



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ANDERSON DANTAS FERREIRA

**DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA COMPUTACIONAL
PARA SUBSIDIAR O SISTEMA DE MONITORAMENTO DE ÁGUA NA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – CAMPUS SEDE**

CAMPINA GRANDE - PB

2018

ANDERSON DANTAS FERREIRA

**DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA COMPUTACIONAL
PARA SUBSIDIAR O SISTEMA DE MONITORAMENTO DE ÁGUA NA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – CAMPUS SEDE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Campina Grande –
UFCG, para encerramento do componente
curricular e conclusão da graduação em
Engenharia Civil.

ORIENTADORA: Dr^a Dayse Luna Barbosa

CO-ORIENTADOR: Eng. Ms. Antônio Leomar Ferreira Soares

CAMPINA GRANDE – PB

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL
DISCIPLINA: PROJETO DE PESQUISA APLICADA

FOLHA DE APROVAÇÃO

DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA
SUBSIDIAR O SISTEMA DE MONITORAMENTO DE ÁGUA NA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – CAMPUS SEDE.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado à Unidade Acadêmica de
Engenharia Civil da Universidade Federal de
Campina Grande – UFCG, como requisito parcial
para a obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Prof.^a Dr.^a. Dayse Luna Barbosa
Orientadora

Eng. Ms. Antônio Leomar F Soares
Co-orientador

Prof.^a Dr.^a Andréa Carla Lima Rodrigues
Examinadora

Eng.^a. Sinara Martins Camelo
Examinadora

Anderson Dantas Ferreira
Orientando

NOTA: _____

Campina Grande, março de 2018

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Alcilene e Severino, que me proporcionam tudo aquilo que preciso: o amor, o carinho e todas as condições de crescer através do meu próprio esforço. Minha avó Maria das Neves (In memoriam); as minhas tias Maria José e Cristina; aos meus irmãos Alysson e Suzana.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a DEUS por sempre iluminar e guiar meus caminhos.

Aos meus pais Alcilene e Severino por todas as razões, mas em especial pela constante dedicação e confiança em todos os momentos de minha vida.

Aos meus irmãos Alysson e Suzana, que me acompanharam em todas as alegrias e adversidades, minha admiração e gratidão pela paciência.

A orientadora Dayse Luna pela transmissão dos seus conhecimentos.

Ao co-orientador Antônio Leomar pelo aporte valoroso na elaboração deste documento.

Aos componentes da banca examinadora pela contribuição neste trabalho.

A toda minha família, meus avós, tios e primos pela torcida, apoio e carinho.

À Universidade Federal de Campina Grande, pela oportunidade de concluir a graduação.

Aos professores do departamento de Engenharia Civil do campus I da UFCG, pela excelente formação proporcionada.

Aos grandes amigos da graduação pelo companheirismo e ajuda mútua durante todo o ensino superior

E por fim, a todos que de alguma forma, contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho e deste profissional.

“Que o medo de chorar não lhe impeça de sorrir, que o medo de não chegar não lhe impeça de seguir, que o medo de falhar não lhe o faça desistir [...] Que o medo de errar não lhe impeça de aprender[...] E quando o medo surgir não precisa se esconder, faça com que seu próprio medo tenha medo de você!!!”

Bráulio Bessa

RESUMO

O cenário de aproveitamento hídrico em instituições de caráter público e privado vem ganhando cada vez mais notoriedade com implantações de programas de uso racional da água. A grande crise e escassez hídrica que atingiu e vem atingindo algumas regiões do Brasil, fez-se importante para a criação de um planejamento e uma gestão da demanda e oferta da água por parte dos órgãos responsáveis e na conscientização do consumidor. A cidade de Campina Grande, segundo maior município do estado da Paraíba, passou por graves problemas de abastecimento urbano, ocasionada pela delicada situação hídrica do reservatório Epitácio Pessoa, que abastece a cidade. O campus sede da Universidade Federal de Campina Grande, instituição de ensino superior pública, que desempenha serviços voltados para a comunidade e localizada na cidade na qual leva seu nome, desenvolveu o seu programa de uso racional da água, voltado a combater o desperdício hídrico ao longo de toda sua extensão. O presente trabalho teve o propósito principal de desenvolvimento de uma ferramenta computacional voltada para a gestão do controle e identificação de desperdícios de água nos blocos da universidade. A ferramenta computacional foi desenvolvida utilizando a linguagem de programação VBA, presente no Microsoft Excel e foi nomeada de “Sistema de Cadastro do Consumo de Água”, SCCA-UFCG. Esse programa apresenta um relatório contendo todos os valores e as situações do consumo hidráulico de cada uma das edificações, fornecendo um resumo mensal de todas informações registradas, permitindo assim, um melhor acompanhamento do volume de água utilizado por cada bloco e possibilitando ao interessado uma maior facilidade na análise e gestão desse recurso.

Palavras-chave: Gestão da demanda de água, uso racional da água, VBA, SCCA-UFCG.

ABSTRACT

The scenario of water use in public and private institutions has been gaining more and more notoriety with the implementation of programs for the rational use of water. The great crisis and water shortage that has reached and is reaching some regions of Brazil has become important for the creation of a planning and management of the demand and supply of water by the responsible bodies and in the consumer awareness. The city of Campina Grande, the second largest municipality in the state of Paraíba, suffered severe urban water supply problems, caused by the delicate water situation of Eptácio Pessoa reservoir, that contributes to the city. The headquarters campus of the Federal University of Campina Grande, a public higher education institution, that performs services aimed at the community and located in the city in which it bears its name, has developed its program of rational use of water aimed at combating water waste along its entire area. The present paper had the main purpose of developing a computational tool that focus on the management of the control and identification the waste of water in the blocks of the university. The computational tool was developed using the VBA programming language, present in Microsoft Excel and was named as “Sistema de Cadastro do Consumo de Água”, SCCA-UFCG. This program will formalize a report containing all the values and situations of the hydraulic consumption of each one of the buildings, providing a monthly summary of all registered information, allowing a better monitoring the volume of water used by each block and enabling to the interested party an easier analyze and manage of this resource.

Key Words: Water demand management, water conservation, VBA, SCCA-UFCG

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Hidrômetro velocimétrico.	26
Figura 2 - Hidrômetro volumétrico.	26
Figura 3 - Hidrômetro digital	27
Figura 4 - Aba Desenvolvedor.....	27
Figura 5 - Visual Basic Editor (VBE).	28
Figura 6 - Interface do HudsonCalc.....	29
Figura 7 - Interface do programa de Dimensionamento de Instalações de Recalque	30
Figura 8- Vista aérea da UFCG, campus Campina Grande (caso de estudo).	32
Figura 9 – Representação dos setores (A, B e C) do Campus de Campina Grande - UFCG.	33
Figura 10- População por ano na UFCG	34
Figura 11 - População total do Campus Campina Grande da UFCG no ano de 2015	34
Figura 12- Rede de abastecimento do Campus Campina Grande.....	35
Figura 13: Etapas de funcionamento do Sistema de Cadastro do Consumo de Água.	36
Figura 14- Modelo do Sistema de Cadastro do Consumo de Água – SCCA	38
Figura 15- Visão da página oficial.....	40
Figura 16 - Tela de login	41
Figura 17-Tela de Visualização dos Blocos da UFCG (1).	42
Figura 18 - Tela de Visualização dos Blocos da UFCG (2).	43
Figura 19- Tela de Entrada de Dados.....	44
Figura 20- Planilha resumo de dados	45
Figura 21 – Representação gráfica do consumo mensal do bloco CW2.	49

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Análise isolada de cada uma das leituras de hidrômetro do bloco CW2.	47
Tabela 2 - Análise do consumo mensal da edificação CW2.	48

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANA - Agência Nacional das Águas

CCBS - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde

CCT - Centro de Ciências Tecnologia

CEEI - Centro de Engenharia Elétrica e Informática

CH - Centro de Humanidades

CTRN - Centro de Tecnologias e Recursos Naturais

FIESP - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas

IES - Instituições de Ensino Superior

MMA - Ministério do Meio Ambiente

PNSH - Plano Nacional de Segurança Hídrica

PURA - Programa de Uso Racional de Água

SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SCCA – Sistema de Cadastro de Consumo de Água

UCS - Universidade de Caxias do Sul

UFBA - Universidade Federal da Bahia

UFCG - Universidade Federal de Campina Grande

UFPB - Universidade Federal da Paraíba

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

UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas

USP - Universidade de São Paulo

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

VBA - Visual Basic for Applications

VBE - Visual Basic Editor

SUMÁRIO

1. Introdução.....	14
1.1. Objetivo Geral	15
1.2. Objetivos Específicos.....	15
2. Revisão de Literatura.....	16
2.1. Escassez Hídrica.....	16
2.2. Gestão da Demanda de Água.....	18
2.3. Programas de Uso Racional da Água nas Instituições de Ensino Superior	19
2.3.1. Universidade de Caxias do Sul – (Rio Grande do Sul)	20
2.3.2. Universidade Federal da Bahia.....	20
2.3.3. Universidade Estadual de Campinas – (São Paulo).....	21
2.3.4. Universidade Estadual de São Paulo.....	21
2.3.5. Universidade Federal de Campina Grande – (Paraíba).....	22
2.4. Uso Racional da Água.....	23
2.4.1. Alternativas para Redução do Uso de Água	24
2.4.1.1. Aparelhos Poupadores	24
2.4.1.2. Reuso das Águas Cinzas	25
2.4.1.3. Hidrômetros	25
2.5. Visual Basic for Applications.....	27
2.5.1. Aplicações realizadas no VBA.....	28
2.5.1.1. HudsonCalc	28
2.5.1.2. Dimensionamento Didático de Instalações de Recalque de Água.....	29
3. Caso de estudo.....	31
3.1. Caracterização da Área de Estudo.....	31
3.1.1. Universidade Federal de Campina Grande - Campus Sede.....	31
3.1.2. A comunidade universitária.....	33
3.1.3. Sistema de Abastecimento de Água	35
3.2. O Sistema de Cadastro do Consumo de Água – SCCA	36
3.2.1. Visão Geral do Programa.....	36
3.2.2. Requisitos do Sistema.....	37
3.2.3. Fluxograma do Sistema.....	38
4. Resultados.....	39
4.1. Visão Detalhada do Sistema de Cadastro do Consumo de Água – SCCA.....	39

4.1.1.	Visão da Página Inicial	39
4.1.2.	Visão da Tela de Login	40
4.1.3.	Tela de Visualização dos Blocos da UFCG	41
4.1.4.	Visão da Tela de Entrada de Dados.....	43
4.1.5.	Planilha Resumo de Dados	45
4.2.	Geração de Relatórios Individuais para cada Bloco	46
5.	Conclusão	50
5.1.	Trabalhos futuros.....	50
6.	Referências bibliográficas	52
ANEXO	57

1. Introdução

A água é condição determinante para a existência da vida e essencial para o desenvolvimento socioeconômico e para a garantia do equilíbrio ecológico e ambiental das nações (Carvalho, 2011). É um dos recursos naturais mais importantes do planeta, cuja utilização deve ser feita de maneira a não comprometer a disponibilidade para as gerações futuras (UFRGS, 2017).

A questão de escassez da água leva a uma mudança de postura nos ambientes econômicos, ambientais e políticos. Não se trata mais somente de buscar água em locais cada vez mais distante. Trata-se de reduzir a quantidade de água considerada necessária pelas populações, mas sem comprometer a qualidade das atividades desenvolvidas com a sua utilização (Gomes, 2011).

No Brasil, estudos indicam perdas de água em torno de 20 a 30% da quantidade produzida, devido principalmente aos vazamentos (SILVA *et al.*, 2008). Dentro do contexto do desperdício, pode-se citar a utilização de aparelhos hidráulicos economizadores de água, que reduzem o consumo hídrico das edificações.

Em algumas universidades, hospitais e residências foram desenvolvidos programas de conservação de água que apresentaram importantes resultados sem que sejam necessárias grandes modificações na estrutura física ou na forma de uso pelos agentes consumidores, todavia, são fundamentais as campanhas educativas que busquem assumir o compromisso da comunidade com os valores ambientais (Gomes, 2013).

Para a redução do consumo de água, um dos métodos bastante utilizado é a constante leitura dos hidrômetros das edificações. O artifício de o consumidor poder acompanhar e controlar a sua conta de água se torna uma ferramenta no combate ao desperdício, podendo-o levar a prática de diminuição do consumo e providências rápidas caso ocorra um vazamento.

Nos últimos anos, a computação tem avançado nos mais diversificados setores da sociedade e as soluções de problemas cotidianos tem se tornado cada vez mais computadorizados. Muitas atividades do dia a dia podem ser solucionadas por

planilhas eletrônicas, como a ferramenta Excel, do pacote da Microsoft Office, que proporciona a utilização da linguagem de programação VBA (Visual Basic for Application).

A opção pela linguagem VBA é justificada por ser uma linguagem em que os interpretadores de código-fonte se encontram incorporados as versões padrão do Microsoft Excel, e que pertencem ao sistema operacional mais conhecido no mundo, o Microsoft Windows. Assim, assume-se que qualquer computador em qualquer lugar terá acesso a essa ferramenta (NEVES, 2007, apud SALES,2015).

Portanto, a proposta do presente trabalho consiste na utilização do Microsoft Excel 2013 e a sua linguagem de programação em VBA, para desenvolver um sistema que auxilie no monitoramento do consumo de água das edificações da UFCG do campus de Campina Grande.

1.1. Objetivo Geral

Desenvolver uma ferramenta computacional utilizando a linguagem de programação VBA (Visual Basic for Application), do Microsoft Excel 2013, para subsidiar o monitoramento dos hidrômetros dos blocos do Campus sede da Universidade Federal de Campina Grande.

1.2. Objetivos Específicos

- Coletar dados do consumo de água das edificações da UFCG;
- Armazenar e analisar os dados coletados;
- Elaborar relatórios individuais do consumo de água dos blocos com apresentação de resultados gráficos.

2. Revisão de Literatura

2.1. Escassez Hídrica

Em um planeta cuja composição é predominantemente formada por água, tratar de problemas hídricos parece ser algo fora de questão. Mas quando se analisa as condições em que essa água se encontra, surge a necessidade de um bom gerenciamento desses recursos.

Segundo os dados da UNESCO (2012, apud TARGA, BATISTA, 2015) de toda a água na Terra, 97,3% é salgada e apenas 2,7% é doce. Da água doce, 1,95% se encontram congeladas nas calotas polares, 0,60% é água subterrânea e apenas 0,15% estão nos rios e lagos.

O Brasil é o primeiro colocado no ranking dos países que possuem a maior quantidade de água doce em seu território, tem cerca de 12% de toda a água doce do planeta. Porém, a distribuição desse recurso ao longo do país ocorre desproporcionalmente quando comparado à relação pessoas/água (UNESCO, 2012). Dados do MMA (2005) apontam que mais de 73 % da água doce disponível no país encontra-se na bacia Amazônica, que é habitada por menos de 5% da população. Apenas 27 % dos recursos hídricos brasileiros estão disponíveis para as demais regiões, onde residem 95% da população do país.

Com um dos maiores reservatórios de água doce do mundo, as estiagens e secas observadas desde 2012 em diversas regiões do Brasil têm prejudicado de forma significativa a oferta de água para abastecimento público e para setores usuários que dependem do armazenamento e/ou dos volumes de água em reservatórios, como a irrigação, a geração de energia hidrelétrica e a navegação (ANA, 2017).

As causas das várias crises hídricas presentes no Brasil, não podem ser atribuídas apenas às menores taxas pluviométricas verificadas nos últimos anos, fatores relacionados à gestão da demanda e à garantia da oferta são importantes para agravar ou atenuar sua ocorrência.

A Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, Art. 1º, que trata da Política Nacional de Recursos Hídricos, especificamente o item III, dos usos prioritários em situações de

escassez, traz uma abordagem bastante clara quando afirma que o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais.

Entende-se como consumo humano as necessidades básicas de cada pessoa, em outras palavras, a necessidade de ter água para beber, para comer e para a realização da higiene pessoal. A prioridade em caso de escassez hídrica é o abastecimento humano.

Além do consumo humano, a Lei das Águas destaca o uso prioritário para dessedentação de animais. Garantindo assim, a vida como plano principal, e assegurando um compromisso social em que a vida humana e dos animais se sobrepõem aos interesses econômicos.

Devido à crise hídrica instalada no Brasil desde 2012, a Agência Nacional de Águas (ANA) em parceria com o Ministério da Integração Nacional, em agosto 2014, apresentou o Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH), que tem como objetivo geral:

[...] a definição das principais intervenções estruturantes do País (Barragens, Sistemas Adutores, Canais e Eixos de Integração), de natureza estratégica e relevância regional, necessárias para a) garantir a oferta de água para o abastecimento humano e para o uso em atividades produtivas e b) reduzir os riscos associados a eventos críticos (secas e cheias) (ANA, MI, 2014).

Os horizontes de planejamento considerados durante a confecção do Plano serão: o ano de 2020 para a identificação de demandas efetivas, e o ano de 2035 para as ações e obras a serem propostas. O objetivo é que as obras identificadas pelo Plano sejam executadas primordialmente pelo Ministério da Integração e seus parceiros tanto no âmbito federal, quanto estadual (ANA, 2014).

A partir do cenário da escassez hídrica em que algumas regiões do Brasil se encontram, enfatizando-se a região nordeste, deve-se tratar da valorização da água potável como um recurso vulnerável, essencial e limitado. A conscientização da importância de um uso mais racional e sustentável desse precioso recurso deve ser desenvolvida e trabalhada para se garantir uma maior oferta e qualidade no abastecimento hídrico.

Campina Grande, segunda maior cidade do estado da Paraíba, localizada no semiárido brasileiro e abastecida pelo açude Epitácio Pessoa/Boqueirão, voltou a partir de 2012, segundo RÊGO et al. (2014), aos anos de escassez pluvial, onde os níveis de acumulação no Açude Epitácio Pessoa caíram continuamente, chegando a 2,91% de sua capacidade máxima em abril de 2017. As retiradas mensais de água para abastecimento humano e para irrigação, somadas às perdas por evaporação, superou sistematicamente os aportes hídricos, nulos ou insignificantes nos recentes anos de seca.

Porém, com o aceleração das obras do eixo leste do projeto de Integração do rio São Francisco e com a chegada das suas águas ao açude de Boqueirão em abril de 2017, a grave escassez hídrica que afetou o abastecimento urbano de cidades da região teve um alívio, contribuindo para o fim do severo racionamento instaurado ao longo dessa seca.

Logo, apoiar e aprimorar técnicas de reuso da água, reduzir o desperdício pelos diferentes setores usuários (na irrigação, na indústria, na distribuição e no consumo residencial, por exemplo), além de implementar ações de conservação de mananciais são medidas, entre outras, que devem ser priorizadas e fomentadas (ANA, 2015).

2.2. Gestão da Demanda de Água

Vista de uma perspectiva histórica, a urbanização é necessária para maior crescimento da produtividade. Em curto prazo, a urbanização é benéfica, mas necessita de políticas de gerenciamento, normas sociais e mudanças institucionais e um amplo sistema de financiamento para estes (ANNEZ; BLUCKEY, 2009).

A demanda urbana de água vem crescendo, na medida em que a população mundial vem aumentando e as altas taxas de urbanização estão se tornando presente em todo o mundo; por outro lado, há limitação dos recursos hídricos disponíveis, fazendo aumentar a competição entre diferentes usos da água e interesses (urbano, agricultura e do meio ambiente) e a redução ao acesso à água de boa qualidade. Portanto, proporcionar uma água potável de boa qualidade regularmente para uma população mundial crescente é um desafio para o abastecimento urbano e um grande desafio para a gestão de recursos hídricos (SHARMA; VAIRAVAMOORTHY, 2009).

A necessidade da gestão da demanda urbana de água fica ainda mais patente em centros urbanos de regiões áridas/semiáridas de países em desenvolvimento (caso de grande parte do Nordeste brasileiro), onde as condições climáticas, aliadas a sistemas de abastecimento obsoletos e à inadequação ou ausência da gestão de recursos hídricos, determinam o surgimento de graves problemas de abastecimento de água, dificultando o atendimento das demandas quantitativas e qualitativas da população (FIGUERES, 2005; RÉGO *et al.*, 2013).

Desta forma, a gestão da demanda de água pode ser uma alternativa viável para aprimorar o sistema de abastecimento para atender as necessidades futuras (FRIEDMAN *et al.*, 2011).

Segundo as ideias de Friedman *et al.* (2011) a gestão da demanda de água é uma alternativa emergente em que vários estudos de caso ilustram uma significativa redução de demanda a partir de várias estratégias, incluindo melhorias tecnológicas, campanhas de conscientização e ajustes do preço da água.

No caso brasileiro, seria aplicar-se a política das águas proposta na lei de recursos hídricos (Lei 9.433/97). Alguns aspectos desta Lei são fundamentais, e representam importantes avanços em termos da gestão da água. Dentre estes aspectos estão: a democratização das decisões, com a implementação dos comitês de bacia, e a descentralização das decisões. Os principais instrumentos de operacionalização da gestão são a outorga de direito de uso, que possui grande potencial de organização das demandas, e a cobrança pelo uso de água bruta como instrumento de gestão (CARMO *et al.*, 2007).

2.3. Programas de Uso Racional da Água nas Instituições de Ensino Superior

A necessidade de políticas de conservação e de uso racional da água estão cada vez mais ganhando ênfase no cenário nacional. Com crises de abastecimento hídrico em diversas regiões do Brasil nos últimos anos, se tornou imprescindível a gestão desses recursos nos diversos setores da sociedade.

As Instituições de Ensino Superior - IES, são consumidoras e interagem com o meio urbano na qual fazem parte. Sendo assim, além da formação de profissionais e de cidadãos, elas devem cooperar no âmbito social.

Devido a conscientização de profissionais, associada a questões de escassez hídrica e a redução de custos relacionada ao consumo de água, diversas IES desenvolveram programas para uso racional desse bem em suas instalações. Elencaremos alguns casos que obtiveram sucesso nas suas execuções.

2.3.1. Universidade de Caxias do Sul – (Rio Grande do Sul)

Na Universidade de Caxias do Sul (UCS), o primeiro passo foi realizar um levantamento de informações gerais sobre o consumo de água em toda a universidade e posteriormente, essas informações foram tomadas divididas pelos diversos setores da instituição.

Segundo Carli et al. (2013) o consumo total foi apurado utilizando o histórico de consumo de água da cidade universitária, enquanto o consumo setorizado foi diagnosticado por meio de micromedição nos 18 blocos que já tinham hidrômetros individuais instalados.

Carli et al. (2013) também afirmam que entre as ações desenvolvidas em busca do uso racional e da conservação de água na instituição está o controle do consumo de água, que inclui: medição setorizada por blocos, reuso de efluente advindo da estação de tratamento da UCS para irrigação de jardins, utilização de equipamentos economizadores de água nos sanitários e a quantificação da água de resfriamento descartada nos laboratórios.

2.3.2. Universidade Federal da Bahia

Na Universidade Federal da Bahia (UFBA) o programa de uso racional de água é denominado de ÁGUAPURA e vem sendo desenvolvido desde 2001, buscando sempre atuar veementemente no combate ao desperdício de água. Para isso, o programa tem realizado manutenções preventivas, troca de equipamentos, conscientização da população acadêmica e entre outras ações.

A metodologia utilizada pelo Programa ÁGUAPURA inclui cinco etapas: (1) levantamento do sistema hidráulico predial; (2) monitoramento e análise do consumo

de água das unidades; (3) detecção e correção de vazamentos visíveis e não visíveis; (4) levantamento dos hábitos dos usuários e, (5) utilização de tecnologias de processo e produto para racionalização do consumo (Nakagawa et al., 2009).

A redução do consumo de água da UFBA, após a implantação do Programa ÁGUAPURA, foi visível. O levantamento dos dados do sistema hidráulico, inicialmente realizado, permitiu visualizar um panorama das condições operacionais, e elaborar planos de intervenções com ações de combate ao desperdício de água nos campi desta entidade. As atividades relacionadas no Programa permitiram a redução nos gastos ambientais e financeiros com relação ao consumo de água da universidade (Nakagawa et al., 2009).

2.3.3. Universidade Estadual de Campinas – (São Paulo)

Na Universidade Estadual de Campinas, o projeto de uso racional da água intitulado de PRÓ-ÁGUA, foi desenvolvido para monitorar 19 edificações. A princípio foram realizados o levantamento dos pontos de consumo hídrico, em seguida a substituição dos aparelhos sanitários e dos lavatórios por outros com menor consumo de água, além da detecção e do conserto dos vazamentos.

Segundo Gomes (2013), após o levantamento, diagnosticou-se que, nas 19 edificações analisadas na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), há 441 pontos de consumo de água e o índice de vazamentos, razão entre o número de pontos com vazamento e o número total de pontos de consumo de água, foi de 18,6%. Com o conserto destes, constatou-se que o consumo de 100.000 m³/mês passou para 80.000 m³/mês, uma redução significativa de 20% ao final da implantação do programa.

2.3.4. Universidade Estadual de São Paulo

O Programa de Uso Racional de Água da Universidade de São Paulo (USP), mais conhecida como PURA, foi criado em 1995, por meio de um convênio firmado entre a Escola Politécnica da USP, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT).

Silva et al. (2006) relata que a primeira etapa do programa, foi de aprofundamento do diagnóstico da situação, onde foram levantadas as características

físicas e de ocupação das edificações. Eles também descrevem que a segunda parte do programa foi para reduzir as perdas físicas, onde incluiu a atualização do cadastro de redes existente e a detecção e eliminação de vazamentos em redes externas e em reservatórios.

Ainda segundo os mesmos autores, a terceira parcela consistiu na redução de consumo nos pontos de utilização, aplicando a substituição de válvulas de equipamentos convencionais por modelos economizadores e na penúltima etapa, foram levantados os hábitos dos usuários em usos diversos da água e foram fornecidos procedimentos mais eficientes, minimizando-se os desperdícios, mas sem se perder em qualidade.

Silva et al. (2006) conclui seu relato sobre as etapas do programa expondo que a última ação da implantação do PURA-USP, é realizando constantemente divulgações, campanhas de conscientização e treinamentos, onde os públicos-alvo é o pessoal de manutenção hidráulica, os docentes, alunos, funcionários e visitantes. Esta quinta etapa é feita através da distribuição de cartazes, adesivos, *folders*, manuais de operação e manutenção.

Segundo Gomes (2013), a principal motivação surge ao analisar o consumo de água da Universidade, onde foram gastos mensalmente R\$ 1,46 milhão referente a 150 mil m³ de água, no ano de 1997.

As ações permanentes de tecnologia, mobilização e gestão do PURA-USP têm acarretado numa expressiva redução da demanda de água. Na Cidade Universitária, de 1998 a 2013, foi registrada uma redução de: 41%, variando de 137.881 para 81.005 m³/mês (USP, 2013).

2.3.5. Universidade Federal de Campina Grande – (Paraíba)

Diante de um então cenário da mais longa e rigorosa seca das últimas décadas na região do nordeste brasileiro, resultando em um iminente risco de colapso do sistema de abastecimento de água da cidade de Campina Grande, onde o reservatório que abastece o município atingiu o seu volume morto, a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) elaborou e implantou um projeto de Reestruturação do seu Sistema de Abastecimento de água do campus de Campina Grande, planejando a redução do consumo de água através de melhorias do seu sistema.

De acordo com a prefeitura da UFCG, no ano de 2014 o projeto intitulado de “Reestruturação do Sistema de Abastecimento de Água” foi implantado visando posicionar a universidade no patamar das instituições que investem e propagam ações de redução do consumo de água. O projeto contempla basicamente mecanismos de combate às perdas, desperdícios e aumento da capacidade de armazenamento de água da UFCG. Algumas medidas realizadas como a execução de uma nova rede de abastecimento no setor C, a recuperação de um reservatório existente e a construção de dois novos, a instalação de hidrômetros em cada uma das edificações e a confecção de placas educativas para o uso racional da água, proporcionaram que esse projeto obtivesse êxito já nos primeiros meses de vida

Ainda de acordo com os dados da prefeitura universitária, o projeto de reestruturação do sistema de abastecimento necessitou de um investimento de aproximadamente 1,5 milhão de reais dos cofres da instituição. Os benefícios dessa reformulação apareceram no primeiro ano da implantação. Os dados mostram que entre 2014 e 2015 a Universidade Federal de Campina Grande reduziu o seu consumo de água em 50%, representando aproximadamente 50 mil metros cúbicos, o que totaliza em questões financeiras uma economia de 45% ao ano, em números, isso representa 342 mil reais que deixaram de ser gastos com desperdício de água. Cálculos apontam que o retorno do investimento realizado ocorrerá em 4,4 anos.

2.4. Uso Racional da Água

A água é um bem disponível na natureza e que está ao alcance de todos, podendo ser considerada um bem público, quando tratada pelo ponto de vista de suas fontes e mananciais. Por outro lado, quando se avalia pelo ponto de vista do consumo, a água pode ser tratada como um bem privado, já que incide sobre ela os custos dos procedimentos realizadas até chegar ao consumidor.

Independente de como esse recurso é tratado, em ambos os casos o uso racional da água é imprescindível, devendo-se procurar utilizar de práticas, técnicas e tecnologias que proporcionem uma melhoria e uma maior eficácia na utilização da água como bem de consumo.

De acordo Telles (2007), o uso racional é definido como o conjunto de ações que tem como objetivo a redução do consumo hídrico sem prejuízo ao desenvolvimento de atividades, aumentando a eficiência deste recurso pela redução de desperdícios, reuso de efluentes tratados e conscientização na utilização desse bem.

2.4.1. Alternativas para Redução do Uso de Água

2.4.1.1. Aparelhos Poupadores

a) Torneiras

As torneiras são utensílios que controlam o fluxo de água quando acionadas. Hoje em dia, existem alguns modelos econômicos disponíveis no mercado, que são acionados por sistema hidromecânico, por sensor de presença, por válvula de pé, por pedal, entre outras e adicionando arejadores, que são elementos que funcionam como redutores de água, essas torneiras proporcionam uma economia de aproximadamente 50% segundo alguns fabricantes.

b) Mictórios

Mictórios são utensílios instalados nos banheiros masculinos destinados a receber a urina e são usados substituindo as bacias sanitárias com o intuito de economizar água. Para aumentar ainda mais a economia, os mictórios passaram a ser confeccionados com o sistema hidromecânico, sendo acionado por uma válvula temporizadora, que permite regular a quantidade de vazão necessária ao aparelho.

c) Bacias Sanitárias

O sistema bacia sanitária é tecnicamente composto pela própria bacia, pelo mecanismo de descarga e pelo ramal de descarga. Com o emprego de um bi-comando, também conhecida como bacias VDR, o dispositivo de descarga, incorporado na caixa acoplada, possui dois botões distintos, um após acionamento libera uma vazão de 6 litros, para o arraste de efluentes sólidos e o outro botão resulta em descarga de 3 litros, para a limpeza de líquidos.

2.4.1.2. Reuso das Águas Cinzas

Segundo o Manual da FIESP (2005), a água cinza para reuso é o efluente doméstico que não possui contribuições da bacia sanitária e pia de cozinha, ou seja, os efluentes gerados pelo uso de banheiras, chuveiros, lavatórios, máquinas de lavar e outros semelhantes.

As águas cinzas são captadas de maneira separada dos esgotos e são conduzidas para a realização de tratamentos onde a qualidade da água é melhorada para padrões de utilização aceitável.

Segundo Hafner (2007) a água tratada é distribuída por redes independentes até os pontos de utilização como descargas sanitárias e outros, exigindo dupla tubulação para o abastecimento tanto dentro das edificações como fora delas, com conexões às estações de tratamento, além, da tubulação dupla na coleta do esgoto e das águas cinzas.

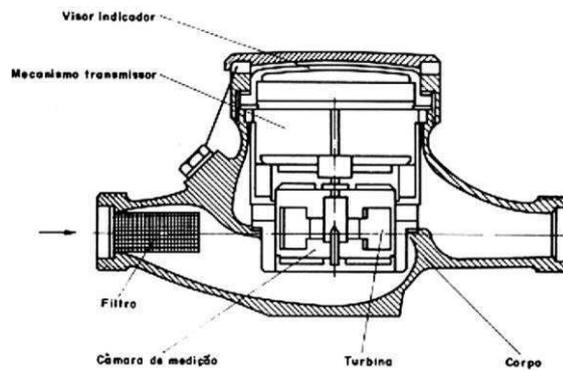
2.4.1.3. Hidrômetros

Os hidrômetros são instrumentos que realizam a medição volumétrica da água que passa numa rede de abastecimento de unidades autônomas, quer seja em edifício residencial ou comercial, proporcionando assim, que as companhias de fornecimento de água façam a apuração do consumo hídrico e a cobrança devida pelo seu uso.

A leitura do consumo de água nos hidrômetros, em geral, é realizada por um funcionário da concessionária local. Porém, as leituras desses aparelhos pelos utilizadores das edificações estão sendo executadas como forma de redução do consumo da água, seja pelo uso mais econômico ou por identificações de vazamentos e, conseqüentemente, a redução do valor a ser pago.

Os hidrômetros podem ser do tipo velocimétricos (Figura 1), que tem como princípio de funcionamento a contagem do número de revoluções da hélice para obtenção do volume de água consumido, de acordo com uma correlação baseada na aferição do hidrômetro, o número de revoluções da turbina é registrado em um dispositivo totalizador (Carvalho, 2010).

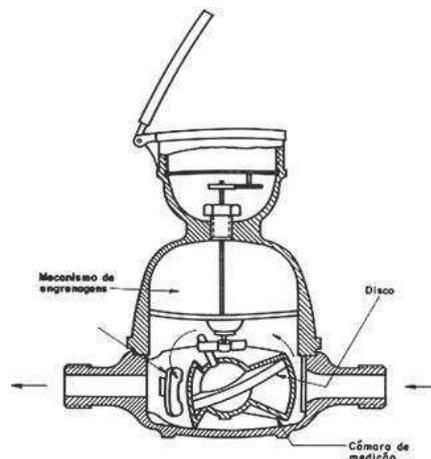
Figura 1 - Hidrômetro velocimétrico.



Fonte: engeneiropuhlmann (2016)

Ainda segundo Carvalho (2010), os hidrômetros podem ser do tipo volumétrico (Figura 2), onde não existe uma turbina e sim um êmbolo ou anel. É um recipiente que se enche com a entrada do líquido e transporta para a saída do medidor um determinado volume. O êmbolo executa movimento circular em torno do próprio eixo, gerando os movimentos necessários para acionar o totalizador. O princípio volumétrico de medição garante maior precisão em baixas vazões.

Figura 2 - Hidrômetro volumétrico.



Fonte: engeneiropuhlmann (2016)

Outro tipo de hidrômetro que se pode encontrar são os digitais (Figura 3), ele é um aparelho simples, robusto e caracterizado por um longo tempo de vida útil. O hidrômetro digital realiza medições acumulativas e de vazão instantânea, são programáveis em campo de acordo com a conveniência e versatilidade.

Figura 3 - Hidrômetro digital



Fonte: TechMeter (2017)

De acordo com Oliveira (2016) uma nova tecnologia que tem se desenvolvido bastante para auxiliar a leitura dos hidrômetros é a da telemedição ou leitura remota com o emprego de hidrômetros eletrônicos. A leitura automática dos medidores pode ser realizada por meio da comunicação telefônica, por radiofrequência, pela rede de energia elétrica ou por satélite.

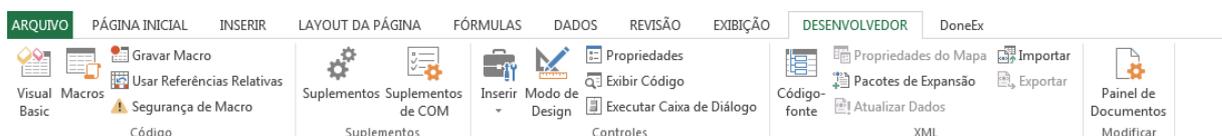
2.5. Visual Basic for Applications

Visual Basic for Applications (VBA) é uma poderosa ferramenta que permite automatizar tarefas nos programas do pacote da Microsoft Office (Mansfield, 2013).

Segundo Ávila (2015), o Excel já é por si só uma ferramenta poderosa de elaboração de planilhas simples e sofisticadas, capazes de oferecer uma infinidade de recursos, especialmente em gestão empresarial ou controle setorial. Aliada com a possibilidade de se expandir para a programação, essa ferramenta terá recursos exclusivos para potencializar a forma de controle, de realização de cálculos e automatização de alguns processos de edição dos trabalhos a serem desenvolvidos.

No Excel, assim como nos outros membros do pacote da Microsoft Office, a aba “Desenvolvedor” (Figura 4) na qual nos permite trabalhar com programação VBA vem desabilitada, sendo necessária à sua ativação manual.

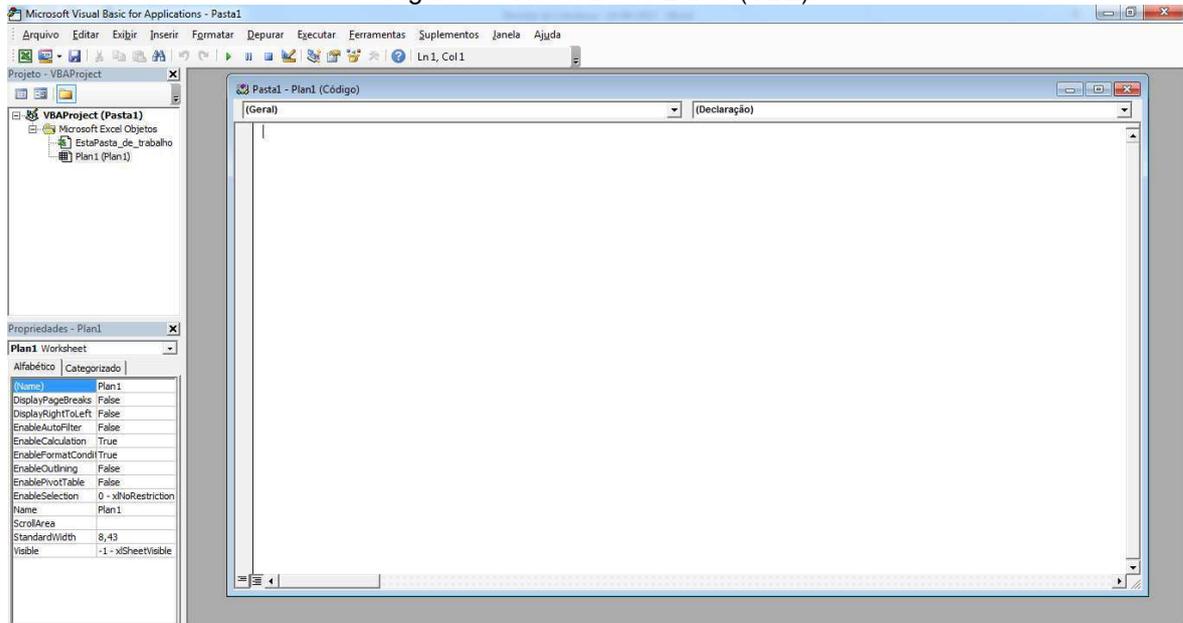
Figura 4 - Aba Desenvolvedor.



Fonte: Elaborada pelo autor (2017)

Nesta aba Desenvolvedor, encontra-se diversas ferramentas que auxiliam na preparação e na montagem do programa. Uma dessas ferramentas é o Visual Basic Editor (Figura 5), que se trata da área onde realiza-se todo o manuseio do código em VBA.

Figura 5 - Visual Basic Editor (VBE).



Fonte: Elaborada pelo autor (2017)

2.5.1. Aplicações realizadas no VBA

2.5.1.1. HudsonCalc

Segundo Duarte et al. (2015), o HudsonCalc foi desenvolvido na linguagem de programação Visual Basic for Applications (VBA) e dimensiona canais e saídas laterais de forma retangulares ou circulares, gerando um relatório de cálculo e a comparação dos resultados calculados com os limites da ABNT (1992) ou dos limites personalizados pelo usuário (Figura 6).

Ainda de acordo com Duarte et al. (2015), o usuário tem a opção de escolher parâmetros para que o HudsonCalc compare com os valores calculados. Podem ser escolhidos os parâmetros estabelecidos da ABNT (1992) para canais de distribuição de água floculada, ou parâmetros personalizados, os quais são escolhidos pelo

próprio usuário, garantindo assim o desenvolvimento de projetos no âmbito da engenharia sanitária com qualidade e eficiência.

Figura 6 - Interface do HudsonCalc

The screenshot shows the HudsonCalc software interface. At the top, there are three tabs: "Entrada de dados", "Parâmetros", and "Pré-dimensionamento". Below the tabs, there is a header area with the text "Entre com os dados dos canais atentando para as unidades." and a lightbulb icon. The main area is divided into several sections for inputting data. On the left, there is a "Projeto: Novo" field. Below it, there are input fields for "Vazão de entrada do principal" (350 l/s), "Comprimento do canal principal" (13,5 m), "Espessura da parede do principal" (10 cm), and "Forma da saída lateral" (Retangular). In the center, there are input fields for "Dimensões dos laterais" (Largura: 50, Altura: 50, Diâmetro:) and "Quantidade de saídas laterais" (4). On the right, there are input fields for "Forma do principal" (Retangular), "Seção inicial do canal principal" (Largura: 140, Altura: 130, Diâmetro: cm), and "Seção final do canal principal" (Largura: 40, Altura: 90, Diâmetro: cm). At the bottom, there is a "Definir posição das saídas laterais" button, a progress bar showing 25% completion, and a "Botão calcular" button with a checkmark icon. The text "Calculando... Isso pode levar alguns minutos..." is displayed above the progress bar.

Fonte: Duarte (at al., 2015)

2.5.1.2. Dimensionamento Didático de Instalações de Recalque de Água

O programa permite ao usuário determinar o diâmetro mais econômico, utilizando a equação de Bresse, para uma determinada configuração de instalação, desde que sejam conhecidos os desníveis geométricos, tipo de material da tubulação, acessórios a serem instalados ao longo da linha e a vazão (SALES,2015).

Ainda segundo Sales (2015), o programa estima o custo total anual da instalação para três diâmetros diferentes a fim de comparar qual diâmetro é mais vantajoso do ponto de vista econômico. A interface do programa foi desenvolvida para ser simples e intuitiva com a intenção de ser didático e oferecer aos estudantes de engenharia uma ferramenta vantajosa para a análise desse tipo de projeto (Figura 7).

Figura 7 - Interface do programa de Dimensionamento de Instalações de Recalque

The interface is titled "Dimensionamento de instalações de recalque - Calculadora" and is divided into several sections:

- DADOS DE ENTRADA**
 - Propriedades da água**
 - Temperatura: °C (with "Obter propriedades" button)
 - Massa específica: kg/m³
 - Viscosidade cinemática: m²/s
 - Pressão de vapor (abs): kPa
 - Dados para análise econômica**
 - Preço do conjunto motor-bomba: R\$/CV
 - Preço da energia elétrica: R\$/kWh
 - Preço da tubuação: R\$/kgf.m
 - Vida útil do sistema: Anos
 - Horas de operação: h/ano
 - Taxa de juros: % a.a
- Configuração da instalação**
 - Escolha um modelo de instalação: (checked)
 - Material do tubo: (dropdown)
 - Rugosidade do tubo: mm (with "Acessórios na sucção" button)
 - Vazão volumétrica: m³/s (with "Acessórios no recalque" button)
- Botões de Ação:**
 - CALCULAR
 - RESULTADOS
 - NOVO PROBLEMA
 - FECHAR

Fonte: Sales (2015)

3. Caso de estudo

A metodologia realizada ao longo deste trabalho se dará pela caracterização da área de estudo, no qual serão apresentadas as principais informações da Universidade, referentes à temática do estudo e a forma de como foi desenvolvida a ferramenta computacional que tem o intuito de subsidiar o sistema de monitoramento de água do Campus Universitário de Campina Grande.

3.1. Caracterização da Área de Estudo

Em 06 de outubro de 1952, foi criada em Campina Grande a Escola Politécnica, que veio para se tornar um marco na história de uma cidade que tinha um imaginário de progresso. A criação de uma IES tinha a missão de formar uma mão de obra qualificada para atender as necessidades das empresas que viriam a se instalar na cidade, o que justifica o curso de Engenharia Civil ser o primeiro a ser instituído nessa instituição (SOARES, 2012).

Ainda segundo Soares (2012), a Escola Politécnica federalizou-se e passou a fazer parte da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) no ano de 1967. Posteriormente, em 2002, de acordo com a lei nº 10.419, houve o desmembramento das instituições, passando a ser, a partir de então, a Universidade Federal de Campina Grande.

3.1.1. Universidade Federal de Campina Grande - Campus Sede

A UFCG é constituída pelos campus de Cajazeiras, Cuité, Patos, Pombal, Sousa, Sumé e o campus de Campina Grande (Sede da Reitoria), onde este último foi o local do desenvolvimento do estudo.

Atualmente, o campus de Campina Grande apresenta atividades acadêmicas que englobam 47 cursos de graduação, 30 Mestrados e 12 Doutorados, instalados em cinco centros de ensino distintos, são eles: Centro de Humanidades (CH), o Centro de Engenharia Elétrica e Informática (CEEI), o centro de Ciências Biológicas e da

Saúde (CCBS), o Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN) e o Centro de Ciências e Tecnologia (CCT).

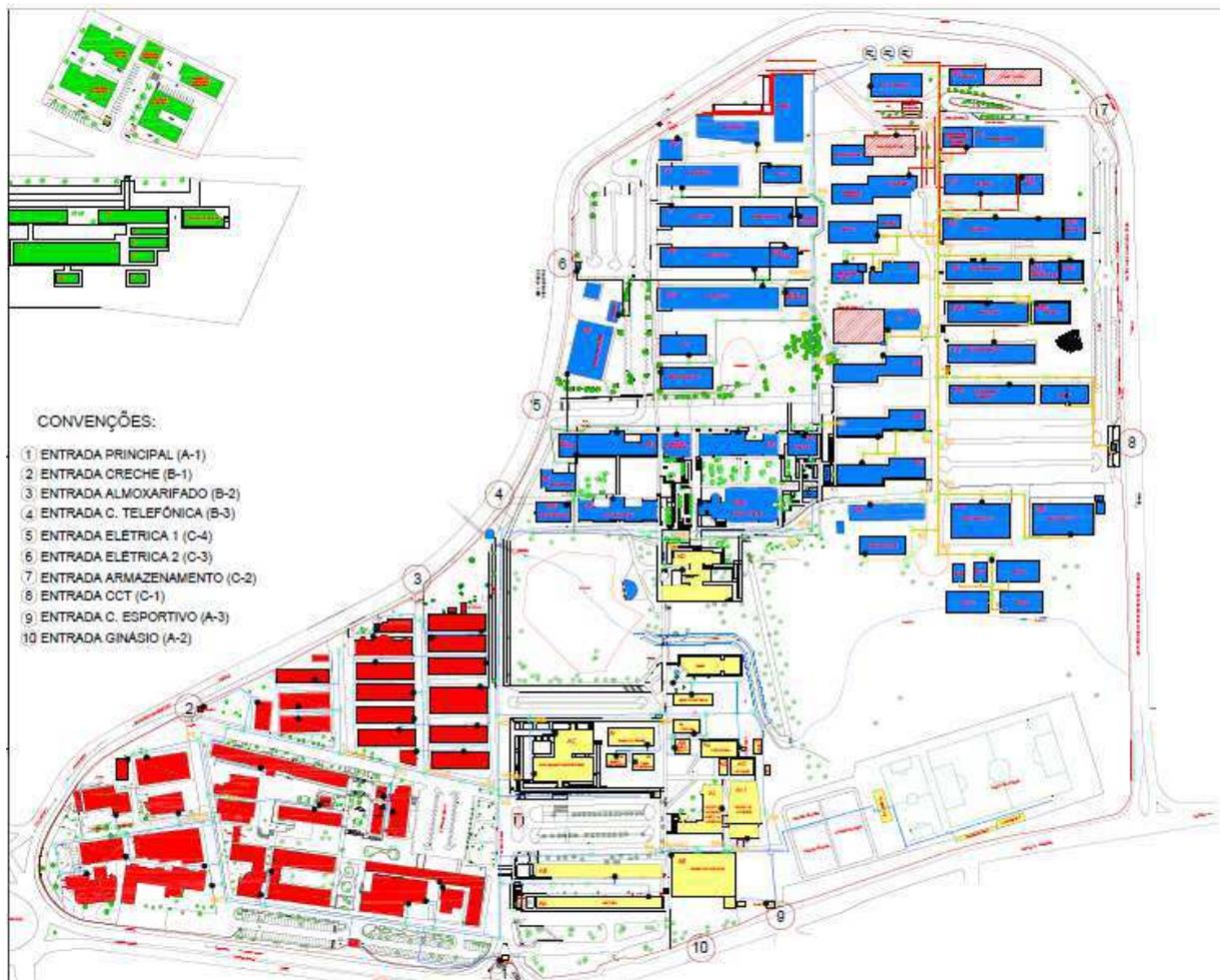
A sua infraestrutura ocupa uma área de aproximadamente 31 hectares, possuindo um Centro Esportivo equipado com quadra poliesportiva, campos de areia, gramado, academia, um restaurante universitário, uma Biblioteca Central além das bibliotecas das unidades acadêmicas, laboratórios, centrais de aulas, auditórios que totalizam em conjunto uma área construída de 78.536,79 m², de acordo com dados da Prefeitura Universitária da UFCG (Figura 8). Sendo toda esta área subdividida nos setores A, B e C (Figura 9). O setor D denominado de CCBS, não será abordado no estudo por se localizar em outro ambiente dos demais setores.

Figura 8– Vista aérea da UFCG, campus Campina Grande (caso de estudo).



Fonte: Google Earth, 2017.

Figura 9 – Representação dos setores (A, B e C) do Campus de Campina Grande - UFCG.



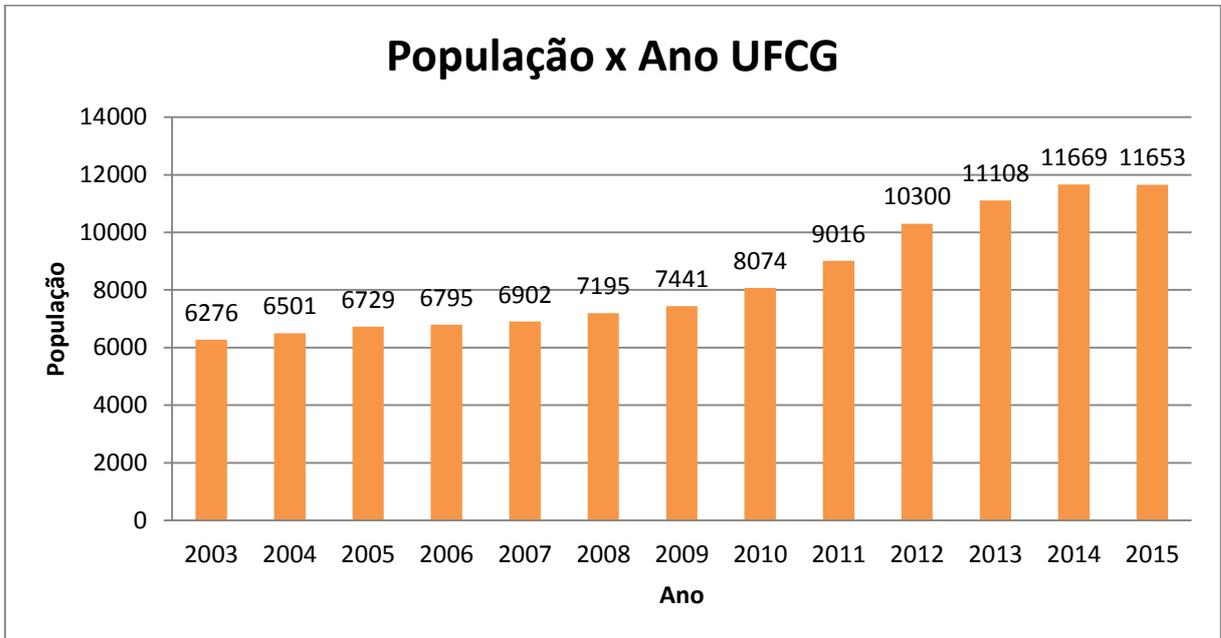
Fonte: Prefeitura universitária.

3.1.2. A comunidade universitária

De acordo com Leite (2016), a comunidade universitária do Campus de Campina Grande (setores A, B e C) no ano de 2015, composta apenas por usuários fixos, era constituída por 7.604 estudantes de graduação, 843 professores, 2.098 estudantes de pós-graduação e 1.108 funcionários, totalizando ao todo 11.653 pessoas presentes na instituição. A população flutuante que é a que visita temporariamente a edificação não foi levada em conta por não ser representativa e pela dificuldade de quantificá-la.

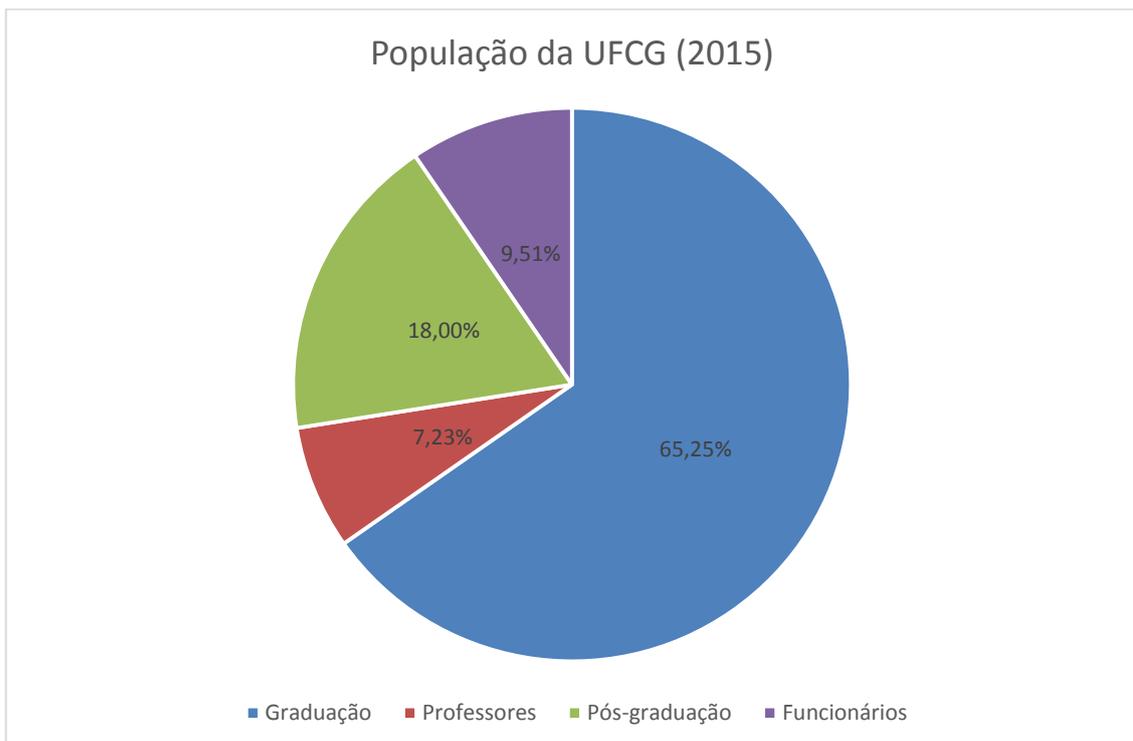
As Figuras 10 e 11 apresentam o crescimento populacional da UFCG no período de 2003 a 2015 e ilustra os valores referentes à categoria da população universitária no ano de 2015, respectivamente.

Figura 10- População por ano na UFCG



Fonte: Leite (2016).

Figura 11 - População total do Campus Campina Grande da UFCG no ano de 2015



Fonte: Adaptado de Leite (2016).

3.1.3. Sistema de Abastecimento de Água

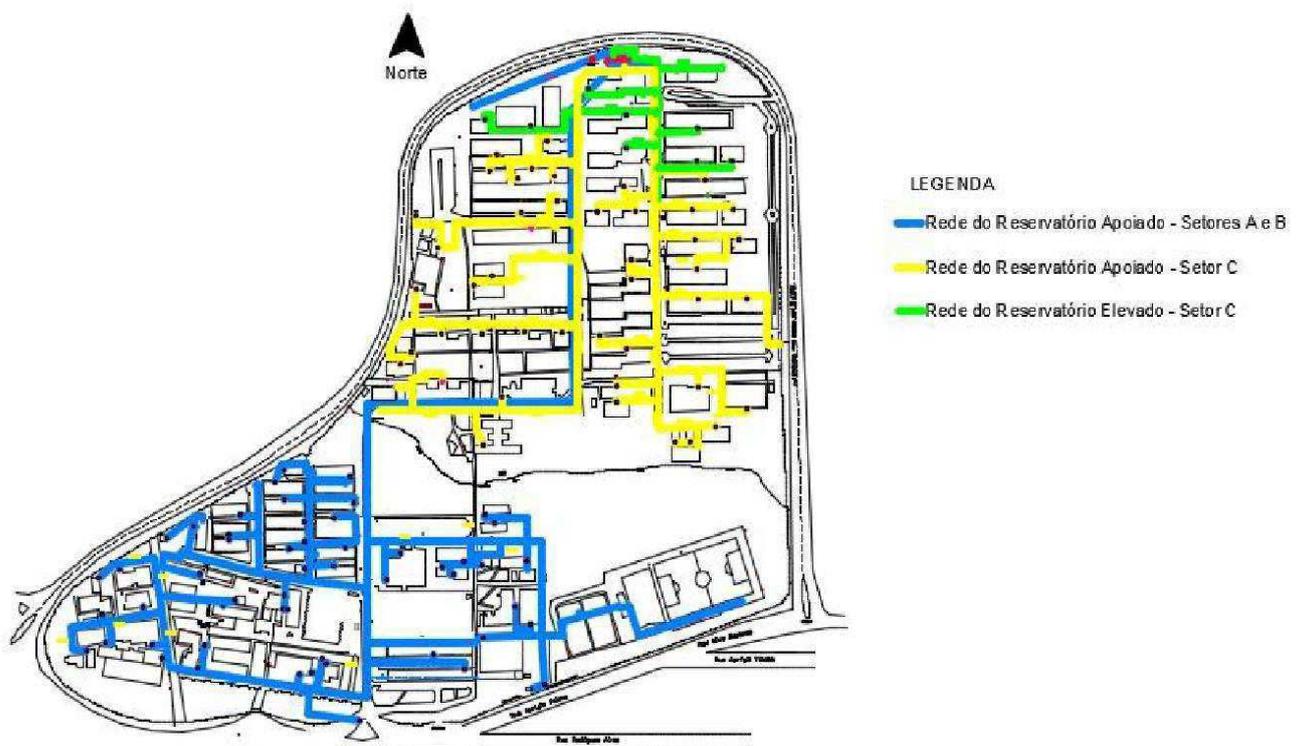
De acordo com Soares (2012), em 2011 a UFCG contava com 11 diferentes e independentes redes de abastecimento de água, o que corresponde a 11 hidrômetros e, conseqüentemente, ao mesmo número de faturas emitidas para à Instituição.

Após algumas obras de reestruturação realizadas em 2014, a quantidade de redes de abastecimento foi reduzida para 3, uma para o setor A, B e parte do C, outra para o centro de línguas e a terceira para o Hall das placas, com o objetivo de possuir uma maior eficácia no acompanhamento do consumo macro da universidade.

Em 2016, para o acompanhamento do consumo micro do campus de Campina Grande, 110 hidrômetros estavam sendo utilizados nas edificações dos setores A, B e C.

Leite (2016) afirma que o aumento na quantidade de hidrômetros possibilita a detecção de vazamentos e a centralização das contas de água facilita o pagamento e controle do consumo. A Figura 12 mostra as instalações da rede de abastecimento de água do Campus.

Figura 12- Rede de abastecimento do Campus Campina Grande



Fonte: Prefeitura Universitária da UFCG

3.2. O Sistema de Cadastro do Consumo de Água – SCCA

3.2.1. Visão Geral do Programa

O SCCA é a ferramenta computacional desenvolvida por este trabalho e trata-se de um software simples de cadastramento de dados coletados dos inúmeros hidrômetros instalados nos diversos blocos na Universidade Federal de Campina Grande, no campus sede. Sua funcionalidade principal foi projetada para dar suporte na análise final das informações reunidas e apresentar um resultado de simples interpretação, que possibilite a identificação de vazamentos, desperdícios ou algum outro problema relacionado ao consumo de água.

Tal aparato computacional apoia-se em três etapas básicas de funcionamento, como é mostrada na Figura 13.

Figura 13: Etapas de funcionamento do Sistema de Cadastro do Consumo de Água.



Fonte: Produzido pelo autor.

A Figura 13 apresenta o diagrama com as etapas de funcionamento do programa. A primeira etapa consiste na coleta e introdução dos dados iniciais da pesquisa, a segunda etapa é a fase de análise, onde ao final dessa fase o conjunto de dados de interesse é reduzido, de modo que na última etapa permaneçam apenas as informações mais relevantes para pesquisa, onde serão submetidos a análise pessoal do usuário.

3.2.2. Requisitos do Sistema

A partir de análises do sistema SCCA, foi feito o levantamento dos requisitos funcionais e não funcionais do sistema aqui proposto.

3.2.2.1. Requisitos Funcionais

Os requisitos funcionais de um sistema descrevem o que ele deve ser capaz de fazer quando a ferramenta é executada. Serão elencadas abaixo as funcionalidades que devem estar presentes no sistema.

- O acesso aos dados de amostras cadastradas no banco de dados do sistema é restrito, tendo a necessidade de ser um usuário registrado;
- O software deve permitir inserção, edição e exclusão de amostras, sendo que sempre que isso ocorra, deve passar por validação.
- Usuários sem cadastro não conseguirão acessar o sistema.

3.2.2.2. Requisitos Não Funcionais

Requisitos não-funcionais são restrições impostas aos serviços ou funcionalidades oferecidas pelo sistema, relacionando situações de desempenho, usabilidade, confiabilidade e tecnologias envolvidas. Serão elencadas plataformas e tecnologias escolhidas para desenvolvimento do sistema.

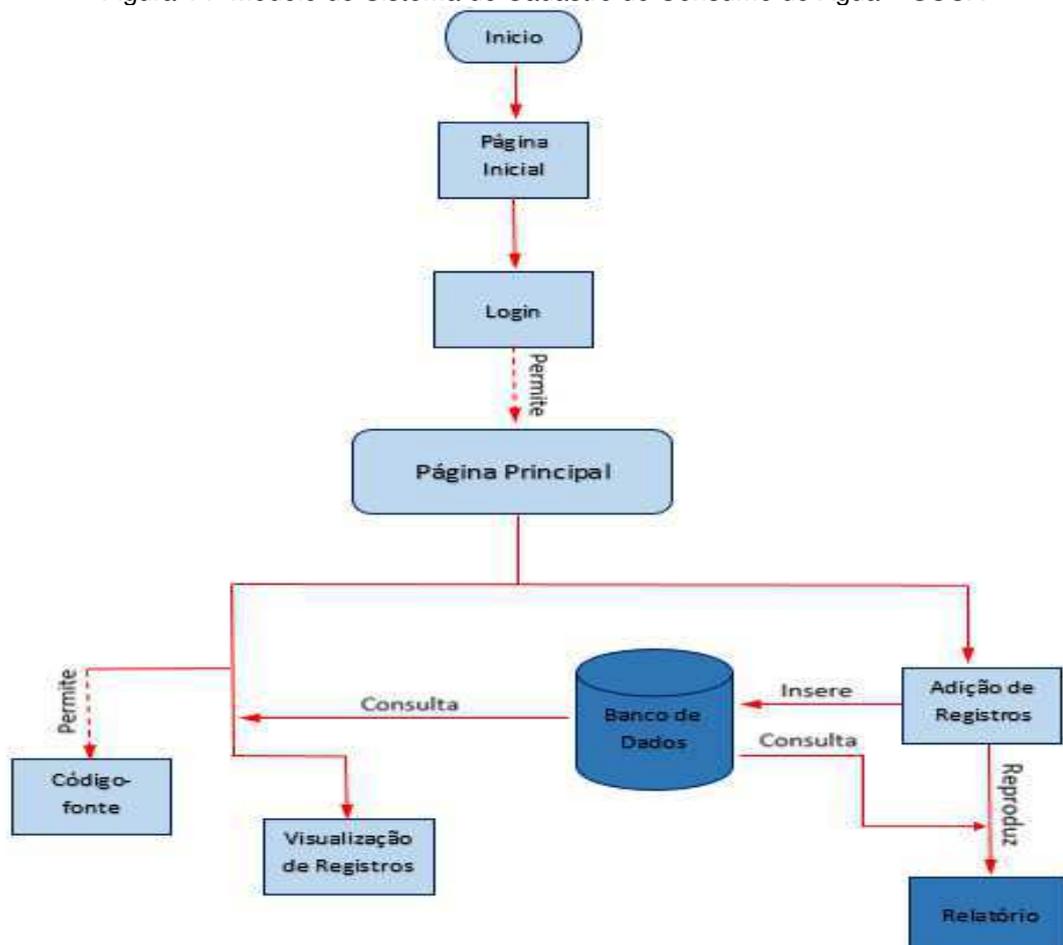
- O sistema deve ser disponibilizado de forma restrita, podendo ocorrer interferência no funcionamento em sistemas operacionais que não sejam o Microsoft Windows.
- O sistema foi desenvolvido para dispositivos como computadores de mesa e notebooks, podendo ocorrer interferência no funcionamento em dispositivos móveis como os celulares e tablets.
- O sistema foi desenvolvido na linguagem VBA, por ser uma linguagem de fácil entendimento e presente em diversos computadores através do pacote da Microsoft Office.

- O desenvolvimento na linguagem VBA ocorreu no programa da Microsoft Excel 2013, o que não garante um bom funcionamento do sistema nas versões anteriores do Microsoft Office.
- O sistema deve utilizar como banco de dados planilhas ocultas do Excel, por possuir uma rápida, direta e fácil interação com a interface.
- O sistema possui uma interface de fácil utilização e curva de aprendizagem pequena.

3.2.3. Fluxograma do Sistema

A Figura 14 apresenta o fluxograma geral do sistema, que possui o intuito de representar a sequência das atividades por meio de símbolos gráficos, que proporcionam uma melhor visualização e entendimento do mecanismo da ferramenta computacional desenvolvida.

Figura 14- Modelo do Sistema de Cadastro do Consumo de Água – SCCA



Fonte: Autoria própria (2017).

O SCCA possui quatro funcionalidades: o login de usuários que libera as outras três funcionalidades, adição, visualização e a reprodução de um relatório dos dados registrados. A liberação da página principal ocorre quando o usuário faz o login no sistema, possibilitando assim, que à adição dos dados coletados possam ser armazenadas em um banco de dados local.

A visualização de registro possibilita que o usuário visualize os dados preenchidos e armazenados no banco de dados local, já a reprodução do relatório gera arquivos em formato de PDF desses mesmos dados. O acesso ao código-fonte necessita preenchimento correto da senha requisitada.

4. Resultados

Como uma ferramenta computacional, o SCCA foi desenvolvido para realizar cadastros e análises de dados do consumo de água dos blocos do campus I da UFCG e tem por função final, gerar relatórios que apresentem informações de fácil compreensão e que possam nortear a situação do aproveitamento hídrico de cada edificação do campus. Os resultados oriundos deste relatório serão analisados nesta seção.

4.1. Visão Detalhada do Sistema de Cadastro do Consumo de Água – SCCA

Foram apresentadas aqui as principais visões do sistema, com explicações das suas funcionalidades. O design do programa foi desenvolvido com as ferramentas disponibilizadas pelo próprio VBA editor e tentou-se apresentá-las de forma que a interface gráfica da ferramenta apresente uma harmonia com o usuário.

4.1.1. Visão da Página Inicial

Todos os usuários que executarem o programa terão acesso a página inicial, conforme mostrado na Figura 15. Na interface gráfica da tela de apresentação, optou-se por apresentar o emblema da Universidade Federal de Campina Grande, por se tratar da área de estudo deste trabalho e para qual esta ferramenta foi desenvolvida.

Decidiu-se também pela utilização de uma imagem que lembre o principal motivo dessa pesquisa, a utilização racional e eficaz do consumo da água. Na página inicial também consta o nome do sistema computacional abordado e um botão “Avançar”, que possibilitará ao usuário o prosseguimento do programa e o acesso a uma nova tela de comando.

Figura 15- Visão da página oficial



Fonte: imagem salva pelo autor utilizando a ferramenta computacional.

4.1.2. Visão da Tela de Login

A seguir, na Figura 16, encontra-se a visão da tela de login do programa. Caso haja sucesso nos requisitos de acesso, o usuário é redirecionado para a tela de visualização dos blocos da UFCG. Se as condições de entrada do sistema não forem atendidas, será exibido uma mensagem de erro avisando que a senha e/ou o usuário se encontram incorretos e uma nova tentativa deve ser realizada. Se o usuário não possuir as informações necessárias para prosseguir no programa, o botão “Sair” foi posicionado para fechar o sistema.

Figura 16 - Tela de login



Fonte: imagem salva pelo autor utilizando a ferramenta computacional.

4.1.3. Tela de Visualização dos Blocos da UFCG

Com o prosseguimento do programa, chega-se a principal tela do Sistema de Cadastro de Consumo de Água – SCCA. Nesta janela se encontra o mapa da UFCG, com os seus 110 blocos monitorados por seus respectivos hidrômetros. Ela também apresenta alguns botões que tem funções que será abordado no decorrer do tópico.

A Figura 17, retrata uma parte da visualização dos blocos da UFCG. É importante ressaltar que o setor D (CCBS) não faz parte da área de estudo e, portanto, seus blocos não apresentaram função alguma.

Na imagem, é possível observar dois botões, um com a figura de um computador e outro com o símbolo de um 'x' vermelho. O primeiro deles tem a função de abrir uma planilha que possibilite ao usuário verificar de forma resumida, todos os dados mensais do consumo de água de todos os blocos do campus ao mesmo tempo. O segundo botão, está configurado para fechar o programa de maneira segura, sem ocorrer perda de dados.

Figura 17-Tela de Visualização dos Blocos da UFCG (1).



Fonte: imagem salva pelo autor utilizando a ferramenta computacional.

Em decorrência da grande dimensão do mapa do campus sede da UFCG e na tentativa de apresentá-lo numa escala que possibilitasse uma boa visualização de seus blocos, utilizou-se nesta tela principal, barras de rolagem tanto na vertical como na horizontal, que proporciona a movimentação do mapa e a sua exploração por completo.

Na Figura 18, é possível ver uma outra parte do mapa obtido pela movimentação da barra de rolagem. Também é visível um novo botão em formato de engrenagem, este, possibilitará o acesso ao código fonte do programa, assim como o banco de dados nas planilhas ocultas. O acesso a área de desenvolvimento do programa está restringido por uma senha.

Em cada um dos blocos que possuem medições do consumo de água por hidrômetros, foi posicionado um botão transparente que levará as suas respectivas janelas para preenchimento dos dados coletados. A intenção da transparência dos botões, está associado na facilidade de identificação e na intuição do usuário de desejar clicar nos blocos almejados.

Figura 18 - Tela de Visualização dos Blocos da UFCG (2).



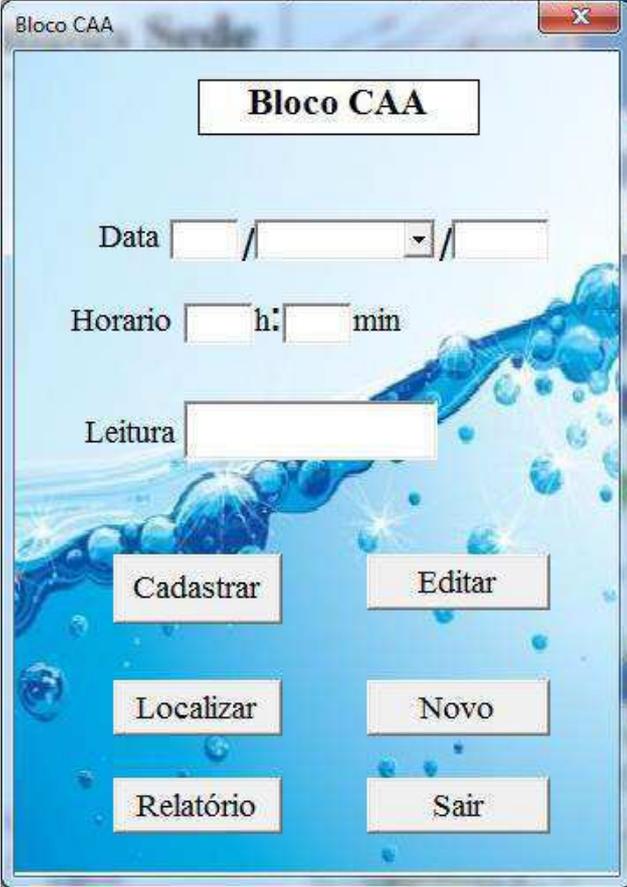
Fonte: imagem salva pelo autor utilizando a ferramenta computacional.

4.1.4. Visão da Tela de Entrada de Dados

A tela de entrada de dados surge quando o usuário seleciona, através do click do mouse, o bloco desejado para preencher as informações coletadas. Cada um dos 110 blocos possui a sua própria janela de admissão de dados personalizadas com o seu respectivo nome. A Figura 19 retrata o que foi descrito anteriormente, apresentando a tela de entrada de dados customizada para o bloco CAA.

Ainda na Figura 19, pode-se observar os campos de entrada das informações. A data, o horário e a leitura do hidrômetro são os parâmetros de admissão do programa necessários para a realização da análise e a criação do banco de dados do consumo de água.

Figura 19- Tela de Entrada de Dados



The image shows a software window titled "Bloco CAA". Inside the window, there is a header box with the text "Bloco CAA". Below this, there are three input fields: "Data" with a date format (two boxes for day and month, a dropdown arrow, and a box for year), "Horario" with two boxes for hours and minutes, and "Leitura" with a single text box. At the bottom of the window, there are six buttons arranged in two columns: "Cadastrar", "Editar", "Localizar", "Novo", "Relatório", and "Sair". The background of the window has a blue water and bubbles theme.

Fonte: imagem salva pelo autor utilizando a ferramenta computacional.

Uma vez o ambiente preenchido, o armazenamento das informações ocorre quando o usuário selecionar o botão "Cadastrar". Antes dos dados serem devidamente arquivados, uma mensagem de confirmação aparecerá ao usuário, que deve aceitar ou recusar de acordo com a sua vontade.

Caso novos dados forem ser adicionados, o botão "Novo" realizará a limpeza dos campos já preenchidos para que os novos dados sejam inseridos. Vale ressaltar, que o armazenamento só ocorrerá se todas as informações necessárias forem indicadas, caso contrário, uma mensagem informando a necessidade do preenchimento correto surgirá para o usuário.

Havendo a necessidade de correção, o utilizador do programa deverá primeiramente "Localizar" o equívoco através da data e posteriormente, a sua correção deverá ser confirmada no botão "Editar". Estas funções só funcionarão se os

A planilha gerada tem por objetivo proporcionar ao usuário uma forma de visualização simplificada de todas as informações contidas no banco de dados em um único arquivo de trabalho e, assim, facilitar na análise comparativa do consumo mensal de água de bloco a bloco.

4.2. Geração de Relatórios Individuais para cada Bloco

Ao alimentar o sistema desenvolvido com informações referentes ao volume de água consumido em cada um dos 110 blocos que possuem medições individualizadas, o SCCA realizará algumas análises dos dados cadastrados e elaborará um relatório final contendo informações que auxiliará na identificação de vazamentos e desperdícios desse recurso.

O Anexo I deste trabalho apresenta um exemplo deste relatório que é impresso em formato de PDF e traz consigo dados fictícios do bloco CW2, atribuídos para fim de teste do funcionamento do programa e para demonstrar as diferentes situações que possam vir a ocorrer.

Neste exemplo de relatório final apresentado (Anexo I), pode-se analisar os resultados separando-os em duas situações diferentes. Na primeira situação, é feita uma análise isolada de cada uma das leituras de hidrômetro realizadas e na segunda, é feita uma análise do consumo mensal da edificação, sendo também representada no formato de gráfico.

Na Tabela 1, observa-se que todas as informações de entrada do programa, que são fornecidas na tela de entrada de dados (Figura 19), estão dispostas de forma a facilitar a compreensão do usuário. A data, o horário e principalmente a leitura do hidrômetro são os parâmetros que o código do SCCA utiliza para calcular o consumo e identificar a situação do gasto de água das edificações.

Para analisar o consumo hídrico, o código do programa foi desenvolvido para subtrair da leitura atual informada, a leitura anterior já colhida no hidrômetro do bloco. O valor do consumo de água é dado em metros cúbicos.

Tabela 1 - Análise isolada de cada uma das leituras de hidrômetro do bloco CW2.

BLOCO CW2							
Data			Hora		Leitura	Consumo (m³)	Situação
Dia	Mês	Ano	Hora	Minutos			
7	Julho	2017	15	21	179,2	0	
14	Julho	2017	14	13	179,2	0	Consumo Adequado
21	Julho	2017	15	42	181,8	2,6	Consumo Adequado
28	Julho	2017	15	25	183,0	1,2	Consumo Adequado
31	Julho	2017	18	7	185,4	2,4	Consumo Adequado
5	Agosto	2017	14	7	190	4,6	Consumo Adequado
11	Agosto	2017	11	30	197	7	Consumo Regular
18	Agosto	2017	15	30	199	2	Consumo Adequado
24	Agosto	2017	11	0	205	6	Consumo Regular
1	Setembro	2017	9	25	215	10	Consumo Elevado
6	Setembro	2017	12	0	218	3	Consumo Adequado
22	Setembro	2017	9	0	220	2	Consumo Adequado
29	Setembro	2017	9	15	225	5	Consumo Adequado
6	Outubro	2017	9	0	235	10	Consumo Elevado
13	Outubro	2017	10	0	239	4	Consumo Adequado
20	Outubro	2017	10	0	245	6	Consumo Regular
27	Outubro	2017	10	25	260	15	Consumo Elevado
3	Novembro	2017	10	25	270	10	Consumo Elevado
10	Novembro	2017	15	35	273	3	Consumo Adequado
17	Novembro	2017	15	45	279	6	Consumo Regular
24	Novembro	2017	15	20	281	2	Consumo Adequado
1	Dezembro	2017	16	25	286	5	Consumo Adequado
8	Dezembro	2017	16	35	290	4	Consumo Adequado
15	Dezembro	2017	16	40	291	1	Consumo Adequado
22	Dezembro	2017	18	50	296,9	5,9	Consumo Regular
5	Janeiro	2018	18	50	299,8	2,9	Consumo Adequado
12	Janeiro	2018	18	20	302,6	2,8	Consumo Adequado
19	Janeiro	2018	18	0	306,8	4,2	Consumo Adequado
26	Janeiro	2018	16	0	315,9	9,1	Consumo Regular

Fonte: Quadro salvo pelo autor utilizando a ferramenta computacional.

A última coluna da Tabela 1, analisa a situação do consumo de água de acordo com o volume consumido entre uma leitura e outra. A classificação dessa situação foi definida como um consumo adequado, regular ou elevado.

Para o bloco CW2, o código do sistema propõe que consumos com volumes acima ou igual a 10m³ sejam consideradas uma quantidade elevada de água gasta e assim, alerta ao usuário sobre essa situação utilizando o texto “Consumo Elevado” e realçando-o na cor vermelha. De forma semelhante, o SCCA adverte ao usuário sobre a situação do “Consumo Adequado”, realçado de cor verde para consumos com volumes abaixo ou igual a 5m³. Para valores entre 5m³ e 10m³, o código orienta para uma situação de “Consumo Regular” e a cor amarelo é utilizada.

Esses valores que delimitam a situação do consumo de água do bloco, podem variar de edificação para edificação, de acordo com sua utilidade e necessidade para seu funcionamento adequado.

Observa-se na Tabela 2, que a partir da análise isolada de cada uma das leituras realizadas, o SCCA processa o somatório do volume de água consumido em cada mês e analisa novamente a situação do consumo do edifício.

Tabela 2 - Análise do consumo mensal da edificação CW2.

Mês		
Data	Consumo (m ³)	Situação
Julho2017	6,00	Consumo Adequado
Agosto 2017	20,00	Consumo Regular
Setembro2017	20,00	Consumo Regular
Outubro2017	35,00	Consumo Elevado
Novembro2017	21,00	Consumo Regular
Dezembro2017	16,00	Consumo Regular
Janeiro2018	19,00	Consumo Regular

Fonte: Quadro salvo pelo autor utilizando a ferramenta computacional.

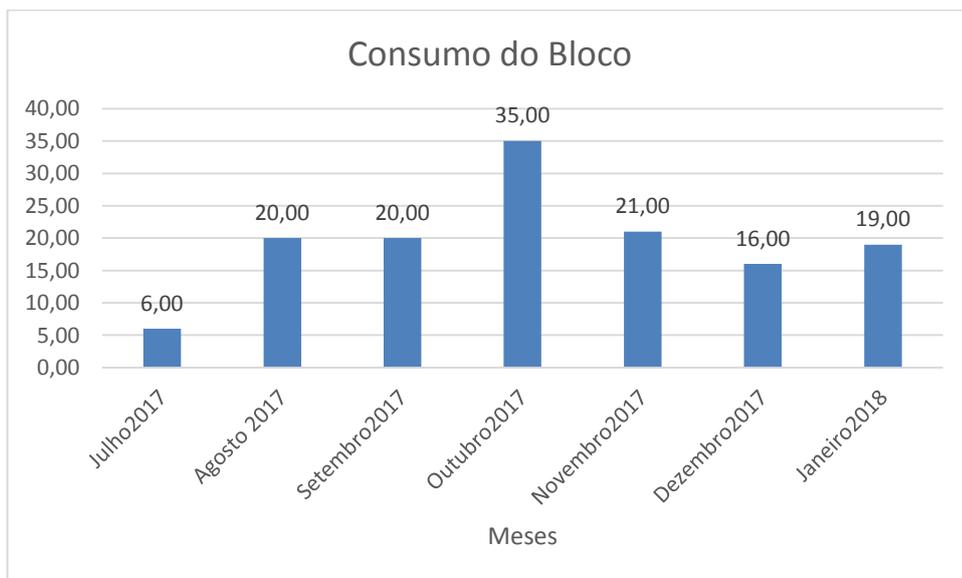
Para a análise da situação do consumo mensal da edificação, o código proposto foi semelhante ao código da análise da situação do consumo das leituras isoladas, diferenciando apenas os valores do intervalo do volume consumido.

Nesta situação, o bloco CW2 apresenta um código que propõe que consumos com volumes acima ou igual a 30m³ sejam consideradas uma quantidade elevada de água gasta, alertando ao usuário sobre essa situação utilizando o mesmo texto

“Consumo Elevado” e também o realçando na cor vermelha. Na análise mensal, o SCCA também informa ao usuário sobre a situação do “Consumo Adequado”, utilizando a mesma cor verde para volumes abaixo ou igual a 15m³. Para valores entre 15m³ e 30m³, o código orienta para uma situação de “Consumo Regular” e a cor amarelo é empregada.

As análises do consumo mensal das edificações também são representadas graficamente, conforme é apontado na Figura 21 abaixo. Pode-se extrair desta representação visual, todos os volumes de água consumida pela edificação ao longo dos meses, sendo visualmente mais atrativo que o seu quadro correspondente.

Figura 21 – Representação gráfica do consumo mensal do bloco CW2.



Fonte: Gráfico salvo pelo autor utilizando a ferramenta computacional.

5. Conclusão

O desenvolvimento do presente estudo permitiu uma observação de como uma ferramenta computacional feita para facilitar o armazenamento e a análise dos dados referentes ao consumo de água, pode auxiliar no combate ao desperdício hídrico das edificações da UFCG.

O principal resultado deste trabalho foi o desenvolvimento do SCCA. O sistema foi elaborado de modo a atender a necessidade de armazenar as leituras dos hidrômetros do campus sede da universidade, em estudo, e ao mesmo tempo que é feito esse cadastro, a ferramenta realiza uma análise das bases contidas em seu banco de dados e nos fornece relatórios contendo informações de fácil interpretação.

Além do sistema em si, este trabalho apresenta resultados contido no relatório impresso, que possibilitam ao usuário visualizar a data, o horário e a leitura coletada, e desses parâmetros são calculados o volume e a situação do consumo entre a leitura passada e atual. Informações de volume e consumo mensal da edificação também são abordados nos resultados contidos no relatório plotado pela ferramenta.

O desenvolvimento dessa ferramenta computacional, intitulada de SCCA, utilizou em seu código-fonte a linguagem de programação VBA, do Microsoft Excel 2013, para ser capaz de subsidiar o monitoramento dos hidrômetros dos blocos do Campus sede da Universidade Federal de Campina Grande. A linguagem computacional utilizada apresentou vantagens e desvantagens, porém, por se tratar de uma primeira versão de um sistema com essa finalidade, a resposta encontrada no final deste trabalho foi positiva, permitindo afirmar que a utilização de recursos digitais permite aos interessados realizarem uma análise de forma mais rápida e eficiente.

5.1. Trabalhos futuros

As funcionalidades disponíveis nesta pioneira versão do SCCA foram suficientes para atender uma necessidade inicial proposta por este trabalho. Tomando como base outros softwares de cadastramento de dados de mercado, é evidente que o SCCA requer alguns recursos que estão presentes em outras aplicações.

De modo a tornar o SCCA um software mais completo e poderoso, para as futuras versões poderiam ser consideradas as seguintes melhorias:

- Adaptação de seu código-fonte escrito em VBA para uma outra linguagem computacional que propicie que o SCCA seja interpretado como um programa por um sistema operacional, desta forma, elimina-se a necessidade de possuir o Microsoft Excel instalado na máquina, assim como possíveis incompatibilidades que possam vir a ocorrer com as atualizações do Pacote Office.
- Incrementar a esta ferramenta um banco de dados online sincronizado com o banco de dados local do sistema, possibilitando assim que qualquer mudança realizada ou qualquer informação atualizada seja compartilhada instantaneamente com todas as pessoas que tenham acesso ao SCCA, independente da máquina utilizada.
- Desenvolver em Web uma versão do SCCA para que os usuários possam acessar esta plataforma a partir de qualquer máquina que tenha acesso a rede de internet, descartando assim a necessidade de ter o software instalado no computador.

6. Referências bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA (Brasil). **Ana e ministério da integração apresentam plano nacional de segurança hídrica**. Brasília, 2014. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/imprensa/noticia.aspx?id_noticia=12525>. Acessado em: 29 de Maio de 2017.

_____. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017**: Relatório Pleno. Brasília, 2017. 177p

_____; MINISTERIO DA INTEGRAÇÃO (Brasil). **Plano nacional de segurança hídrica – critérios, seleção e detalhamento de intervenções estratégicas**: Termo de Referência. Disponível em: <http://interaguas.ana.gov.br/Lists/Licitacoes_Docs/Attachments/32/TDR_PNSH_Preliminar.pdf>. Acessado em: 29 de maio de 2017.

ANNEZ, P. C.; BUKLEY, R. M.; SPENCER, M. **Urbanization and Growth**: Setting the Context. Washington: The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank. 2009. p. 1 – 47.

Ávila, R. **Introdução ao VBA no Excel**. Disponível em <<https://blog.luz.vc/excel/introducao-ao-vba-no-excel/>>. Acesso em 07 de março de 2018.

BRASIL. Lei n. 9.433 de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da **Constituição Federal**, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

CARLI, L. N.; DE CONTO, S. M.; BEAL, L. L.; PESSIN, N. **Racionalização do uso da água em uma instituição de ensino superior – estudo de caso da universidade de caxias do sul**. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, São Paulo, vol.2, n. 1, Jan/Jun 2013.

CARMO, R.L; OJIMA, A.L.R de O; OJIMA, R.; NASCIMENTO, T.T. **Água virtual, escassez e gestão: O Brasil como grande “exportador” de água.** Revista Ambiente & Sociedade, Campinas, Vol. 10, n. 1, p. 83-96, Jan/Jun.2007.

CARVALHO, R. de C. dos A. **Uso Racional da Água em Edifícios Residenciais na Região Metropolitana do Recife (RMR) – PE.** Agosto de 2011. 190 f. DISSERTAÇÃO (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, agosto de 2011.

CARVALHO, W. de F. **Medição individualizada de água em apartamentos.** Fevereiro, 2010. 109 f. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2010.

DUARTE, G.M.C.; Scudelari, A.C.; Duarte, M. A.C. Desenvolvimento de procedimento em vba para dimensionamento de canais de distribuição de água. In: **XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**,2015,Brasilia. Anais...Porto Alegre: Abrh, 2015.

ENGENHEIROPUHLMANN. **Blog do Engenheiro Puhlmann.** Disponível em < <https://consulteengenheiroeletronico.wordpress.com/2016/07/19/metodologia-para-a-selecao-de-um-medidor-de-vazao-de-liquidos/>>. Acesso em 16 de junho de 2017.

Federação das Indústrias do Estado de São Paulo – FIESP; Agência Nacional de Águas – ANA; Sindicato da Indústria da Construção do Estado de São Paulo - SindusCon-SP. **Conservação e reuso de águas em edificações.** São Paulo: Prol Editora Gráfica, junho de 2005. 151 p.

FIGUERES, C. (2005). Urban water management in the Middle East and Central Asia. In: **Proceedings of the 12th World Water Congress of IWRA**, New Delhi, India.

FRIEDMAN, K. *et al.* **Water Demand Management optimization methodology.** American Water Works Association. 2011.

GOMES, M. I. L. **Implantação de um Programa de Uso Racional de Água na Universidade Federal de Goiás – Estudo de Caso edifício da Reitoria.** Setembro de 2011. 94 f. DISSERTAÇÃO (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

GOMES, V. L. **Uso eficiente de água em campus universitário: o caso da Universidade Federal de Campina Grande**. 2013. 114 f. DISSERTAÇÃO (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2013.

GUEDES, M.J.F.; RIBEIRO, M.M.R.; VIEIRA, Z.M.C.L. **Alternativas de Gerenciamento da Demanda de Água na Escala de uma Cidade**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Vol. 19, n.2, p. 123-134, Abr/Jun 2014.

Hafner, A. V. **Conservação e reúso de água em edificações** – experiências nacionais e internacionais. Setembro de 2007. 177 f. DISSERTAÇÃO (Mestrado em ciências em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, setembro de 2007.

MANSFIELD, R. **Mastering VBA for Microsoft® Office 2013**. Indianapolis, EUA: John Wiley & Sons, 2013. 924p.

LEITE, A. K. M. **Distribuição do consumo de água na universidade federal de campina grande – PB, campus Campina Grande**. 2016. 48f. Trabalho de Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Manual de Educação para Consumo Sustentável**. Brasília, 2015. 160p.

NAKAGAWA, A. K.; KIPERSTOK, A.; ESQUERRE, K. P. O.; QUADROS, A. dos S. **Programa de uso racional da água em uma universidade: metodologia e resultados** In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 25., 2009, Recife. *Anais...* Recife: Abes, 2009.

OLIVEIRA, L. H. de. **Conservação de água em edifícios**. Disponível em < <http://sites.usp.br/construinova/wp-content/uploads/sites/97/2016/12/Conserva%C3%A7%C3%A3o-de-%C3%A1gua-2016.pdf> >. Acesso em 17 de junho de 2017.

RÊGO, J. C.; GALVÃO, C. O.; VIEIRA, Z. M. C.; RIBEIRO, M. M. R.; ALBUQUERQUE, J. P. T.; SOUSA, J. A. (2013). Atribuições e responsabilidades na gestão dos recursos

hídricos – o caso do Açude Epitácio Pessoa/Boqueirão no Cariri Paraibano. In: **Anais do XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Bento Gonçalves: ABRH.

RÊGO, J. C.; GALVÃO, C. O.; RIBEIRO, M. M. R.; ALBUQUERQUE, J. P. T.; NUNES, T. H. C. Novas considerações sobre a gestão dos recursos hídricos do Açude Epitácio Pessoa - a seca 2012-2014 (PAP018401). In: **XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste**, 2014, Natal. Água e Desenvolvimento, 2014.

SALES, A. R. **Desenvolvimento de uma Planilha Eletrônica em VBA para o Dimensionamento Didático de Instalações de Recalque de Água**. 2015. 64f. Trabalho de Graduação em Engenharia Mecânica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Guaratinguetá, 2015

SHARMA, S. K.; VAIRAVAMOORTHY, K. (2009). Urban water demand management: prospects and challenges for the developing countries. **Water and Environmental Journal**, n. 23. p. 210-218.

SILVA, G. S.; TAMAKI, H. O.; LOUREIRO, R. S.; GONÇALVES, O. M. Eliminação de vazamentos em redes externas no contexto de programas de uso racional da água – Estudo de caso: Universidade de São Paulo. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 41-52, abr./jun. 2008.

SILVA, G. S.; TAMAKI, H. O.; GONÇALVES, O. M. **Implementação de programas de uso racional da água em campi universitários**. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 46-61, jan./mar. 2006.

SOARES, A. L. F. **Gerenciamento da Demanda de Água em Ambientes de Uso Público: O Caso da Universidade Federal de Campina Grande**. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental). Unidade Acadêmica de Engenharia Civil. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2012.

TARGA, M. dos S.; BATISTA G. T. **Benefits and legacy of the water crisis in Brazil**. **Revista. Ambiente & Água**, Taubaté, vol. 10, n. 2, Abr/Jun. 2015.

TECHMETER. **Measurement and Control**. Disponível em <<http://www.techmeter.com.br/categorias/produtos/hidrometros/>>. Acesso em 17 de junho de 2017.

TELLES, Dirceu D'Alkimin. **Reuso da Água: Conceitos, teorias e práticas**. Ed. Blucher, São Paulo, 2007.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – USP. **Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo**. 2013. Disponível em: < <http://www.pura.usp.br>>. Acesso em: 11 de junho de 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL – UFRGS. **Assessoria de Gestão Ambiental**. Disponível em: < <http://www.ufrgs.br/sga/operacao-do-sga-da-ufrgs-1/projetos/uso-razional-da-agua> >. Acesso em: 11 de julho de 2017.

ANEXO

ANEXOS 1 – Relatório final impresso em PDF



Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais
Unidade Acadêmica de Engenharia Civil



BLOCO CW2							
Data			Hora		Leitura	Consumo	Situação
Dia	Mês	Ano	Hora	Minutos			
7	Julho	2017	15	21	179,2	0	
14	Julho	2017	14	13	179,2	0	Consumo Adequado
21	Julho	2017	15	42	181,8	2,6	Consumo Adequado
28	Julho	2017	15	25	183,0	1,2	Consumo Adequado
31	Julho	2017	18	7	185,4	2,4	Consumo Adequado
5	Agosto	2017	14	7	190	4,6	Consumo Adequado
11	Agosto	2017	11	30	197	7	Consumo Regular
18	Agosto	2017	15	30	199	2	Consumo Adequado
24	Agosto	2017	11	0	205	6	Consumo Regular
1	Setembro	2017	9	25	215	10	Consumo Elevado
6	Setembro	2017	12	0	218	3	Consumo Adequado
22	Setembro	2017	9	0	220	2	Consumo Adequado
29	Setembro	2017	9	15	225	5	Consumo Adequado
6	Outubro	2017	9	0	235	10	Consumo Elevado
13	Outubro	2017	10	0	239	4	Consumo Adequado
20	Outubro	2017	10	0	245	6	Consumo Regular
27	Outubro	2017	10	25	260	15	Consumo Elevado
3	Novembro	2017	10	25	270	10	Consumo Elevado
10	Novembro	2017	15	35	273	3	Consumo Adequado
17	Novembro	2017	15	45	279	6	Consumo Regular
24	Novembro	2017	15	20	281	2	Consumo Adequado
1	Dezembro	2017	16	25	286	5	Consumo Adequado
8	Dezembro	2017	16	35	290	4	Consumo Adequado
15	Dezembro	2017	16	40	291	1	Consumo Adequado
22	Dezembro	2017	18	50	296,9	5,9	Consumo Regular
5	Janeiro	2018	18	50	299,8	2,9	Consumo Adequado
12	Janeiro	2018	18	20	302,6	2,8	Consumo Adequado
19	Janeiro	2018	18	0	306,8	4,2	Consumo Adequado
26	Janeiro	2018	16	0	315,9	9,1	Consumo Regular

Mês		
Data	Consumo	Situação
Julho2017	6,00	Consumo Adequado
Agosto 2017	20,00	Consumo Regular
Setembro2017	20,00	Consumo Regular
Outubro2017	35,00	Consumo Elevado
Novembro2017	21,00	Consumo Regular
Dezembro2017	16,00	Consumo Regular
Janeiro2018	19,00	Consumo Regular

