumo de água do *Campus*, sabendo-se as horas e os dias de maiores dispêndios de energia necessária para acionamento dos motores. Foi determinado ainda, qual o custo de energia elétrica associada ao consumo de água extraída dos poços, baseado no padrão tarifário localmente aplicado, considerando as características e variantes envolvidas no processo de cobrança. A determinação da medição horária se deve ao fato de que o sistema tarifário adotado pela UFPB é do tipo binomial, ou seja, possui valores diferentes a depender das horas do dia e do período do ano.

Primeiramente, os resultados são apresentados com enfoque no consumo de energia do sistema, pois a partir desta determinação do gasto energético, é que pode-se estimar o volume de água dos poços utilizada pela Instituição durante o período de acompanhamento.

6.1 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

O consumo de energia está diretamente relacionado com o volume de água captado e distribuído, sendo fortemente influenciadas por alguns fatores, como o valor da tarifa cobrada, as características dos equipamentos hidrossanitários e mecânicos, aspectos climáticos e operação do sistema de abastecimento. Os dados registrados foram armazenados na memória do equipamento durante o período de monitoramento, trinta dias, sendo em seguida, tratados e apresentados em séries mensal, semanal, diária e horária.

No apêndice A, são apresentados dados referentes ao consumo mensal compreendido entre 07/02/2019 à 08/03/2019. O consumo geral refere-se ao total sem separação dos postos tarifários, ponta e fora ponta, onde pode-se visualizar a representação gráfica do consumo geral durante o período monitorado, nos meses de fevereiro e março. O período de monitoramento é historicamente um dos mais quentes do ano, no qual ocorre uma maior demanda hídrica para atender as necessidades para o funcionamento institucional.

É possível verificar que o consumo total de energia registrado pelos conjuntos elevatórios ficou próximo a 4 mega watts hora. Tais equipamentos formados pelos conjuntos motor bombas possuem tempo de operação de uso bastante elevado. De acordo com o setor de manutenção da Prefeitura Universitária, os motores possuem aproximadamente 25 anos de uso, com pouca manutenção preventiva como troca de peças e rolamentos, causando perdas por atrito. Isso pode vir a causar maior consumo de energia elétrica, além dos motores que possuem rendimentos inferiores aos mais modernos.

Os motores elétricos são responsáveis por grande parte da energia consumida nos segmentos, em que seu uso é mais efetivo, como no abastecimento de água, que representa em média mais de 50% do consumo de eletricidade dessas instalações. São, portanto, equipamentos sobre os quais é preciso buscar, prioritariamente, a economia de energia. Neles, as operações de controle de materiais e equipamentos têm na sua maioria um efeito direto sobre o estudo mecânico e elétrico destes equipamentos, agindo direta ou indiretamente sobre seus rendimentos. Motores de Alto Rendimento apresentam menor consumo de energia

elétrica do que os convencionais para uma mesma potência mecânica fornecida, possuindo um custo de operação menor.

Neste sentido, motores mal dimensionados levam a obter valores de consumo de água superestimados, visto que essas duas variáveis estão inter-relacionadas. Aliado a este fator, ainda ocorre o desperdício deste recurso devido a problemas nos aparelhos sanitários mais antigos, por consumir mais água que os mais modernos.

No quadro 4, é possível verificar o consumo mensal segregando os postos tarifários, assim como a porcentagem do consumo em relação ao consumo geral. Uma das possíveis causas do consumo elevado de energia deve-se ao fato dos motores estarem superdimensionados, sendo esta uma das causas mais comuns para operação ineficiente do sistema, podendo ocasionar estimativas de consumo de água maiores que as reais.

Quadro 4: Quadro de consumo mensal – postos tarifários

MÊS	CONSUMO FORA PONTA (kWh)	CONSUMO PONTA (kWh)	% REFERENTE AO TOTAL - FORA PONTA	% REFERENTE AO TOTAL - PONTA
Fevereiro	2.724,10	R\$ 285,90	70,11%	7,36%
Março	812,70	R\$ 62,80	20,92%	1,62%
TOTAL	3.536,80	348,70	91%	9%

Fonte: Autor, 2019

Corroborando com esta afirmação, Shindo (2002) enumera as razões mais frequentes para uma operação deficitária do sistema: desconhecimento das características da própria carga; desconhecimento de métodos para um dimensionamento adequado; aplicação de sucessivos fatores de segurança nas várias etapas de um projeto indústria; e expectativa de aumento futuro de carga.

O uso de motores elétricos com potências acima do projetado, ou seja, superdimensionados, resultam em um custo inicial de implantação maior com menos potência e rendimento. Ao elevar o consumo de energia desnecessariamente, tem-se como consequência, o aumento nos custos para aquisição de motores de maiores potências, e, conseqüentemente, maior dispêndio de energia para o funcionamento. Isso, conseqüentemente, superestima o consumo de água devido ao mau dimensionamento dos motores para uma determinada demanda.

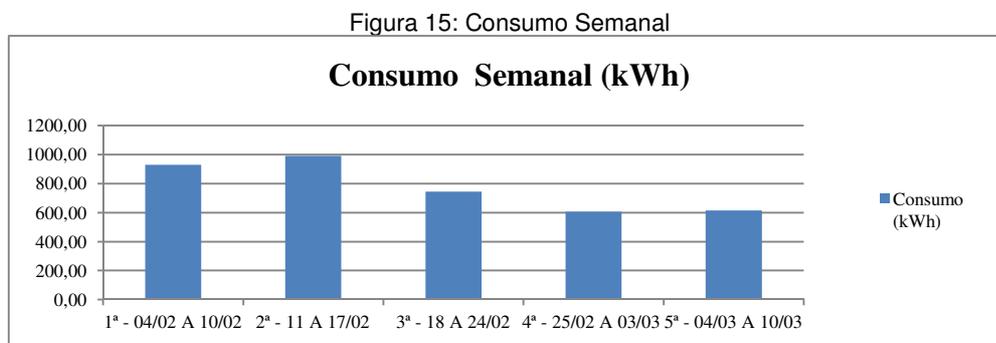
Para um aproveitamento melhor e mais racional do fornecimento de energia elétrica, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) criou as tarifas horossazonal azul e horossazonal verde, que são modalidades tarifárias estruturadas para aplicação de preços diferenciados para a demanda de potência e consumo de energia elétrica, conforme o horário de utilização durante o dia (ponta e fora de ponta) e dos períodos do ano (seco e úmido). As tarifas praticadas no horário de ponta, ou no período seco, são mais caras que os valores cobrados no horário de fora de ponta. Neste sentido, pode-se verificar que 91% do consumo mensal referem-se à tarifa fora de ponta, portanto, valores mais baixos.

Esta atribuição de preços diferenciados se justifica pela necessidade de se estimular o deslocamento de parte da carga para horários em que o sistema elétrico estiver menos carregado (fora de ponta), bem como de se orientar o consumo para períodos do ano em que houver maior disponibilidade de água nos reservatórios das usinas, considerando que o maior percentual da energia elétrica disponível na matriz energética brasileira é de origem hidráulica. Isso pode representar grande economia para o país, especialmente para a UFPB, racionalizando e garantindo o fornecimento regular da energia.

A partir da figura 15, refinaram-se os resultados para a estrutura semanal, no qual verificou-se a semana que ocorreu a maior demanda de energia, e conseqüentemente, uma maior demanda hídrica, assim como a porcentagem de consumo relativa ao total consumido, representando esse consumo graficamente e referenciado por meio do Apêndice B. Esta análise pormenorizada dos resultados é necessária para observar como se deu o consumo distribuído ao longo das semanas e mostrar os consumos distribuídos durante o período monitorado.

Em 2017, as despesas com energia elétrica dos prestadores de serviço de saneamento participantes do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SINIS, 2019) atingiu R\$ 5,26 bilhões, com consumo de 12,6 TWh, compostos por 11,3 TWh com abastecimento de água e 1,3 TWh com esgotamento sanitário. Isso mostrou que um dos maiores consumidores de energia elétrica são os sistemas de abastecimento de água e esgotos das cidades. Comparativamente, esta quantidade consumida pelos sistemas de abastecimento equivale ao consumo de energia elétrica doméstica anual de cerca 18,2 milhões de habitantes, conforme dados do Balanço Energético Nacional (EPE, 2019).

Constata-se que a segunda semana é a mais representativa em termos de consumo, representando 25,50% do consumo total, ou seja, mais de $\frac{1}{4}$ do consumo total está inserida nos dias pertencentes a esta semana.



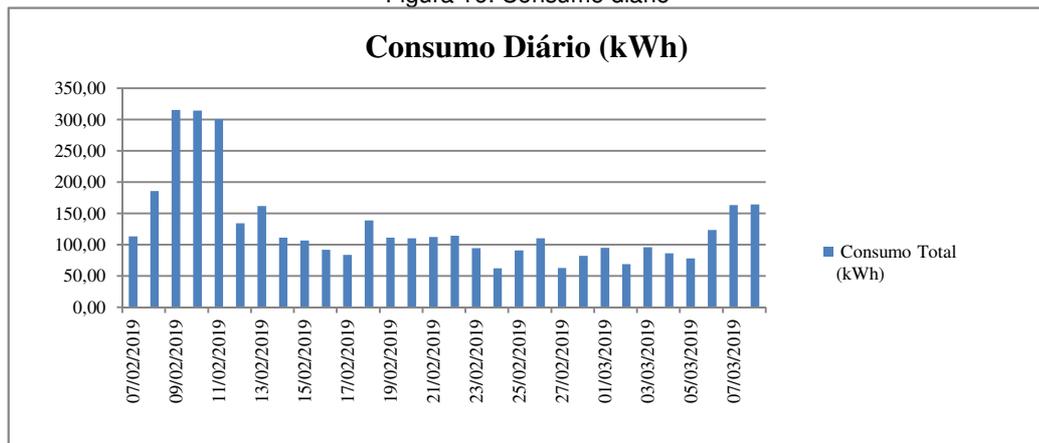
Fonte: Autor, 2019

O consumo diário do período monitorado é representado pela figura 16 sem separação dos postos tarifários. Por meio destes dados, podem-se apontar quais os dias apresentaram maiores consumos.

A partir da análise dos consumos diários, pode-se observar que os dias 09 e 10 de fevereiro foram os que apresentaram maiores consumos (Apêndice C). Apesar dos referidos dias serem sábado e domingo respectivamente, tal consumo deve-se ao fato, provavelmente, do sistema estar operando em modo manual, ou seja, com os motores ligados de maneira contínua durante as 24 horas, ocasionando um consumo de energia praticamente 03 vezes maior que nos demais dias.

Os achados acima informados podem corroborar com o fato dos consumos serem praticamente idênticos. Esta má operação do sistema pode ter ocasionado o desperdício de bastante água, visto que, como os motores funcionaram ininterruptamente, a água foi recalçada para o reservatório elevado, gerando a extravasão do reservatório pelo ladrão, desembocando diretamente na rede de esgoto.

Figura 16: Consumo diário



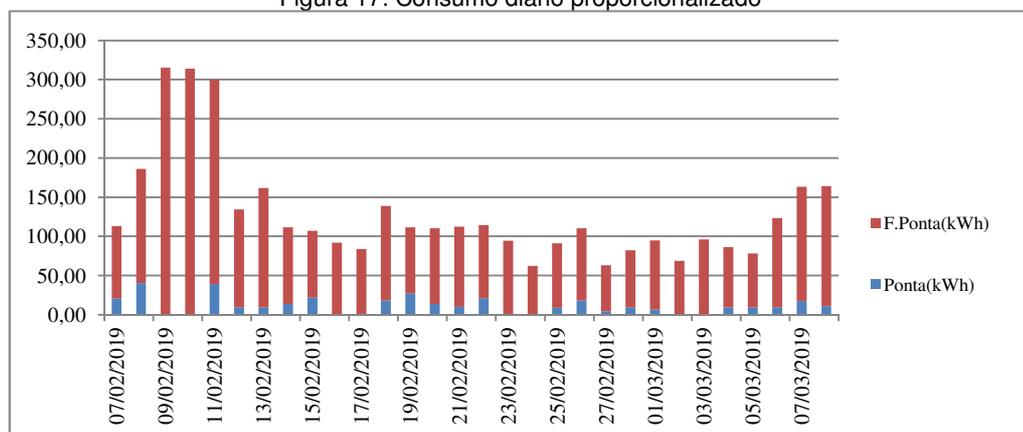
Fonte: Autor, 2019

Em seguida, são apresentados os consumos diários separando os postos tarifários, no qual se pode verificar quais os dias de maiores consumos em cada posto (Apêndice D). Neste sentido, a análise dos resultados diários foram extraídos quais dias possuem maior consumo de ponta, ou seja, é possível identificar os dias nos quais houve maior utilização do sistema entre as 17:30 horas e 20:30 horas, bem como se pagou a mais neste horário diferenciado.

No Apêndice E pode-se visualizar o dispêndio de energia em cada posto tarifário. Ressalta-se que os consumos na ponta com valor zero referem-se aos sábados e domingos, dias isentos de tarifas diferenciadas.

A figura 17 representa a proporção do consumo total diário relativo aos horários de ponta e fora de ponta. Por meio desta figura, pode-se visualizar a quantidade de potência consumida pelos motores segregando os horários com tarifa diferenciada.

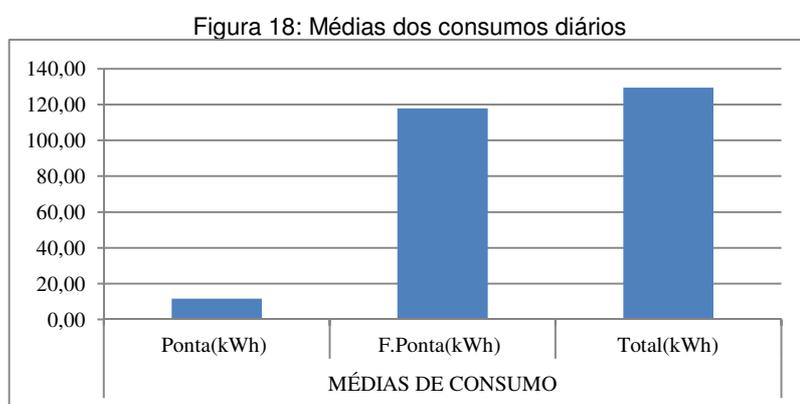
Figura 17: Consumo diário proporcionalizado



Fonte: Autor, 2019

O consumo médio diário do período, média aritmética simples dos consumos diários, durante todo período monitorado foi de 11,62 kWh, 117,89 kWh e 129,52 kWh, respectivamente, para os consumos nos horários de ponta e fora ponta, além do consumo total. Esses valores serão utilizados para que se possa inferir o dia que mais se aproxima da média, possuindo menor desvio.

Na figura 18 são apresentadas as médias plotadas em forma gráfica, para melhor visualização das informações. Percebe-se que a média do consumo fora ponta aproximou-se da média geral, o que demonstra uma menor utilização do sistema nos horários de tarifa diferenciada.

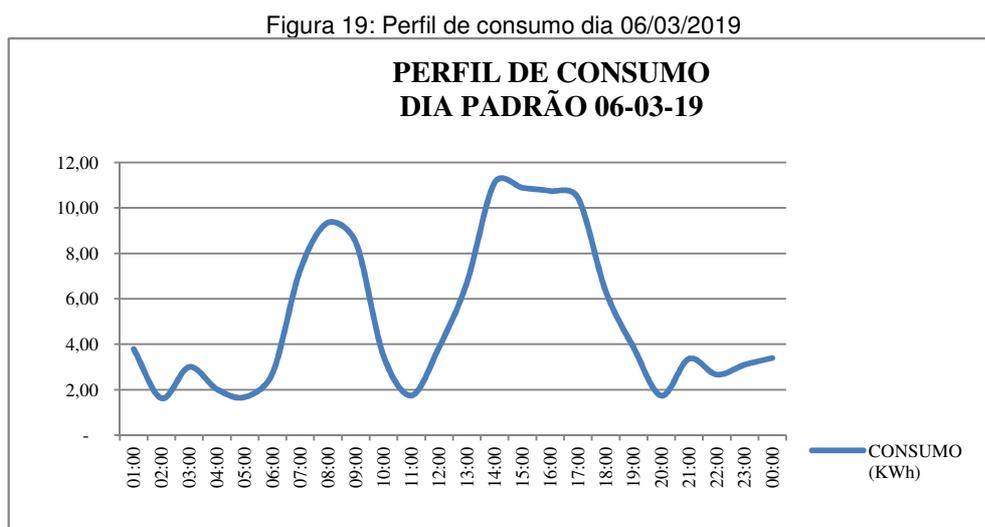


Fonte: Autor, 2019

Foram calculados os desvios absolutos referentes ao consumo diário na ponta em relação à média do consumo diário total (Apêndice F). Os resultados foram obtidos por meio da subtração do consumo diário pelo consumo médio diário na ponta. Em seguida, calculou-se os desvios dos consumos horários absolutos nos horários fora ponta da mesma forma como foi calculado no horário de ponta.

A soma dos valores absolutos dos desvios em relação à média dos postos tarifários pode ser observada no Apêndice G. A partir do resultado, selecionou-se o dia de menor desvio absoluto, isto é, aquele que mais se aproximou da média. Nesse sentido, o dia que apresentou menor desvio absoluto foi 06 de março de 2019, cujo valor foi de 6,12. Em seguida, será apresentado o consumo horário do dia supracitado, no qual utilizou-se como dia de consumo padrão e a partir dele, traçou-se o perfil de consumo, como mostra o Apêndice F.

Na figura 19, é apresentado o perfil de consumo representado pela curva, em que é possível visualizar o comportamento do sistema ao longo do dia. Nesta curva, é possível identificar as horas de maiores consumos, assim como as horas de consumos menores, permitindo apontar as horas nos quais há maior dispêndio de energia para o abastecimento de água no *Campus*, como se visualiza no Apêndice H.



Fonte: Autor, 2019

Por meio da análise do gráfico, pode-se verificar que o consumo começa a aumentar a partir das 5:00 horas, chegando ao pico de consumo entre 8:00 e 9:00 horas. A partir das 9:00 horas, o consumo começa a diminuir, chegando a valores mínimos por volta das 11:00 horas. Após as 11:00 horas, o consumo começa novamente a subir, atingindo o ápice às 15:00 horas. No intervalo entre às 15:00 e às 17:00 horas, o consumo permanece praticamente constante, vindo a decair gradualmente até as 20:00 horas, apresentando pequenos aumentos de consumo até as 00:00 horas.

Pode-se notar que os períodos de maior consumo coincidem com o funcionamento da instituição, registrando seus maiores valores no início da manhã e da tarde. Isso representa o intervalo de maior fluxo de pessoas e a utilização dos serviços da instituição, vindo a cair significativamente em horários de fluxo reduzido, a exemplo do noturno.

Esse padrão de consumo poderá ser utilizado como referência para o consumo de água na instituição, visto que o acionamento dos motores, e

consequentemente o desprendimento maior de energia, deve-se essencialmente à captação de água e a distribuição, portanto, maior consumo de energia implicará em maior necessidade de água.

6.2 CUSTO DE ENERGIA PARA ABASTECIMENTO

Os gastos de água e energia devem ser interpretados como dados inter-relacionados e não de forma única e separada. A energia é necessária para captar e distribuir a água através dos sistemas de abastecimento, tornando a água disponível nos pontos de consumo. Cada litro de água que chega ao consumidor pelo sistema representa um significativo valor de energia despendido. O desperdício de água consequentemente levará ao desperdício de energia. Portanto, as ações referentes à economia de água e energia surtirão maior efeito se forem implementadas conjuntamente.

Para se obter os custos de energia referentes aos consumos medidos durante o período monitorado, foi aplicado o valor do kWh fornecido pela Energisa, além dos impostos federais, como o PIS e COFINS, com porcentagem de 0,9905% e 4,5624% do valor do produto entre consumo e valor do kWh, respectivamente. Além do imposto estadual ICMS, no valor de 25% do produto entre consumo e valor do kWh, conforme apresentado no quadro 5.

Quadro 5: Valor da energia gasta para abastecimento

HORÁRIO	CONSUMO MEDIDO - kWh	VALOR DA TARIFA- kWh	VALOR TOTAL	ICMS (R\$) 25%	PIS (R\$) (0,9905%)	COFINS (R\$) (4,5624%)	TOTAL MENSAL
FORA PONTA	3.536,80	R\$27,56	R\$ 97.476,12	R\$ 24.369,03	R\$ 965,50	R\$ 4.447,25	R\$127.257,90
PONTA	348,70	R\$ 82,36	R\$ 28.720,62	R\$ 7.180,16	R\$ 284,48	R\$ 1.310,35	R\$ 37.495,61
TOTAL	3.885,50	R\$ 109,93	R\$126.196,74	R\$ 31.549,19	R\$ 1.249,98	R\$ 5.757,60	R\$164.753,51

Fonte: Autor, 2019

O valor referente ao gasto energético dos sistemas elevatórios do *Campus I* foi de R\$ 164.753,51, equivale a aproximadamente 16% do valor da fatura do mês de março 2019 (figura 20), ou seja, cerca de 16% da energia gasta no *Campus* refere-se ao funcionamento dos motores responsáveis pelo abastecimento de água para o funcionamento da Instituição.

Figura 20: Custo de energia para abastecimento de água

Fonte: Autor, 2019

Sendo assim, pode-se afirmar que o valor calculado se refere ao custo de água que deverá ser despendido pela instituição para o abastecimento via poços artesianos.

6.3 ESTIMATIVA DO CONSUMO DE ÁGUA

Para calcular a estimativa do consumo de água referente ao gasto energético necessário para o funcionamento dos sistemas de recalque, foram realizadas inferências entre o valor do metro cúbico praticado pela CAGEPA e o valor de energia durante o período monitorado. De acordo com a resolução da CAGEPA (Anexo A), pode-se verificar que a estrutura tarifária é categorizada de acordo com volume consumido e com o tipo de consumidor.

A UFPB está enquadrada na categoria serviço público cujo valor é de R\$/m³ 12,89 para água, acima de 10 m³ consumido, mesmo valor para o esgoto produzido, sendo o esgoto cobrado 100% do volume de água fornecida. A seguir, pode-se verificar, por meio do quadro 6, o histórico de consumo de água dos últimos doze meses, conforme valores obtidos das faturas da CAGEPA.

Quadro 6: Histórico de Consumo de água

PERÍODO	CONSUMO (M³)
mar/19	3,00
fev/19	53,00
jan/19	0,00
dez/18	932,00
nov/18	3.948,00
out/18	2.502,00
set/18	11.578,00
ago/18	12.804,00
jul/18	3.840,00
jun/18	0,00
mai/18	4.488,00
abr/18	12.074,00
TOTAL	52.222,00

Fonte: CAGEPA, 2019

Pode-se constatar que os períodos que apresentam consumo zero referem-se a épocas nos quais não houve utilização da água da concessionária, com abastecimento realizado apenas por águas subterrâneas. Já os consumos acima da média, 4.351,83 m³, a exemplo dos meses agosto 2018, são períodos nos quais os poços artesianos apresentaram problemas, deixando de operar, sendo o *Campus* abastecido apenas com água da CAGEPA.

Vale mencionar ainda, que pode-se verificar que quando os poços deixam de operar, por defeito ou por problemas na operação, o consumo de água sobe substancialmente, refletindo diretamente nos valores pagos para a concessionária. Daí a importância de se ter uma manutenção preventiva adequada e corretiva presente, visando à redução do período sem operação dos poços artesianos.

Em seguida, é possível analisar por meio da figura 21, a variação das tarifas emitidas pela Cagepa a favor da UFPB. Dessa forma, observa-se que durante os últimos doze meses, pagou-se um montante de aproximadamente R\$ 1.588.901,03. Vale salientar que, o valor emitido pela Cagepa refere-se à parcela de água adicionada com o esgoto coletado. O montante pago seria bem superior caso não se tivesse utilizado de água subterrânea para o abastecimento do *Campus*. Destaca-se ainda, que mesmo nos meses nos quais não registrou-se consumo de água da CAGEPA foi cobrado valor referente à coleta de esgotos que segundo informações

da concessionária, é calculado de acordo com a área edificada, no caso, sem consumo de água ou proporcional ao consumo de água.

Graficamente, foi verificada a variação das faturas de água. Observa-se que no mês de agosto 2018, foi faturado um valor de R\$ 329.982,98, bem acima da média, R\$ 132.408,42, provavelmente devido ao não funcionamento dos poços e conseqüentemente, o consumo de água exclusiva da Cagepa. No referido mês, a área de estudo usou exclusivamente a água da Cagepa, visto que os poços utilizados no abastecimento apresentaram problemas referentes à queima de conjuntos elevatórios, decorrentes de quedas de energia que danificaram os quadros de comando que acionam os poços. Isso ocasionou a interrupção do sistema de captação de água subterrânea, demorando cerca de 20 dias para restabelecer o funcionamento completo do sistema.

Eventos como estes, além de prejudicar o funcionamento do abastecimento de água na instituição, comprometem as receitas cada vez mais contingenciadas, com despesas que não foram inicialmente previstas ou que seria para outros tipos de investimentos.

Figura 21: Histórico de faturas de água



Fonte: Autor, 2019

De posse do valor do consumo de energia dos poços nos 30 dias monitorados, pode-se inferir, a partir da tarifa do metro cúbico praticado pela Cagepa, que o volume de água utilizada para o abastecimento do *Campus* através dos poços artesianos durante este período, foi de um volume de água de 12.781,50 m³ (quadro 7). Esse valor é compatível com os volumes apresentado no mês de

agosto de 2018, cujo total da fatura foi de R\$ 329.982,98, correspondendo a R\$ 164.991,49 ao consumo de água, e o mesmo valor para coleta de esgotos, representando um volume de 12.804 m³ de água fornecida.

Quadro 7: Estimativa do volume de água

RELAÇÃO CUSTO DE ENERGIA X VOLUME DE ÁGUA	
CUSTO DO m ³ DE ÁGUA (R\$/m ³) - CAGEPA	12,89
CUSTO MEDIDO REFERENTE AO ABASTECIMENTO UFPB - CAMPUS I	R\$ 164.753,51
VOLUME DE ÁGUA ESTIMADO (m³)	12.781,50

Fonte: Autor, 2019

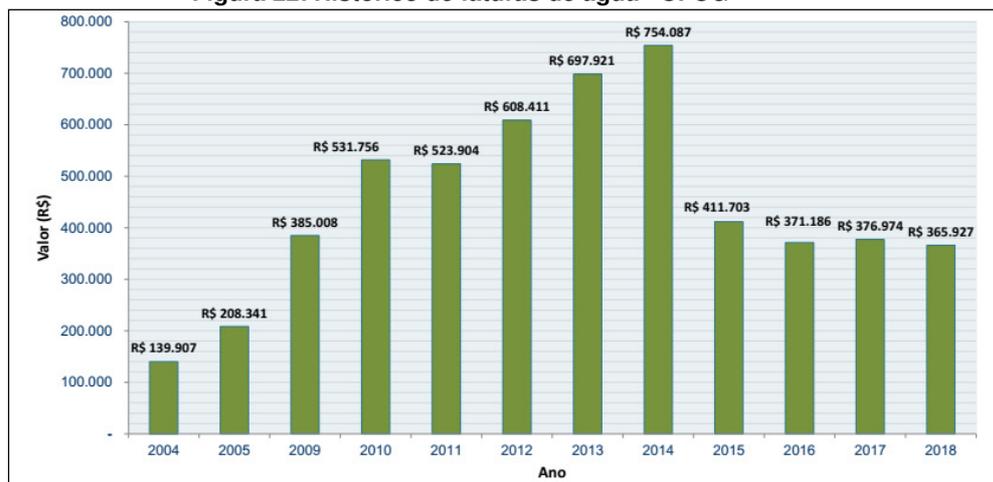
Extrapolando-se o valor estimado para captação e distribuição de água subterrânea, percebe-se que a UFPB economizaria por mês R\$ 329.507,02, que seria o valor faturado pela CAGEPA (água+esgoto), caso fosse usado somente água por ela fornecida, gerando um montante anual de aproximadamente R\$ 3.954.084,24.

O *Benchmarking* pode ser uma importante ferramenta de aprendizado no processo de busca das melhores práticas de gestão, a exemplo da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), organização com estrutura administrativa semelhante a UFPB e incluída numa região com recursos hídricos menos abundantes que a região litorânea, onde está inserida o campo de estudo.

A UFCG possui os mesmos parâmetros de cobrança da tarifa de água e energia, que em 2014, passou por um processo de reestruturação do sistema de abastecimento de água de todo o *Campus – Campina Grande*, visando combater as perdas, os desperdícios, proporcionando o uso racional e controlado deste recurso. Inicialmente, o consumo de água até o ano de 2014, apresentava valores anuais crescentes, porém a partir da implantação do sistema, em 2015, começou-se a verificar a redução, que só no primeiro ano alcançou cerca de 50% no consumo do ano anterior, e nos anos subseqüentes ocorrendo redução gradativa. Esse comportamento é refletido nos valores das faturas pagas, gerando uma economia, até o momento, de aproximadamente R\$ 1,5 milhão (UFCG, 2019), conforme a figura 22.

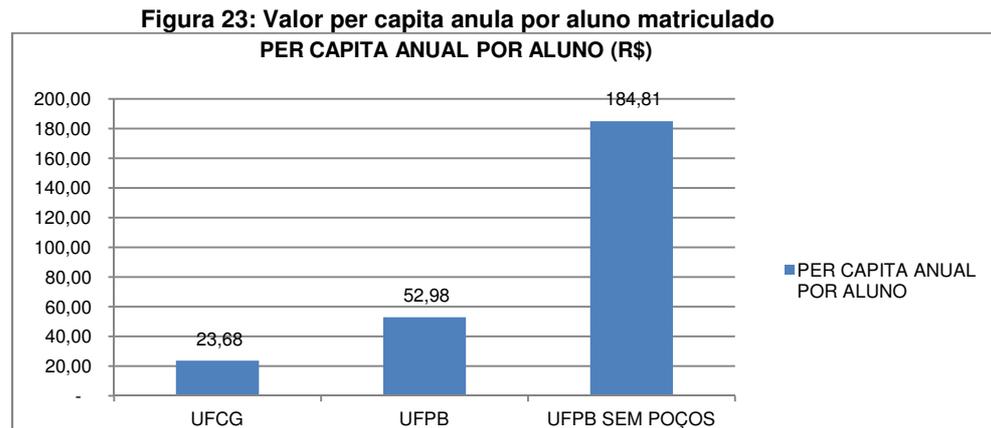
Sendo assim, a aprendizagem organizacional torna-se útil à organização se forem utilizadas experiências exitosas de outras instituições como forma de aprendizagem. Isso serve de base para um instrumento de progresso, transformando as ações em conhecimento acessível à organização e importante para o alcance dos objetivos.

Figura 22: Histórico de faturas de água - UFCG



Fonte: UFCG, 2019

Vale salientar que, a UFCG utiliza apenas água da CAGEPA como fonte de abastecimento, não possuindo poços artesianos no *Campus*. Conforme os dados do Ranking Universitário da Folha (UOL, 2019), o número de alunos matriculados na UFCG no ano 2018 foi de 15.456 e o valor gasto com água foi de R\$ 365.927, obtendo-se uma relação anual de R\$ 23,67 por aluno matriculado. Já na UFPB, no mesmo período, possuía 29.993 alunos matriculados e gastou nos últimos doze meses R\$ 1.588.901,03, gerando uma relação de R\$ 52,98 por aluno matriculado, ou seja, mais que o dobro gasto pela UFCG. Ressalta-se que caso a UFPB não optasse pelo abastecimento complementar por poços artesianos, o valor da relação custo anual por aluno seria de R\$ 184,81 por aluno matriculado, mostrando-se um sistema bastante ineficiente quando comparado com o da UFCG, segundo a figura 22.



Fonte: Autor, 2019

Diante do exposto, medidas visando à redução do consumo e combate ao desperdício precisam ser tomadas urgentemente. Portanto, é necessário que a Instituição desenvolva um ciclo de atualização constante, percebendo e incorporando contribuições internas e externas no processo de inovação, visando o reaprendizado e possibilitando a prestação de um serviço de melhor qualidade a comunidade.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Neste trabalho, buscou-se estimar o consumo de água para o abastecimento captada dos poços artesianos e distribuída dentro do *Campus I* da UFPB. Esta investigação se deu por meio do monitoramento do consumo de energia dos motores responsáveis pelo suprimento hídrico.

Os conjuntos elevatórios responsáveis pela captação e distribuição de água no objeto de estudo há vários anos não passam por manutenções preventivas, periódicas, dos motores e do sistema elétrico. Essa ação contribuiria para um aumento da vida útil. A melhor maneira de prevenir defeitos é seguir as instruções de manutenção do fabricante e observar o desempenho normal do motor, observando se o motor esta com funcionamento anormal, emitindo ruídos excessivos, alta temperatura e vibração. Caso os motores vierem a quebrarem, a melhor opção é procurar uma empresa especializada que altere minimamente às características originais do motor, pois reparos mal realizados, características elétricas, magnéticas e mecânicas dos motores são muitas vezes alteradas, aumentando as perdas da máquina.

Outra providência necessária é referente ao estudo, visando o redimensionamento do sistema, com a possibilidade de futuramente substituir os motores atuais por máquinas mais modernas com rendimentos melhores, menores consumos de energia e com potência compatível com a sua utilização.

Para maior controle do funcionamento do sistema elevatório, é fundamental uma operação mais atuante, verificando as falhas e intervindo preventivamente nas suas ocorrências. Alternativamente, pode-se adotar um sistema de monitoramento e operação automatizada, em que a dependência da operação humana se torna secundária, tornando o sistema mais confiável com monitoramento durante as 24 horas/dia, além da redução dos custos financeiros com o pagamento de plantões dos operadores no acompanhamento e nas atividades para funcionamento de todo o processo.

Por meio da automação do sistema de bombeamento, será possível realizar uma programação para que o reservatório central esteja cheio antes do início do horário de ponta, com o intuito de manter os motores desligados durante as 3 horas na qual a tarifa é mais cara. Através do acompanhamento do sistema, pôde-se

verificar que com o reservatório elevado, depois que os motores desligam, ou seja, após seu enchimento, todo *Campus* permanece abastecido por um período de aproximadamente 4 horas, sem comprometimento do abastecimento. Portanto, é viável realizar automação do sistema para evitar acionamento dos motores entre às 17h30min e às 20h30min, pois tal ação resultaria numa economia de aproximadamente R\$ 37.495,61 por mês.

Outro ponto a se destacar é o controle das perdas físicas, sendo necessário que seja realizado o cadastro de toda a rede de distribuição existente contendo informações como diâmetro, tipo de material e extensão da tubulação. As perdas de água é um dos pontos mais frágeis do sistema de saneamento e das empresas operadoras. Em qualquer processo de abastecimento de água por meio de redes de distribuição ocorrem perdas. As chamadas perdas físicas são as associadas aos vazamentos como um todo que provocam consumos superiores ao estritamente necessário. Além disso, há também as perdas nas economias de consumo, correspondendo àquelas que ocorrem no interior das edificações, em razão não apenas de vazamentos, mas também de mau uso.

As perdas que possuem maior grau de dificuldade de controle são as que ocorrem na rede distribuição, decorrentes de vazamentos nas tubulações e nos ramais prediais, tendo sua magnitude variável de acordo com o estado de conservação das tubulações e com as pressões da rede.

Dessa forma, as perdas de água na forma de vazamentos, desperdícios do consumidor e distribuição ineficiente afetam diretamente a quantidade de energia necessária para fazer a água chegar ao consumidor.

A rede de abastecimento de água da UFPB é composta em sua maior parte por redes antigas, que à medida que o *Campus* foi crescendo, a extensão da malha de distribuição foi se expandido para atender a novas edificações. A constituição destes dutos é formada por materiais de diversas naturezas, desde amianto, as mais antigas, ferro fundido e PVC, estas as mais novas. Dentre as causas mais frequentes causadoras de vazamentos na rede, pode-se ressaltar o subdimensionamento, as pressões elevadas, a ausência ou negligência na operação e a ausência de visão conjunta da rede existente com a rede a ser expandida.

Constam nos arquivos da Prefeitura Universitária da UFPB – *Campus I*, dados cadastrais referentes ao ano de 1981, ou seja, 38 anos sem que ocorra uma

atualização no cadastro técnico da rede de distribuição de água. A partir do cadastro técnico atualizado, será possível realizar um redimensionamento de toda rede de distribuição, abrangendo a setorização da malha de tubulação utilizando como parâmetros as pressões máximas disponibilizadas e a extensão da rede, além da substituição das redes de amianto que frequentemente apresenta vazamentos. Por meio da medição dos setores e de hidrômetros, é possível controlar a água disponibilizada e as perdas do sistema.

Aliado a este estudo, poderá ser providenciado junto ao setor competente da UFPB, providências no sentido de serem substituídos gradativamente os aparelhos sanitários, louças e metais, por equipamentos mais modernos, mais eficientes e que consumam menos água. A utilização de arejadores em torneiras, redutores de pressão, vasos sanitários com acionamento duplo, torneiras com fechamento automático permitirão redução substancial da demanda de água, investimento que além de trazer conforto ao usuário trará benefícios sustentáveis a instituição.

A crise hídrica é uma preocupação que aflige a sociedade, principalmente, em regiões onde os recursos hídricos são escassos, como é o caso do estado da Paraíba, onde várias cidades entraram em colapso no abastecimento. Neste contexto, importa destacar a necessidade iminente de buscar alternativas capazes de reverter o estado atual de uso deste recurso e que contribuam para o uso eficiente da água.

A crise no abastecimento d'água mostra a necessidade de buscar alternativas ao atual estado de uso deste recurso, que contribuam para o uso eficiente e sustentável da água. A substituição de fontes se mostra como uma importante alternativa no atendimento às demandas menos restritivas. A captação e utilização de águas pluviais apresentam-se como tecnologia moderna e viável quando associada a novos conceitos e técnicas construtivas, alternativa para o abastecimento descentralizado. Em 31 de outubro de 2017, a Agência Nacional de Água (ANA) acrescentou mais um objetivo a Lei nº 9.433/97, conhecida como Lei das Águas ou Política Nacional de Recursos Hídricos, passando a ter o objetivo de incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais.

Segundo informações da Agência Executiva de Gestão das Águas (AESAs, 2019), o índice pluviométrico na cidade de João Pessoa – PB referente ao ano de

2018 foi de aproximadamente 1.800 mm. O *campus* I da UFPB possui extensa área edificada na qual não existem sistemas de canalização de águas pluviais dos telhados para aproveitamento deste importante recurso hídrico sendo totalmente desperdiçado. Sistemas de utilização de água pluviais podem ser adotados para nossa realidade, sendo seus usos mais comuns a descarga de vasos sanitários, lavagem e limpeza em geral, irrigação de jardim e áreas verdes, sistema de combate a incêndios.

Para fins de utilização, Silva e Tassi (2005) afirmam que a captação da água pluvial é feita geralmente pela captação da precipitação incidente sobre a superfície dos telhados das edificações sendo conduzidos por meio de tubos até cisternas ou reservatórios para em seguida serem utilizados. O sistema descrito, caracterizado por sua simplicidade, facilidade de manutenção e baixos custos de implementação, podendo ser facilmente implantado nas edificações da UFPB.

Uma nova alternativa para o suprimento de parte das demandas do *Campus* seria a utilização de águas provenientes dos aparelhos de ar condicionado. Segundo informações do setor responsável pela manutenção e instalação destes equipamentos, Seção de Equipamentos da Prefeitura Universitária, existem aproximadamente 4.500 máquinas instaladas de diversas potências apenas no *Campus* I, sem nenhum tipo de sistema de reaproveitamento deste resíduo para fins não potáveis.

A utilização desses aparelhos geraria o gotejamento de água derivada da umidade do ar, condensada pelo aparelho quando este resfria o ar do ambiente interno. Considerando a utilização em larga escala de aparelhos de ar condicionado, o volume de água gerada é significativo, podendo ser proposto estudo de quantificação, captação e reaproveitamento deste recurso junto às fontes geradoras.

Práticas educativas para uso sustentável da água podem ser disseminadas no ambiente Institucional, por ser essencialmente educativo e formador de cidadãos, visando o uso racional deste recurso criando condições necessárias para a participação de diversos grupos sociais, tanto na formulação de políticas públicas, quanto na criação e implementação de decisões que interfiram na qualidade do ambiente em geral, particularmente dos recursos hídricos. Segundo Zitzke (2002), a educação ambiental pode ser vista como educação política e prática de cidadania, pois prepara os cidadãos para exigir justiça social, autogestão e ética nas relações

sociais e com o ambiente, onde o componente reflexivo é tão importante quanto o comportamental.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. **Orientações para utilização de águas subterrâneas no Estado de São Paulo**. São Paulo, 2005.

ACSELRAD, Henri; LEROY, Jean P. **Novas premissas da sustentabilidade democrática**. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, 1, 1999.

AGÊNCIA BRASIL DE COMUNICAÇÕES. **Despesas discricionárias terão redução de R\$ 10,6 bilhões em 2019**. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2018-08/despesas-discricionarias-em-2019-terao-reducao-de-r-106-bilhoes>>. Acesso em 05 de setembro de 2018.

ALBUQUERQUE, A. A. **Análises e Métodos de Otimização para Eficiência Energética de Estações Elevatórias em Sistemas de Abastecimento de Água**. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2007.

ALVAREZ, A. L. M. **Uso racional e eficiente de energia elétrica: metodologia para determinação dos potenciais de conservação dos usos finais em instalações de ensino e similares**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e Automação Elétrica) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Quantidade de água**. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua>>. Acesso em: 07 set. 2018.

_____. **Quantidade de Água**. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua>>. Acesso em 24 out. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Por Dentro da Conta de Luz – 8ª edição – 2016**.

ANTUNES, P. B. **Direito Ambiental**. 12 ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2009.

ATTFIELD, R. **The ethics of global environment**. Edinburgh University Press, Edinburgh, 1999.

BAHIA, S.R. **Eficiência energética nos sistemas de saneamento**. Rio de Janeiro: IBAM, PROCEL/ELETROBRÁS, 1998.

BARROS, F. G. N.; AMIN, M. M. Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo. **G&DR**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 75-108, 2008.

BOENTE, A. B.; BRAGA, G. **Metodologia científica contemporânea**. Rio de Janeiro: Brasport, 2004.

BORBA, N. Z.; BAYER, D. A. **A água como bem jurídico econômico**. Faculdade Cenecista da Ilha do Governador, 2015.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 05 out. 1988.

_____. Ministério do Planejamento. Painel de Custos. **Disponível em:** <<http://paineldecusteio.planejamento.gov.br/custeio.html>>. Acesso em: 05 de agosto de 2018.

_____. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 08 jan. 2007.

_____. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 01 jan. 1997.

CAGEPA. **Estrutura tarifária**. Disponível em: <<https://agenciavirtualcagepa.gsan.com.br/gsan/exibirConsultarEstruturaTarifariaPortalCagepaAction.do>> . Acesso em: 08 nov. 2018.

CAMARGO, R. A possível futura escassez de água doce que existe na Terra. **Revista Sinergia**, São Paulo, v.3, n.1, P. 1-10, 2003.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum**. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CPRM. **Noções básicas sobre poços tubulares**, Cartilha informativa. 1998. Disponível em: <https://www.cprm.gov.br/publique/media/hidrologia/mapas_publicacoes/Nocoas_Basicas_Pocos_Tubulares.pdf> Acesso em 27 fev. 2019.

ELETROBRAS. **Manual de Tarifação Elétrica**. Rio de Janeiro: Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. Eficiência Energética nos Prédios Públicos, 2011.

EMBRAPA. **Recursos hídricos no Brasil e no Mundo**. Documentos 33. Dezembro de 2001. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/555374/recursos-hidricos-no-brasil-e-no-mundo>>. Acesso em 27 fev. 2019.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2018**. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2018>>. Acesso em: 23 abr, 2019.

FERREIRA, J. J.; FERREIRA; T. J. **Economia e Gestão de Energia**. Lisboa: Texto, 1994.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Ranking Universitário Folha 2018**. Disponível em: <<http://ruf.folha.uol.com.br/2018/>>. Acesso em 14 mai. 2019.

FOX, R. W.; MCDONALD, A. T.; PITCHARD, P. J. **Introduction To The Fluid Mechanics**. 6. ed. Perdue: John Wiley & Sons, Inc., 2004.

FURUSAWA, R. T. **Contribuição ao dimensionamento de rede de distribuição de água por critério de custo global**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

GLOSS, S. **El Enigma Legal e Institucional del Uso Eficiente del Agua en el Oeste de los Estados Unidos. Memorias del Seminario Internacional sobre Uso Eficiente del Agua**, 523-530, México, 1991.

GOMES, H. P. (Org.) **Sistemas de Bombeamento - Eficiência Energética**. 1. ed. João Pessoa: Editora Universitária - UFPB, 2009.

HERRMANN, T.; SCHMIDA, U. Rainwater utilisation in Germany: efficiency, dimensioning, hydraulic and environmental aspects. **Urban Water**, London, v.1, n. 4, p. 308-316, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - 2002**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002b.

KATS, G. Measuring and verifying climate change emissions reductions. In: **Anais do 1998 ACEEE Summer study on energy efficiency in buildings**, 1998.

KUENNEN C. The limits of efficiency: policy impacts and implications for sustainable development". University of Delaware. In: **Anais do 1998 ACEEE Summer study on energy efficiency in buildings**, 1998.

LEAL, A. S. As águas subterrâneas no Brasil: ocorrências, disponibilidades e usos. In: FREITAS, M. A. V. **O estado das águas no Brasil: perspectivas de gestão e informação de recursos hídricos**. Brasília: ANEEL: SRH: OMM, 1999.

LEMONS, H. M. **O Século 21 e a Crise da Água**. São Paulo: Agência Estado, Caderno Ciência, 2003.

LEONELLI, P. A. **Uso eficiente de energia elétrica no setor residencial – uma análise do comportamento do consumidor**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. **Indicadores ambientais e recursos hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

MAGALHÃES, P. C. O custo da água gratuita. **Ciência Hoje**, São Paulo, v. 36 n. 211. p. 45-49, 2004.

MUKAI, T. **Concessões, permissões e privatizações de serviços públicos**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 1998.

MENKES, M. **Eficiência energética, políticas públicas e sustentabilidade**. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

MIKHAILOVA, I. Sustentabilidade: Evolução dos conceitos teóricos e os problemas da mensuração prática. Revista Economia e Desenvolvimento, Santa Maria, n. 16, p. 22-41, 2004.

MONACHESI, M. G. **Eficiência energética em sistemas de bombeamento**. 1. ed. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2005.

MORALES, C. **Indicadores de Consumo de Energia Elétrica como ferramenta de apoio a gestão: Classificação por prioridades de atuação na Universidade de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e Automação Elétrica) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL. **Hay suficiente agua en el mundo?** Genève: OMM; Paris: UNESCO, 1997.

PERH-PB. **Plano Estadual dos Recursos Hídricos**. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/documentos/plano-estadual/resumo-estendido/>> . Acesso em: 08 nov. 2018.

POPPER, K. **A lógica da pesquisa científica**. 2. ed. São Paulo: Cultrix, 1972.

RAMOS, P.; RAMOS, M. M.; BUSNELLO, S. J. **Manual prático de metodologia da pesquisa: artigo, resenha, projeto, TCC, monografia, dissertação e tese**. Blumenau: Acadêmica; 2003.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras Ed., 1999.

REBOUÇAS, A. C. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras Ed., 1999.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 4 ed. São Paulo: GEN - Atlas, 2017.

SENGE, P. R. **A quinta Disciplina: arte e prática da organização que Aprende**. São Paulo: Best Seller, 2012.

SCHNEIDER MOTOBOMBAS. **Manual de instrução motobombas, bombeadores e motores submersos**, 2014. Disponível em: <<http://www.terramolhada.com/file/2014/12/Schneider-Catalogo-Motobombas-Submersas.pdf>>. Acesso em: 23 de abril de 2019.

SHIKLOMANOV, I. A. **Comprehensive assessment of the freshwater resources of the world: assessment of water resources and water availability in the world.** Geneva: WMO, 1997.

SHINDO, R. **Manual Técnico - Procel – Motor de Alto Rendimento.** São Paulo: Cepel e Eletrobrás, 2002.

SILVA, A.R.V.; TASSI, R. (2005). Dimensionamento e simulação do comportamento de um reservatório para aproveitamento de água da chuva: resultados preliminares. In: **XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 2005, João Pessoa/PB. XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.

SILVESTRIN, A. S. **Proposta de melhoria operacional no sistema integrado de distribuição de água para redução dos custos com energia elétrica.** *Monografia* (Especialização em Automação Industrial) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO.. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2017.** Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2017>>. Acesso em: 23 abr. 2019.

TSUTIYA, M.T. **Abastecimento de Água.** 3 ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

TUNDISI, J. G.. **Água no século XXI: enfrentando a escassez.** São Carlos: Rima, 2003.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA- UFPB. Disponível em: <<http://www.ufpb.br/content/historico>>. Acesso em: 05 out. 2018.

VARON, M. P. **Estudo de uma bomba centrífuga submersa (BCS) como medidor de vazão.** Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica e Instituto de Geociências, 2013.

WINPENNY, J. T. **Demand Management for efficient and equitable use, in Water: Economic, Management and Demand**, Melvyn Kay, Tom Franks and Laurence Smith (eds.) 1997.

ZITZKE, V. A. Educação Ambiental e Ecodesenvolvimento. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, São Paulo, v.9, n. 5, p.175-188, 2002.

ANEXO A: ESTRUTURA TARIFÁRIA CAGEPA



RESOLUÇÃO DE DIRETORIA DA ARPB Nº002/2018-DP

ESTRUTURA TARIFÁRIA

Vigência: 01/05/2018 - Reajuste: 2,9 %

CATEGORIA RESIDENCIAL

TARIFA SOCIAL

FAIXAS DE CONSUMO MENSAL	ÁGUA	ESGOTO	A + E	% ESGOTO
Consumo até 10m ³	10,56	1,06	11,62	10%

TARIFA NORMAL

FAIXAS DE CONSUMO MENSAL	ÁGUA	ESGOTO	A + E	% ESGOTO
Tarifa Mínima - Consumo até 10 m ³	37,91	30,33	68,24	80%
11 à 20 m ³ (p/m ³)	4,89	3,91		80%
21 à 30 m ³ (p/m ³)	6,45	5,81		90%
acima de 30 m ³ (p/m ³)	8,76	8,76		100%

CATEGORIA COMERCIAL

FAIXAS DE CONSUMO MENSAL	ÁGUA	ESGOTO	A + E	% ESGOTO
Tarifa Mínima - Consumo até 10 m ³	67,65	60,89	128,54	90%
acima de 10 m ³ (p/m ³)	11,72	11,72		100%

CATEGORIA INDUSTRIAL

FAIXAS DE CONSUMO MENSAL	ÁGUA	ESGOTO	A + E	% ESGOTO
Tarifa Mínima - Consumo até 10 m ³	81,94	73,75	155,69	90%
acima de 10 m ³ (p/m ³)	13,05	13,05		100%

CATEGORIA PÚBLICO

FAIXAS DE CONSUMO MENSAL	ÁGUA	ESGOTO	A + E	% ESGOTO
Tarifa Mínima - Consumo até 10 m ³	76,83	76,83	153,66	100%
acima de 10 m ³ (p/m ³)	12,89	12,89		100%

João Pessoa, 20 de Março de 2018

Severino Ramalho Leite Superintendente
Superintendente

Frederico Augusto Guedes Pereira Pitanga
Diretor Executivo de Fiscalização e Controle

Iris Rodrigues Dantas Cavalcanti
Diretora Executiva de Controle Administrativo e Financeiro

APÊNDICE A: QUADRO CONSUMO MENSAL

MÊS	CONSUMO GERAL (kWh)
Fevereiro	3.010,00
Março	875,50
TOTAL	3.885,50

APÊNDICE B: QUADRO CONSUMO SEMANAL - 07/02/2019 A 08/03/2019

Semana	Consumo (kWh)	% de Consumo
1ª - 04/02 A 10/02	928,80	23,90%
2ª - 11 A 17/02	990,80	25,50%
3ª - 18 A 24/02	744,10	19,15%
4ª - 25/02 A 03/03	606,40	15,61%
5ª - 04/03 A 10/03	615,40	15,84%
Total	3.885,50	100,00%

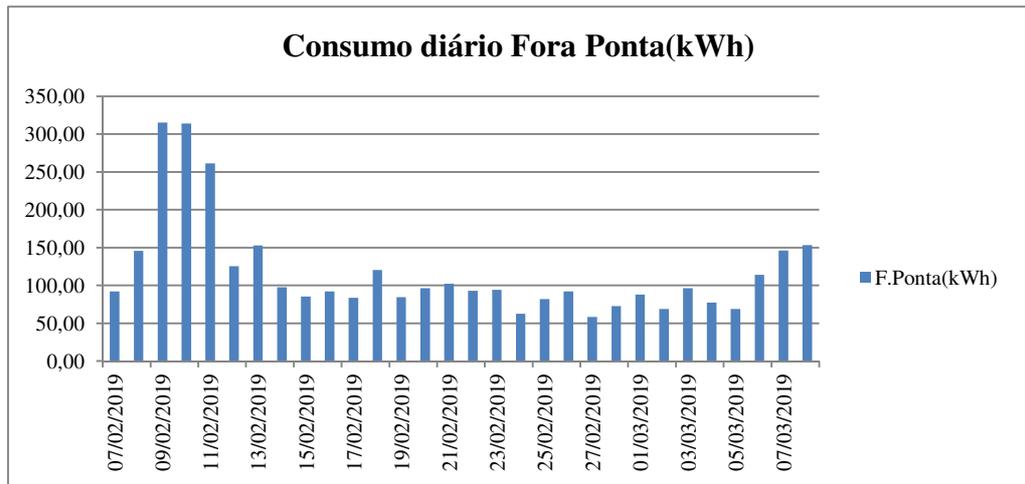
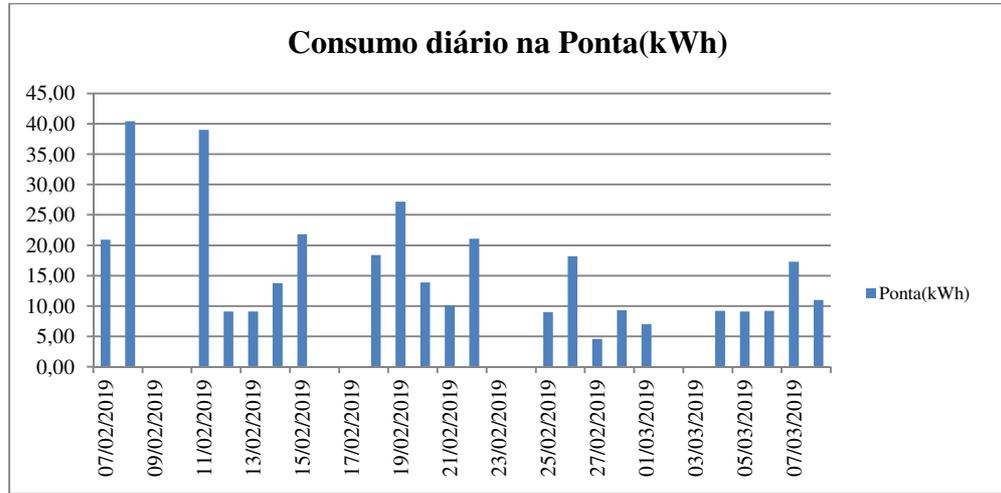
APÊNDICE C: QUADRO CONSUMO DIÁRIO

Data	Consumo total (kWh)
07/02/2019	113,20
08/02/2019	186,00
09/02/2019	315,40
10/02/2019	314,20
11/02/2019	300,30
12/02/2019	134,40
13/02/2019	161,80
14/02/2019	111,40
15/02/2019	107,00
16/02/2019	92,10
17/02/2019	83,80
18/02/2019	138,90
19/02/2019	111,60
20/02/2019	110,20
21/02/2019	112,40
22/02/2019	114,20
23/02/2019	94,40
24/02/2019	62,40
25/02/2019	91,10
26/02/2019	110,20
27/02/2019	62,90
28/02/2019	82,10
01/03/2019	95,00
02/03/2019	68,90
03/03/2019	96,20
04/03/2019	86,40
05/03/2019	78,00
06/03/2019	123,40
07/03/2019	163,30
08/03/2019	164,30
TOTAL	3.885,50

APÊNDICE D: QUADRO CONSUMO DIÁRIO POSTOS TARIFÁRIOS

Data	Ponta(kWh)	Fora Ponta(kWh)
07/02/2019	20,90	92,30
08/02/2019	40,40	145,60
09/02/2019	0,00	315,40
10/02/2019	0,00	314,20
11/02/2019	39,00	261,30
12/02/2019	9,10	125,30
13/02/2019	9,10	152,70
14/02/2019	13,80	97,60
15/02/2019	21,80	85,20
16/02/2019	0,00	92,10
17/02/2019	0,00	83,80
18/02/2019	18,40	120,50
19/02/2019	27,20	84,40
20/02/2019	13,90	96,30
21/02/2019	10,10	102,30
22/02/2019	21,10	93,10
23/02/2019	0,00	94,40
24/02/2019	0,00	62,40
25/02/2019	9,00	82,10
26/02/2019	18,20	92,00
27/02/2019	4,60	58,30
28/02/2019	9,30	72,80
01/03/2019	7,00	88,00
02/03/2019	0,00	68,90
03/03/2019	0,00	96,20
04/03/2019	9,20	77,20
05/03/2019	9,10	68,90
06/03/2019	9,20	114,20
07/03/2019	17,30	146,00
08/03/2019	11,00	153,30
TOTAL	348,70	3.536,80

APÊNDICE E: FIGURA REFERENTE AOS CONSUMOS DIÁRIOS



**APÊNDICE F: QUADRO REFERENTE AOS DESVIOS DOS CONSUMOS
DIÁRIOS EM RELAÇÃO À MÉDIA**

Data	Desvio em relação à Média Fora Ponta
07/02/2019	25,59
08/02/2019	27,71
09/02/2019	197,51
10/02/2019	196,31
11/02/2019	143,41
12/02/2019	7,41
13/02/2019	34,81
14/02/2019	20,29
15/02/2019	32,69
16/02/2019	25,79
17/02/2019	34,09
18/02/2019	2,61
19/02/2019	33,49
20/02/2019	21,59
21/02/2019	15,59
22/02/2019	24,79
23/02/2019	23,49
24/02/2019	55,49
25/02/2019	35,79
26/02/2019	25,89
27/02/2019	59,59
28/02/2019	45,09
01/03/2019	29,89
02/03/2019	48,99
03/03/2019	21,69
04/03/2019	40,69
05/03/2019	48,99
06/03/2019	3,69
07/03/2019	28,11
08/03/2019	35,41

Data	Desvio em relação à Média na Ponta
07/02/2019	9,28
08/02/2019	28,78
09/02/2019	11,62
10/02/2019	11,62
11/02/2019	27,38
12/02/2019	2,52
13/02/2019	2,52
14/02/2019	2,18
15/02/2019	10,18
16/02/2019	11,62
17/02/2019	11,62
18/02/2019	6,78
19/02/2019	15,58
20/02/2019	2,28
21/02/2019	1,52
22/02/2019	9,48
23/02/2019	11,62
24/02/2019	11,62
25/02/2019	2,62
26/02/2019	6,58
27/02/2019	7,02
28/02/2019	2,32
01/03/2019	4,62
02/03/2019	11,62
03/03/2019	11,62
04/03/2019	2,42
05/03/2019	2,52
06/03/2019	2,42
07/03/2019	5,68
08/03/2019	0,62

APÊNDICE G: QUADRO REFERENTE À SOMA DOS DESVIOS MÉDIOS

Data	Desvio em relação à Média Diária
07/02/2019	34,87
08/02/2019	56,48
09/02/2019	209,13
10/02/2019	207,93
11/02/2019	170,78
12/02/2019	9,93
13/02/2019	37,33
14/02/2019	22,47
15/02/2019	42,87
16/02/2019	37,42
17/02/2019	45,72
18/02/2019	9,38
19/02/2019	49,07
20/02/2019	23,87
21/02/2019	17,12
22/02/2019	34,27
23/02/2019	35,12
24/02/2019	67,12
25/02/2019	38,42
26/02/2019	32,47
27/02/2019	66,62
28/02/2019	47,42
01/03/2019	34,52
02/03/2019	60,62
03/03/2019	33,32
04/03/2019	43,12
05/03/2019	51,52
06/03/2019	6,12
07/03/2019	33,78
08/03/2019	36,03

APÊNDICE H: QUADRO REFERENTE AO CONSUMO HORÁRIO DO DIA 06-03-2019

HORA	CONSUMO (KWh)
01:00	3,79
02:00	1,62
03:00	3,00
04:00	2,02
05:00	1,67
06:00	2,72
07:00	7,28
08:00	9,36
09:00	8,48
10:00	3,47
11:00	1,74
12:00	3,87
13:00	6,72
14:00	11,12
15:00	10,89
16:00	10,75
17:00	10,45
18:00	6,34
19:00	3,86
20:00	1,74
21:00	3,36
22:00	2,66
23:00	3,10
00:00	3,39
TOTAL	123,40