



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

**NÍCOLAS MATHEUS OLIVEIRA SOUTO**

**APLICAÇÃO DE UMA FERRAMENTA COMPUTACIONAL NA LEITURA  
SETORIZADA DO CONSUMO DE ÁGUA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
CAMPINA GRANDE (UFCG) – CAMPUS SEDE**

Orientadores: Dayse Luna Barbosa  
Antônio Leomar Ferreira Soares

Campina Grande-PB

2018

**NÍCOLAS MATHEUS OLIVEIRA SOUTO**

**APLICAÇÃO DE UMA FERRAMENTA COMPUTACIONAL NA LEITURA  
SETORIZADA DO CONSUMO DE ÁGUA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
CAMPINA GRANDE (UFCG) – 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<sup>a</sup> 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

APLICAÇÃO DE UMA FERRAMENTA COMPUTACIONAL NA LEITURA  
SETORIZADA DO CONSUMO DE ÁGUA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
CAMPINA GRANDE (UFCG) – 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.

---

Nícolas Matheus Oliveira Souto  
Orientando

---

Prof.<sup>a</sup> Dayse Luna Barbosa  
Orientadora

---

Eng. Antônio Leomar Ferreira Soares  
Co - Orientador

NOTA: \_\_\_\_\_

Campina Grande, dezembro de 2018

## RESUMO

Mesmo sendo o país com a maior reserva de água potável do mundo, o Brasil enfrenta grandes problemas de seca, devido à sua má gestão e à discrepância na distribuição superficial da água. A seca iniciada em 2012 na região nordeste, considerada uma das maiores da história, trouxe à tona novamente a preocupação com o uso da água. O gerenciamento da demanda de água consiste em um conjunto de técnicas utilizadas para controlar o consumo e reduzir os desperdícios. O uso racional se divide em ações tecnológicas, ações sociais e ações econômicas. Como ação tecnológica pode-se citar o uso de equipamentos poupadores de água. Ações econômicas utilizam-se de incentivos financeiros para influenciar o consumo. E as ações sociais são aquelas que visam a educação da sociedade para o uso consciente deste recurso. A medição setorizada, que já é implantada em vários locais do Brasil, a exemplo nas universidades de São Paulo, Bahia e Campina Grande (USP, UFBA e UFCG), é um tipo de ação utilizada para monitorar o consumo de água e evitar o desperdício. No campus sede da UFCG, a medição setorizada é feita manualmente e seus dados são armazenados em planilhas simples, o que acaba dificultando o acompanhamento e a análise dos dados. Diante disso, o presente trabalho se propõe a aplicar pela primeira vez uma ferramenta computacional, desenvolvida para subsidiar o monitoramento dos dados coletados nas leituras de consumo de água. A partir do uso desta ferramenta, foi organizado um resumo dos dados a respeito do uso da água em algumas edificações e realizadas análises e comparações a respeito do consumo. Assim, foi demonstrado e comprovado que o consumo de água varia de acordo com o uso e a população da edificação, como por exemplo, edifício de salas de aula consomem mais água que edifícios destinados a tarefas administrativas, ou edifícios que possuem fontes alternativas de abastecimento, como reuso de água de chuvas apresentam uma economia de água considerável em relação à edifícios que não adotam esta prática. Também foi demonstrada a facilidade que o uso do software proporciona na detecção de problemas ou anomalias no abastecimento de água, ao serem detectados altas ou baixas no consumo nos prédios analisados. Por fim, o uso de uma ferramenta específica para a medição setorizada provou-se ser benéfico para a manutenção da rotina de registros, trazendo maior controle do monitoramento e um armazenamento inteligente e organizado dos dados coletados.

Palavras-chave: Desperdício de água; monitoramento; gestão da demanda de água.

## **ABSTRACT**

Even though it is the country with the largest potable water reserve in the world, Brazil faces major drought problems due to its mismanagement and the discrepancy in surface water distribution. The drought started in 2012 in the northeast region, considered one of the largest in history, has raised again the concern about the use of water. Water demand management consists of a set of techniques used to control consumption and reduce waste. Rational use is divided into technological actions, social actions and economic actions. As technological action can be mentioned the use of water-saving equipment. Economic actions use financial incentives to influence consumption. And social actions are those that aim at the education of society for the conscious use of this resource. The sectorized measurement, which is already implemented in several places in Brazil, for example in the universities of São Paulo, Bahia and Campina Grande (USP, UFBA and UFCG), is a type of action used to monitor water consumption and avoid waste . At the UFCG headquarters campus, sectorized measurement is done manually and its data is stored in simple spreadsheets, which makes it difficult to follow up and analyze the data. Therefore, the present work proposes to apply for the first time a computational tool, developed to support the monitoring of the data collected in the water consumption readings. From the use of this tool, a summary of the data on the use of water in some buildings was organized and analyzes and comparisons were made on consumption. Thus, it has been demonstrated and proven that water consumption varies according to the use and population of the building, such as building classrooms consume more water than buildings intended for administrative tasks, or buildings that have alternative sources of supply , as reuse of rainwater present a considerable water saving compared to buildings that do not adopt this practice. It was also demonstrated the ease that the use of the software provides in the detection of problems or anomalies in water supply, when detected high or low consumption in the buildings analyzed. Finally, the use of a specific tool for the sectorized measurement has proved to be beneficial for the maintenance of routine records, bringing greater control of the monitoring and intelligent and organized storage of collected data.

**Keywords:** Waste of water; monitoring; management of water demand..

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Capacidade dos principais reservatórios da Paraíba em julho de 2018.....	9
Figura 2 - Mapa da transposição do rio São Francisco.....	10
Figura 3 - Infográfico da demanda de água por tipo de uso.....	11
Figura 4 - Consumo de água mensal dos blocos da Universidade de Caxias do Sul. ....	12
Figura 5 - Hidrômetro analógico. ....	18
Figura 6: Etapas básicas do funcionamento do programa .....	20
Figura 7 – Tela de login do SCCA .....	20
Figura 8 - Tela de Visualização dos Blocos da UFCG.....	21
Figura 9 - Tela de cadastro de dados do SCCA.....	22
Figura 10 - Relatório completo do bloco CN. ....	23
Figura 11 - Fluxograma: etapas da metodologia .....	24
Figura 12 - Imagem de satélite do Campus sede. ....	25
Figura 13 - Setores de distribuição e água.....	27
Figura 14 - Mapa das redes de água da UFCG.....	28
Figura 15 - Divisão dos setores de leitura .....	29
Figura 16 - Gráfico do consumo semanal de água em m <sup>3</sup> do bloco CAA.....	32
Figura 17 - Gráfico do consumo mensal em m <sup>3</sup> do Bloco CAA .....	33
Figura 18 - Consumo semanal de água do bloco CB .....	34
Figura 19 - Consumo mensal de água em m <sup>3</sup> no bloco CB.....	35
Figura 20 - Variação semanal do consumo de água no bloco AI.....	37
Figura 21 - Consumo mensal de água em m <sup>3</sup> do bloco AI. ....	37
Figura 22 - Consumo de água mensal do bloco CR .....	42
Figura 23 - Consumo de água mensal do bloco CT .....	43
Figura 24 - Encanação do banheiro masculino no térreo do bloco CR.....	44
Figura 25 - hidrômetro do banco Santander na UFCG encoberto pela vegetação .....	45
Figura 26 - hidrômetro do centro de extensão na UFCG completamente soterrado .....	46
Figura 27 - Problema de sobreposição de gráficos gerados no relatório.....	47

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo semanal de água do bloco CAA.....	31
Tabela 2 - Consumo semanal de água do bloco CB (REENGE) .....	34
Tabela 3 - Consumo semanal de água no bloco AI .....	36
Tabela 4 - Leituras do consumo de água no bloco CN.....	39
Tabela 5 - Leitura semanal do consumo de água do bloco CR. ....	41
Tabela 6 - Consumo de água no bloco CT (LEP) .....	42

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	6
1.1 OBJETIVOS .....	7
1.1.1 Objetivo Geral .....	7
1.1.2 Objetivos específicos .....	7
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	8
2.1 DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUAS E ESCASSEZ HÍDRICA .....	8
2.1.1 A crise hídrica na Paraíba .....	9
2.2 USOS DA ÁGUA .....	10
2.3 USO DA ÁGUA EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR .....	11
2.4 GESTÃO E USO RACIONAL DA ÁGUA .....	13
2.5. MEDIDAS PARA MINIMIZAR O CONSUMO DA ÁGUA .....	14
2.5.1 Programas de uso racional da água .....	14
2.5.1.1 Programa PURA .....	15
2.5.1.2 Programa Aguapura Vianet .....	15
2.5.1.3 Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA) .....	15
2.5.2 Aparelhos poupadores de água .....	16
2.5.3 Medição setorizada .....	17
2.5.3.1 Leitura manual dos hidrômetros .....	18
2.6 VISUAL BASIC FOR APPLICATIONS (VBA) .....	18
2.7 DESENVOLVIMENTO DA FERRAMENTA SCCA .....	19
2.7.1 Funcionamento do programa .....	19
2.7.2 Requisitos do sistema .....	23
3. METODOLOGIA .....	24
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO .....	24
3.2 DIVISÃO DOS SETORES DE LEITURA .....	28
3.3 OBTENÇÃO DOS DADOS .....	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	30
4.1 COMPARATIVO DO CONSUMO ENTRE BLOCOS DE SALAS DE AULA E BLOCOS ADMINISTRATIVOS .....	31
4.2 DETECÇÃO DE PROBLEMAS E ANOMALIAS .....	38

4.3 COMPARAÇÃO DO CONSUMO DOS BLOCOS CR E CT .....	40
4.4 DIFICULDADES NA COLETA DOS DADOS.....	44
4.5 FALHAS NA FERRAMENTA E SUGESTÕES DE MELHORIAS .....	46
5. CONCLUSÕES .....	48

## 1. INTRODUÇÃO

Apesar de ser um país com uma enorme abundância de recursos hídricos, determinadas regiões do Brasil ainda sofrem com a escassez hídrica, fato este que se justifica pela distribuição bastante heterogênea da água superficial, que se encontra em sua maior parte na região norte do país, que em contrapartida é a região menos populosa do território (ANA, 2017).

Somados os problemas de escassez hídrica e a dependência da população aos vários usos da água, principalmente o abastecimento humano, surgem temas como o Gerenciamento da demanda de água (GDA), que consiste em toda e qualquer medida voltada a reduzir o consumo final dos usuários do sistema, sem perda dos atributos de higiene e conforto dos sistemas originais (SOARES, 2012).

No combate ao desperdício de água existem três tipos de ações principais: as ações sociais que lidam diretamente com as pessoas, através dos meios de comunicação, as ações econômicas, que consistem em regular o consumo da água por meio de tarifas e multas, e as ações tecnológicas, que se utilizam de técnicas e equipamentos para regular ou diminuir o consumo (OLIVEIRA, 1999).

Quando se trata do ambiente universitário o controle do consumo de água se torna uma tarefa difícil. Devido a heterogeneidade dos ambientes e das atividades realizadas no âmbito universitário, o consumo de água é diversificado e de estimativa complexa, o que dificulta a criação de programas de gestão de águas e a detecção de problemas no sistema (SILVA, 2004).

A medição setorizada é vista como uma solução para o monitoramento do consumo de água em locais com ambientes muito distintos e com consumos variados. Caracteriza-se em dividir um ambiente maior em setores menores, que podem ser desde bairros até edificações, e realizar a medição do consumo de água de maneira separada em cada um desses setores. Essa prática já é utilizada em diversos lugares incluindo alguns campi universitários, a exemplo da escola politécnica da Universidade de São Paulo (USP), a Universidade Federal da Bahia (UFBA) e a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) que já obtiveram resultados significativos na economia de água.

Diante disso, surge a necessidade de se utilizar ferramentas específicas para que seja feito o acompanhamento eficiente dos registros de consumo hídrico das medições. O presente trabalho se propõe a colocar em prática a utilização da ferramenta Sistema de Cadastro de Consumo de Água (SCCA), que é um software simples e desenvolvido pela própria universidade através de um trabalho de conclusão de curso, na linguagem Visual Basic for Applications (VBA), e tem como principal função de armazenar e organizar os dados de leituras

coletados de maneira manual em todos os edifícios do campus sede da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Portanto, espera-se que a aplicação do software na organização e armazenamento das leituras dos hidrômetros, possa levar a uma interpretação mais precisa dos dados apresentados possibilitando uma melhor discussão a respeito do assunto.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como principal objetivo estudar o consumo de água em prédios públicos do ambiente universitário utilizando a ferramenta computacional Sistema de cadastro de Consumo de Água (SCCA).

### 1.1.2 Objetivos específicos

- ✓ Apontar possíveis limitações da ferramenta SCCA;
- ✓ Avaliar os problemas observados nas edificações estudadas em relação à gestão da demanda de água.
- ✓ Comparar o consumo médio por pontos de água em ocupações de uso semelhante.
- ✓ Diagnosticar problemas associados aos hidrômetros e ao processo de leitura utilizado atualmente no campus.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUAS E ESCASSEZ HÍDRICA

O Brasil é um dos países mais privilegiados em relação à quantidade de água disponível. Segundo a Agência Nacional de Águas - ANA (2017), o Brasil possui aproximadamente 12% da água doce do mundo, no entanto, mesmo com tanta abundância de recursos hídricos algumas regiões ainda sofrem com o problema de escassez de água. Isso se deve ao fato de que a água doce se encontra distribuída de maneira bastante heterogênea no território brasileiro, haja visto que, dos 260.000 m<sup>3</sup>/s de água que passam pelo Brasil 205.000 m<sup>3</sup>/s estão localizados na bacia do rio Amazonas, que em contrapartida detém somente cerca de 5% da população brasileira restando 55.000m<sup>3</sup>/s para as demais regiões. Como agravante, vale salientar que menos da metade dessa água está disponível na superfície, sendo boa parte dela subterrânea.

Essa distribuição heterogênea das águas se evidencia quando se trata da região semiárida brasileira, uma região com área de aproximadamente 960.000 km<sup>2</sup> e 1133 municípios, localizada em sua maioria, em torno de 89,5%, na região nordeste, e que apresenta média de chuva anual de 800 milímetros, podendo chegar a 500 milímetros nos locais mais críticos. O que representa menos da metade da média de chuvas anuais nacionais que é de 1760 milímetros, e se torna mais discrepante ainda em comparação com os 3000 milímetros precipitados anualmente na região amazônica. (ANA, 2017)

Além da baixa pluviosidade anual, a região nordeste ainda sofre com períodos de estiagem cíclicos que podem durar vários anos, em decorrência do fenômeno “*el niño*”, ocasionando a baixa exagerada nos reservatórios, racionamento da água, além de prejuízos elevados na agricultura e na indústria. (ARAÚJO, 2011)

Apesar disso, a população da região semiárida continua a crescer, de acordo com o Instituto Nacional do Semiárido – INSA (2014), em quatro anos a população dessa região aumentou 5%, chegando a 23,5 milhões de pessoas em 2014.

Além dos cenários apresentados, tem-se ainda a falta de tratamento de esgoto, acaba por poluir os mananciais já existentes de água. Segundo os dados do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento - SNIS, no ano de 2016, apenas 74,9% do esgoto era coletado, e desse percentual, somente 44,9% passa por um tratamento adequado. Em consequência disso, a maior parte da parcela não-tratada e/ou não-coletada do esgoto, vai parar nos mananciais de água, tornando o uso deste recurso impraticável (BRASIL, 2018).

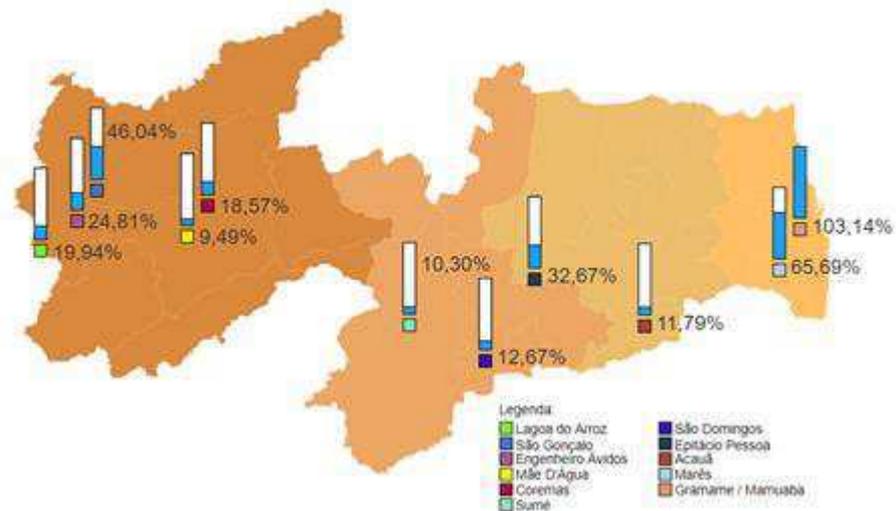
### 2.1.1 A crise hídrica na Paraíba

Na última década o estado da Paraíba, localizado na região do semiárido brasileiro, vem sofrendo uma das maiores crises hídricas de sua história. Devido à má gestão da água e os baixos índices pluviométricos, que fecharam abaixo da média desde o ano de 2012 em toda a região do semiárido, a recarga dos mananciais não foi suficiente para repor a quantidade consumida pela população abastecida.

A má gestão das águas representa grande parte do problema do abastecimento na Paraíba. Segundo dados do movimento Trata Brasil (2018), a Paraíba possui um percentual de perdas no abastecimento de 36%, que apesar de estar um pouco abaixo da média nacional de 38%, ainda representa uma perda elevada, em se tratando de um estado que enfrenta o problema da seca.

A Figura 1 representa o nível dos principais reservatórios do estado. É possível notar que, com exceção dos reservatórios localizados na região litorânea, o nível de água está abaixo dos 50% da capacidade em todos os demais reservatórios principais do estado.

Figura 1 - Capacidade dos principais reservatórios da Paraíba em julho de 2018.



Fonte: AESA (2018)

Diante de tal situação, vários municípios decretaram estado de emergência, o que leva as autoridades a realizarem ações mitigadoras a exemplo do abastecimento com carros-pipa, perfuração de poços, construção de cisternas, recuperação de barragens e a construção de novos sistemas de abastecimento de água (MEDEIROS; BRITO, 2017).

A transposição do rio São Francisco, tem sido a principal ação mitigadora contra a seca. As obras da transposição que abastecem o estado da Paraíba, compreendem o eixo leste do sistema, que possui 237 km de extensão e leva água também para o estado do Pernambuco. A obra conta também com um eixo norte, que leva a água do rio São Francisco para os estados do Ceará, Rio grande do Norte, Pernambuco e Paraíba. A Figura 2 mostra um mapa da distribuição das águas da transposição na região nordeste (MAISONNAVE; KNAPP, 2018).

Figura 2 - Mapa da transposição do rio São Francisco

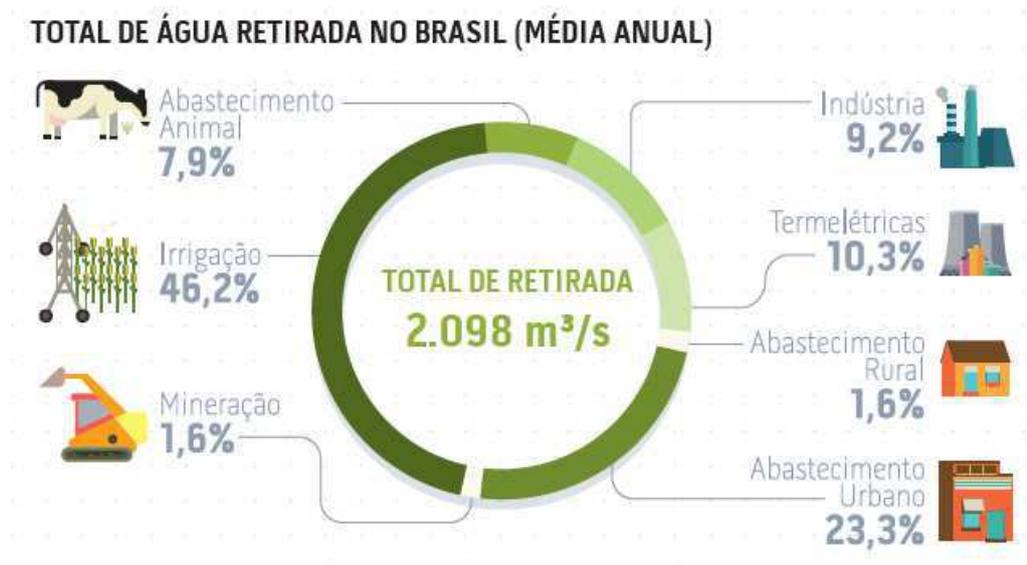


Fonte: Folha de São Paulo (2018)

## 2.2 USOS DA ÁGUA

A água é amplamente utilizada no Brasil, para diversos fins. Qualquer atividade humana que altere as características naturais da água, pode ser considerado um uso, dentre essas existem dois tipos de uso: o uso consuntivo, que retira a água do manancial para que ela seja utilizada, e o não consuntivo, que utiliza a água no próprio manancial. Os principais usos de água consuntivos no Brasil estão representados na Figura 3 e são: abastecimento animal, industrial, irrigação, termelétricas, abastecimento rural, mineração e abastecimento urbano (ANA, 2017):

Figura 3 - Infográfico da demanda de água por tipo de uso



Fonte: ANA, 2017

### 2.3 USO DA ÁGUA EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR

Por se tratar de um ambiente bastante heterogêneo, o uso da água nas instituições de ensino superior (IES), pode ser de difícil controle e estimativa. De acordo com SILVA (2004), o ambiente universitário tem a característica de unir, numa mesma área várias edificações de tipologias diferentes que podem incluir: laboratórios, restaurantes, museus, salas de aula, banheiros, academias, clubes esportivos, áreas verdes, etc. O que pode se converter em diversos tipos de uso, dentre eles pode-se citar:

- ✓ Consumo humano: Dessedentação, higienização, preparação de alimentos;
- ✓ Sistemas laboratoriais: Destiladores, e resfriamento de equipamentos;
- ✓ Prática de esportes;
- ✓ Rega: rega dos jardins e das plantas cultivadas;
- ✓ Limpeza dos veículos;
- ✓ Construções e reformas;

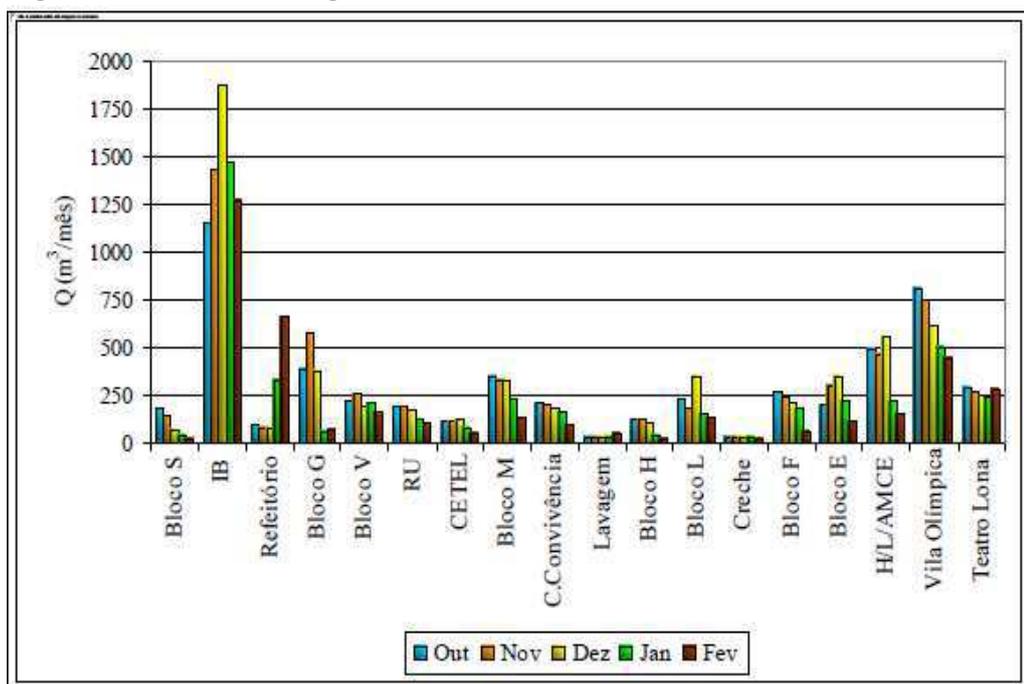
Ao elaborar a caracterização do consumo de água na UFBA, Nakagawa (2009) constatou que para se estimar o uso da água no ambiente universitário deve se levar em conta fatores diversos como a população que frequenta o local, o tempo de permanência no local e a tipologia do edifício. Por exemplo, não se pode considerar o mesmo consumo de água em dois

blocos de aulas com 300 alunos, sendo que em um deles o tempo de permanência dos ocupantes é maior, assim como não se pode considerar que o consumo de um bloco de laboratórios seja igual ao consumo de um bloco de salas de aulas, pois nos laboratórios podem existir equipamentos que utilizam água mesmo sem a presença humana.

No mesmo estudo mencionado acima, foi constatado que o consumo de água médio diário de um aluno do bloco de biologia, fica em torno de 20 litros, enquanto apenas um destilador do laboratório chega a consumir em um dia 187 litros de água.

Carli et. al. (2013) constaram que existe discrepância no consumo de água, de acordo com as atividades desenvolvidas na universidade de Caxias do Sul. Na Figura 4 é possível notar que os maiores consumos de água do campus são nos blocos do Instituto de Biomedicina - IB com uma média de 1440 m<sup>3</sup> por mês, seguido pela vila olímpica, e o ambulatório central - AMCE. Os demais blocos consomem menos de 300 m<sup>3</sup> por mês.

Figura 4 - Consumo de água mensal dos blocos da Universidade de Caxias do Sul.



Fonte: CARLI et. al. (2013)

Além da diferença por uso, as IES também têm o consumo de água variando de acordo com a sazonalidade, ocasiões como o período de férias, eventos esportivos, congressos e estação do ano também influenciam diretamente no uso da água (SILVA, 2004).

## 2.4 GESTÃO E USO RACIONAL DA ÁGUA

Gestão de recursos hídricos ou uso racional da água, são práticas que podem ser implementadas de diversas maneiras, em escala e locais adequados e tem como objetivo controlar a demanda de água afim de garantir a disponibilidade e a qualidade deste recurso com regularidade e durabilidade (PEREIRA, 2004).

A gestão de recursos hídricos é dividida em três níveis sistêmicos: macro, que trata da gestão dos recursos na escala de bacia hidrográfica, meso, que trata a gestão na escala urbana, como uma cidade ou um vilarejo, e o micro, que trata em específico do consumidor individual, como uma residência ou um edifício (OLIVEIRA, 1999).

Em questão de uso racional, a otimização pode ser feita considerando-se duas ações operacionais no sistema:

- Ações de atuação: que influencia diretamente na redução do consumo de água, como a implantação de aparelhos com vazões reguladas ou com temporizadores de uso.
- Ações de controle: ação que auxilia na redução do consumo através do monitoramento, a fim de estabilizar o uso da água no nível mínimo alcançado.

De acordo com Cheung et. al. (2009), o consumo de água pode ser definido como o somatório do consumo efetivo, das perdas e do desperdício.

O consumo efetivo é a quantidade de água utilizada para a real execução da atividade frequentemente expressa em termos de volume ou de vazão. Vale salientar que o consumo efetivo de alguns aparelhos pode ser mensurado com certa precisão, por exemplo, uma bacia sanitária, de acordo com a norma brasileira NBR 15.097/2004, pode ser mensurado em 6,8 litros por descarga. Por outro lado, o consumo de um banho de chuveiro pode variar bastante a depender do tipo do chuveiro, e da duração do banho. (CHEUNG et. al., 2009).

É possível estabelecer medidas de eficiência relacionadas com o consumo efetivo de água à medida que uma menor quantidade de água seja necessária para a execução de uma mesma tarefa. Por exemplo, duas bacias sanitárias podem executar as mesmas funções com 6 ou com 10 litros de água, sendo a primeira considerada mais eficiente.

Segundo CHEUNG et. al. (2009), perda, também chamada de “perda inevitável”, é definida como “a quantidade de água prevista para a realização de um ou mais usos, mas que não é utilizada devido a falhas técnicas, operacionais, econômicas ou de outro tipo”. Vazamentos inacessíveis ou os quais não se dispõe de tecnologia suficiente para saná-lo, é considerado uma perda inevitável. Outro exemplo de perda são os aquecedores de água centrais

em edifícios, que ao se realizar a manobra de regulagem entre água fria e quente, uma certa quantidade de água é perdida.

O conceito de perda muitas vezes está relacionado à característica de ineficiência, por razões análogas às características de eficiências supracitadas. Uma peça que ocasiona muitas perdas na sua utilização é considerada uma peça ineficiente.

Desperdício é definido por Cheung et. al. (2009) como as perdas que poderiam ser evitadas, e que estão associadas à negligência do usuário e ao mal-uso dos equipamentos e dos recursos. Um exemplo comum de desperdício de água é quando uma torneira permanece aberta, mesmo quando a água não está sendo utilizada efetivamente no momento. Também pode ser considerado um desperdício as perdas causadas por uma instalação imperfeita, que poderia ter sido feita de outra maneira.

Segundo Oliveira (1999) para tentar reduzir o desperdício de água em um sistema podem-se adotar três tipos de ações:

- Ações econômicas: que consiste no uso de incentivos ou desincentivos econômicos, para tentar induzir a redução no consumo. Pode-se citar nesse tipo de ação o aumento tarifário como um desincentivo ao consumo excessivo.
- Ações sociais: através de campanha educativas pelos diversos meios de comunicação, para tentar mudar a forma de consumo de cada indivíduo.
- Ações tecnológicas: através do uso de técnicas ou equipamentos que possibilitem o controle ou a redução direta do consumo de água, por exemplo, a implantação de peças sanitárias redutoras do consumo, ou o uso de sensores e medidores para controlar o consumo.

## 2.5. MEDIDAS PARA MINIMIZAR O CONSUMO DA ÁGUA

Algumas atitudes que diminuem o consumo de água já são utilizadas na prática. Nos tópicos seguintes serão apresentadas algumas dessas medidas.

### 2.5.1 Programas de uso racional da água

Ao notar-se a fragilidade das reservas hídricas e a crescente discussão sobre a temática do uso racional da água, começaram a surgir, a partir da década de 1990, diversos programas de uso racional e combate ao desperdício de água. Dentre eles, se destacam o PURA (Programa

do Uso Racional da Água), o PNCDA (Plano Nacional de Combate ao Desperdício de Água), o programa Aguapura Vianet.

#### 2.5.1.1 Programa PURA

O PURA, da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP, surgiu em 1996 e consiste em intervenções físicas, através da substituição dos aparelhos sanitários e conscientização através de palestras e eventos. O programa tem como principal objetivo reduzir o consumo de água nos prédios públicos, porém, também conta com alguns clientes privados, chegando a ter, atualmente, cerca de 1,4 mil prédios cadastrados o que representa uma redução de 130 litros por segundo na vazão demandada (SABESP, 2018).

Um dos locais mais notáveis em que o PURA atua é o campus da escola politécnica da USP. De acordo com o site do programa, desde a sua implantação em 1998 já foi registrada uma redução de 48% do consumo mensal médio de água até o ano de 2013, variando de 137.881m<sup>3</sup>/mês para 81.005m<sup>3</sup>/mês.

#### 2.5.1.2 Programa Aguapura Vianet

O programa Aguapura, desenvolvido pela Universidade Federal da Bahia (UFBA) em parceria com a Rede de Tecnologias Limpas (TECLIM), é utilizado desde o ano de 2004 no campus da UFBA, e juntamente com outras medidas de manutenção, resultou em uma diminuição do consumo per capita de 42 litros para 18 litros por pessoa dia (AGUAPURA, 2018).

O programa consiste na medição setorizada automática e contínua do consumo de água com o auxílio de hidrômetros conectados à internet que enviam o sinal em tempo real para o sistema Aguapura/TECLIM, possibilitando a detecção rápida de anomalias que ocasionam perdas e desperdícios, o que acarreta em uma economia significativa.

O Aguapura já se encontra em sua versão 4.0 e é utilizado em diversas localidades do estado da Bahia, a exemplo de alguns institutos federais e edifícios governamentais.

#### 2.5.1.3 Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA)

O PNCDA é um programa da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades, criado em 1997 com o objetivo de “promover o uso racional da água de abastecimento público nas cidades brasileiras, em benefício da saúde pública, do saneamento ambiental e da eficiência dos serviços, propiciando a melhor produtividade dos ativos existentes e a postergação de parte dos investimentos” (SILVA; CONEJO; GONÇALVES, 1999).

O programa em parceria com o Plano de Modernização do Setor Saneamento (PMSS), oferece gratuitamente em seu portal na internet uma série de Documentos Técnicos de Apoio (DTA) contendo instruções e recomendações para a realização de manutenções e medições nas instalações hidráulicas. Com uma linguagem de fácil entendimento, fotos e croquis, os DTA têm intuito de capacitar a mão de obra do setor de saneamento para estimular as práticas do uso racional da água.

O PNCDA desenvolveu também, em parceria com o Instituto Brasileiro de Administração Municipal, um curso de ensino à distância, voltado para os profissionais do setor de saneamento, com foco na questão da gestão das perdas de água e energia elétrica.

#### *2.5.1.4 Reestruturação do sistema de abastecimento na UFCG – campus sede*

Após o diagnóstico negativo a respeito da rede de abastecimento de água do campus sede da UFCG, feito por Soares (2012), foram tomadas diversas ações visando reduzir o consumo de água no campus. Dentre estas, podem ser citadas:

- A reforma da rede de abastecimento completa e divisão em setores;
- A instalação de dispositivos poupadores de água nas edificações, como torneiras de fechamento mecânico e bacias sanitárias com bi-comando;
- A colocação de cartazes por todo o campus como forma de conscientização dos usuários;
- Reaproveitamento das águas da lagoa do campus para a irrigação dos jardins;
- Desenvolvimento do Sistema de Gerenciamento de Água da UFCG, com o intuito de monitorar remotamente o consumo nas edificações.

De acordo com a prefeitura universitária do campus (2018), desde a sua implantação até o ano de 2017 o programa já gerou uma economia de mais de um milhão de reais anteriormente gastos com tarifas de água. Em valores de consumo de água, a redução do consumo encontra-se em torno de 70% em relação ao período anterior à implantação.

#### *2.5.2 Aparelhos poupadores de água*

Aparelhos poupadores ou economizadores de água são dispositivos que realizam as suas determinadas funções com uma maior eficiência e um menor consumo de água. A grande

vantagem de se utilizar esse tipo de aparelhos, em termos de uso racional da água, é que ocorre uma economia de água independente da vontade do usuário.

De acordo com SABESP (2009) os principais dispositivos poupadores utilizados são:

- Restritores e reguladores de vazão
- Arejadores
- Torneiras com sensores
- Torneira com acionamento por pressão e fechamento automático
- Bacia sanitária com VDR
- Bacia sanitária com duplo acionamento
- Mictório sem água

### 2.5.3 Medição setorizada

A medição setorizada é considerada uma ação de controle e consiste na instalação de medidores de vazão em áreas estratégicas que fazem parte de um conjunto maior, com o intuito de quantificar o consumo de água separadamente por setor, edifício ou equipamento e não do conjunto como um todo. Portanto o medidor será mais uma parte do sistema usualmente composto por reservatórios, condutos de água, pontos de consumo, válvulas e bombas (TAMAKI, 2003).

Para Tamaki (2003), o domínio dos dados de consumo de uma edificação propicia o diagnóstico inicial da situação de consumo, bem como permite a avaliação e manutenção periódica do programa de uso racional da água implantado. Manutenção essa que, por conta da heterogeneidade das edificações, se torna difícil de ser realizada quando se trata o local de análise por um panorama geral.

Através da medição setorizada, por exemplo, pode-se elaborar ações para o combate ao desperdício, como a aplicação de multas à usuários específicos que estão consumindo água em excesso.

Diversos programas de uso racional de água utilizam da medição setorizada como método de controle de consumo, como por exemplo, o programa já citado Aguapura Vianet da UFBA, que tem mostrado resultados significativos na economia de água. O programa PURA da SABESP também utiliza de medição setorizada como parte das ações economizadoras de água.

### 2.5.3.1 *Leitura manual dos hidrômetros*

Nesse método, a leitura do consumo de água é feita manualmente, por um funcionário ou voluntário, em intervalos de tempo pré-estabelecidos e registrada em um sistema para que possa ser armazenada e comparada posteriormente. Geralmente, nesse tipo de prática, são utilizados hidrômetros analógicos, como o representado na Figura 5, não conectados a nenhum tipo de rede de informação, e com uma precisão inferior aos hidrômetros mais modernos.

Figura 5 - Hidrômetro analógico.



Fonte: Techmeter (2018)

Segundo Santana (2015) esse método não é o mais adequado pois pode ocasionar alguns problemas como: leituras equivocadas, impossibilidade ou dificuldade de leitura pelo leiturista em decorrência de algum defeito do hidrômetro, que pode acarretar em erros, férias de funcionário que levam à interrupção das leituras ou até mesmo pela falta dos colaboradores responsáveis pelas leituras no lançamento dos dados. Esse tipo de método está sendo substituído aos poucos pela leitura automática, levando em conta que essa é mais precisa e mais constante.

## 2.6 VISUAL BASIC FOR APPLICATIONS (VBA)

O Microsoft Office Excel é um software poderoso na elaboração de planilhas e gráficos, dos mais simples aos mais complexos, capaz de oferecer diversas funcionalidades nos setores de controle de dados, entretanto a sua capacidade de elaboração e análise de planilhas aumenta significativamente com o auxílio da linguagem de programação VBA (ÁVILLA, 2015).

VBA é a abreviação para Visual Basic for Applications que é uma linguagem de programação desenvolvida pela Microsoft e aplicada juntamente com os programas do pacote office, e é utilizada para escrever programas que comandam automaticamente diversas funções

que, sem o auxílio da programação, seriam repetidas exaustivamente. A eficiência na análise de dados evolui bastante com o auxílio de tal tecnologia (WALKENBACH, 2018).

Especialmente por fazer presente do sistema operacional Windows, o sistema operacional mais presente nos computadores atualmente, o uso da linguagem VBA para o desenvolvimento de softwares simples de acompanhamento de dados com o auxílio do Excel se torna ainda mais justificada, por ser bastante acessível à grande maioria dos usuários.

## 2.7 DESENVOLVIMENTO DA FERRAMENTA SCCA

Utilizando-se da linguagem de programação Visual Basic for Applications, juntamente com o Microsoft Office Excel, Ferreira (2018) desenvolveu uma ferramenta computacional nomeada Sistema de Cadastro de Consumo de Água (SCCA) para ser utilizada no acompanhamento e no armazenamento das leituras dos hidrômetros no processo de medição setorizada na UFCG.

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.

### 2.7.1 Funcionamento do programa

O programa funciona seguindo as três etapas básicas relacionadas no fluxograma da Figura 6, que serão descritas a seguir.

Figura 6: Etapas básicas do funcionamento do programa



Fonte: Ferreira (2018)

A introdução dos dados coletados na forma de valores absolutos das leituras dos hidrômetros, é feita manualmente, de maneira intuitiva na tela de cadastro.

Figura 7 – Tela de login do SCCA



Fonte: Ferreira (2018)

Ao realizar o login no programa com o usuário e a senha previamente cadastrados, através da tela de login mostrada na Figura 7 aparecerá o mapa de inserção de dados, com todos os blocos existentes no campus, conforme Figura 8.

Figura 8 - Tela de Visualização dos Blocos da UFCG



Fonte: Ferreira (2018)

Para começar a inserir os dados, o usuário deve então clicar em um dos blocos representados no mapa para ter acesso a tela de cadastro do respectivo bloco. A Figura 9 corresponde a tela de cadastro do bloco CAA.

Figura 9 - Tela de cadastro de dados do SCCA.

The image shows a software window titled 'Bloco CAA'. Inside the window, there is a title bar 'Bloco CAA' with a close button. The main area has a blue background with a water bubble pattern. At the top, there is a label 'Bloco CAA' in a box. Below it are three input fields: 'Data' with a dropdown arrow, 'Horario' with 'h:' and 'min' labels, and 'Leitura'. At the bottom, there are six buttons arranged in two columns: 'Cadastrar', 'Editar', 'Localizar', 'Novo', 'Relatório', and 'Sair'.

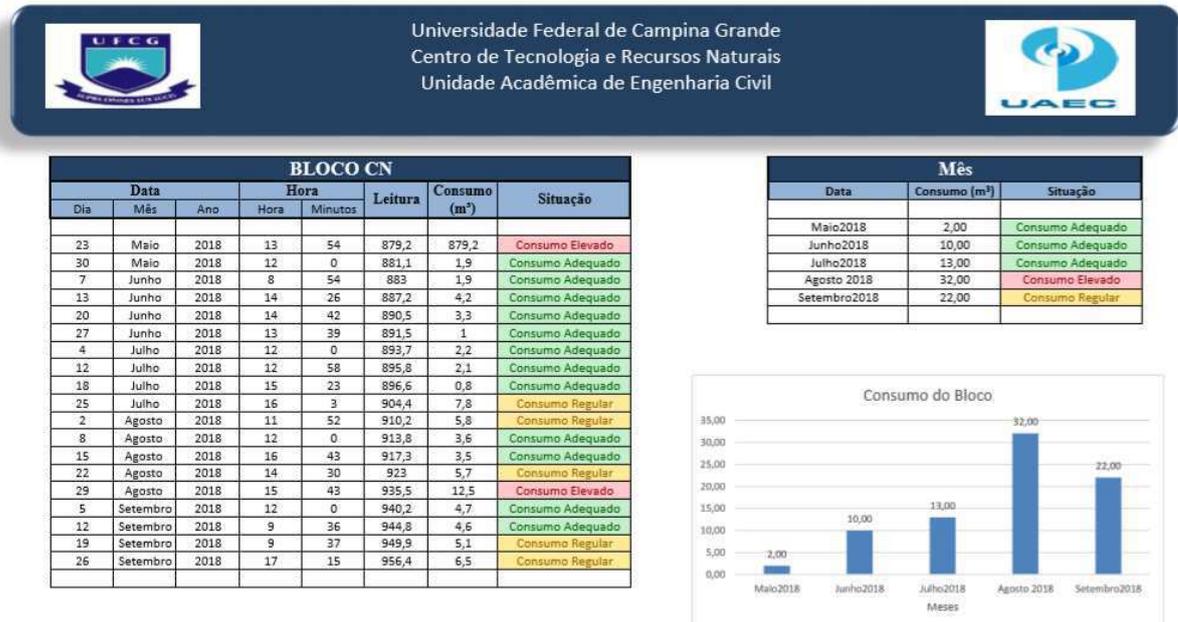
Fonte: Ferreira (2018)

Após o preenchimento de todos os campos “data”, “horário” e “leitura” o usuário só precisa clicar no botão “cadastrar” que os dados serão gravados em uma planilha oculta do Excel. Ao clicar em “novo” os campos que tiverem dados inseridos são limpos para a inserção de novos valores. O botão “localizar” serve para resgatar, pela data, uma leitura que já foi inserida e caso essa leitura tenha sido registrada errada, ela pode ser substituída com o botão “editar”.

O processo de análise das informações o programa subtrai da última leitura o valor da leitura anterior e assim obtêm-se o consumo de água da semana. Somando os consumos das semanas, obtêm-se então o volume consumido no mês.

Ao clicar no botão “relatório”, na tela de cadastro da Figura 9, o programa gera um relatório da edificação no formato PDF contendo o resumo das leituras, com data e hora, e o consumo durante a semana e durante o mês em metros cúbicos. Ambos na forma de tabela e gráfico. A Figura 10 é a captura de tela de uma página de relatório completa. Com base na média de consumo, o programa classifica como “consumo elevado” caso o uso de água esteja o dobro ou mais acima da média, “consumo regular” se o consumo de água estiver entre a média e o dobro dela acima da média, e classifica como “consumo adequado” se o consumo de água se apresentar igual ou abaixo da média.

Figura 10 - Relatório completo do bloco CN.



Fonte: Imagem salva pelo autor.

### 2.7.2 Requisitos do sistema

Segundo Ferreira (2018) o sistema possui requisitos funcionais e não-funcionais na sua execução. Por requisitos funcionais entende-se como as tarefas que o programa pode realizar durante o seu funcionamento, são elas:

- A exigência de um cadastro prévio para que seja permitido o acesso ao software.
- A restrição dos dados, seja para visualizar, acrescentar ou editar, sendo liberado apenas para o usuário logado e com senha.

De acordo com Ferreira (2018) requisitos não funcionais do aplicativo “são restrições impostas aos serviços ou funcionalidades oferecidas pelo sistema, relacionando situações de desempenho, usabilidade, confiabilidade e tecnologias envolvidas.” Dentre estas podem-se destacar:

- O software foi desenvolvido no sistema operacional Windows, o que não garante bom funcionamento em outro tipo de sistema.
- O programa foi feito utilizando-se do Excel 2013, portanto o seu bom funcionamento em versões anteriores é incerto.

- O programa foi desenvolvido para computadores e notebooks, podendo conter erros caso seja executado em smartphones ou tablets.

### 3. METODOLOGIA

Para a elaboração deste trabalho foram seguidas as etapas constantes no fluxograma da Figura 11, algumas delas descritas nos tópicos que se seguem.

Figura 11 - Fluxograma: etapas da metodologia



Fonte: produzida pelo autor

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

O local de realização do estudo é o campus sede da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), que está localizado no bairro de Bodocongó, na cidade de Campina Grande, estado da Paraíba. A Figura 12 é uma fotografia de satélite da área estudada.

Figura 12 - Imagem de satélite do Campus sede.



Fonte: Google Earth (2018)

O campus foi fundado em 06 de outubro de 1952 como escola politécnica, sendo a primeira instituição de ensino superior do interior do Nordeste. Em consonância com o crescimento acelerado, tanto físico como econômico da cidade, e na expectativa da sua continuidade, o primeiro curso da escola foi o curso de Engenharia Civil. Naquela época, a escola politécnica funcionava no colégio estadual da Prata, sendo transferida para o bairro de Bodocongó apenas em 1961, local onde funciona até os dias atuais. Mais tarde, em 1962, a escola politécnica foi federalizada, passando então a se chamar Universidade Federal da Paraíba - UFPB (SOARES, 2012).

De acordo com Soares (2012), em 09 de abril de 2002, por meio da Lei nº 10.419, foi declarado o desmembramento da UFPB em duas instituições, sendo uma sediada na capital do estado, João Pessoa, agregando os campi Areia e Bananeiras, esta continuou a ser chamada de UFPB, e outra que viria a ser a Universidade Federal de Campina Grande, sediada na cidade de Campina Grande, agregando os campi Cajazeiras, Souza e Patos. Posteriormente com a

implantação do programa de Reestruturação e Expansão das Instituições Federais de Ensino Superior (REUNI), foram criados outros três campi: Cuité, Sumé e Pombal.

Portanto, pelo fato do campus possuir quase 60 anos de existência, alguns prédios oriundos da sua fundação têm instalações hidráulicas defasadas. O que muitas vezes reflete no consumo de água e na sua qualidade, gerando a necessidade de reformas e ampliações das tubulações.

A infraestrutura do campus principal compreende uma área de aproximadamente 31 hectares, que incluem um centro esportivo equipado com quadra poliesportiva, campo de areia, campo de futebol e academia ao ar livre, um restaurante universitário, uma Biblioteca Central além das bibliotecas das unidades acadêmicas, diversos laboratórios, centrais de aulas e auditórios que juntos totalizam uma área construída de aproximadamente 78.500 m<sup>2</sup>, toda essa área está subdividida nos setores A (amarelo), B(vermelho) e C(azul), representados na Figura 13, e o setor D, que não faz parte da área desse estudo por encontrar-se significativamente afastado dos demais (FERREIRA, 2018).

Segundo Ferreira (2018) o campus Campina Grande da UFCG apresenta como principais atividades acadêmicas 47 cursos de graduação, 30 mestrados e 12 doutorados, sendo estes distribuídos em cinco centros acadêmicos: Centro de Humanidades (CH), Centro de Engenharia Elétrica e Informática (CEEI), Centro de Ciências e Tecnologia (CCT), Centro de Tecnologias e Recursos Naturais (CTRN) e o Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS).

No ano de 2015, a comunidade universitária do Campus de Campina Grande, nos seus setores A, B e C, a população fixa de pessoas era composta 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 (LEITE, 2016). Considerando que não houveram grandes mudanças no campus nos últimos anos, estima-se que a população atual se mantenha próxima de 12.000 pessoas. Vale salientar que além da população fixa, existe no campus uma população variável de pessoas, constituída por vendedores, visitantes, etc. o que acaba dificultando a estimativa de uma população total do campus.

Figura 13 - Setores de distribuição e água



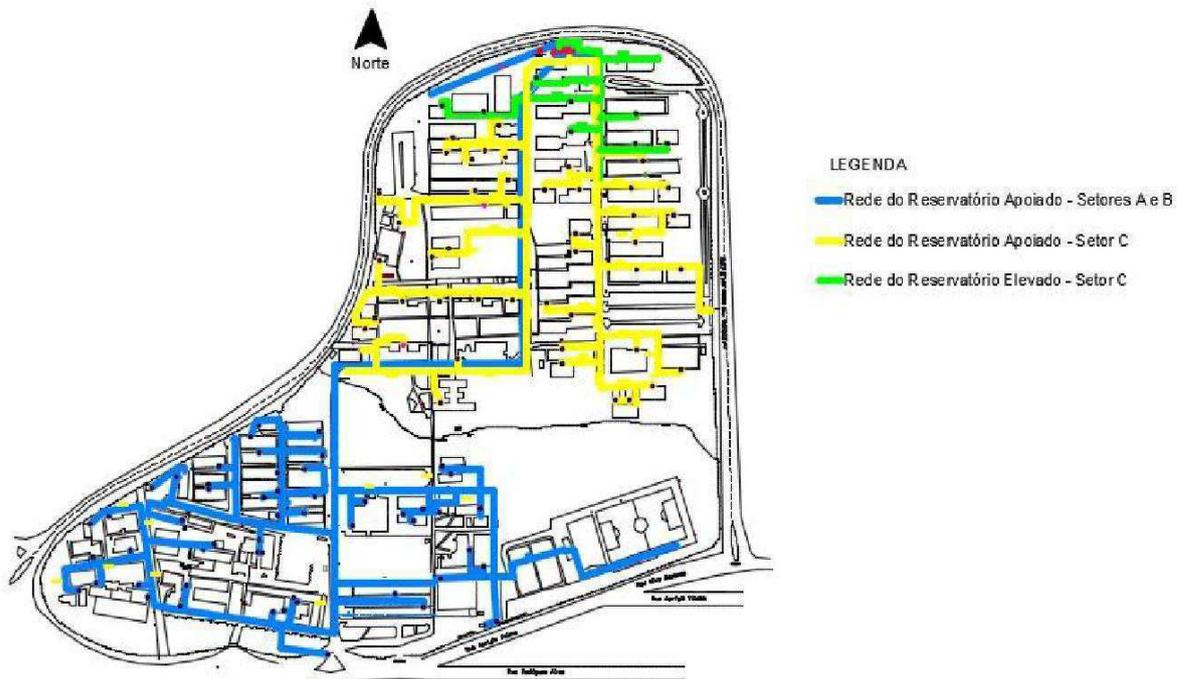
Fonte: Prefeitura Universitária da UFCEG

Em 2011 a UFCEG possuía apenas um reservatório de água, ainda assim em condições bastante degradadas com capacidade de 350 m<sup>3</sup> e onze redes de água, nove delas nos setores A e B, por serem mais antigas e as outras duas redes se localizavam no setor C. Seguindo o mesmo padrão, cada rede possuía um hidrômetro independente e cada um deles gerava uma fatura de serviço de água (SOARES, 2012).

De acordo com as informações divulgadas no site da prefeitura universitária em 2014 foram tomadas algumas medidas para combater o desperdício de água dentre elas vale destacar: a diminuição das redes de nove para três, uma para os setores A e B e as outras duas para o setor C, como está representado no mapa da Figura 14. Foram construídos também mais dois reservatórios de água, um para cada rede, sendo um deles elevado e o outro sobre o solo, além disso, reservatório antigo foi restaurado para se reduzir as perdas de água por vazamento.

Em 2016, visando ter um melhor monitoramento do consumo de água, foram instalados 110 hidrômetros, um para cada bloco, o que possibilitou a leitura individualizada do consumo de água em cada edificação.

Figura 14 - Mapa das redes de água da UFCG.



Fonte: Prefeitura universitária da UFCG

### 3.2 DIVISÃO DOS SETORES DE LEITURA

Para possibilitar a leitura dos hidrômetros pelos colaboradores sem que houvesse uma sobrecarga de tarefas, os setores A, B e C, existentes no campus sede da UFCG, foram divididos em 10 subsetores da seguinte maneira:

- **Setor A1:** Siass, arquivo geral, Creduni, posto médico, prefeitura, centro de extensão, ampliação do centro de extensão;
- **Setor A2:** guarita principal, bloco AA, bloco AB, ginásio, guarita do ginásio, restaurante universitário, academia, banco do Brasil, caixa, Santander, biblioteca;
- **Setor B1:** central de línguas, cantina, centro de humanidades, bloco BC, bloco BC1, creche, DART, bloco BW1, bloco BZ, LABINFO, centro gemológico, bloco BF2, museu do semiárido;
- **Setor B2:** PRE, quiosque do Olavo, quiosque do Marcos, quiosque da Genilda, bloco BD, bloco BG, bloco BJ, bloco BI, bloco BX, guarita da creche, bloco BH;

- **Setor B3:** bloco BU, bloco BT, bloco BS, bloco BR, bloco BQ, bloco BP, bloco BK1, bloco BK, bloco BL, bloco BM, bloco BN, bloco BO, desenho industrial;
- **Setor C1:** bloco CAA, bloco CA, bloco CA1, central telefônica, engenharia de produção, bloco CB, praça das profissões, bloco CD, bloco CD1, bloco CF, subestação, guarita do CEEI;
- **Setor C2:** Laboratório do CEEI, CEEI, bloco CG, fontes renováveis, bloco CH, larca, bloco CI, Nokia, sistema de potência, bloco CJ, IECON, bloco CJ1, metrologia;
- **Setor C3:** Reservatório, engenharia de alimentos, agroindustrial, multiusuário, LABPETRI, laboratório de informática, bloco CP, bloco LSD, bloco CN, bloco CM, bloco CL, bloco CK, resíduos sólidos;
- **Setor C4:** bloco CZ1 (sementes), bloco CZ, bloco CY, bloco CY1, bloco CX, bloco CX1, bloco CV, bloco CV1, bloco CV2;
- **Setor C5:** bloco CW, bloco CW2, bloco CT, bloco CS, LABRES, diretoria do CCT, bloco CR, estufas;

Os subsetores foram separados pelo critério de proximidade, como pode ser observado no mapa da Figura 15, isso possibilitou reduzir o tempo gasto pelo responsável na realização dos registros.

Figura 15 - Divisão dos setores de leitura



Fonte: Adaptado de Prefeitura universitária da UFCG (2018)

### 3.3 OBTENÇÃO DOS DADOS

Para a obtenção dos dados de consumo dos prédios foi montada uma equipe com dez voluntários alunos da graduação em engenharia civil da UFCG. Dentre estes dez, um deles ficou como coordenador do grupo, e era o responsável por reunir os dados em uma planilha única.

Cada colaborador ficou responsável por apenas um setor, e realizou as leituras uma vez por semana, preferencialmente nas quartas-feiras sem horário definido. Ao realizar a leitura registrava-se a data, o horário e a quantidade que estava marcando o hidrômetro e a informação era passada ao coordenador do grupo. Inicialmente os dados foram inseridos e armazenados em uma planilha eletrônica comum, gerida pelo coordenador, sincronizada e salva no armazenamento em nuvem, no qual todos os leituristas tinham acesso. Esses valores eram então inseridos no software, que, por sua vez, realizava o cálculo do volume consumido semanal e mensal, gerando gráficos e tabelas resumo de dados.

As leituras dos meses anteriores a maio de 2018 foram cedidas pela prefeitura universitária da UFCG bem como outros dados a respeito das edificações da universidade como quantidade de pontos de água por prédio, mapas do campus e dados sobre a rede de abastecimento.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção serão apresentados os resultados que foram considerados relevantes para a elaboração da discussão a respeito do uso da ferramenta computacional para o monitoramento do consumo de água, bem como resultados que apresentem justificativas para a utilização da medição setorizada como forma de controle para gerenciar o uso racional da água.

Tendo em vista que a apresentação dos resultados de 110 hidrômetros se tornaria exaustiva, por conta da semelhança de comportamento entre vários blocos, uma vez que a ocorrência de anomalias no consumo não é algo comum, tornando a tarefa repetitiva e não contribuiria com o enriquecimento deste trabalho.

#### 4.1 COMPARATIVO DO CONSUMO ENTRE BLOCOS DE SALAS DE AULA E BLOCOS ADMINISTRATIVOS

Através da realização de medição setorizada, munindo-se das planilhas e gráficos gerados pela ferramenta SCCA, torna-se possível observar as disparidades existentes no consumo de água no ambiente universitário. Neste capítulo serão discutidas as diferenças entre o uso da água nos blocos de salas de aula CAA e CB em relação ao bloco AI, onde está localizada a agência do Banco do Brasil no campus sede da UFCG.

Vale ressaltar antes das análises das tabelas a seguir, que o consumo de água na primeira linha está sempre igual à leitura registrada, portanto, o primeiro valor contido na coluna “consumo” nas tabelas geradas pelo programa SCCA deve ser desconsiderado para efeito de análise, já que este não representa o consumo de água e sim o valor da leitura que foi feita.

Na Tabela 1 estão dispostos os dados das medições do hidrômetro do Bloco CAA. Este bloco é um dos maiores blocos de salas de aula do campus, e é frequentado diariamente por centenas de pessoas.

Tabela 1 - Consumo semanal de água do bloco CAA

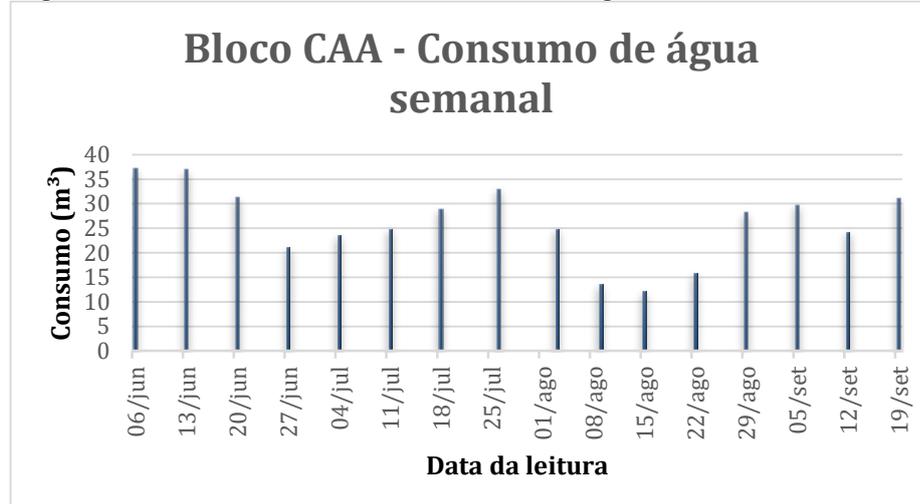
<b>BLOCO CAA</b>							
<b>Data</b>			<b>Hora</b>		<b>Leitura</b>	<b>Consumo (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Situação</b>
<b>Dia</b>	<b>Mês</b>	<b>Ano</b>	<b>Hora</b>	<b>Minutos</b>			
23	Maio	2018	18	3	3440,6	3440,6	Consumo Elevado
6	Junho	2018	15	33	3477,7	37,1	Consumo Elevado
13	Junho	2018	15	17	3514,6	36,9	Consumo Elevado
20	Junho	2018	15	9	3545,8	31,2	Consumo Elevado
27	Junho	2018	15	9	3566,8	21	Consumo Elevado
4	Julho	2018	15	17	3590,3	23,5	Consumo Elevado
11	Julho	2018	15	21	3615,1	24,8	Consumo Elevado
18	Julho	2018	15	15	3644	28,9	Consumo Elevado
26	Julho	2018	16	11	3677	33	Consumo Elevado
3	Agosto	2018	11	11	3701,8	24,8	Consumo Elevado
9	Agosto	2018	10	36	3715,3	13,5	Consumo Elevado
15	Agosto	2018	15	24	3727,4	12,1	Consumo Elevado
22	Agosto	2018	14	54	3743,2	15,8	Consumo Elevado
29	Agosto	2018	15	25	3771,4	28,2	Consumo Elevado
5	Setembro	2018	15	0	3801,1	29,7	Consumo Elevado
12	Setembro	2018	15	30	3825,3	24,2	Consumo Elevado
19	Setembro	2018	15	23	3856,3	31	Consumo Elevado

Fonte: planilha gerada pelo programa SCCA através da inserção de dados pelo autor.

O bloco de aulas CAA possui quatro pavimentos, nos dois primeiros pavimentos contém 8 salas, no formato de mini auditório, com capacidade de atender 80 alunos cada sala. Nos dois últimos pavimentos, se localizam 16 salas de aula com capacidade de receber 40 alunos. O que totaliza uma população simultânea de aproximadamente 1280 pessoas.

Cada pavimento do prédio possui dois banheiros em funcionamento, um para cada sexo, totalizando 8 banheiros. Cada banheiro possui 4 sanitários e 6 torneiras, além disso, os banheiros para o sexo masculino possuem 3 mictórios cada, totalizando 12 mictórios. Cada pavimento possui 1 bebedouro, num total de quatro. No exterior do prédio existem ainda duas torneiras para a manutenção dos jardins. Somando-se assim 101 pontos de água.

Figura 16 - Gráfico do consumo semanal de água em m<sup>3</sup> do bloco CAA



Fonte: produzido pelo autor

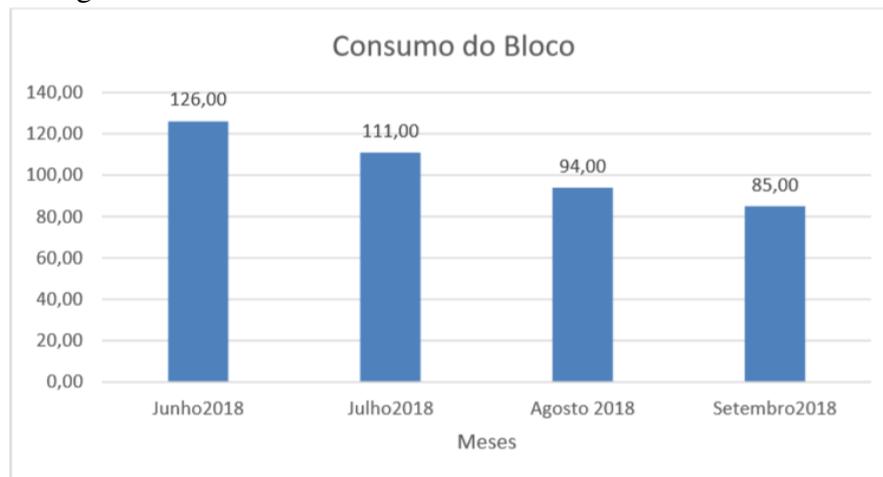
Como pode ser visto na Tabela 1, o consumo de água por semana do bloco é relativamente elevado, oscilando entre 25m<sup>3</sup> e 32m<sup>3</sup> com uma média semanal de 31,55 m<sup>3</sup> no mês de junho e 27,55m<sup>3</sup> no mês de julho. Esta variação de consumo se justifica pelo fato de a população do bloco ser considerada flutuante, haja visto que as salas do prédio são frequentemente utilizadas para a realização de eventos e atividades extracurriculares.

Entretanto, é possível notar com clareza observando a Figura 16, que nas leituras realizadas nos dias 09 de agosto de 2018 e 15 de agosto de 2018, o consumo de água se mostrou consideravelmente abaixo da média das demais leituras finalizando o mês de agosto com uma média de 18,88 m<sup>3</sup> por semana. Esse resultado já era esperado, pois, o período de 7 a 20 de agosto de 2018, foi o período de recesso acadêmico, o que reduz drasticamente a população nos blocos de aula.

O mesmo ocorre quando se observa o consumo em uma escala mensal, como pode ser notado no gráfico gerado automaticamente pelo software SCCA na Figura 17. Vale salientar que o consumo do mês de setembro do gráfico não pode ser considerado completo, pois como se pode observar na Tabela 1, faltaram ser colhidas duas leituras para completar o mês. Mas tendo em média o consumo semanal pode-se estimar que o consumo do mês de setembro seria superior ao consumo de agosto.

A título de comparação, vale destacar que o consumo do bloco de ensino CAA é condizente com a realidade de outras instituições de ensino, quando comparado com os resultados obtidos por Carli et. al. (2013), que constatou que o consumo mensal de água em blocos voltados para atividades de ensino, sem laboratórios varia entre 77m<sup>3</sup> e 200m<sup>3</sup>.

Figura 17 - Gráfico do consumo mensal em m<sup>3</sup> do Bloco CAA



Fonte: Imagem extraída do relatório gerado no SCCA.

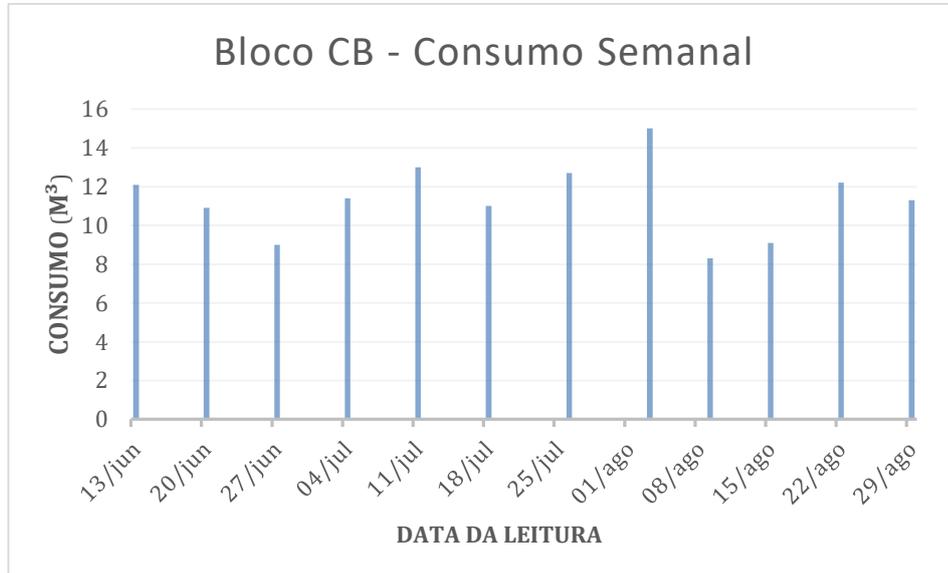
Este fenômeno também pode ser observado analisando os dados do bloco CB, prédio mais conhecido como REENGE. O bloco mencionado é, por sua vez, significativamente menor do que o bloco CAA. O prédio possui dois pavimentos, com dois banheiros cada, um para cada sexo, totalizando 4 banheiros. Cada banheiro possui 4 bacias sanitárias e duas torneiras. Os banheiros masculinos possuem 2 mictórios, num total de 4 mictórios. O prédio conta ainda com 1 bebedouro e uma torneira de jardim, totalizando 30 pontos de água na edificação. Dito isto, é compreensível que a quantidade de água consumida no bloco seja menor.

Tabela 2 - Consumo semanal de água do bloco CB (REENGE)

BLOCO CB							
Data			Hora		Leitura	Consumo (m <sup>3</sup> )	Situação
Dia	Mês	Ano	Hora	Minutos			
6	Junho	2018	15	13	1326,2	1326,2	Consumo Elevado
13	Junho	2018	15	17	1338,3	12,1	Consumo Elevado
20	Junho	2018	15	21	1349,2	10,9	Consumo Elevado
27	Junho	2018	15	44	1358,2	9	Consumo Regular
4	Julho	2018	15	22	1369,6	11,4	Consumo Elevado
11	Julho	2018	15	28	1382,6	13	Consumo Elevado
18	Julho	2018	15	5	1393,6	11	Consumo Elevado
26	Julho	2018	16	19	1406,3	12,7	Consumo Elevado
3	Agosto	2018	11	10	1421,3	15	Consumo Elevado
9	Agosto	2018	10	45	1429,6	8,3	Consumo Regular
15	Agosto	2018	15	0	1438,7	9,1	Consumo Adequado
22	Agosto	2018	15	37	1450,9	12,2	Consumo Elevado
29	Agosto	2018	15	18	1462,2	11,3	Consumo Elevado

Fonte: planilha gerada pelo programa SCCA através da inserção de dados pelo autor.

Figura 18 - Consumo semanal de água do bloco CB

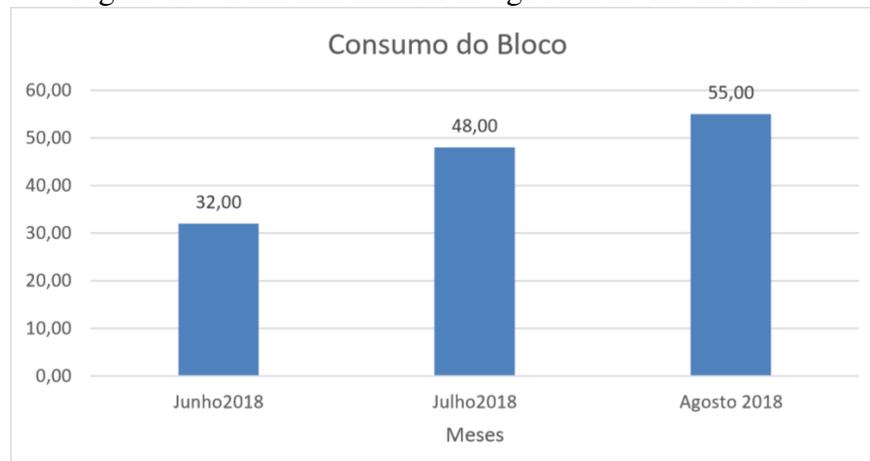


Fonte: Imagem extraída do relatório gerado no SCCA

Observando os dados contidos na Tabela 2 e no gráfico da Figura 18, correspondentes ao consumo de água do bloco CB, coletados no mesmo período de tempo registrado na Tabela 1 é possível observar a mesma queda no consumo que ocorreu no bloco CAA, nas leituras dos dias 9 e 15 de agosto de 2018, que são menores que as demais. Porém neste caso o consumo

médio não variou tanto, ficando com uma média de  $10,66\text{m}^3$  por semana em junho,  $12,02\text{ m}^3$  por semana em julho e  $11,18$  em agosto.

Figura 19 - Consumo mensal de água em  $\text{m}^3$  no bloco CB.



Fonte: Extraída pelo autor do relatório gerado pelo SCCA.

A mesma flutuação é visível quando se observa o consumo mensal. Na Figura 19 é visível a variabilidade do consumo de água durante os meses.

Entretanto, estes casos de flutuação populacional e variação de consumo não são a realidade de todos os blocos, haja visto que nem todos os blocos do campus universitário sofrem mudanças notáveis durante o período de recesso acadêmico, pois a sua população não é formada por alunos. O bloco AI, onde encontra-se localizada a agência do Banco do Brasil, é um exemplo desse tipo.

O edifício do Banco do Brasil possui um banheiro masculino e um banheiro feminino, cada banheiro possui 3 torneiras, duas bacias sanitárias e duas duchas. O banheiro masculino por sua vez possui um mictório. O edifício possui ainda uma copa com duas torneiras e uma torneira na parte externa para uma eventual manutenção, totalizando assim 18 pontos de água.

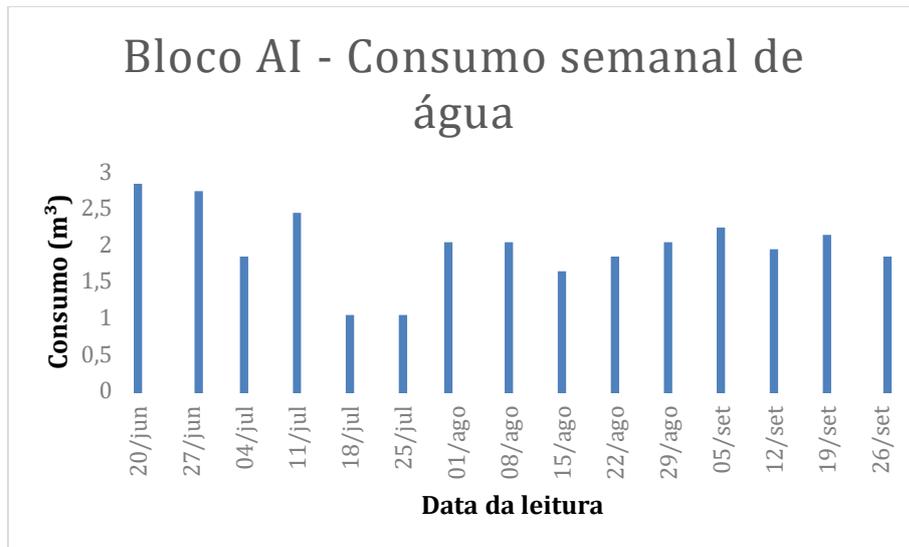
Tabela 3 - Consumo semanal de água no bloco AI

BLOCO AI							
Data			Hora		Leitura	Consumo (m³)	Situação
Dia	Mês	Ano	Hora	Minutos			
13	Junho	2018	16	30	220,1	220,1	Consumo Elevado
20	Junho	2018	16	46	222,9	2,8	Consumo Adequado
28	Junho	2018	16	29	225,6	2,7	Consumo Adequado
4	Julho	2018	15	49	227,4	1,8	Consumo Adequado
11	Julho	2018	15	55	229,8	2,4	Consumo Adequado
18	Julho	2018	12	0	230,8	1	Consumo Adequado
25	Julho	2018	11	17	231,8	1	Consumo Adequado
31	Julho	2018	10	53	233,8	2	Consumo Adequado
8	Agosto	2018	12	0	235,8	2	Consumo Adequado
15	Agosto	2018	13	15	237,4	1,6	Consumo Adequado
22	Agosto	2018	14	40	239,2	1,8	Consumo Adequado
29	Agosto	2018	13	27	241,2	2	Consumo Adequado
5	Setembro	2018	10	6	243,4	2,2	Consumo Adequado
12	Setembro	2018	10	11	245,3	1,9	Consumo Adequado
19	Setembro	2018	16	49	247,4	2,1	Consumo Adequado
27	Setembro	2018	15	51	249,2	1,8	Consumo Adequado

Fonte: planilha gerada pelo programa SCCA através da inserção de dados pelo autor.

O gráfico da Figura 20, gerado a partir da Tabela 3 que contém os dados de leitura de água desse bloco, deixa visível que apesar de haver certa variação no consumo semanal de água do prédio estas variações não se relacionam diretamente com o período letivo como nos dois casos anteriores. Observa-se que no mesmo período citado das leituras dos blocos anteriores, 8 e 15 de agosto de 2018, o consumo de água não baixou necessariamente. Observando a média de consumo semanal como nos casos anteriores.

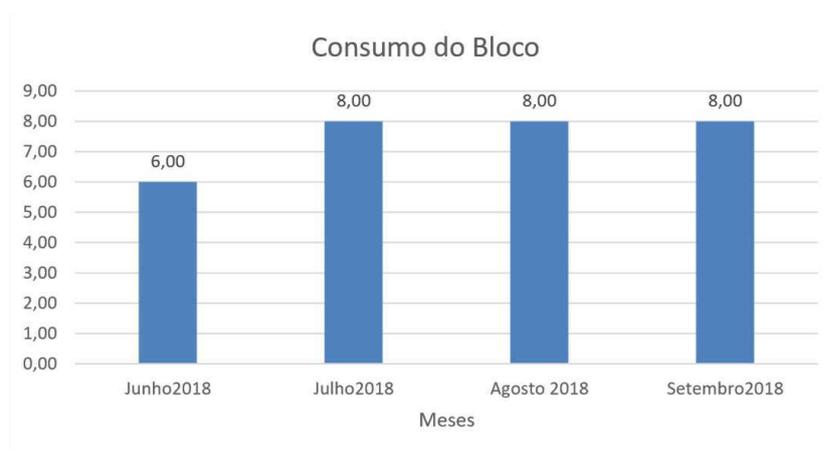
Figura 20 - Variação semanal do consumo de água no bloco AI



Fonte: produzido pelo autor

Contudo, neste caso se faz necessário observar que, diferentemente dos casos anteriores, a variabilidade mensal não se mantém. No gráfico do consumo mensal (Figura 21) é possível constatar que a quantidade utilizada no decorrer dos meses se mantém aproximadamente constante. Vale lembrar também que o consumo de junho está com uma leitura semanal a menos, portanto, supõe-se que por esta causa o mês está com o consumo reduzido.

Figura 21 - Consumo mensal de água em m³ do bloco AI.



Fonte: Imagem extraída do relatório gerado pelo SCCA.

A título de comparação a respeito da quantidade de água utilizada em relação ao tamanho da edificação pode-se propor um índice de consumo por pontos de água do bloco. Apesar de ser uma aproximação simplista pode indicar a qualidade do consumo, tendo em vista

que além dos usos diferentes, essas três edificações também diferem em relação ao seu tamanho e quantidade de áreas molhadas.

Portanto, para o bloco CAA o consumo semanal médio é de  $25,98\text{m}^3$ , e possui 101 pontos de água, dividindo o valor do consumo pela quantidade de pontos de água obtem-se um valor de  $0,257\text{m}^3$  por ponto de água semanalmente.

Para o bloco CB o consumo semanal médio é de  $11,33\text{m}^3$ , e o prédio possui 30 pontos de água, logo o consumo semanal por ponto seria de  $0,377\text{m}^3$ .

Considerando, pois, a média de consumo semanal do bloco AI como sendo  $1,94\text{m}^3$ , e que este possui 18 pontos de água, o consumo semanal médio por ponto é de  $0,108\text{m}^3$ .

Com isso, resume-se que, apesar de em valores absolutos o bloco com maior consumo de água ser notavelmente o bloco CAA, em valores teoricamente proporcionais de consumo, pode-se considerar o bloco CB como o de maior consumo entre os três blocos analisados.

#### 4.2 DETECÇÃO DE PROBLEMAS E ANOMALIAS

O uso da medição setorizada justifica-se pela detecção de anomalias ou problemas no consumo de água. Um exemplo confirmado ocorreu logo no início da implantação dos hidrômetros individuais nos blocos da universidade. De acordo com os dados de leitura cedidos pela prefeitura universitária do campus, em abril de 2016, foi registrado uma anomalia no consumo de água do bloco CP.

Na ocasião, o hidrômetro implantado no local, registrou um consumo médio de aproximadamente  $176\text{m}^3$  de água por semana, e mesmo sem ter referências do consumo anterior do bloco, foi perceptível que tal consumo era exageradamente elevado, tanto pelo tipo de uso do bloco, que é um bloco de uso administrativo e de salas de aula, quanto pela média dos demais blocos do campus. Diante do ocorrido, a prefeitura universitária organizou uma inspeção no local e constatou que realmente existia um vazamento no bloco, e imediatamente providenciou o conserto da tubulação.

Na época do ocorrido os registros não eram feitos por nenhuma ferramenta específica de acompanhamento, mas devido a magnitude do vazamento a sua detecção foi imediata, porém nem todas as anomalias no consumo são tão perceptíveis.

Durante a coleta dos dados foi detectada uma anomalia no consumo do bloco CN. Na Tabela 4 gerada pelo SCCA estão registradas as leituras semanais dos hidrômetros do prédio no período de 23 de maio de 2018 à 26 de setembro do mesmo ano.

Tabela 4 - Leituras do consumo de água no bloco CN

BLOCO CN							
Data			Hora		Leitura	Consumo (m <sup>3</sup> )	Situação
Dia	Mês	Ano	Hora	Minutos			
23	Maio	2018	13	54	879,2	879,2	Consumo Elevado
30	Maio	2018	12	0	881,1	1,9	Consumo Adequado
7	Junho	2018	8	54	883	1,9	Consumo Adequado
13	Junho	2018	14	26	887,2	4,2	Consumo Adequado
20	Junho	2018	14	42	890,5	3,3	Consumo Adequado
27	Junho	2018	13	39	891,5	1	Consumo Adequado
4	Julho	2018	12	0	893,7	2,2	Consumo Adequado
12	Julho	2018	12	58	895,8	2,1	Consumo Adequado
18	Julho	2018	15	23	896,6	0,8	Consumo Adequado
25	Julho	2018	16	3	904,4	7,8	Consumo Regular
2	Agosto	2018	11	52	910,2	5,8	Consumo Regular
8	Agosto	2018	12	0	913,8	3,6	Consumo Adequado
15	Agosto	2018	16	43	917,3	3,5	Consumo Adequado
22	Agosto	2018	14	30	923	5,7	Consumo Regular
29	Agosto	2018	15	43	935,5	12,5	Consumo Elevado
5	Setembro	2018	12	0	940,2	4,7	Consumo Adequado
12	Setembro	2018	9	36	944,8	4,6	Consumo Adequado
19	Setembro	2018	9	37	949,9	5,1	Consumo Regular
26	Setembro	2018	17	15	956,4	6,5	Consumo Regular

Fonte: Tabela gerada pelo autor no programa SCCA.

Como pode ser visto na Tabela 4, na leitura do dia 29 de agosto foi registrado um consumo significativamente acima da média, que neste período foi de 4,28m<sup>3</sup> de água por semana. É possível perceber que outras leituras do bloco também foram identificadas como “regular”, e a leitura em questão, no valor de 12,5m<sup>3</sup> foi considerada como “elevada” pelo software. Foi constatado que apesar de estar realmente acima da média a leitura não representou nenhum defeito na rede de abastecimento do prédio, já que o consumo se normalizou na semana seguinte sem que houvesse qualquer intervenção ou manutenção

Apesar disso, o caso merece ser citado para demonstrar a facilidade que a ferramenta computacional oferece na identificação de qualquer tipo de anormalidade no consumo, tal facilidade permite sejam tomadas ações rápidas e certas para remediar o problema, ou simplesmente para deixar o gestor ciente da situação.

### 4.3 COMPARAÇÃO DO CONSUMO DOS BLOCOS CR E CT

Durante o período de análise dos dados foi constatado uma diferença peculiar no consumo de água entre os blocos CT e CR da UFCG.

O bloco CR é um laboratório onde são realizados diversos experimentos de mecânica dos fluidos e hidráulica. O prédio está localizado no setor C da rede de abastecimento e possui dois pavimentos, em cada pavimento existe um banheiro masculino e um feminino. Cada banheiro masculino conta com 2 mictórios, uma torneira e uma bacia sanitária. Os banheiros femininos possuem um vaso sanitário e uma torneira. Além disso, os banheiros do térreo estão equipados com uma ducha cada um, num total de 2. O bloco ainda conta com uma copa pequena com uma torneira, totalizando assim 15 pontos de água

O bloco ainda conta com quatro salas de aulas com uma capacidade aproximada de trinta alunos cada, que são utilizadas regularmente por turmas da graduação, o que lhe confere uma população frequentadora considerável.

A Tabela 5 contém os registros do consumo de água do bloco dos meses de junho de 2018 a setembro de 2018. Como pode ser visto, o consumo de água na edificação foi considerado adequado em todas as semanas segundo a classificação do programa, com uma média semanal de  $0,73\text{m}^3$  e se mantém sem grandes variações ao longo do tempo.

Tabela 5 - Leitura semanal do consumo de água do bloco CR.

BLOCO CR							
Data			Hora		Leitura	Consumo (m³)	Situação
Dia	Mês	Ano	Hora	Minutos			
7	Junho	2018	14	3	421,6	421,6	Consumo Elevado
14	Junho	2018	10	26	422,2	0,6	Consumo Adequado
20	Junho	2018	10	36	423	0,8	Consumo Adequado
28	Junho	2018	10	51	423,7	0,7	Consumo Adequado
5	Julho	2018	10	57	424,2	0,5	Consumo Adequado
12	Julho	2018	11	43	425	0,8	Consumo Adequado
19	Julho	2018	11	29	426	1	Consumo Adequado
26	Julho	2018	10	15	426,8	0,8	Consumo Adequado
1	Agosto	2018	11	29	427,4	0,6	Consumo Adequado
8	Agosto	2018	9	18	428,3	0,9	Consumo Adequado
15	Agosto	2018	10	20	429	0,7	Consumo Adequado
22	Agosto	2018	12	10	429,9	0,9	Consumo Adequado
29	Agosto	2018	9	50	430,7	0,8	Consumo Adequado
5	Setembro	2018	9	44	431,4	0,7	Consumo Adequado
12	Setembro	2018	15	23	432	0,6	Consumo Adequado
21	Setembro	2018	13	46	433	1	Consumo Adequado
26	Setembro	2018	9	41	433,4	0,4	Consumo Adequado

Fonte: Tabela gerada no SCCA pelo autor

O bloco CT por sua vez, onde está localizado o Laboratório de Engenharia de Pavimentos (LEP), possui apenas o pavimento térreo, onde estão localizados dois banheiros, um masculino contendo duas torneiras, um mictório, uma bacia sanitária, um chuveiro e uma ducha, e um banheiro feminino, contendo um chuveiro, duas torneiras, e uma bacia sanitária. Além disso o bloco possui uma copa com uma pia, e diversos laboratórios que somados contém 16 pontos de água, totalizando assim 27 pontos de água no bloco.

Diferentemente do bloco CR, o consumo do LEP é variado, e apresenta picos de consumo durante o mês. Como pode ser observado na Tabela 6, em um total de 17 leituras o consumo do bloco foi classificado 7 vezes como “regular” pelo software, e uma vez como “elevado”.

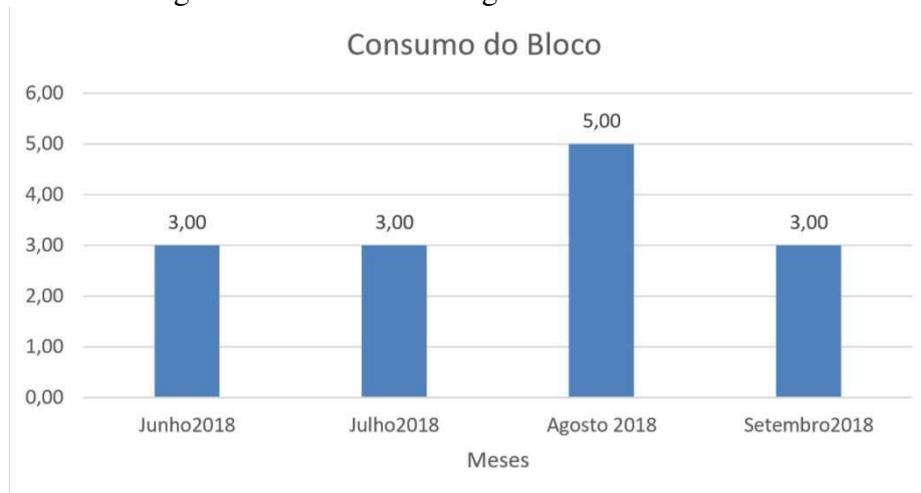
Tabela 6 - Consumo de água no bloco CT (LEP)

BLOCO CT							
Data			Hora		Leitura	Consumo (m <sup>3</sup> )	Situação
Dia	Mês	Ano	Hora	Minutos			
7	Junho	2018	14	38	1062,9	1062,9	Consumo Elevado
14	Junho	2018	7	50	1067,9	5	Consumo Adequado
20	Junho	2018	10	44	1072,2	4,3	Consumo Adequado
28	Junho	2018	15	19	1075	2,8	Consumo Adequado
5	Julho	2018	14	54	1078,1	3,1	Consumo Adequado
12	Julho	2018	11	47	1082,2	4,1	Consumo Adequado
19	Julho	2018	9	51	1083,3	1,1	Consumo Adequado
26	Julho	2018	12	10	1089,8	6,5	Consumo Regular
2	Agosto	2018	12	0	1096,8	7	Consumo Regular
8	Agosto	2018	10	15	1100,9	4,1	Consumo Adequado
15	Agosto	2018	14	12	1108,4	7,5	Consumo Regular
22	Agosto	2018	13	19	1115,1	6,7	Consumo Regular
29	Agosto	2018	9	42	1122,4	7,3	Consumo Regular
5	Setembro	2018	9	40	1127,5	5,1	Consumo Regular
12	Setembro	2018	9	54	1130,6	3,1	Consumo Adequado
21	Setembro	2018	16	11	1140,9	10,3	Consumo Elevado
26	Setembro	2018	9	38	1150,3	9,4	Consumo Regular

Fonte: Tabela gerada pelo autor com o programa SCCA

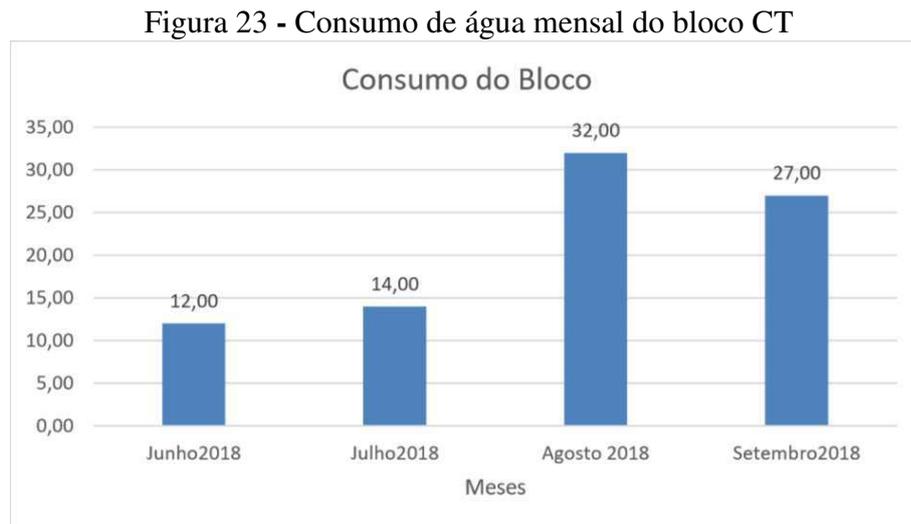
Quando se compara os consumos mensais de uma maneira geral fica clara a diferença entre os blocos. A Figura 22, mostra o gráfico do consumo do bloco CR, gerado pelo SCCA. É visível que o mês de maior consumo, que foi o mês de agosto, a edificação utilizou apenas 5 m<sup>3</sup> de água oriunda do sistema convencional de abastecimento.

Figura 22 - Consumo de água mensal do bloco CR



Fonte: Relatório do bloco gerado pelo SCCA

Já a Figura 23, apresenta através do gráfico do consumo mensal do bloco CT que o mês de maior consumo, que também foi o mês de agosto, o uso da água do sistema convencional chegou a ser mais de seis vezes maior do que o uso do bloco CR. Este aumento deve ser considerado, porém vale ressaltar que a presença de seis laboratórios na edificação, que são utilizados constantemente pelo alunado, demanda um consumo de água elevado.



Fonte: Relatório do bloco gerado pelo SCCA

Para que se possa comparar os consumos de uma maneira proporcional pode-se fazer o índice proposto anteriormente de consumo de água por ponto de utilização.

No bloco CR a média de consumo semanal é de 0,73 m<sup>3</sup> de água, considerando que o bloco possui 15 pontos de água ativos o consumo por ponto de água é de 0,049 m<sup>3</sup> por semana. O que representa um consumo muito baixo quando comparado aos demais blocos já apresentados.

No bloco CT a média de consumo de água semanal é de 5,46 m<sup>3</sup>, se o bloco possui 27 pontos de utilização de água, então o índice de consumo por ponto é de aproximadamente 0,20 m<sup>3</sup> de água por semana em cada ponto, ou seja, supõe-se que cada ponto de utilização do prédio consome por semana, em média, 200 litros de água.

Como pode ser visto, o consumo proporcional do bloco CR é aproximadamente 25% do consumo de água no bloco CT. Normalmente este fato causaria uma desconfiança a respeito da veracidade dos dados coletados, porém deve-se considerar que o bloco CR possui um reservatório de águas de chuvas, e que utiliza esta reserva de água nos experimentos de hidráulica e mecânica dos fluidos.

Além disso, os banheiros do bloco também fazem uso das águas da chuva para as descargas de vaso sanitário e mictório, como pode ser visto na Figura 24, que contém a foto da instalação hidráulica do banheiro masculino localizado no térreo do bloco.

Figura 24 - Encanação do banheiro masculino no térreo do bloco CR



Fonte: acervo pessoal do autor

Evidentemente, deve-se considerar que algumas variáveis importantes foram desconsideradas para efeito deste cálculo como, por exemplo, a população que frequenta o local regularmente ou o tipo de experimentos científicos que são realizados nos laboratórios, porém o fato de que o uso das águas da chuva contribui para tal economia não deve ser desconsiderado.

#### 4.4 DIFICULDADES NA COLETA DOS DADOS

Apesar de demonstrar sua eficácia quanto a detecção de problemas e monitoramento do consumo de água, a leitura manual dos hidrômetros ainda possui algumas limitações que acabam por reduzir a sua eficiência e alguns desses problemas foram encontrados ao longo do processo de coleta de dados do trabalho.

Um dos principais problemas que devem ser mencionados é o fato de as leituras serem realizadas por voluntários da graduação, o que, muitas vezes, acaba trazendo problemas de interrupções no processo, pois mesmo que seja programado um dia da semana para que seja feito o registro, existem diversos fatores que podem acabar levando a uma eventual falta. Um exemplo de fator que ocasiona a descontinuidade do registro de dados é o período de férias acadêmicas, pois grande parte dos alunos acaba se distanciando do ambiente universitário nesse período.

Na leitura manual também existe o problema de quantidade de leituras feitas que pode não ser representativa, pois apesar da disponibilidade dos voluntários, não é viável que sejam feitas mais de uma leitura por semana e isso acaba reduzindo as possibilidades de resultados e acompanhamentos mais completos. Uma leitura semanal, por exemplo, não possibilita o acompanhamento do consumo durante o decorrer do dia, o que seria bastante útil na detecção de pequenos vazamentos que poderiam ser notados à noite, considerando que o uso de água em vários blocos da universidade é zerado neste horário.

Problemas de visibilidade na lente do hidrômetro são comuns e atrapalham na coleta de dados. Isso pode levar a um registro equivocado do valor lido e, por consequência, gerar erros no monitoramento.

Um problema bastante comum nesse tipo de processo é conseguir acesso aos hidrômetros. Durante o período de coleta de dados, em alguns pontos o acesso aos hidrômetros foi encontrado obstruído por vegetação, o que acaba impossibilitando a sua identificação dificultando a leitura. Na fotografia do hidrômetro do banco Santander (Figura 25), na UFCG, percebe-se que ele se encontra completamente cercado por vegetação, impossibilitando o acesso e até mesmo dificultando a sua localização.

Figura 25 - Hidrômetro do banco Santander na UFCG encoberto pela vegetação



Fonte: Acervo pessoal do autor

Em outros casos, devido a ação das chuvas, do vento ou até mesmo do trânsito, a caixa dos hidrômetros é soterrada, atrasando ou impossibilitando a coleta dos valores marcados. A

Figura 26 é a fotografia do hidrômetro do centro de extensão José F. da Nóbrega, bloco AL, localizado na UFCG em Campina Grande, como é possível observar, o marcador do hidrômetro está completamente soterrado, o que impossibilita a visualização do marcador.

Figura 26 - Hidrômetro do centro de extensão na UFCG completamente soterrado



Fonte: acervo pessoal do autor

Considerando todos os problemas supracitados, surge como uma solução viável e acessível a leitura remota do consumo de água, feita por meio de sensores eletrônicos e micro controladores de dados conectados à rede de internet.

O processo de automação da coleta de dados acerca do consumo de água já está em fase de implantação no campus sede da UFCG. Por hora, apenas um protótipo de leitor automático está instalado no prédio da prefeitura universitária. O sistema custa um valor de aproximadamente R\$ 200,00 (duzentos reais), é de fácil instalação, e funciona praticamente todo o tempo, enquanto estiver conectado a uma fonte de energia elétrica.

A vantagem do sistema automático é a capacidade de realização de leituras com maior frequência, sem a necessidade de que haja um colaborador para cada setor. Além disso a detecção de uma anomalia no funcionamento da rede seria detectada instantaneamente, podendo agilizar a tomada de decisões para a resolução do problema.

#### 4.5 FALHAS NA FERRAMENTA E SUGESTÕES DE MELHORIAS

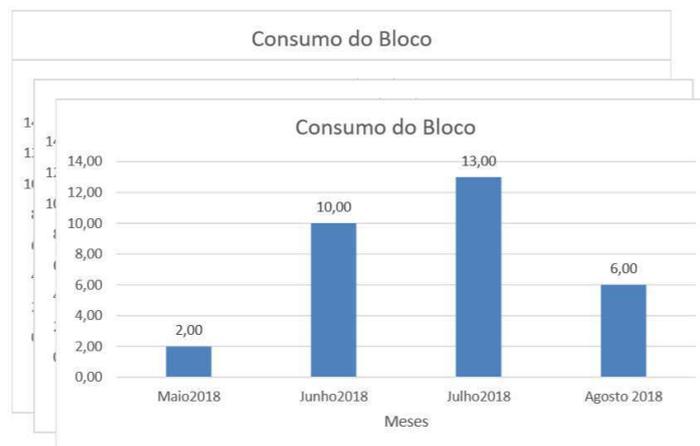
Durante a utilização da ferramenta SCCA, evidentemente por ser a primeira vez que esta é aplicada, foram notados alguns problemas no seu funcionamento. Tais problemas, apesar

de muitas vezes serem apenas de cunho estético e não atrapalharem no funcionamento da ferramenta, merecem que sejam corrigidos.

Um exemplo de problema encontrado durante a utilização foi a sobreposição dos gráficos ao serem gerados mais de um relatório por bloco, tornando o relatório esteticamente feio, e até mesmo dificultando a visão dos dados. O problema encontra-se registrado na Figura 27.

Outra falha observada em relação aos gráficos gerados pelo programa, é a falta de título do eixo das ordenadas, contendo apenas a identificação do eixo das abcissas, dificultando a identificação da grandeza representada no gráfico.

Figura 27 - Problema de sobreposição de gráficos gerados no relatório.



Fonte: Imagem gerada pelo autor

Outra pequena falha no programa é de que o sistema de armazenamento de leituras não organiza as leituras na tabela por ordem crescente de data, mas simplesmente organiza pela ordem na qual as informações foram inseridas, isso obriga o usuário a inserir as leituras cuidadosamente na ordem correta, e impede que alguma informação de um mês anterior seja acrescentada posteriormente na planilha.

Seria interessante também, o desenvolvimento de uma função na planilha que realize a soma de todos os valores de consumo registrados nos blocos, de forma que possa ser somada a variação do consumo dos edifícios e comparada com a variação da saída de água registrada do reservatório. Isso possibilitaria saber se a água que sai do reservatório chega realmente nos prédios do campus, o que possibilitaria a detecção de problemas externos às edificações.

## 5. CONCLUSÕES

Diante do apresentado, pode-se afirmar que a medição setorizada auxiliada pela ferramenta computacional adequada, é uma forma poderosa de monitoramento do consumo de água em uma área grande e diversificada como o ambiente universitário, tendo em vista as diversas facilidades que o software fornece ao usuário.

A organização dos dados na forma de tabela em ordem cronológica e gráficos de barras facilita a classificação do consumo e a identificação de aumentos acima do normal. Além disso, a classificação gerada pelo próprio sistema permite que sejam encontrados os edifícios com maiores problemas, bem como analisar a quantidade de água gasta em um intervalo de tempo.

A partir da organização dos dados coletados nas tabelas é possível a realização análises a respeito do uso da água de uma edificação, como pôde ser visto no trabalho, as características do consumo são divergentes entre os blocos. Foi possível constatar que o consumo de água está diretamente ligado ao tipo de uso que se faz de uma edificação.

De acordo com a avaliação feita dos prédios da agência do banco e dos dois blocos de salas de aula no corpo desse trabalho, ficou claro que blocos administrativos consomem menos água para manter as suas atividades normais do que blocos de salas de aula. Foi visto também, através da comparação entre o bloco CR e CT, que uma solução inteligente como o uso das águas de chuva causa uma diferença considerável no consumo de água entre duas edificações que tem semelhanças em seu tamanho e usos.

A utilização de índices como a quantidade de água consumida por cada ponto de utilização, apesar de não serem valores exatos, tratando-se apenas de uma aproximação, facilita o processo de caracterização do consumo de um local. Por meio deles é possível representar uma quantidade de consumo de água teoricamente proporcional ao tamanho do edifício.

Ficou claro também que o fato da realização da medição setorizada ser feita por pessoas, sejam elas voluntárias ou contratadas, pode acarretar problemas no processo de investigação do consumo, dentre eles vale destacar: A negligência dos responsáveis pelas leituras, problemas técnicos que impossibilitem a realização da leitura, situações ambientais inadequadas, ou até mesmo a falta do número de voluntários necessário para cobrir toda a área de monitoramento.

Pôde ser observado que algumas falhas foram detectadas no programa, o que acabam por diminuir a precisão e a eficiência do monitoramento. Além disso, prova-se que é necessário que sejam feitas sempre atualizações no software para que alguns problemas que são encontrados posteriormente com o uso sejam sanados. É certo que algumas coisas podem ser melhoradas no programa, por exemplo, a criação de um somatório do consumo dos prédios ou

até mesmo a resolução de *bugs*, porém a sua utilização é viável como ferramenta auxiliar para a gestão da demanda de água do campus.

## 6. REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil** 2017. Brasília, 2017. Disponível em: <[http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/conjuntura\\_completo.27432e70.pdf](http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/conjuntura_completo.27432e70.pdf)>. Acesso em: 17 jul. 2018.
- AGUAPURA. **Apresentação do programa**. Disponível em: <<http://teclim.ufba.br/web/aguapura/>>. Acesso em: 17 jul. 2018
- ARAÚJO, S. M. S. de. **A região semiárida do Nordeste do Brasil: Questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos**. Rios Eletrônica: Revista científica da faculdade Sete de Setembro, Paulo Afonso, Ba, v. 5, n. 5, p.89-98, dez. 2011. Disponível em: <[http://www.fasete.edu.br/revistarios/media/revistas/2011/5/a\\_regiao\\_semiarida\\_do\\_nordeste\\_do\\_brasil.pdf](http://www.fasete.edu.br/revistarios/media/revistas/2011/5/a_regiao_semiarida_do_nordeste_do_brasil.pdf)>. Acesso em: 17 jul. 2018.
- ASTRA. **Descarga com duplo acionamento ajuda na economia de água**. Disponível em: <<http://www.astra-sa.com.br/destaques/index.php/descarga-com-duplo-acionamento-ajuda-na-economia-de-agua-2/>>. Acesso em: 17 jul. 2018.
- 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. Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento - SNIS. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2016**. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2018.
- 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.
- CHEUNG, P. B.; KIPERSTOK, A.; COHIM, E.; ALVES, W. C.; PHILIPPI, L. S. ZANELLA, L.; ABE, N.; GOMES, H. P.; SILVA, B. C. da; PERTEL M.; GONÇALVES, R. F.; Consumo de água. In: GONÇALVES, R. F. (Org.). **Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água**. Rio de Janeiro:: Abes, 2009. p. 36-98.
- DECA. Disponível em: <<http://www.deca.com.br>>. Acesso em 17 de jul. de 2018.
- DRACO. Disponível em: <<http://www.dracoeletronica.com.br/>>. Acesso em 17 de jul. de 2018.
- FERREIRA, A. D. **Desenvolvimento De Uma Ferramenta Computacional Para Subsidiar O Sistema De Monitoramento De Água Na Universidade Federal De Campina Grande – Campus Sede**. 2018. 59f. Trabalho de Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2018.
- GOOGLE EARTH. Disponível em: <<http://earth.google.com/>>. Acesso em 25 de nov. de 2018.

INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO - INSA. **População do semiárido brasileiro ultrapassa 23,5 milhões de habitantes.** Catarina Buriti. Disponível em: <<https://portal.insa.gov.br/noticias/760-populacao-do-semiarido-brasileiro-ultrapassa-23-5-milhoes-de-habitantes>>. Acesso em: 17 jul. 2018.

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.

MAISONNAVE, F.; KNAPP, E.. **Após 1 ano, transposição do São Francisco já retira 1 milhão do colapso.** Folha de São Paulo. São Paulo, p. 8-9. mar. 2018. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2018/03/apos-1-ano-transposicao-do-sao-francisco-ja-retira-1-milhao-do-colapso.shtml>>. Acesso em: 31 jul. 2018

MEDEIROS, A. M. T. de; BRITO, A. C. de. **A seca no Estado da Paraíba – Impactos e ações de resiliência.** Parcerias Estratégicas, Brasília, Df, v. 22, n. 44, p.139-154, jun. 2017. Disponível em: <[http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias\\_estrategicas/article/viewFile/849/777](http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/849/777)>. Acesso em: 30 jul. 2018.

Ministério de Minas e Energia - MME. **Boletim Mensal de Monitoramento do Sistema Elétrico Brasileiro.** 2018. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/1138781/1435504/Boletim+de+Monitoramento+do+Sistema+El%C3%A9trico+-+Maio+-+2018.pdf/545eb3d6-e755-4be1-b8e2-2c7a99346d05>>. Acesso em: 17 jul. 2018.

NAKAGAWA, A. K.. **Caracterização do consumo de água em prédios universitário: o caso da UFBA.** 2008. 183 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal da Bahia: Escola Politécnica, Salvador, 2009.

OLIVEIRA, L. H. de. **Metodologia para a implantação de programa de uso racional da água em edifícios.** 1999. 344 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PEREIRA JÚNIOR, J. de S. **Recursos Hídricos: Conceituação, disponibilidade e usos.** Brasília: Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados, 2004.

SABESP. **Manual de gerenciamento para controladores de consumo de água.** São Paulo: Secretaria de Saneamento e Energia, 2009.

SABESP. **Programa de Uso Racional da Água: avanços na área sanitária e alcance nacional.** Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/imprensa/noticias-detalle.aspx?secaoId=65&id=7765>>. Acesso em: 17 jul. 2018.

SANTANA, M. A. **Desenvolvimento de ferramenta para automação da coleta de consumo de água em conjunto com sistema aguapura - vianet.** 2015. 37 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Controle e Automação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

SILVA, G. S. da. **Programas permanentes de uso racional da água em campi universitários: O Programa de Uso Racional da Universidade de São Paulo.** 2004. 328 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

SILVA, R. T.; CONEJO, J. G. Lotufo; GONÇALVES, O. M. **Apresentação do programa.** 2. ed. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretária de Política Urbana, 1999. 48 p.

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.

TAMAKI, H. O. **A medição setorizada como instrumento de gestão da demanda de água em sistemas prediais - estudo de caso:** Programa de uso racional da água da Universidade de São Paulo. 2003. 151 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

TRATA BRASIL (São Paulo). **Perdas de água 2018 (snis 2016): desafios para disponibilidade hídrica e avanço da eficiência do saneamento básico.** São Paulo: G O Associados, 2018. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/perdas-2018/estudo-completo.pdf>>. Acesso em: 27 jul. 2018.

WALKENBACH, J. **Excel VBA Para Leigos.** Rio de Janeiro: Alta Books, 2018