



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL  
CÂMPUS DE POMBAL - PB  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

**KÁTIA BARBOSA DA SILVA**

**ESTUDO SOBRE O DESPERDÍCIO DE ÁGUA NO CÂMPUS  
UNIVERSITÁRIO DA UFCG EM POMBAL – PB**

**POMBAL – PB**

**2014**

**KÁTIA BARBOSA DA SILVA**

**ESTUDO SOBRE O DESPERDÍCIO DE ÁGUA NO CÂMPUS  
UNIVERSITÁRIO DA UFCG EM POMBAL – PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental, da Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental, do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: CAMILO A. S. DE FARIAS

Coorientador: VALMIR C. M. DE ARRUDA

**POMBAL – PB**

**2014**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL  
CÂMPUS POMBAL/CCTA/UFCG**

MON  
S586e

Silva, Kátia Barbosa da.

Estudo sobre o desperdício de água no *campus* universitário da UFCG em Pombal - PB / Kátia Barbosa da Silva. - Pombal, 2014.

76fls.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2014.

"Orientação: Prof.º Pós-Dr.º Camilo Allyson Simões de Farias".

"Co-orientação: Prof.º Dr.º Valmir Cristiano Marques de Arruda".

Referências.

1. Água - Desperdício. 2. Água - Conservação. I. Farias, Camilo Allyson Simões de. II. Arruda, Valmir Cristiano Marques de. III. Título.

UFCG/CCTA

CDU 628.179

**KÁTIA BARBOSA DA SILVA**

**ESTUDO SOBRE O DESPERDÍCIO DE ÁGUA NO CÂMPUS  
UNIVERSITÁRIO DA UFCG EM POMBAL – PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental, da Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental, do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: CAMILO A. S. DE FARIAS

Coorientador: VALMIR C. M. DE ARRUDA

Aprovado em 26 de Fevereiro de 2014.

BANCA EXAMINADORA:

---

**Prof. Dr. Camilo Allyson Simões de Farias**

Orientador - UACTA/CCTA/UFCG

---

**Prof. Dr. Walker Gomes de Albuquerque**

Examinador Interno - UACTA/CCTA/UFCG

---

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Kaline Dantas Travassos**

Examinadora Externa – CEDAC

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por mais essa oportunidade e por fazer-nos acreditar que tudo é possível diante da fé.

Aos meus amados pais Nadir e Genivaldo, a minha segunda mãe Nair Ferreira (Tia querida) por tornar esse sonho possível. Sem vocês não teria chegado onde estou hoje. Obrigado pelo amor, carinho, força e compreensão.

As minhas queridas irmãs pela amizade e companheirismo de sempre.

Aos demais familiares que mesmo de longe sempre torceram por mim.

A Universidade Federal de Campina Grande, por ter me proporcionado a oportunidade de iniciar um curso de graduação e por ter fortalecido a conclusão do mesmo.

Ao meu orientador, Professor Dr. Camilo Allyson Simões de Farias, pela atenção, pela paciência, pelo profissionalismo e pelos grandes ensinamentos no desenvolvimento desse trabalho.

Aos demais docentes do curso de Engenharia Ambiental, obrigado pelos conhecimentos transmitidos e em especial ao Professor Dr. Valmir Cristiano Marques de Arruda pela orientação junto ao projeto que serviu como base para esse trabalho.

As colegas de turma e amigas, Fernanda Caroline, Halana Trigueiro, Thamara Martins, Luara Loureço, Raissa Borges, Juliana Santos e demais colegas, obrigada pela companhia e pelas experiências compartilhadas.

A todos os amigos que compreenderam a nossa falta de tempo e de atenção durante a conclusão deste trabalho.

Aos funcionários do Câmpus da UFCG de Pombal, pela contribuição na pesquisa.

E a todos aqueles que nos ajudaram, direta ou indiretamente, para a conclusão desse desafio.

# ESTUDO SOBRE O DESPERDÍCIO DE ÁGUA NO CÂMPUS UNIVERSITÁRIO DA UFCG EM POMBAL – PB

## RESUMO

O consumo de água em uma edificação pode ser classificado em uso propriamente dito e desperdício, sendo este último caracterizado pela ocorrência de vazamentos e pelo mau uso da água nas diferentes atividades realizadas. Com o presente estudo, objetiva-se realizar uma análise quantitativa do desperdício de água e propor medidas de controle e reaproveitamento desse recurso no Câmpus da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) em Pombal – PB. O método utilizado é o estudo de caso, tendo-se como objetivo a descrição e compreensão do caso particular do uso da água no Câmpus da UFCG em Pombal – PB por meio de coleta de dados e levantamentos bibliográficos e documentais. Com base nos dados coletados, observou-se que o consumo anual médio de água no Câmpus de Pombal – PB tem aumentado desde a sua implantação e que a população consumidora é bastante variável no período interanual. Verificou-se, ainda, que o sistema de abastecimento de água possui apenas um hidrômetro e que existem, ao todo, dezoito reservatórios de abastecimento. Por toda extensão do câmpus universitário, constatou-se a existência de 428 pontos de consumo de água internos e externos. Ao analisar os resultados, foi possível identificar os aparelhos com problemas de vazamentos e concluiu-se, por meio de estimativas, que o desperdício mensal de água era em média 179 m<sup>3</sup>. Por fim, várias alternativas foram propostas, tais como: a implantação de um plano de gestão e manutenção dos dispositivos, campanhas educativas e aproveitamento e reúso da água.

**Palavras-Chaves:** Desperdício. Conservação de água. Reúso. Gestão da demanda de água.

# STUDY ON WASTE WATER ON CAMPUS AT THE LOFT UFCG - PB

## ABSTRACT

The consumption of water in a building can be classified into used and wasted water, being the latter characterized by the occurrence of leaks and misuse of water in different activities. This study aims at performing a quantitative analysis of water waste and proposing control measures and reuse of this resource in the Federal University of Campina Grande, *Campus* of Pombal – PB, Brazil. The method used is the case study, which consisted of describing and understanding the particular case of water use in UFCG, *Campus* of Pombal – PB. For this, data collection and bibliographic and documentary surveys were carried out. Based on the collected data, it was observed that the average annual water consumption in the *Campus* has increased since its implantation and that the consumer population is quite variable in the inter-annual period. It was also found that there is only one water measurement dispositive for the *Campus* water supply system, which is composed of eighteen reservoirs and 428 points of internal and external water consumption. With basis on results, it was possible to identify devices with leak problems and find, by means of estimations, that the monthly water waste is around 179 m<sup>3</sup>. Finally, several alternatives were proposed, such as the implementation of a management plan and maintenance of water devices, educational campaigns and recovery and reuse of water.

**Key-words:** Waste. Water conservation. Reuse. Water demand management.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	–	Distribuição de água na Terra	17
FIGURA 2	–	Índice de perdas na distribuição de água em regiões geográficas do Brasil	23
FIGURA 3	–	Localização da área do <i>Campus</i> da UFCG em Pombal - PB	39
FIGURA 4	–	Mapa das instalações prediais do <i>Campus</i> Universitário da UFCG em Pombal – PB	40
FIGURA 5	–	Fluxograma da metodologia aplicada para a proposta de uso racional	41
FIGURA 6	–	(a) Gotejamento no recipiente, (b) Cronômetro e (c) Proveta (ml)	43
FIGURA 7	–	(a) bebedouros e (b) recipiente plástico para coleta de água	44
FIGURA 8	–	(a) aparelhos de ar condicionado e (b) proveta	45
FIGURA 9	–	Histórico mensal do consumo	54
FIGURA 10	–	Percentual Aparelhos sanitários com vazamento de água	55

## LISTA DE TABELA

TABELA 1	– Estimativa de volume perdido em vazamentos	24
TABELA 2	– Tecnologias economizadoras de água	28
TABELA 3	– Coeficiente de <i>Runoff</i>	35
TABELA 4	– Volume dos reservatórios principais	48
TABELA 5	– Volumes dos reservatórios dos prédios	49
TABELA 6	– Distribuição dos bebedouros do	50
TABELA 7	– Pontos de consumo de água internos	51
TABELA 8	– Destiladores dos laboratórios	52
TABELA 9	– Número de funcionários atuantes	53
TABELA 10	– Estimativa da população total no semestre	53
TABELA 11	– Quantidade de água desperdiçada no decorrer do tempo	56
TABELA 12	– Bebedouros do <i>Campus</i> Universitário da UFCG em Pombal – PB	58
TABELA 13	– Quantidade de água desperdiçada nos destiladores dos laboratórios	59
TABELA 14	– Quantidade de água desperdiçada em cada tipo de aparelho	61
TABELA 15	– Aparelhos de ar condicionado do <i>Campus</i>	66
TABELA 16	– Geração de água nos aparelhos de ar condicionados	67

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	12
1.1 OBJETIVOS	14
<b>1.1.1 Objetivo Geral</b>	14
<b>1.1.2 Objetivos Específicos</b>	14
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	16
2.1 RECURSOS HÍDRICOS	16
2.2 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS	19
<b>2.2.1 Uso racional da água</b>	22
<b>2.2.2 Aproveitamento de água</b>	30
<i>2.2.2.1 Reúso</i>	30
<i>2.2.2.2 Aproveitamento de água da chuva</i>	33
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b>	39
3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	39
3.2 METODOLOGIA	40
<b>2.2.1 Caracterização e indicadores de consumo na área de estudo</b>	42
<b>3.2.2 Identificação do desperdício de água</b>	42
<b>3.2.3 Quantificação do desperdício</b>	43
<b>3.2.4 Identificação dos tipos de dispositivos e atividades com maiores perdas</b>	44
<b>3.2.5 Plano de gestão para o controle e manutenção dos dispositivos</b>	44
<b>3.2.6 Alternativas para conservação de água</b>	45
<b>3.2.7 Medidas para o aproveitamento de água e reúso</b>	45
<i>3.2.7.1 Aparelhos de ar condicionados</i>	45
<i>3.2.7.2 Água de chuva</i>	45
<i>3.2.7.3 Reúso de água</i>	46

<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	47
4.1 CARACTERIZAÇÃO E INDICADORES DE CONSUMO NA ÁREA DE ESTUDO	47
<b>4.1.1 Características físicas e funcionais</b>	47
<b>4.1.2 Instalações Hidráulicas</b>	48
<b>4.1.3 Identificação dos agentes consumidores</b>	52
<b>4.1.4 Histórico do Consumo de água</b>	53
4.2 IDENTIFICAÇÃO DO DESPERDÍCIO DE ÁGUA	55
4.3 QUANTIFICAÇÃO DO DESPERDÍCIO	56
<b>4.3.1 Aparelhos sanitários</b>	56
<b>4.3.2 Bebedouros</b>	57
<b>4.3.3 Destiladores</b>	59
4.4 IDENTIFICAÇÕES DOS TIPOS DE DISPOSITIVOS E ATIVIDADES COM MAIORES PERDAS	61
4.5 PLANO DE GESTÃO PARA O CONTROLE E MANUTENÇÃO DOS DISPOSITIVOS	61
<b>4.5.1 Manutenção dos dispositivos</b>	61
<b>4.5.2 Campanhas educativas</b>	63
4.6 ALTERNATIVAS PARA CONSERVAÇÃO DE ÁGUA	64
4.7 MEDIDAS PARA APROVEITAMENTO DE ÁGUA E REÚSO	66
<b>4.7.1 Água de ares condicionados</b>	66
<b>4.7.2 Aproveitamento da água da chuva</b>	68
<b>4.7.3 Reúso de água</b>	70
<b>5 CONCLUSÕES</b>	72
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	73

# 1 INTRODUÇÃO

A água é essencial para a sobrevivência humana e de praticamente todos os organismos existentes no planeta, é primordial na qualidade do equilíbrio ecológico e ambiental, além de exercer grande importância no desenvolvimento socioeconômico (BRASIL, 2001).

No mundo, as águas ocupam 70% da superfície terrestre e apenas 0,63% é doce. Entretanto parte desta é imprópria para o consumo, já que se encontra com algum tipo de poluição ou congelada (LIMA, 2010). Enquanto um habitante no Moçambique consome em média 10 litros de água por dia, um Europeu consome de 200 a 300 litros e um norte-americano 575 litros. Um norte-americano consome cinco vezes mais água em um banho de cinco minutos do que um morador de um país subdesenvolvido gasta em um dia (PNUD, 2006).

No Brasil existem grandes reservatórios hídricos, que estão distribuídos de forma irregular. Os estados brasileiros apresentam grandes discrepâncias com relação a essa distribuição, sendo Roraima o estado com maior disponibilidade, cerca de 1.506.448 m<sup>3</sup>/hab.ano e Pernambuco com a menor, com 1.270 m<sup>3</sup>/hab.ano (PNUD, 2006).

Para manter e até mesmo aumentar o consumo hídrico em centros urbanos, tem-se construído e/ou ampliado vários sistemas de abastecimento. No início, a evolução dos sistemas hidráulicos e sanitários se deu de forma rudimentar. Com a Revolução Industrial e a crescente urbanização, se desenvolveram os grandes sistemas de abastecimento de água, com novas tecnologias, contemplando o abastecimento das edificações das cidades (BARROS et al., 2004).

Desde o final do século XIX, o homem tem usado a água de forma desordenada, como se a mesma fosse um recurso inesgotável. Partindo dessa possibilidade, muitos cientistas e escritores vêm divulgando o aumento da escassez da água no mundo (LIMA, 2010).

Para Oliveira (1999), é notável o crescente aumento em busca de água nos grandes centros urbanos, que apresentam os maiores índices de escassez, acarretando problemas de ordem política, econômica e de saúde pública, referentes às distâncias dos mananciais de captação, ao tratamento da água dos corpos hídricos comumente poluídos e as redes de esgotos.

Associado a pouca quantidade de água disponível, está o desperdício, que pode ser observado de forma preocupante pelo uso excessivo ou inadequado desse recurso em diversas atividades e/ou por vazamentos em tubulações. O desperdício pode se expandir as diversas partes do sistema de abastecimento, desde a estação de tratamento até os pontos de consumo no interior das edificações.

Em edifícios escolares, públicos ou particulares é bastante frequente o desperdício causado por vazamentos no sistema hidráulico e peças sanitárias, decorrentes da concepção inadequada do projeto, falta de sensibilização dos usuários com relação à conservação, falta ou ineficiente manutenção e a não responsabilidade direta pelo pagamento da conta (NUNES, 2006).

O Programa de Uso Racional de Água (PURA), desenvolvido em São Paulo pela Sabesp em parceria com a USP, mostra que os desperdícios da água utilizada atingem níveis altíssimos. No Brasil as perdas totais de água tratada, que é colocada nas redes de distribuição das cidades, variam de 40 a 60%. Os exemplos mais citados na literatura sobre o desperdício são banhos muito prolongados, lavar calçadas, pátios e carros com o jato de mangueira, usar bacias sanitárias que necessitam de 18 a 20 litros de água a cada descarga, quando já existem algumas de 6 litros, irrigação de forma inadequada na agricultura, uso de torres de resfriamento nas indústrias, dentre outras (REBOUÇAS, 2003).

A região semiárida do Nordeste brasileiro está localizada no “Polígono das Secas”, apresentando precipitação pluviométrica que varia de 200 a 800 mm anuais. Esta região é caracterizada por apresentar eventos hidrológicos extremos como, por exemplo, chuvas intensas e grandes estiagens. Estes eventos periódicos tornam vulneráveis os sistemas hídricos, com fortes impactos negativos sobre as famílias, constituindo um entrave no desenvolvimento socioeconômico local e reforçando a necessidade da adoção de medidas de conservação da água (SILVA; TAMAKI; GONÇALVES, 2006).

Nesse contexto algumas alternativas podem ser levadas em consideração, já que uma vez desperdiçada, as águas infiltram no solo ou são escoadas para a rede coletora dos esgotos, que na sua maioria não são tratados, tornando essas águas inviáveis para determinados usos. Alternativas que possibilitem minimizar os riscos associados ao desperdício, ressaltando que o paradigma de abundância de água está extinto, abordam o uso racional e reúso como elementos chave em qualquer

programa de gerenciamento de água, além de campanhas educativas de conscientização através de ações sociais, incentivos econômicos e ações tecnológicas substituindo componentes convencionais por outros mais modernos, dentre outras (NUNES, 2006).

Diante disso, pode-se perceber que o desperdício e suas causas podem ser minimizados ou evitados, e que o primeiro passo é identificar as causas e os pontos onde estão ocorrendo essas alterações, tornando-se necessária uma avaliação do local para posterior solução. Em algumas localidades é notável a necessidade de estudo, para diagnosticar as perdas.

O Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Câmpus da UFCG em Pombal – PB, área de estudo do presente projeto, conta com 1.270 alunos e 148 funcionários, o mesmo está em funcionamento desde 2009, onde é bastante comum a presença de pontos de desperdício e utilização inadequada do sistema de abastecimento de suas unidades. Assim, torna-se importante fazer uma análise quantitativa do desperdício gerado, de forma que seja possível propor medidas de controle e reaproveitamento de água (UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE (UFCG), 2013).

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Realizar um levantamento quantitativo do desperdício de água de abastecimento nas edificações do Câmpus da UFCG de Pombal – PB, bem como propor medidas de controle e reaproveitamento de água.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar a área de estudo;
- Identificar os pontos de consumo internos e externos de água;
- Quantificar o desperdício nos principais dispositivos utilizados para o abastecimento de água no interior das edificações;
- Destacar os dispositivos com maiores desperdícios de água;

- Propor alternativas para o controle e manutenção dos dispositivos utilizados para o abastecimento de água;
- Sugerir medidas para o aproveitamento e reúso das águas desperdiçadas nas edificações do Câmpus de Pombal – PB.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 RECURSOS HÍDRICOS

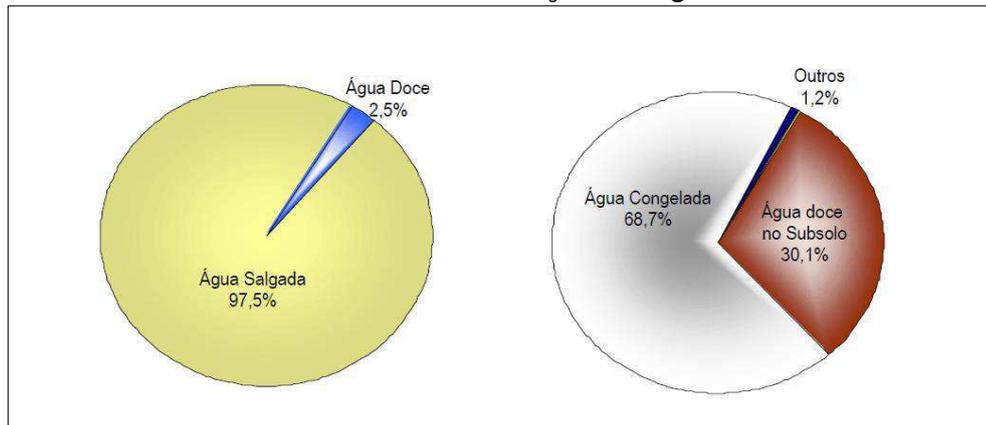
Os recursos hídricos compreendem todas as águas superficiais ou subterrâneas disponíveis para qualquer utilização em uma determinada bacia ou região (UNESP, 2014). De acordo com Brasil (2012, p. 30) “entende-se por recursos hídricos a água disponível com elevada garantia associada (intra e interanual), com qualidade e acessível a todos os setores populacionais que dela necessitem”.

A água é a substância mais abundante da Terra. É fundamental para o desenvolvimento socioeconômico, sendo primordial em diversas atividades antrópicas. A mesma é um bem precioso, de valor inestimável, que deve ser conservado e protegido sob qualquer circunstância, sendo útil para diversos usos, tais como geração de energia elétrica, abastecimento doméstico e industrial, irrigação de culturas agrícolas, recreação, navegação, piscicultura, aquicultura, pesca e também para tratamento de esgotos, dentre outros (BRASIL, 2001).

A água diz respeito, normalmente, a um recurso natural desvinculado de qualquer uso. Diante disso, pode-se inferir que todo recurso hídrico é água, mas nem toda água é um recurso hídrico, pois não é sempre que seu uso tem valor econômico. Assim, o que faz o recurso natural água possuir valor econômico e conseqüentemente ser considerado como recurso hídrico é a transformação da água em um bem econômico, ou seja, é quando a mesma sofre apropriação para alcançar algum fim nas atividades econômicas e no trabalho (SÃO PAULO, 2011).

A quantidade de água na Terra é estimada em 1.386 bilhões de km<sup>3</sup> e tem permanecido constante nos últimos milhares de anos (CECÍLIO et al, 2007). Sendo que 97,5% da água do planeta é salgada, a água doce corresponde apenas aos 2,5% restantes, porém 68,7% da água doce estão congeladas em calota polares. A água subterrânea compreende 29,9% do volume total de água doce do planeta, e apenas 0,266% da água doce está disponível em lagos, rios e reservatórios, ou seja, 0,007% do total de água doce e salgada existente no planeta (FIG. 1). O restante da água doce está na biomassa e na atmosfera em forma de vapor (BRASIL, 2001).

FIGURA 1 – Distribuição de água na Terra



Fonte: Brasil, 2001.

Estima-se que mais de um bilhão de indivíduos enfrentam severa escassez de água no planeta e que, em 25 anos, cerca de 5,5 bilhões de pessoas não terão o mínimo de água disponível para os usos necessários. Mesmo assim, quando o problema é analisado de forma global, observa-se que existem quantidades de água suficientes para suprir as necessidades humanas. No entanto, a distribuição das águas apropriadas para nossas necessidades, cerca de 200 mil quilômetros cúbicos distribuídas em lagos, rios e reservatórios, não é uniforme, assim como também a distribuição da população, o que acaba por gerar cenários adversos quanto à disponibilidade hídrica em diferentes regiões (BRASIL, 2001).

De acordo com Mierzwa (2002), os países do continente africano e asiático estão com problemas críticos quanto à disponibilidade hídrica, e isso se segue pelos países da Europa, América do Norte e América Central. Já os países da América do Sul, Austrália e Oceania são os que estão em melhor situação.

No tocante ao Brasil, o mesmo possui uma área de 8.512.000 km<sup>2</sup> e cerca de 170 milhões de habitantes, sendo o quinto país em termos de extensão e população. Os contrastes existentes quanto ao clima, distribuição da população, desenvolvimento econômico, entre outros, são enormes (BRASIL, 2001). Em relação aos recursos hídricos, o Brasil é considerado um país privilegiado, no entanto deve se considerar que a distribuição desses recursos também não é uniforme, o que resulta em abundância em algumas regiões e escassez em outras (MIERZWA; HESPANHOL, 2005).

Os recursos hídricos superficiais gerados no Brasil representam 11% do recurso mundial, totalizando 168.870 m<sup>3</sup>/s. Como mencionado anteriormente, a

distribuição desses recursos no país é irregular, destacando o excesso de água na região Amazônia e as limitações de disponibilidade no Nordeste (TUCCI; HESPANHOL; NETTO, 2001). A bacia Amazônica detém 73% da água do doce existente no país, que é habitada por menos de 5% da população. Isto evidencia que apenas 27% da água do país esta disponível para 95% da população (BRASIL, 2001).

Apesar das irregularidades na distribuição e do quadro de escassez das águas, o ciclo hidrológico proporciona a renovação dos volumes de água. O ciclo hidrológico é um fenômeno de movimentação da água, que pode ocorrer em todos os seus estados físicos, entre o oceano, a atmosfera e os continentes e é impulsionado pela energia solar, a gravidade e a rotação terrestre. Devido o calor do sol, a água evapora dos oceanos, lagos, rios, solo, vegetação, neve e outros, e se mistura com o ar (evaporação), onde é empurrada pelos ventos em torno da terra, sobe e se condensa em nuvens. Com o efeito da gravidade, precipita-se e escoar em direção aos lugares mais baixos, podendo se infiltrar no solo, ou seguir para rios até atingir os oceanos (SÃO PAULO, 2011).

Diversos componentes desse ciclo se distribuem de maneira desordenada entre as várias regiões do planeta, devido a ações antrópicas capazes de provocar alterações nas disponibilidades quantitativas e qualitativas das águas. Dentre as regiões que sofrem com este problema estão às regiões semiáridas, onde as chuvas são distribuídas de forma irregular, no tempo e o espaço, podendo ocorrer estiagens em determinados períodos e enchentes em outros. Outra característica hidrológica dessas regiões é a evapotranspiração, que provoca déficit de água nos períodos sem chuva. Como consequência, fica complicado gerir os recursos hídricos de forma racional, uma vez que a população sofre com a incerteza da disponibilidade de água para os diversos usos (BRASIL, 2012).

Várias políticas públicas têm sido implantadas na região semiárida brasileira com o objetivo de solucionar os problemas dos recursos hídricos, no entanto muitas dessas medidas apresentam baixa eficiência, aumentando o desafio de viver nessas regiões e provocando o fenômeno de desertificação e a ocorrência da migração das populações rurais para os centros urbanos (BRASIL, 2012).

Segundo Cirilo et al. (2007), a média anual de precipitação no semiárido nordestino podem variar 200 a 700 mm, o que o faz ser considerado uma das zonas

mais chuvosas quando comparados a outras regiões semiáridas. Apesar disso, as temperaturas são elevadas, com perdas por evapotranspiração podendo atingir até 2.500 mm/ano. Além disso, o semiárido brasileiro é um dos semiáridos com maior densidade populacional do mundo, o que torna necessário estudar as melhores formas de convivência com a escassez hídrica.

Todas essas características do semiárido promovem o déficit hídrico, o que ocasiona limitações para agricultura e favorece a concentração de solutos nas fontes hídricas superficiais, degradando a qualidade das águas por meio da eutrofização e salinização (BRASIL, 2012).

## 2.2 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Em sentido amplo, gestão dos recursos hídricos é a forma pela qual se pretende solucionar questões relacionadas ao uso adequado dos recursos hídricos, com o objetivo de otimizá-lo em benefício da sociedade. A implantação da gestão de recursos hídricos é determinada por motivações políticas, pois é por meio dela que é possível planejar o aproveitamento e o controle dos recursos hídricos e ter meios para implantar os programas necessários. Assim, as condições de acesso aos recursos hídricos se dão através de uma boa gestão e adequado processo político (BRASIL, 2001).

A implantação de programas, ou seja, obras e medidas previstas nos planos de gestão é o objetivo da administração dos recursos hídricos, incluindo entre seus instrumentos a outorga do direito de uso, controle e fiscalização. Dessa forma, a gestão dos recursos hídricos realiza-se mediante procedimento integrado de planejamento e administração (BRASIL, 2001).

No Brasil, as águas são dominadas ou administradas pelos órgãos federais e estaduais, existindo as águas federais e as águas estaduais. São bens da União: lagos, rios e as correntes em seu domínio ou que banhe mais de um estado, sirvam de limite com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou venham dele, além dos terrenos marginais e as praias fluviais. São bens dos Estados: as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes ou em depósito encontradas em seu território (TUCCI; HESPANHOL; NETTO, 2001).

No decorrer da década de 1970 e mais intensamente na década de 1980, o poder estava muito concentrado na área federal e a sociedade começava a despertar para os problemas relacionados aos recursos hídricos. Percebia-se, portanto, que a mudança era necessária quanto ao comportamento frente à gestão dos recursos hídricos, havendo nesse período a instituição de várias comissões interministeriais (BRASIL, 2001).

Foi a partir do processo de redemocratização no Brasil e da nova Constituição de 1988, que os estados e municípios passaram a ter mais poder, proporcionando, assim, uma nova etapa no processo de gestão dos recursos hídricos (TUCCI; HESPANHOL; NETTO, 2001).

Mesmo com uma legislação sobre o direito das águas vigorando desde 1934, o Código das Águas, não foi possível se encontrar meios de superar os desconfortos hídricos existentes no país, a contaminação da água e os conflitos sobre os usos, nem tampouco a promoção de uma gestão descentralizada e participativa, que é o que se exige atualmente. Com o objetivo de solucionar essas dificuldades foi promulgada em 1997 a Política Nacional de Recursos Hídricos por meio da Lei Federal n.º 9.433/97.

A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

- I - a água é um bem de domínio público;
  - II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
  - III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
  - IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
  - V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
  - VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.
- (BRASIL, 2001)

Ainda são aspectos relevantes da Lei n.º 9.433/97 os cinco instrumentos de política para o setor de recursos hídricos:

- I - os Planos de Recursos Hídricos;
- II - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;

- III - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;
- IV - a cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- V - a compensação a municípios;
- VI - o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

(BRASIL, 2001)

Para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos criou-se a Agência Nacional de Águas (ANA), pela Lei Federal n.º 9.984 de 17 de julho de 2000, a qual cabe à implantação e aplicação da Lei n.º 9.433/97, segundo seus princípios, instrumentos e arranjo institucional (BRASIL, 2001).

Além da ANA o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos possui os seguintes integrantes: Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal; Comitês de Bacia Hidrográfica; órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, do Distrito Federal e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos; e Agências de Água (BRASIL, 2008).

Este complexo sistema criado no Brasil se deve ao federalismo reafirmado na Constituição Federal de 1988 e ao princípio da subsidiariedade presente na Política Nacional de Recursos Hídricos, onde entre seus fundamentos, está a necessidade da gestão descentralizada e participativa, envolvendo todos os setores da sociedade, como o poder público, os usuários e as comunidades (BRASIL, 2008).

O Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos – SINGEH, ainda não está totalmente consolidado devido sua complexidade e o pouco tempo de existência, o que o faz necessitar de maior aprimoramento e efetiva articulação entre as entidades que o integram. O Plano Nacional de Recursos Hídricos tem a implantação desse sistema como um de seus principais produtos intermediários, indispensável à viabilização de resultados para a gestão dos recursos hídricos do (BRASIL, 2008).

De acordo com Tucci, Hespanhol e Netto (2001), é perceptível que os recursos hídricos tem ganhado importância e considerável respeito por parte da sociedade, devido a abertura dos seus problemas para reflexão e debate de técnicos e de toda a população, contribuindo assim para que no futuro o país tenha um modelo sustentável quanto ao aproveitamento da água.

### 2.2.1 Uso racional da água

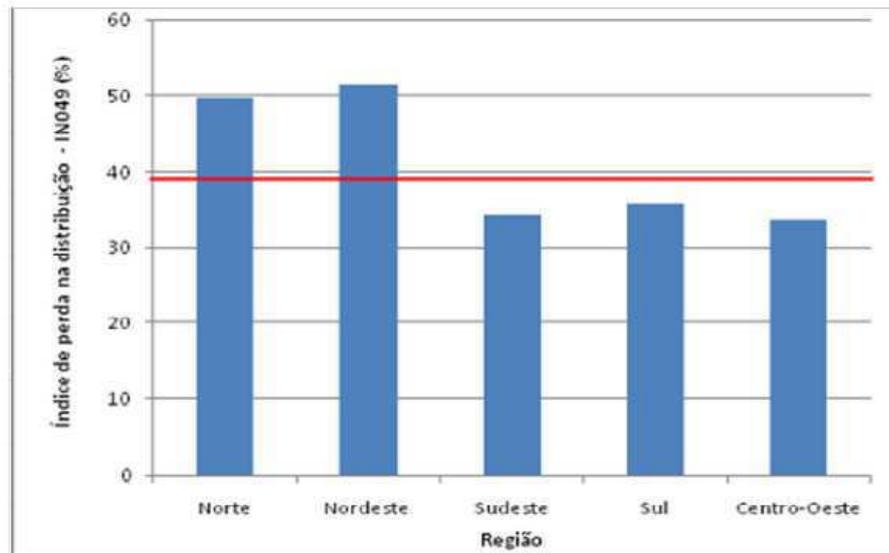
Os recursos hídricos precisam se manter em condições adequadas de uso e abundância, para isso é necessário iniciativas de ações rápidas e indispensáveis. É responsabilidade dos cidadãos de todas as classes sociais, a adoção de medidas inovadoras e efetivas de controle e manejo do uso da água (ANA et al., 2005).

Regiões de grande concentração populacional são as mais consumidoras, sendo localidades com alto potencial para poluição dos corpos hídricos circunvizinhos. O crescente desenvolvimento econômico em paralelo com as condições de qualidade de vida da população dependem da conscientização da importância da água e respectivamente de seu uso de forma racional por todos os setores da sociedade. Portanto, é imprescindível que se haja investimentos em tecnologias que busquem soluções e alternativas para ampliação da oferta de água, assim como para reduzir índices de perdas e desperdícios (ANA et al., 2005).

O uso irracional da água vem causando a sua escassez e levando diversas pessoas a se preocuparem e buscarem por formas mais conscientes de agir perante o problema. O uso racional consiste em ajustar as demandas a partir da utilização de uma menor quantidade de água para o desenvolvimento das atividades, sem comprometer sua qualidade (STEFANELLI; OLIVEIRA, 2009).

No Brasil, a ideia de abundância da água serviu por muitos anos para alimentar a cultura do desperdício de água disponível, assim como para sua pequena valorização econômica e para a falta de iniciativas mais eficientes para aquisição de investimentos para seu uso e proteção (BRASIL, 2001). Estima-se que os desperdícios de água no Brasil, referente apenas às perdas durante a distribuição de água, chegam, em média, a 37,2% do total do volume ofertado para população. No entanto, isso varia muito de região para região, com as regiões norte e nordeste apresentando desperdícios de aproximadamente 50%, como pode ser observado na FIG 2. Os valores do consumo médio *per capita* de água em 2011, em nível de Brasil, é em média 162,6 l/ha.dia (Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNIS), 2011).

FIGURA 2 - Índice de perdas na distribuição de água em regiões geográficas do Brasil



Fonte: SNIS (2011).

Dados da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental também dão destaque ao desperdício durante a distribuição de água, uma vez que segundo a citada associação as perdas físicas e não físicas ocorridas no transporte, da estação de tratamento até o consumidor chegam a 43% em média (STEFANELLI; OLIVEIRA, 2009).

De acordo com ANA et al. (2005), normalmente, as perdas físicas ocorrem devido a vazamentos no sistema pelo mau desempenho de seus dispositivos ou, ainda, por negligência do usuário ao deixar uma torneira mal fechada, por exemplo. Dessa forma, o desperdício ocorre quando a água está disponível em um determinado sistema e não é utilizada.

Os exemplos mais citados na literatura sobre os desperdícios devido ao mau uso são: banhos muito prolongados, lavar calçadas, pátios e carros com o jato da mangueira, usar bacias sanitárias que necessitam de muitos litros de água a cada descarga, irrigação de forma inadequada na agricultura, uso de torres de resfriamento nas indústrias, dentre outras (REBOUÇAS, 2003).

Já os exemplos de vazamentos por perdas quando da ocorrência de algum problema nos aparelhos do sistema ocorrem na maioria dos casos por falta de manutenção adequada. As perdas acontecem principalmente com vazamentos em torneiras, vasos sanitários e mictórios, tanto por vazamentos invisíveis como visíveis.

Na TAB. 1 é possível observar os volumes perdidos em vazamentos de alguns tipos de equipamentos sanitários (GONÇALVES et al., 2005).

TABELA 1 – Estimativa de volume perdido em vazamentos

Aparelho/Equipamento sanitário		Perda estimada
Torneiras (de lavatório, de pia, de uso geral)	Gotejamento lento	6 a 10 litros/dia
	Gotejamento médio	10 a 20 litros/dia
	Gotejamento rápido	20 a 32 litros/dia
	Gotejamento muito rápido	> 32 litros/dia
	Filete $\varnothing$ 2 mm	> 114 litros/dia
	Filete $\varnothing$ 4 mm	> 333 litros/dia
	Gotejamento lento	6 a 10 litros/dia
Mictório	Filetes visíveis	144 litros/dia
	Mictório Vazamento no flexível	0,86 litros/dia
	Vazamento no registro	0,86 litros/dia
Bacia sanitária com válvula de descarga	Filetes visíveis	144 litros/dia
	Vazamento no tubo de alimentação da louça	144 litros/dia
	Válvula disparada quando acionada	40,8 litros/vez (supondo a válvula aberta por um período de 30 segundos, a uma vazão de 1,6 litros/segundo)
Chuveiro	Vazamento no registro	0,86 litros/dia
	Vazamento no tubo de alimentação junto da parede	0,86 litros/dia

Fonte: Gonçalves et al. (2005).

Segundo ANA et al. (2005), um sistema hidráulico sem manutenção adequada pode perder de 15 a 20% de água. Assim, uma simples averiguação para detectar vazamento pode reduzir altos índices de desperdício.

Diante da necessidade de racionar os recursos hídricos, percebe-se a importância de medidas de conservação de água que, de acordo com ANA et al. (2005), pode ser definida como qualquer ação que venha a reduzir a quantidade de água extraída em fontes de suprimento, o consumo, o desperdício e que aumente a eficiência do seu uso, ou, ainda, que aumente a reciclagem e o reúso de água.

Para implementar um programa de conservação de água em determinada edificação, é necessário conhecer toda tipologia do edifício, sistematizar as ações de redução de consumo, garantindo sempre a qualidade necessária para a realização das atividades de forma que o desperdício seja o mínimo possível. A conservação de água consiste na associação da gestão da demanda e da oferta de água, e não apenas da individualização de uma delas, de forma que usos menos nobres devam ser supridos por água de qualidade inferior (ANA et al., 2005).

ANA et al. (2005) relatam ainda que a metodologia para implementar um programa de conservação de água deve se basear numa auditoria e diagnóstico do consumo de água, num plano de intervenção e na implementação de um sistema de gestão de água.

Diversas medidas podem ser adotadas com objetivo de conservar água, tais medidas englobam ações que abrangem duas áreas distintas: a humana e a técnica. Na área técnica estão inseridas as ações de medições e aplicações de tecnologias e procedimentos para o uso da água. Já na humana, estão inseridas ações como o comportamento e os procedimentos para a realização de atividades que utilizam água (LIMA, 2010).

São exemplos de medidas de conservação de água: o monitoramento do consumo, a manutenção do sistema, a correção de vazamentos, medição setorizada, campanhas de sensibilização e educativas, e instalação de tecnologias economizadoras nos pontos de consumo de água (ANA et al., 2005).

O monitoramento do consumo é uma das medidas de conservação e o mesmo pode ser realizado por meio da leitura visual dos volumes de água, pelo acompanhamento das contas de água ou, ainda, por intermédio de sistemas mais

complexos, como medidores que podem ser de leitura visual ou eletrônica com apoio de programas computacionais (ANA et al., 2005).

A correção de vazamentos é uma das ações mais importantes na redução do consumo de água em um sistema. Deve-se corrigir os vazamentos antes da substituição de componentes convencionais por economizadores de água, como forma de evitar resultados enganosos (ANA et al., 2005).

A manutenção também é muito importante para que um sistema funcione em condições plenas de desempenho, pois se evitam as perdas por vazamento, mau desempenho do sistema ou por negligência do usuário. Na NBR n.º 5674 (1999, p. 2) define-se manutenção como sendo “conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de suas partes constituintes de atender as necessidades e segurança dos seus usuários”.

Outra prática conservacionista é a medição individualizada ou setorizada. Lima (2010) afirma que essa prática torna possível a redução de até 25% no consumo de água. O mesmo ainda relata que esse tipo de abordagem vem sendo divulgada e deveria abranger mais espaços nos modelos de construção e administração de edificações. Para Lima (2010), a medição é uma ferramenta de gestão de consumo de água utilizada para monitorar o comportamento do sistema ao longo da vida útil da edificação e colocar como benefício o controle do consumo, possibilitando também a pronta localização de vazamentos que poderiam levar demasiado tempo para serem identificados.

Uma das ações humanas são as práticas educacionais, podendo-se citar a conscientização e sensibilização dos usuários visando a conservação de água. Os usuários da edificação podem receber um manual que abranja os reais objetivos da gestão da água e as ações necessárias para se alcançar tais objetivos (LIMA, 2010).

As campanhas educativas, de acordo com ANA et al. (2005), são uma forma de comunicação destinada a usuários específicos por meio da realização de palestras dirigidas a funcionários, informando os procedimentos mais adequados para a realização de suas atividades, assim como para a de todos os usuários do sistema. A mesma deve ser realizada por profissionais especializados da área.

Já as campanhas de sensibilização são mais abrangentes e voltadas a todos os usuários do sistema. A mesma consiste em abordar o objetivo da conservação da água, as vantagens econômicas e ambientais da redução de volume de água

consumido e de esgoto tratado, a redução de gastos com as contas de água e de energia e a possibilidade de atendimento a um maior número de usuários (ANA et al., 2005). São exemplos de campanha de sensibilização: a realização de palestras, como já citado; a distribuição de folhetos; alimentação de murais; notícias em jornais internos; realização de dinâmicas de grupo abordando o tema em questão, entre outras formas (ANA et al., 2005).

Uma das mais importantes medidas de conservação de água consiste em substituir os aparelhos obsoletos por equipamentos economizadores de água. Economicamente, é interessante se analisar as condições locais, realizar um diagnóstico do consumo, identificando os pontos onde pela frequência de uso ou volume/vazão, o consumo é significativo. É interessante obter uma relação custo-benefício adequada aos interesses locais (YWASHIMA, 2005).

A especificação de aparelhos economizadores com o objetivo de reduzir o consumo de água deve ser realizada em função das necessidades dos usuários obtidas de observações de suas atividades relacionadas à água e da avaliação técnico-econômica, assim como das condições físicas de cada sistema (ANA et al. 2005). A instalação desses equipamentos nos pontos de grande consumo pode reduzir significativamente os volumes de água. Diante disso, é importante estudar os principais equipamentos economizadores disponíveis para, posteriormente, em conjunto com as análises quanto às atividades com o uso da água, identificar aqueles componentes passíveis, técnica e economicamente, de instalação para cada tipologia de edificação (YWASHIMA, 2005).

ANA et al. (2005, p. 139) afirmam que “deve-se considerar que os equipamentos economizadores são os mais adequados para o uso público ou coletivo. Dessa forma, em instalações existentes recomenda-se a substituição de equipamentos convencionais e em novas edificações o projeto já deve prever exclusivamente aqueles mais apropriados para o uso racional da água”.

ANA et al. (2005) apresentam diretrizes para a especificação técnica de alguns componentes economizadores de água mais utilizados nas diferentes tipologias de edificações, conforme mostrado na TAB. 2.

TABELA 2 – Tecnologias economizadoras de água

<b>Equipamentos</b>	<b>Tipo</b>
Torneira	Hidromecânica
	Sensor
	Funcionamento por válvula de pé
Arejadores	Arejadores
Mictórios sem água	Mictório seco
Dispositivos de descarga para mictórios convencionais	Válvula de acionamento hidromecânico
	Válvula de acionamento por sensor de presença
	Válvula Temporizada
Chuveiros e duchas	Registro regulador de vazão para chuveiros e duchas
	Válvula de fechamento automático para chuveiros e duchas
Bacias sanitárias	Com válvulas de descarga de ciclo seletivo
	Com caixa acoplada
Redutores de vazão	Registro regulador de vazão para lavatórios

Fonte: Adaptado de ANA et al. (2005).

Nas torneiras hidromecânicas, o controle da vazão é obtido pelo manuseio de um registro regulador de vazão, evitando que os usuários interfiram na vazão, que é convenientemente regulada em função da pressão existente no ponto. A temporização do ciclo de funcionamento também resulta na redução do consumo de água. Nas torneiras a sensor, o comando e ciclo de funcionamento se dão pela ação de um sensor de presença que capta a presença das mãos do usuário quando este se aproxima da torneira, liberando assim o fluxo de água. As alternativas apresentadas para esses dois tipos de torneiras são mais indicadas para serem instaladas em banheiros de vestiários de escolas, indústrias, shopping centers, edificações comerciais, escritórios, estádios de futebol e hospitais. Existem ainda as torneiras de funcionamento por válvula de pé, que caracterizam pela

presença de um dispositivo de acionamento instalado no piso, de frente à torneira propriamente dita. Este tipo de sistema é adequado para ambientes onde não se deseja o contato direto das mãos nos componentes da torneira, como em determinadas áreas de hospitais, cozinhas e laboratórios (ANA et al., 2005).

Nas residências, o consumo de água na pia pode chegar a ser o terceiro mais significativo. Uma solução para isso são os arejadores, dispositivos instalados na saída de água de torneiras e bicas reduzindo a sessão de passagem de água, pois injetam ar durante o escoamento, diminuindo o jato da torneira em cerca de 50% (vazão entre 0,13 l/s e 0,76 l/s). Atualmente o uso desse aparelho é bastante comum em residências, sendo também utilizado em cozinhas industriais, uma vez que se trata de um dispositivo simples e eficiente, com baixo custo de aquisição e de fácil instalação e manutenção (LIMA, 2010; ANA et al., 2005).

Outros aparelhos economizadores são os mictórios, conforme citado na TAB. 2. Os mictórios a seco funcionam com um sifão captor de odores que quando a urina entra na parte inferior do cilindro, ela aciona uma boia hidrostática que fecha o sifão na parte superior (LIMA, 2010). Já no mictório com sensor, quando o usuário se aproxima e se posiciona de frente ao aparelho, o sensor detecta a presença do usuário. Normalmente, o fluxo de água só é liberado após o afastamento do usuário, garantindo assim, um menor consumo. Neste tipo de equipamento, o tempo médio de acionamento dos produtos encontrados no mercado encontra-se em torno de 5 a 6 segundos (ANA et al., 2005).

Os mictórios de torneira hidromecânica seguem o mesmo funcionamento do chuveiro e da torneira hidromecânica, existindo na mesma um tempo determinado para fechamento automático. Este tipo de válvula se caracteriza por um corpo metálico externo que controla e conduz a água até o mictório. O usuário deve pressionar o acionador de válvula liberando o fluxo de água para a bacia do mictório, após isso, ocorre o fechamento temporizado pela ação hidromecânica da válvula (ANA et al., 2005).

Existem ainda outros exemplos de aparelhos para economia de água que podem ser utilizados nas edificações em geral, são os dispositivos economizadores de água para chuveiros e duchas. Um exemplo são os chuveiros com acionamento de pedal, neles o fluxo é liberado apenas com o acionamento do pedal pelo usuário, outro exemplo são os de fechamento automático ou chuveiro de

acionamento hidromecânico, nesses existe tempo determinado para fechar automaticamente, o ciclo de funcionamento é em torno de 35 segundos. É importante lembrar que os chuveiros são responsáveis em média por 41% do volume de água em apartamentos, 78% do consumo de água em apartamento tipo flat e também consumos elevados em vestiários de uso coletivo em geral (ANA et al., 2005; LIMA 2010).

Para vasos sanitários, na NBR 15.079/04 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) determina-se que todas as bacias sanitárias comercializadas no Brasil tenham limite máximo de consumo de água de 6 litros por descarga (GONÇALVES, 2006). Isso representa uma economia bastante significativa quando comparada aos aparelhos convencionais, nas quais o consumo é em torno de 9 a 13 litros/descarga, enquanto que nos aparelhos mais antigos o consumo pode chegar a 20 litros/descarga (LIMA, 2010).

Além dessas tecnologias, o mercado dispõe dos dispositivos conhecidos com “dual-flush” ou duplo acionamento. A válvula de descarga contém dois botões, onde um deles, quando acionado, libera uma descarga completa (normalmente 6 litros) para arraste de efluentes sólidos. O outro botão libera meia descarga, geralmente 3 litros, para limpeza somente dos efluentes líquidos (ANA et al., 2005).

ANA et al. (2005) ainda destacam a importância dos dispositivos redutores de pressão e de vazão. Os reguladores de vazão, como já citado acima, se expandem para além dos chuveiros, podendo ser utilizados em lavatórios. Tais dispositivos possibilitam redução bastante significativa quando regulados adequadamente e instalados com as torneiras de fechamento automático de funcionamento hidromecânico. Já os redutores de pressão são mais indicados para edificações que apresentam pressão elevada, estes devem ser colocados na tubulação de entrada de água da área.

## **2.2.2 Aproveitamento de água**

### *2.2.2.1 Reúso*

De acordo com Telles e Costa (2007), reúso é o aproveitamento do efluente após uma extensão de seu tratamento, que venha ou não causar investimentos

adicionais. No entanto, nem todo volume de esgoto gerado necessariamente precisa ser tratado. Essas especificações necessitam respeitar o princípio de adequação da qualidade da água à sua utilização, assim como, atender as instruções da NBR 13.969/97 da ABNT.

Conforme a Resolução n.º 54 de 28 de novembro de 2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, o reúso de água se constitui em uma técnica de racionalização e de conservação de recursos hídricos. Essa técnica proporciona a redução e a descarga de poluentes em corpos receptores, conservando dessa forma os recursos hídricos para o abastecimento público e outros usos mais exigentes quanto à qualidade. Há também a redução dos custos associados à poluição e contribuição para a proteção do meio ambiente e da saúde pública (CUNHA et al., 2011). É estabelecido nessa resolução, em seu artigo 2.º, as seguintes definições:

- I - água residuária: esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratados ou não;
  - II - reúso de água: utilização de água residuária;
  - III - água de reúso: água residuária, que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas;
  - IV - reúso direto de água: uso planejado de água de reúso, conduzida ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos;
  - V - produtor de água de reúso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que produz água de reúso;
  - VI - distribuidor de água de reúso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que distribui água de reúso; e
  - VII - usuário de água de reúso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que utiliza água de reúso.
- (BRASIL, 2005. p. 1)

Apesar do reconhecimento da prática do reúso como uma opção inteligente de racionalização dos recursos hídricos, há a necessidade da aceitação da sociedade e da vontade política para a mesma se concretizar como tecnologia sistemática (TELLES; COSTA, 2007).

De acordo com Hespanhol (2002), é perceptível que as possibilidades e formas de reúso dependem das características, das condições e dos fatores locais.

O reúso de água pode ser feito de forma direta ou indireta, decorrentes de ação planejada ou não. Desta forma, o reúso indireto não planejado da água ocorre quando a mesma é utilizada em qualquer atividade humana e em seguida descarregada no meio ambiente, sendo utilizada novamente a jusante na sua forma

diluída de maneira não planejada e controlada. Assim, a água está sujeita às ações naturais do ciclo hidrológico, podendo ocorrer por diluição ou autodepuração (CETESB, 2014).

Já o reúso indireto planejado da água ocorre quando os efluentes tratados são descarregados de forma planejada nos corpos de água, para ser utilizada a jusante de maneira controlada. Nesse tipo de reúso existe também um controle sobre as possíveis descargas de efluentes que surgirem no caminho para onde o efluente é depositado, garantindo assim, que o efluente tratado misture-se apenas a outros que também atendam ao requisito de qualidade de reúso que se objetiva (CETESB, 2014).

O reúso direto planejado ocorre quando os efluentes já tratados são encaminhados diretamente de seu ponto de descarga até o local de reúso, não tendo, desta forma, descarga no meio ambiente (CETESB, 2014).

No Brasil, o reúso de água encontra aplicações significativas em diversos usos. Os efluentes de origem doméstica ou similares tornam seu reúso mais viável para fins urbanos. Assim, por motivos de segurança à saúde pública, esses tipos de efluentes devem ser reutilizados para fins menos nobres, como irrigação de jardins, campos agrícolas e pastagens, lavagens de pisos e de veículos, descarga de vasos sanitários, manutenção paisagística dos lagos e canais com água e outros (TELLES; COSTA, 2007).

Ainda de acordo com Telles e Costa (2007), o reúso urbano para fins potáveis, ou seja, para os serviços de abastecimento público, só deve ser utilizado em localidades onde ocorra escassez crônica e esta tecnologia seja a única solução possível. Nos casos em que essa situação ocorrer, é necessário que o efluente tenha características estritamente orgânicas, seja tratado em nível terciário e em seguida siga para tratamento complementar de potabilização de água.

De acordo com Nunes (2006), a Organização Mundial de Saúde não recomenda o reúso direto de água para fins potáveis, por acarretar riscos à saúde humana, devido a presença de metais pesados, patógenos e compostos orgânicos sintéticos. Relata, ainda, o alto gasto com sistemas de tratamento avançados para esses casos, o que economicamente inviabiliza o projeto.

De acordo com Hespanhol (2002), os sistemas de reúso quando adequadamente planejados e administrados proporcionam benefícios ambientais e

melhorias na saúde, como redução do lançamento de efluentes industriais em cursos de água, o que possibilita melhoraria na qualidade das águas interiores das regiões mais industrializadas; redução da captação de águas superficiais e subterrâneas, possibilitando uma situação ecológica mais equilibrada; aumento da disponibilidade de água para usos mais exigentes, como abastecimento público; etc.

#### *2.2.2.2 Aproveitamento de água da chuva*

O sistema de aproveitamento de água de chuva vem sendo utilizado por alguns países, em especial pelos Estados Unidos, Japão e Alemanha, onde esse mecanismo funciona de forma eficiente. O Nordeste brasileiro também tem implementado algumas tecnologias nesse sentido, como fonte de suprimento de água, devido aos problemas relacionados com a escassez hídrica enfrentada por esta região na maior parte do ano (QUEIROZ; FARIAS, 2013).

Ainda de acordo com Queiroz e Farias (2013), a captação direta de águas pluviais nas edificações, para determinadas finalidades, pode ser considerada como uma alternativa para a redução da demanda do sistema público, principalmente em regiões áridas. Além disso, as águas pluviais podem contribuir bastante para a redução do consumo de água potável, possibilitando a redução dos mananciais regionais e permitindo o direcionamento desse recurso para fins mais nobres. É uma medida que, para ser implantada, necessita de estudos especiais acerca da viabilidade e eficiência no atendimento das demandas a que será destinada, ao dimensionamento do sistema de captação, a coleta e reservação, observando as características locais e evitando assim a problemas com projetos inadequados.

No Brasil, tem-se utilizado muito o aproveitamento de água da chuva com a construção de cisternas no Nordeste. O Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido: Um Milhão de Cisternas Rurais ou AP1MC (Associação Programa Um Milhão de Cisternas), tem como objetivo fornecer cisternas para o armazenamento de água da chuva. O programa deve beneficiar 1.000.000 de famílias rurais do semiárido. Já foram construídas 12.400 cisternas de 16.000 litros até o momento. Nessas regiões a população utiliza a água das cisternas para uso doméstico e até mesmo para cozinhar e beber (QUEIROZ; FARIAS, 2013).

“Mais do que uma tendência isolada, a utilização da água de chuva vem sendo considerada como uma fonte alternativa de água, para fins potáveis ou não potáveis, dependendo da necessidade e da qualidade desta. Pode-se inserir atualmente o aproveitamento da água da chuva nos sistemas de gestão integrada de águas urbanas. A utilização da água da chuva, por depender de condições locais e visando seu aproveitamento no próprio local de captação, se insere no conceito de sistemas de saneamento descentralizado, nos quais sua gestão é compartilhada com o usuário” (GONÇALVES, 2006. p. 83).

A água da chuva geralmente é coletada em áreas impermeáveis como telhados, pátios, ou áreas de estacionamento. No entanto, dentre essas possibilidades, as técnicas mais comuns e utilizadas são as da superfície dos telhados e dos pátios, sendo que as dos telhados são mais simples e quase sempre permitem a obtenção de água de melhor qualidade. Após a coleta, a água é encaminhada para reservatórios de acumulação e, depois disso, a água deve passar por um sistema de tratamento para atingir os níveis de qualidades correspondentes aos seus usos (ANA, et al., 2005).

Na coleta da água de chuva, os equipamentos necessários são: calhas, condutores, dispositivo para descarte da água de lavagem do telhado e a cisterna para seu armazenamento (GONÇALVES, 2006).

De acordo ANA et al. (2005) a metodologia básica para projetos de sistemas de coleta, tratamento e uso de água pluvial envolve as etapas a seguir:

- Determinação da precipitação média local (mm/mês);
- Determinação da área de coleta;
- Determinação do coeficiente de escoamento superficial;
- Caracterização da qualidade da água pluvial,
- Projeto do reservatório de descarte;
- Projeto do reservatório de armazenamento;
- Identificação dos usos da água (demanda e qualidade);
- Estabelecimento do sistema de tratamento necessário;
- Projeto dos sistemas complementares (grades, filtros, tubulações etc.).

A precipitação média local deve ser estabelecida em função de dados mensais publicados em nível nacional, regional ou local. Deve-se analisar séries históricas e

sintéticas das precipitações locais ou regionais e definir se vai usar séries históricas médias mensais ou precipitações diárias. É indicado utilizar, no mínimo, um período de 10 anos de dados a serem analisados (TOMAZ, 2007).

A área de coleta de água deve ser determinada, no caso de telhados, que são normalmente inclinados em projeção horizontal, de acordo com a NBR n.º 10.844/89 (ANA et al., 2005). Essa norma é para instalações prediais de águas pluviais, que fixa exigências e critérios necessários aos projetos das instalações de drenagem de águas pluviais, visando a garantir níveis aceitáveis de funcionalidade, segurança, higiene, conforto, durabilidade e economia (ABNT, 1989).

O coeficiente de escoamento superficial ou coeficiente de *runoff* é determinado em função do material e do acabamento da área de coleta, conforme mostrado na TAB. 3. Esse coeficiente representa a relação entre o volume total escoado e o volume total precipitado, variando conforme a superfície (TOMAZ, 2007). Tal parâmetro tem como objetivo minimizar as perdas, a ser considerada, devida a limpeza do telhado, a perda por evaporação, as perdas na autolimpeza, entre outras causas (GONÇALVES, 2006).

TABELA 3 – Coeficiente de *runoff*

<b>Material do telhado</b>	<b>Coeficiente de <i>runoff</i></b>
Telhas cerâmicas	0,8 a 0,9
Telas esmaltadas	0,9 a 0,95
Telhas corrugadas de metal	0,8 a 0,9
Cimento amianto	0,8 a 0,9
Plástico, PVC	0,9 a 0,95

Fonte: TOMAZ (2007).

De acordo com Tomaz (2003)<sup>1</sup> apud Anecchini (2005), o melhor valor a ser adotado como coeficiente de escoamento superficial (*runoff*) para o Brasil é 0,80, que significa uma perda de 20% de toda a água precipitada.

A caracterização da qualidade da água pluvial deve ser feita considerando os níveis de poluição local, utilizando sistemas automáticos de amostragem. A caracterização tem o objetivo de estabelecer dados para o cálculo de reservatório de

<sup>1</sup> TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva. São Paulo: Navegar Editora, 2003.

descarte e deve ser feita após períodos variáveis de estiagem, ou seja, a caracterização vai determinar quanto deve ser eliminado na primeira chuva (ANA et al., 2005).

Gonçalves (2006) afirma que os reservatórios de água de chuva podem estar apoiados do solo, ou ainda serem enterrados, semienterrados ou elevados. Os mesmos podem também terem diferentes formas e serem constituídos de diferentes materiais, tais como concreto armado, alvenaria, fibra de vidro, aço, PVC, polietileno, entre outros.

Normalmente são utilizados dois tipos de reservatórios, os de descarte e os de armazenado. No reservatório de descarte há a coleta da água inicial da precipitação, por um período de tempo determinado e posteriormente descarta-se essa água. Os volumes são determinados em função da qualidade da água durante as fases iniciais de precipitação, que ocorrem após diferentes períodos de estiagem. Várias técnicas são empregadas para a realização do descarte da água de limpeza do telhado, como o uso de tonéis, reservatórios de autolimpeza com torneira bóia, dispositivos automáticos, entre outros (ANA et al., 2005).

Em um sistema de aproveitamento de água de chuva, o volume da água de chuva aproveitável depende do coeficiente superficial, bem como da eficiência do sistema de descarte (TOMAZ, 2007). Para o dimensionamento do sistema de descarte, normalmente se utiliza uma regra prática, que segundo Tomaz (2003)<sup>2</sup> apud Gonçalves (2006), no Brasil, geralmente é 1,0 l/m<sup>2</sup> ou 1mm de chuva por metro quadrado. No entanto, em outros países, como a exemplo dos EUA, usa-se 0,4 l/m<sup>2</sup>.

Já o reservatório de armazenamento é destinado à retenção das águas pluviais coletadas para posterior uso. O volume do reservatório é calculado com base da precipitação anual do local e deve considerar as características de demanda específica de cada edificação. Normalmente, o reservatório de armazenamento é o componente mais dispendioso do sistema de coleta e aproveitamento de águas pluviais, por isso seu dimensionado deve ser criterioso para tornar viável a implementação do sistema (ANA et al., 2005).

Assim, para realizar o aproveitamento de água da chuva em uma edificação é necessário conhecer os fatores interligados ao sistema, pois o sucesso de um sistema de aproveitamento depende desses elementos. Portanto, quanto maior a

---

<sup>2</sup> TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva. São Paulo: Navegar Editora, 2003.

áreas de captação, mais chuva poderá ser coletada e quanto mais regular for o índice pluviométrico da região, mais confiável será o sistema (GONÇALVES, 2006).

Gonçalves (2006) afirma que para conhecer o volume do reservatório é necessário que se estime o volume de água da chuva a ser captado na edificação, o descarte da água de lavagem do telhado e as demandas internas e externas.

O volume dos reservatórios deve ser dimensionado mediante critérios técnicos e econômicos. A eficiência e confiabilidade dos sistemas de aproveitamento de água de chuva estão diretamente ligados ao dimensionamento dos reservatórios. Estes necessitam obter combinação perfeita entre o volume de reservação e a demanda a ser atendida, com a maior eficiência e o menor custo possível (GONÇALVES, 2006). O projetista deve ter prática na área de engenharia, podendo adotar modelos matemáticos de dimensionamento apresentados na literatura e outros. São exemplos de modelos de dimensionamento o Método de Rippl, o Modelo Comportamental ou de Simulação, Método Prático do Prof. Azevedo Neto, Método de Simulação de Monte Claro, dentre outros (TOMAZ, 2007).

Os reservatórios de água de chuva devem ser limpos e desinfetados com solução de derivado clorado, no mínimo uma vez por ano, de acordo com a ABNT NBR n.º 5.626/1998. Essa norma “estabelece exigências e recomendações relativas ao projeto, execução e manutenção da instalação predial de água fria. As exigências e recomendações aqui estabelecidas emanam fundamentalmente do respeito aos princípios de bom desempenho da instalação e da garantia de potabilidade da água no caso de instalação de água potável” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT), 1998, p. 3).

ANA et al. (2005) afirma que o tratamento de águas pluviais varia de acordo com a qualidade da água coletada no sistema e com destino final da mesma. Assim, considerando os usos mais comuns não potáveis da edificação, tais como irrigação de áreas verdes, lavagens de pisos, descargas de toaletes e torres de resfriamento de sistema de ar condicionado, são empregados sistemas de tratamento compostos de unidades de sedimentação simples, filtração simples, desinfecção com cloro ou com luz ultravioleta.

Em alguns casos são utilizados sistemas mais complexos que proporcionem níveis de qualidade mais elevados, como unidades de coagulação e floculação com

produtos químicos, sedimentação acelerada, filtração em camada dupla, sistemas de oxidação avançada ou processos de membrana (ANA et al., 2005).

Coletar água de chuva vai além de conservar água, é também conservar energia, considerando o consumo necessário para operação de uma estação de tratamento de água, o seu bombeamento e as demais operações necessárias de distribuição. A operação de um sistema de aproveitamento de água de chuva pode reduzir de 25% a 45% o custo energético quando comparado com uma estação de tratamento de água e demais operações (GONÇALVES, 2006).

O aproveitamento de água da chuva proporciona inúmeras vantagens, reduz a erosão local e as enchentes causadas pela impermeabilização, captando e armazenando água. Assim, essa água que iria causar enchentes e poluir corpos hídricos estará disponível para diferentes usos (GONÇALVES, 2006). “Pode-se dizer que um sistema de aproveitamento de água da chuva é um sistema descentralizado e alternativo de suprimento de água visando, entre outros, a conservação dos recursos hídricos e reduzindo a demanda e o consumo de água potável” (GONÇALVES, 2006, p. 84).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Câmpus de Pombal – PB.

#### 3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

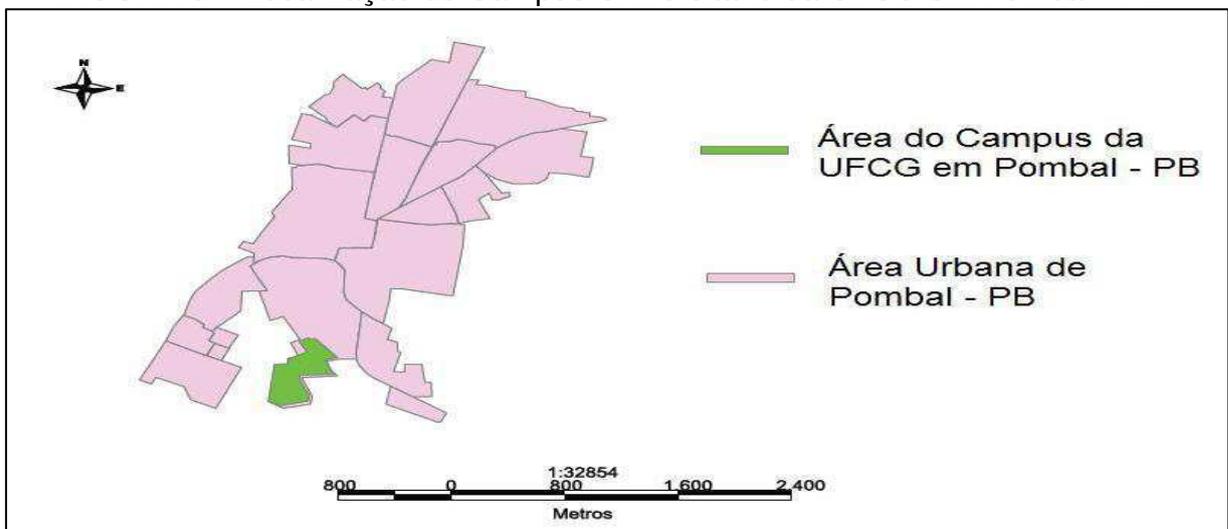
O município de Pombal está contido em uma área de 892,70 km<sup>2</sup> e é localizado na mesorregião do sertão paraibano, entre as coordenadas UTM (E1 = 607.336,20 m e N1 = 9.224.049,58 m; e E2 = 652.246,68 m e N2= 9.268.841,93 m).

O Câmpus Universitário de Pombal é um dos seis câmpus de ensino superior público pertencente à UFCG. A UFCG tem atuado em Pombal desde 2006, com o curso de Agronomia, e, a partir de 2007, também com os cursos de Engenharia Ambiental e de Alimentos.

A atual estrutura do Câmpus Universitário de Pombal foi inaugurada somente em 2009, três anos após o início da atuação da universidade na cidade. Antes disso, os cursos citados anteriormente funcionavam em um prédio pertencente à prefeitura municipal.

Na FIG. 3 apresenta-se uma imagem aérea destacando a localização da área do Câmpus da UFCG em Pombal – PB.

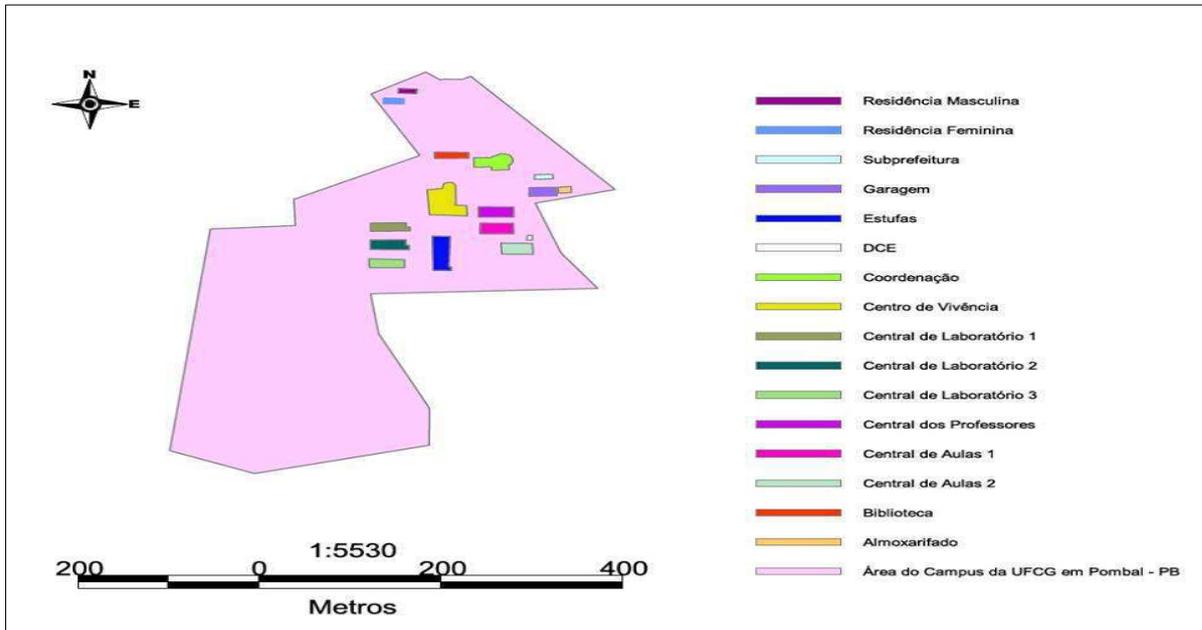
FIGURA 3 – Localização do Câmpus Universitário da UFCG em Pombal - PB



Fonte: Ismael e Leite, 2013.

Na FIG. 4 encontra-se apresentado o mapa com a configuração das unidades e respectivas instalações hidráulicas prediais estudadas no Câmpus de Pombal – PB.

FIGURA 4 – Mapa das instalações prediais do *Câmpus* Universitário da UFCG em Pombal-PB



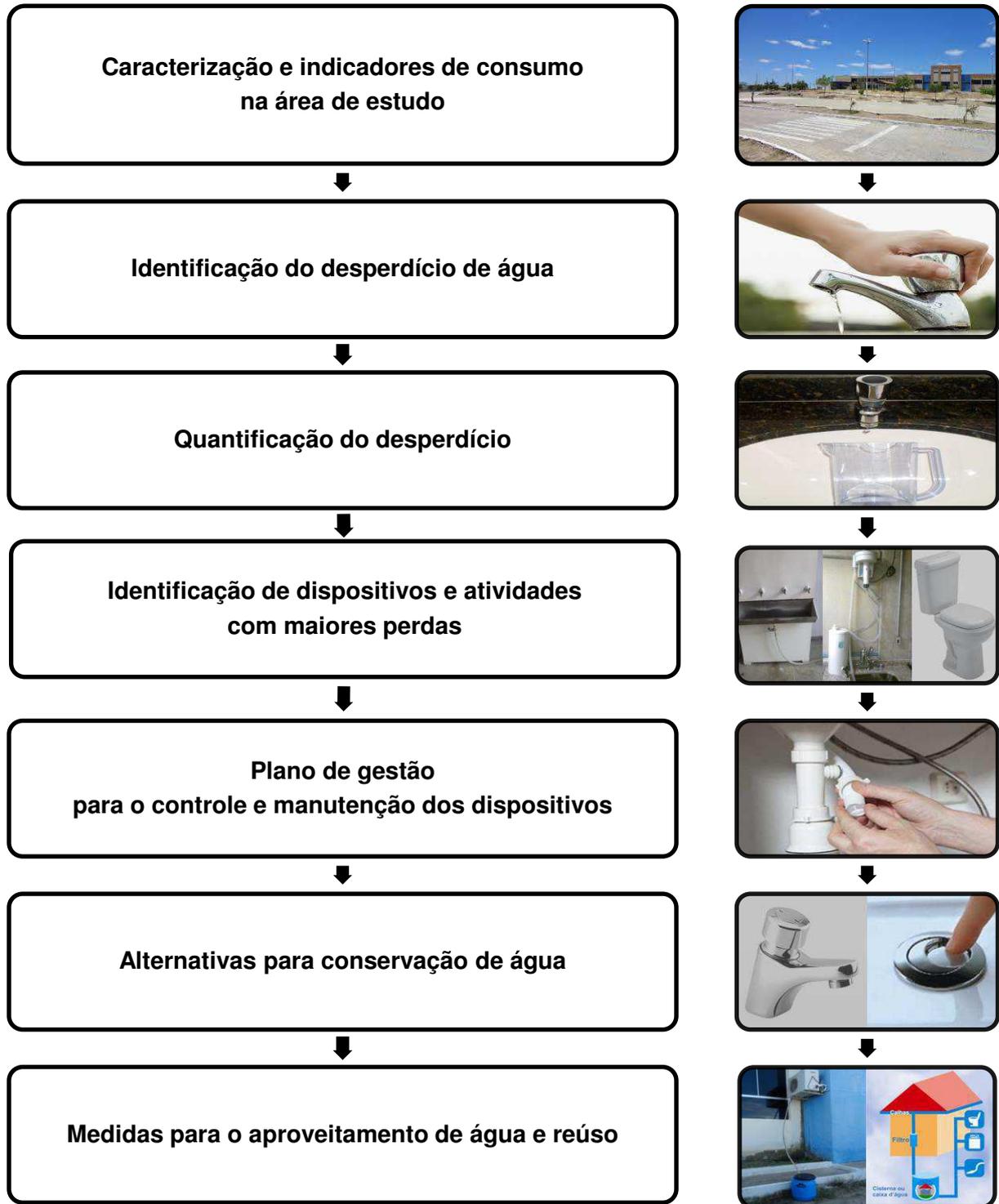
Fonte: Ismael e Leite, 2013.

Todos os prédios e demais partes do câmpus são abastecidos pelo sistema de distribuição de água da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), que é utilizada para limpeza predial, descargas sanitárias, pias, bebedouros, laboratórios, dentre outras.

### 3.2 METODOLOGIA

O método utilizado é o estudo de caso, tendo-se como objetivo a descrição e compreensão do caso particular do uso da água no Câmpus da UFCG em Pombal – PB por meio de coleta de dados e levantamentos bibliográficos e documentais. A metodologia proposta divide-se em sete subtítulos que determinam o escopo do trabalho. Na FIG. 5 encontra-se o fluxograma das etapas dessa metodologia.

FIGURA 5 – Fluxograma da metodologia aplicada para a proposta de uso racional de água no Câmpus de Pombal-PB



Fonte: Autoria própria, 2013.

### **2.2.1 Caracterização e indicadores de consumo na área de estudo**

Para obtenção das características do câmpus foi necessário à obtenção das informações a seguir:

- Características físicas e funcionais dos prédios;
- Instalações hidráulicas;
- Identificação dos agentes consumidores; e
- Histórico do consumo de água.

A descrição das características e atividades do local é o primeiro passo, juntamente com o levantamento dos projetos arquitetônicos e hidráulico para conhecer o local onde se realizará o trabalho. Entender essas características é fundamental para realização do diagnóstico. Tais informações foram cedidas pela administração do Câmpus e por meio de visitas *in loco* (UFCEG, 2013).

Segundo Oliveira (1999), o agente consumidor é a variável mais representativa do consumo de água em um sistema, pois depende e varia conforme a tipologia dos edifícios e com as características funcionais do sistema. As informações referentes aos agentes consumidores foram, também, cedidas pela administração do Câmpus (UFCEG, 2013).

O histórico do consumo foi realizado a partir do levantamento dos consumos mensais de todos os meses registrados nas contas da CAGEPA.

### **3.2.2 Identificação do desperdício de água**

A identificação dos desperdícios foi realizada a partir de visitas *in loco*, após a identificação dos dispositivos existentes. Os pontos observados foram os aparelhos hidrossanitários dos banheiros, como as torneiras das pias, os vasos sanitários, os mictórios, os chuveiros e as duchas; os bebedouros; e os aparelhos especiais como e os destiladores. Dessa forma, observaram-se os possíveis vazamentos e suas causas.

Nas torneiras, duchas e chuveiros, a identificação dos vazamentos foi conduzida por meio de observações visuais, assim como nos bebedouros e aparelhos especiais. Para os vasos sanitários e mictórios, além da inspeção dos aparelhos,

quando necessário, utilizou-se o teste da caneta hidrossolúvel para a detecção de vazamentos. Este procedimento é o mesmo utilizado pela equipe do PRÓ-ÁGUA UNICAMP (NAKAGAWA, 2009).

### 3.2.3 Quantificação do desperdício

A quantificação do desperdício analisado nas torneiras foi feita com o auxílio de um recipiente (FIG. 6a), onde era coletada a água gotejada. O procedimento foi realizado nas torneiras que apresentavam vazamentos. Com o uso de um cronômetro marcou-se 5 min (FIG. 6b), durante esse tempo foi coletado o líquido e em seguida medido em uma proveta a quantidade de água em ml (FIG. 6c). Assim, para determinação de quanto é desperdiçado de água em um dia, mês ou ano, fizeram-se os cálculos por regra de três simples.

FIGURA 6 – (a) Gotejamento no recipiente, (b) Cronômetro e (c) Proveta (ml)



Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

Para quantificação dos desperdícios nos vasos sanitários, duchas, chuveiros e mictórios foram utilizadas observações diretas e os conhecimentos apresentados na literatura (GONÇALVES et al., 2005).

Para quantificação dos bebedouros, utilizou-se uma mangueira que partia do local de destino final da água desperdiçada no bebedouro (FIG. 7a) até um recipiente plástico (FIG. 7b). A água captada no recipiente era medida com o auxílio de um pedaço de madeira graduado, representando os níveis dos volumes previamente calculados. Esse procedimento foi realizado em dois dos oito bebedouros durante uma semana, nos três horários de funcionamento do câmpus, manhã, tarde e noite.

FIGURA 7 – (a) Bebedouros e (b) Recipiente plástico para coleta de água



Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

Com relação aos destiladores, a quantificação foi realizada apenas através de entrevista com os técnicos dos laboratórios, onde os mesmos relataram a quantidade de água necessária para fabricar um litro de água destilada e quanto em média era utilizado por semana. Com estes dados, utilizou-se a regra de três simples para estimar o total desperdiçado.

### **3.2.4 Identificação dos tipos de dispositivos e atividades com maiores perdas**

A identificação dos dispositivos com maiores perdas foi realizada mediante os dados de quantificação de desperdício dos aparelhos analisados.

### **3.2.5 Plano de gestão para o controle e manutenção dos dispositivos**

Uma vez identificado os problemas e os pontos de maiores perdas de água, foi apresentado um plano de controle e manutenção dos dispositivos, seguindo os conhecimentos apresentados na literatura (MARINHO, 2007). Segundo Marinho (2007), a manutenção do sistema hidráulico pode ser entendida como o conjunto de atividades necessárias para garantir o controle do uso adequado do sistema, ou seja, um programa contínuo de ações capazes de evitar e/ou corrigirem irregularidades, com o objetivo de garantir o seu funcionamento eficiente.

### 3.2.6 Alternativas para conservação de água

As alternativas para conservação de água foram indicadas de acordo com as necessidades e disponibilidades do local estudado, e ainda foram baseadas nos estudos da ANA et al. (2005) e Stefanelli e Oliveira (2009).

### 3.2.7 Medidas para o aproveitamento de água e reúso

#### 3.2.7.1 Aparelhos de ar condicionados

Com vistas ao aproveitamento da água gotejada dos aparelhos de ar condicionado, foi selecionado um aparelho referente a cada potência e suas respectivas marcas.

Para isso, foi conectada uma mangueira na tubulação de drenagem em um aparelho representante de cada marca, coletando-se água até um recipiente disposto no solo (FIG. 8a). Com o aparelho ligado, esperou-se quatro horas para então quantificar o total de água produzida, que era medido com o auxílio de uma proveta (FIG. 8b).

FIGURA 8 – (a) Aparelhos de ar condicionado e (b) Proveta



Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

#### 3.2.7.2 Água de chuva

As medidas para o aproveitamento de água da chuva foram indicadas de acordo com as especificações dos prédios e as necessidades locais. Foram feitas apenas

indicações sobre a quantidade possível de água que poderia ser captada através da chuva.

Para o cálculo do volume de água de chuva do câmpus, definiu-se o tamanho da área dos telhados dos prédios por meio das plantas arquitetônicas do projeto, onde se utilizou o Programa Computacional AUTOCAD. Depois disso fizeram-se os cálculos da estimativa de água da chuva por meio da Equação 1 (GONÇALVES, 2006).

$$V = A.P.C \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde:

$V$  = volume de água de chuva a ser captado ( $\text{m}^3$ );

$A$  = área do telhado ( $\text{m}^2$ );

$P$  = precipitação anual na região ( $\text{m/ano}$ );

$C$  = coeficiente de escoamento.

Utilizou-se ainda, para a resolução dessa fórmula, uma média histórica de dez anos (2003 a 2012) para precipitação anual do município de Pombal – PB, conforme dados pluviométricos da AESA (2013). A precipitação média obtida é igual a 719,4 mm/ano e o escoamento superficial de 80%, adotado a partir dos dados descritos na literatura (TOMAZ, 2003)<sup>3</sup> apud ANNECCHINI, 2005).

### 3.2.7.3 Reúso de água

As medidas de reúso indicadas para o Câmpus Universitário de Pombal – PB foram baseadas nos desperdícios encontrados e nas necessidades do local, visando um maior aproveitamento do sistema.

---

<sup>3</sup> TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva. São Paulo: Navegar Editora, 2003.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 CARACTERIZAÇÃO E INDICADORES DE CONSUMO NA ÁREA DE ESTUDO**

#### **4.1.1 Características físicas e funcionais**

Segundo informações da administração do câmpus e do projeto arquitetônico, as atuais instalações contam com 15 edificações distribuídas em uma área territorial de 155.500,47 m<sup>2</sup>, composta por vegetação nativa da Caatinga, onde cerca de sua metade foi removida para a disposição dos diversos tipos de construções, como prédios, pavimentação, galerias de acesso aos diversos setores, estufas e áreas de cultivos e experimentos (UFCG, 2013).

As duas centrais de aulas são compostas por 28 amplas salas, com dois ares condicionados e equipamentos multimídia. Nesses espaços funcionam apenas aulas teóricas. Já as centrais de laboratórios são mais voltadas para aulas práticas, possuindo 38 salas laboratoriais. Nesses espaços o gasto com água é bem expressivo, devido aos experimentos. As duas residências universitárias dividem-se em várias repartições, com 14 quartos em cada prédio, que possuem também sala de estar, de estudo, cozinha e 14 banheiros.

A central dos professores é composta por 44 salas e 4 banheiros, além de uma copa. A administração e os demais prédios também são divididos em ambientes com várias salas, um auditório e um miniauditório. Ao todo, existem 62 banheiros distribuídos pelas edificações do câmpus.

No câmpus, a maioria de seus prédios possuem dois pisos, exceto o centro de vivência, o almoxarifado, o auditório e a garagem. O local ainda não possui grandes áreas verdes, no entanto, em seu projeto, prevê expansões para novas criações dessas áreas.

O Centro de Vivência, com suas obras concluídas em 2012, encontra-se em pleno funcionamento. Esta estrutura conta com duas cantinas, espaços para serviços de fotocópia e banheiros.

Bem situado, o câmpus oferece fácil acesso aos alunos que fazem uso de transporte coletivo local e de cidades vizinhas, dispõe ainda de grande área para estacionamento de veículos para aqueles que possuem transporte particular.

#### 4.1.2 Instalações Hidráulicas

O sistema de abastecimento de água do câmpus é composto por apenas um sistema de medição (hidrômetro), onde uma vez ao mês é realizada a leitura do consumo de água.

No mesmo, existem dezoito reservatórios, quatro inferiores, um reservatório elevado principal, ambos denominados como reservatórios principais, e outros treze reservatórios elevados com menor capacidade de armazenamento, onde são localizados na parte superior dos prédios. Na TAB. 4 estão dispostos os volumes dos principais reservatórios existentes.

TABELA 4 – Volume dos reservatórios principais

<b>Reservatórios</b>	<b>Localidade</b>	<b>Volume (L)</b>
Reservatório elevado principal	Próximo à Central de Aulas II	50.000
Reservatório inferior #1	Próximo à Garagem	70.000
Reservatório inferior #2	Próximo à Administração	10.000
Reservatório inferior #3	Próximo às Estufas	30.000
Reservatório inferior #4	Próximo à Central de Laboratórios I	10.000

Fonte: Autoria própria, 2013.

Segundo Nunes (2006), no Brasil, diferentemente dos Estados Unidos e de alguns países da Europa, o sistema das instalações prediais é indireto, ou seja, a alimentação das redes de distribuição é feita por reservatórios inferiores ou superiores.

No caso do Câmpus de Pombal – PB, o sistema de distribuição também é indireto e realizado tanto por gravidade como por bombeamento (instalação hidropneumática) por meio de reservatórios inferiores que alimentam os superiores.

A água é recebida da CAGEPA diretamente para os reservatórios inferiores #1, #2, #3 e #4. A água do reservatório inferior #1 é bombeada para o reservatório elevado principal, que distribui para todos os prédios. Os demais reservatórios distribuem suas águas para irrigação de jardins, estufas e projetos de pesquisas com plantações de culturas.

Todos os prédios recebem água do reservatório elevado principal, que é armazenada em reservatórios menores. A TAB. 5 apresenta o volume de água dos reservatórios em cada prédio.

**TABELA 5 – Volumes dos reservatórios dos prédios**

<b>Reservatórios</b>	<b>Volume (L)</b>
Central de aula I	12.000
Central de aula II	12.000
Central dos Professores	12.000
Central de Laboratório I	12.000
Central de Laboratório II	12.000
Centro de Vivência	1.200
Biblioteca	8.000
Administração (Auditório)	12.000
Residência Univ. Feminina	12.000
Residência Univ. Masculina	12.000
Garagem	1.000
Almoxarifado	1.000
Subprefeitura	1.000

Fonte: Autoria própria, 2013.

O Câmpus Universitário de Pombal – PB dispõem de oito bebedouros distribuídos em alguns ambientes específicos (TAB. 6), principalmente naqueles mais frequentados pelos discentes. Quatro desses bebedouros possuem quatro torneiras, os demais possuem apenas três.

TABELA 6 – Distribuição dos bebedouros

<b>Ambientes</b>	<b>Nº de bebedouros</b>
Central de aula I	2
Central de aula II	2
Central de Laboratório I	1
Central de Laboratório II	1
Biblioteca	1
Auditório	1
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>

Fonte: Autoria própria, 2013.

Por toda extensão do Câmpus existem diversos pontos de consumo de água internos (TAB. 7) e externos. Os pontos de consumo internos são localizados no interior dos prédios, como vasos sanitários, duchas, chuveiros, pias (torneiras), bebedouros. Já os externos são referentes aos distribuídos fora dos prédios para irrigação de jardins, estufas e plantações, dentre outras, totalizando 28 pontos de consumo externo.

Nas torneiras referentes às centrais de aulas estão incluídas as torneiras dos 4 bebedouros (16 torneiras) e as referentes as pias do banheiro. Em relação aos laboratórios, são 50 instaladas nas pias das salas dos laboratórios, 12 nos banheiros e seis nos dois bebedouros.

Ao todo existem 400 pontos de consumo de água internos, divididos em diversas atividades, como higienização, testes laboratoriais etc., sendo 215 em torneiras, 112 em vasos sanitários, nove em mictórios, 31 em duchas, e 33 em chuveiros.

A manutenção e operação do sistema hidráulico no câmpus são feitas por dois funcionários terceirizados, lotados na subprefeitura.

TABELA 7 – Pontos de consumo de água internos

<b>Ambientes</b>	<b>TOR</b>	<b>VS</b>	<b>MIC</b>	<b>DUC</b>	<b>CHU</b>	<b>TOT</b>
Centrais de aula (banheiros e bebedouros)	48	24	0	0	0	72
Central dos professores (banheiros e copa)	9	8	0	0	1	18
Centro de vivência (banheiros e cantinas)	8	6	2	3	0	19
Laboratórios (banheiros, lavatórios etc.)	68	14	2	0	0	84
Biblioteca (banheiros, copa e bebedouros)	10	9	1	0	0	20

<b>Ambientes</b>	<b>TOR</b>	<b>VS</b>	<b>MIC</b>	<b>DUC</b>	<b>CHU</b>	<b>TOT</b>
Administração (banheiros e copa)	11	9	2	0	0	22
Auditório (banheiros, camarim e bebedouro)	7	8	2	0	0	17
Residências (banheiros, cozinha e lavanderia)	48	28	0	28	28	132
Guarita de entrada (banheiro)	1	1	0	0	1	3
Almoxarifado (banheiro)	1	1	0	0	1	3
Garagem (banheiro)	2	2	0	0	2	6
Subprefeitura (banheiro, cozinha)	2	2	0	0	0	4
<b>TOTAL DE PONTOS DE CONSUMO</b>	<b>215</b>	<b>112</b>	<b>9</b>	<b>31</b>	<b>33</b>	<b>400</b>

TOR= Torneira; VS= Vasos sanitários; MIC= Mictórios; DUC= Ducha; CHU= Chuveiro; TOT= Total.  
 Fonte: Autoria própria, 2013.

Além dos aparelhos já mencionados, nesse projeto, optou-se ainda, por trabalhar com aparelhos especiais. Ao expô-los, objetiva-se identificar como os mesmos contribuem para a ocorrência do desperdício de água no presente local.

Os aparelhos especiais identificados foram os destiladores, com um total de 11 aparelhos, distribuídos em alguns laboratórios (TAB. 8). Segundo informações dos técnicos dos laboratórios citados, os aparelhos variam na quantidade do consumo de água para fabricação de água destilada.

TABELA 8 – Destiladores dos laboratórios

<b>Prédio</b>	<b>Ambiente</b>	<b>Quantidade</b>	<b>(L/semana)</b>
Central de Lab. I	Lab. de Solos	01	250
	Lab. de Sementes	01	20
	Lab. de Fisiologia Vegetal	01	-
	Lab. de Fitopatologia	01	08
	Lab. de Fitotecnia	01	-
	Lab. de Biologia	01	-
Central de Lab. II	Lab. de Química	01	-
	Lab. de Anál. de Água	01	20 a 30
	Lab. de Anál. Alimentos	01	60
	Lab. de Leite	01	-

<b>Prédio</b>	<b>Ambiente</b>	<b>Quantidade</b>	<b>(L/semana)</b>
	Lab. de Microbiologia de Alimentos	01	20
<b>TOTAL</b>	-	<b>11</b>	<b>378 a 388</b>

Fonte: Autoria própria, 2013.

#### 4.1.3 Identificação dos agentes consumidores

Atualmente, o Câmpus de Pombal recebe cerca de 1.400 pessoas por dia. Atende os graduandos e mestrandos em Horticultura Tropical no período diurno, e os mestrandos em Sistemas Agroindustriais e alunos do Programa Nacional de acesso ao Ensino Técnico e Emprego (PRONATEC) no período noturno.

De acordo com os dados da administração do câmpus foi possível registrar a quantidade da população total, mencionada como agente consumidor. Essa população muda de acordo com a entrada e saída de alunos, terceirizados, professores e/ou técnicos.

A população praticamente fixa é constituída por pessoas que trabalham diariamente no local e está estimada num público de aproximadamente 148 funcionários, como demonstra a TAB. 9.

TABELA 9 – Número de funcionários atuantes

<b>Agentes consumidores</b>	<b>Quantidade</b>
Professores	62
Terceirizados	60
Técnicos Administrativos	37
<b>TOTAL</b>	<b>159</b>

Fonte: Autoria própria, 2013.

Acrescenta-se a população fixa do câmpus os alunos, considerados como população flutuante, que atualmente representa 823 alunos universitários vigentes, 97 mestrandos e 350 alunos do curso PRONATEC, conforme a TAB. 10. A população flutuante do câmpus é mais expressiva, contabilizando aproximadamente 88,9% da população total.

TABELA 10 – Estimativa da população total no semestre 2013.1

<b>Agentes consumidores</b>	<b>Quantidade</b>
Funcionários	159
Alunos de graduação	823
Alunos de mestrado	97
PRONATEC	350
<b>TOTAL</b>	<b>1.429</b>

Fonte: Aatoria própria, 2013.

#### 4.1.4 Histórico do Consumo de água

A administração do câmpus forneceu as contas de água procedentes da CAGEPA, através das quais foi realizado o histórico de consumo. Para elaboração desse histórico foram coletados os dados do consumo mensal de todos os anos, a partir da instalação do hidrômetro, registrado em fevereiro de 2010, até julho de 2013.

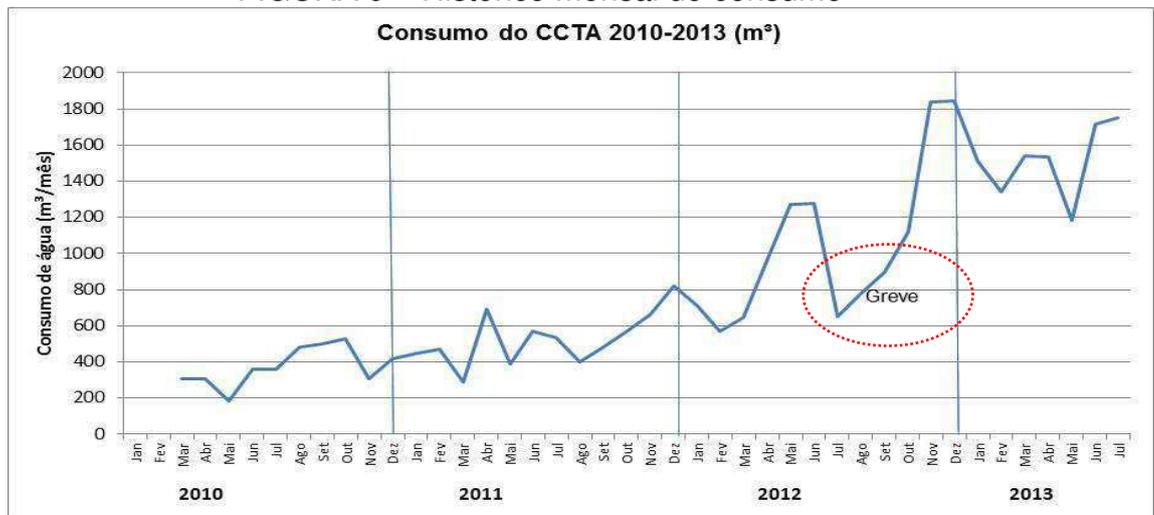
A partir desses dados foi possível analisar os gastos financeiros com a utilização da água, que também foram cedidos pela administração do câmpus.

O consumo da água, incluindo o uso, desperdício e perdas existentes nos prédios do Câmpus da UFCG em Pombal – PB, correspondeu a um pagamento superior a R\$ 13.000,00 de janeiro a julho de 2013.

A FIG. 9 apresenta um gráfico da série histórica mensal do consumo do câmpus no período de referência, obtidos através da análise das contas da CAGEPA. Os dados de 2008 e 2009, ano de construção e inauguração do câmpus, respectivamente, não foram contemplados, uma vez que na época o sistema de medição ainda não tinha sido implantado.

O consumo de água no Câmpus Universitário de Pombal é dividido em três usos distintos: irrigação dos jardins, estufas e plantações de culturas; laboratórios; e o consumo em geral. Como o sistema de medição é composto por apenas um hidrômetro, todos os dados são registrados em apenas uma etapa, sendo, praticamente, impossível determinar o quanto é consumido em cada uso.

FIGURA 9 – Histórico mensal do consumo



Fonte: CAGEPA, 2013.

Alguns fatos relevantes podem ser destacados para justificar a variação de consumo no câmpus de Pombal. Mesmo com a inauguração do câmpus, as obras continuaram para a conclusão da segunda central de aulas, do segundo laboratório, da administração e auditório (2010), construção das duas residências (2011/2012), construção do centro de vivência (2012) e de um terceiro laboratório (2013/2014), além de almoxarifado, estufas, pavimentação, entre outros no decorrer dos anos.

Percebe-se também que o ano de 2012 foi o que teve maior oscilação do consumo de água, isso pode ser justificado pelo período de greve, pois foi justamente a partir de junho, período que se iniciou a greve, que ocorreu essa queda, permanecendo até outubro, quando as aulas foram reiniciadas. Assim, a presença dos alunos no câmpus afeta fortemente no total de água consumida e até mesmo desperdiçada.

O resultado do aumento do consumo de água a cada ano se torna expressivo, assim como os gastos com a mesma. Isso provavelmente deve-se ao aumento gradual do número de alunos no câmpus ao longo do período de existência do mesmo.

Nos períodos de férias, o consumo diminui consideravelmente, como pode ser visto nos meses de janeiro a março de 2011 e 2012 e julho a agosto de 2011.

## 4.2 IDENTIFICAÇÃO DO DESPERDÍCIO DE ÁGUA

Os números referentes ao total de aparelhos com vazamentos nos banheiros foram coletados mediante vistorias em todos os banheiros do Câmpus de Pombal, ou seja, em 282 aparelhos, sendo 97 pias (torneiras das pias), 112 vasos sanitários, nove mictórios, 33 chuveiros e 31 duchas. Na FIG. 10 está demonstrado o percentual de aparelhos sanitário com vazamento.

FIGURA 10 – Percentual Aparelhos sanitários com vazamento de água



Fonte: Autoria própria, 2013.

Apenas uma das torneiras vistoriadas apresentou vazamento, outras quatro estavam interditadas. No entanto, algumas das demais torneiras, durante a visita *in loco*, encontravam-se mal fechadas, apresentando gotejamento. Ao fechá-las corretamente, observou-se que as mesmas paravam de gotejar.

Durante as visitas, percebeu-se que os maiores problemas referem-se ao mau uso dos aparelhos, o que foi principalmente observado nas centrais de aula e mais expressivamente na Central de Aulas I. Isso pode ser explicado porque a mesma é mais frequentada, concentrando a maioria das aulas. Assim, os aparelhos são mais usados que os dos demais ambientes. O problema com relação a torneiras interditadas também pode ser ocasionado pela mesma situação mencionada anteriormente e também por falta de manutenção, sendo que o problema foi observado com maior frequência na Central de Aulas II.

Com relação ao vazamento causado por problemas na torneira, o mesmo encontrava-se com gotejamento expressivo. Deve ter ocorrido também por mau uso e/ou falta de manutenção.

Com relação aos vasos sanitários, 23 dos 112 vasos sanitários apresentam vazamentos e dois estão interditados. Alguns fatos devem ser destacados para

explicar esse total de vazamentos, principalmente porque esse problema causa grande desperdício de água.

Os vasos sanitários que apresentaram vazamentos são os dos banheiros das centrais de aulas, da biblioteca, dos laboratórios e da central dos professores. Os demais aparelhos sanitários, como chuveiro, ducha e mictórios não apresentaram vazamentos.

Com relação aos bebedouros e destiladores, os mesmos são equipamentos que durante o uso desperdiçam grandes quantidades de água independente da forma como são utilizados pelos usuários.

## 4.3 QUANTIFICAÇÃO DO DESPERDÍCIO

### 4.3.1 Aparelhos sanitários

Dos aparelhos analisados, apresentaram vazamentos uma torneira e os vasos sanitários. Na TAB. 11 encontra-se a quantidade aproximada de água desperdiçada nesses aparelhos.

TABELA 11 – Quantidade de água desperdiçada no decorrer do tempo

Aparelho	Quantidade de vazamentos	Desperdício	
		L/dia	L/mês
Torneiras	1,0	24,8	743,0
Vasos sanitários	23,0	3.312,0	99.360,0
<b>TOTAL</b>	<b>24,0</b>	<b>3.336,7</b>	<b>100.103,0</b>

Fonte: Autoria própria, 2013.

A torneira que apresentou vazamento está situada na administração do câmpus, mais precisamente no banheiro feminino térreo.

O gotejamento nessa torneira, de acordo com Oliveira (1999), é considerado rápido, uma vez que está entre 20 e 32 L/dia. Assim, deve-se fazer intervenção no aparelho por meio da troca do vedante ou do reparo.

De acordo com Oliveira e Gonçalves (1999), para vasos sanitários com vazamentos visíveis, estima-se que o desperdício de água é de 144 L/dia. Sendo assim, após o levantamento da quantidade de vasos sanitários que apresentavam vazamentos visíveis no câmpus, pode-se estimar que os mesmos desperdiçam cerca de 3.312 L/dia, implicando num desperdício de 99.360 L/mês.

Esses dados permite concluir que os aparelhos sanitários analisados na pesquisa desperdiçam ao todo aproximadamente 100.000 L/mês.

De acordo com Marinho (2007), diversos fatores contribuem para as perdas nas instalações, a simples falta no controle do consumo de água nas edificações, a qualidade dos aparelhos e a falta de manutenção são exemplos. Uma das formas mais adequada de reduzir os vazamentos consiste na realização de manutenção preventiva dos aparelhos.

### **4.3.2 Bebedouros**

O Câmpus de Pombal – PB dispõe de bebedouros do tipo industrial, ou seja, são aparelhos com torneiras frontais, que desperdiçam grande quantidade de água no ato de beber.

Utilizou-se dois bebedouros como amostra para o levantamento da estimativa da quantidade de água desperdiçada, um da Central de Aulas I (térreo) e outro da Central de Laboratórios II. Esses aparelhos foram analisados durante uma semana e os resultados podem ser vistos na TAB. 12.

Percebe-se que só há desperdício de água nos aparelhos durante o uso, como pôde ser comprovado durante as análises. Nos dias em que não há aulas (domingos e sábados à tarde), não ocorre nenhum tipo de desperdício de água, como pôde ser percebido na análise do bebedouro da Central de Aulas I. Já no bebedouro da Central de Laboratórios II, observa-se que há desperdício de água também durante os finais de semana, uma vez que os laboratórios mantém o seu funcionamento durante esses períodos.

TABELA 12 – Bebedouros do *Campus* Universitário da UFCG em Pombal-PB

<b>Quantidade de água desperdiçada (l)</b>								
<b>Bebedouro da Central de Aulas I</b>								
<b>Hora/Data</b>	<b>Sáb 08/06</b>	<b>Dom 09/06</b>	<b>Seg 10/06</b>	<b>Ter 11/06</b>	<b>Qua 12/06</b>	<b>Qui 13/06</b>	<b>Sex 14/06</b>	<b>TOTAL</b>
<b>06:30 às 11:30</b>	37	0	45	47	49	37	60	-
<b>11:30 às 17:30</b>			55	60	59	55		-
<b>17:30 às 6:30</b>	0	0	61	59,5	54	52	5	-
<b>TOTAL</b>	<b>37</b>	<b>0</b>	<b>161</b>	<b>166,5</b>	<b>162</b>	<b>144</b>	<b>65</b>	<b>735,5</b>
<b>Bebedouro da Central de Laboratório II</b>								
<b>Hora/Data</b>	<b>18/08</b>	<b>19/08</b>	<b>20/08</b>	<b>21/08</b>	<b>22/08</b>	<b>23/08</b>	<b>24/08</b>	<b>TOTAL</b>
<b>6:30 às 11:30</b>	4,6	28,7	6,7	2,65	7	3,62	4,4	-
<b>11:30 às 17:30</b>			3,85	8,5	13,1	10,1	11,7	-
<b>17:30 às 6:30</b>			3,6	2,6	4	7	16,9	2,1
<b>TOTAL</b>	<b>8,2</b>	<b>28,7</b>	<b>13,15</b>	<b>15,15</b>	<b>27,1</b>	<b>30,62</b>	<b>18,2</b>	<b>135,12</b>

Fonte: Autoria própria, 2013.

São ao todo, no câmpus, oito bebedouros, sendo quatro aparelhos com quatro torneiras. Destas, três são com dispositivo de pressão, que dispensam o uso de copo, e uma torneira convencional que libera maior volume de água por segundo, própria para encher garrafas ou copos. Esses aparelhos estão localizados nas centrais de aula e os demais, com três torneiras, com o mesmo sistema, duas torneiras de pressão e uma convencional, estão distribuídos nas centrais de laboratórios, na biblioteca e no auditório. Todos os aparelhos são da marca CÂNOVAS.

Fazendo uma estimativa em cima dos bebedouros analisados, podemos destacar que, em média, obtém-se um desperdício nos bebedouros das centrais de aulas (quatro torneiras) de aproximadamente 2.942 litro/semana. Para os demais bebedouros (três torneiras) analisados de acordo com o desperdício do bebedouro da Central de Laboratórios II, observa-se um desperdício de 540,5 litro/semana. No

entanto, deve-se levar em consideração que nem todos os bebedouros são utilizados ou desperdiçam água igualmente.

Como pode ser percebido na TAB. 12, ocorreram variações nos desperdício em cada dia da semana, isso acontece porque em dias em que os bebedouros são mais utilizados, há maior desperdício de água. A terça-feira foi o dia de maior desperdício no bebedouro da Central de Aulas I, isso deve ter ocorrido por ser o dia da semana em que se concentram o maior número de aulas, ao contrário da sexta-feira, dia de menor número de aulas e, conseqüentemente, menor uso dos bebedouros.

Ao se fazer uma estimativa, constata-se que o desperdício mensal de água apenas nos bebedouros do Câmpus da UFCG de Pombal-PB, seria de 13.929,9 litros de água, ou seja, 13,929 m<sup>3</sup>/mês. Este volume é suficiente para atender demandas como irrigação dos canteiros paisagísticos e/ou lavagem dos pátios internos.

### 4.3.3 Destiladores

Dos onze destiladores mencionados na TAB. 13, cinco não estavam em funcionamento e alguns destes nunca tinham funcionado (entre 01 e 06 de julho de 2013, data da pesquisa). Diante disto, estavam em funcionamento seis aparelhos de destilação de água nos dois prédios de laboratórios do Câmpus Universitário da UFCG em Pombal – PB.

Segundo informações dos técnicos de cada um dos laboratórios pesquisados, nos destiladores dos respectivos laboratórios, a quantidade de água potável consumida na geração de um litro de água destilada varia de acordo com cada destilador, conforme pode ser observado na TAB. 13.

TABELA 13 – Quantidade de água desperdiçada nos destiladores dos laboratórios

<b>Prédio</b>	<b>Ambiente</b>	<b>Litro/ Litro</b>	<b>Água destilada consumida (l/semana)</b>	<b>Total desperdiçado (l/semana)</b>
Central de Lab. I	Lab. de Solos	50	250	12.500
	Lab. de Sementes	10	20	200
	Lab. de Fitopatologia	09	08	78
Central	Lab. de Anál. de Água	10	20 a 30	200 a 300

<b>Prédio</b>	<b>Ambiente</b>	<b>Litro/ Litro</b>	<b>Água destilada consumida (l/semana)</b>	<b>Total desperdiçado (l/semana)</b>
de Lab. II	Lab. de Anál. Alimento	50	60	3.000
	Lab. de Microbiologia de Alimentos	10	20	200
<b>TOTAL</b>	<b>06</b>	<b>149</b>	<b>378 a 388</b>	<b>16.178 a 16.278</b>

Fonte: Autoria própria, 2013.

De acordo com este estudo, estima-se que os laboratórios do Câmpus da UFCG em Pombal – PB precisam, em média, de 338 litros de água destilada por semana. Sendo assim, são descartados em torno de 16.278 litros de água por semana. Ao mês, esses números podem chegar a 65.112 litros de água totalmente desperdiçados, caso seja mantido esse uso.

Com o resultado da estimativa da quantidade de água descartada para produção de água destilada, percebe-se a importância em reutilizar essa água, uma vez que é evidente o grande desperdício. Embora ocorram variações nas quantidades de água descartada em cada destilador, verifica-se, que independente disto, os valores são sempre elevados.

Müller (2011) destaca que, devido a grande perda de água no processo de destilação, é necessário à obtenção de métodos que tornem os destiladores mais eficientes, de modo que haja uma economia de água. De acordo com Silva e Gonçalves (2005), algumas alternativas evitam o desperdício de água durante a destilação, tais como a correta regulagem da vazão da água de entrada dos destiladores e a centralização da produção de água destilada.

Outra opção é a substituição de água destilada por água deionizada, quando possível, pois no processo de deionização de água não há desperdícios.

#### 4.4 IDENTIFICAÇÕES DOS TIPOS DE DISPOSITIVOS E ATIVIDADES COM MAIORES PERDAS

Dentre os dispositivos analisados no trabalho, os que apresentaram maiores perdas de água foram os destiladores das centrais laboratoriais e os aparelhos

sanitários presentes nos banheiros, principalmente os distribuídos nas centrais de aulas. Ambos relacionados com suas devidas atividades, tais como, atividades laboratoriais e uso pessoal, respectivamente (TAB. 14).

TABELA 14 – Quantidade de água desperdiçada em cada tipo de aparelho

<b>Aparelhos</b>	<b>Desperdício m<sup>3</sup>/mês</b>
Aparelhos sanitários	100
Bebedouros	13,9
Destiladores	65,1
<b>TOTAL</b>	<b>179,0</b>

Fonte: Autoria própria, 2013.

Pôde-se perceber que todos os vasos sanitários empregados no Câmpus de Pombal-PB são aparelhos de baixo consumo de água, uma vez que, os dispositivos de acionamentos de descargas necessitam de 6 litros de água para efetuar uma descarga de forma eficiente. Já as torneiras das pias são do tipo convencional, e devido o mau uso, tais como, duração prolongada e fechamento irregular, desperdiçam muita água. Em ambos os casos as perdas ocorridas nesses dispositivos estão, também, relacionadas à falta de manutenção.

## 4.5 PLANO DE GESTÃO PARA O CONTROLE E MANUTENÇÃO DOS DISPOSITIVOS

### 4.5.1 Manutenção dos dispositivos

O funcionamento correto para um sistema hidráulico em uma edificação é essencial como forma de evitar perdas e desperdícios de água no sistema. Diante disso, deve-se haver um plano de gestão adequado para o controle e manutenção dos diversos tipos de dispositivos no sistema hidráulico.

O Câmpus Universitário de Pombal-PB, como já descrito, dispõe de 428 pontos de consumo, além dos demais aparelhos já mencionados. Dentre os aparelhos analisados, alguns estão interditados por falta de manutenção e outros apresentaram vazamentos, provavelmente por mau uso ou falta de manutenção.

Tais dispositivos são distribuídos por todas as partes do câmpus, onde apenas dois funcionários são responsáveis pela manutenção.

Diante disto, é indicado para o Câmpus de Pombal-PB a implementação de um Plano de Gestão para a manutenção, ou seja, um conjunto de ações voltadas para o sistema ou suas partes, integrando todos seus dispositivos, visando condições adequadas de uso.

Segundo ANA et al. (2005), com pequenos investimentos para a correção das perdas existentes são obtidas significativas reduções de consumo. Assim, indica-se que seja realizada a correção dos vazamentos existentes e o permanente controle de desperdício no sistema, deixando-o mais próximo de suas condições plenas de desempenho.

É indicado também, refazer, sempre que necessário, os testes já realizados, para detecção de vazamentos não visíveis, como o da caneta hidrossolúvel dentre outros indicados por Oliveira (1999) e Silva (2004)<sup>4</sup> apud Nunes (2006).

Gonçalves et al. (2005), em seu estudo, determinaram que o conserto de vazamentos ocorridos apenas em ramais de alimentação e boias de reservatórios chegaram a uma porcentagem de redução do consumo que variou de 5,3% a 86,8%.

Outra medida indicada para monitorar o consumo de água, e que geralmente traz resultados eficazes para controlar o desperdício e reduzir o consumo, é a instalação de mais medidores, uma vez que este estudo de caso possui apenas um medidor.

Stefanelli e Oliveira (2009) indicam a medição setorizada como uma das alternativas para o uso racional de água e conservação, afirmando ainda que essa alternativa é um instrumento da gestão da demanda.

Tamaki et al. (2003)<sup>5</sup> apud Stefanelli e Oliveira (2009) afirmam que este instrumento permite conhecer o perfil de cada local, o controle ativo sobre a demanda e a identificação imediata das anomalias existentes.

---

<sup>4</sup> SILVA, G. S. Programas permanentes de uso racional da água em Campi Universitários: O programa de uso racional da água da Universidade de São Paulo. 2004. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004.

<sup>5</sup> TAMAKI, H. O.; SILVA, G. S.; TONETTI, F. R.; GONÇALVES, O. M. Implementação de Leitura Remota de Hidrômetros em Campi Universitários no Contexto de Programas de Uso Racional da Água - Estudo de Caso: Universidade de São Paulo - CD ROM dos Anais do IX Simpósio Nacional de Sistemas Prediais, Goiânia-GO, 18 e 19 de maio de 2005.

## 4.5.2 Campanhas educativas

Um dos desafios encontrados em um programa de educação ambiental é torná-lo dinâmico diante das mudanças comportamentais do público a ser atingido. Promover mudanças no campo do comportamento humano não é uma tarefa simples.

Desse modo, é importante propor um programa que aborde informações educacionais aos usuários, enfocando os objetivos a serem alcançados, buscando os melhores métodos de transmitir as mensagens. Para isso, é fundamental conhecer as atitudes do público alvo, para assim, definir os conteúdos a serem abordados, utilizando adequadas técnicas e estratégias de divulgação.

O público consumidor, observado no presente campo de estudo, é bastante diversificado, apresentando muitas vezes, certo nível de conhecimento sobre a necessidade de conservação de água, como também usuários leigos. No câmpus os usuários fazem uso da água para as mais variadas atividades, como irrigação de jardins, estufas e plantações, limpeza, alimentação na cantina, análises laboratoriais e higiene pessoal. A água ainda é utilizada para beber, ato realizado nos bebedouros, principalmente pelos alunos.

Diante da descrição das atividades citadas acima, poucas pessoas que as realizam se preocupam com a conservação desse insumo fundamental a existência humana. Assim, a proposta de implantação de um programa de conservação a partir de campanhas educativas se inicia com realização de um plano de ação, ou seja, a elaboração das etapas de divulgação e material didático. O material proposto são cartilhas explicativas sobre as formas econômicas de utilização da água e manual simplificado de boas práticas de uso, para fixação nos pontos de maior consumo. Outra prática seria a utilização de cartazes e adesivos, os quais devem ser colocados em locais específicos, como nos banheiros, próximos aos vasos sanitários, nas pias e nos bebedouros. Além da realização de palestras educativas mostrando a importância da conservação de água.

## 4.6 ALTERNATIVAS PARA CONSERVAÇÃO DE ÁGUA

Diante das alternativas proposta no item 3.5, o sistema do Câmpus da UFCG em Pombal-PB, deverá operar em boas condições, no entanto, o mesmo ainda poderá

ser melhorado com a implementação de outras ações que objetivem a conservação de água, tais como, substituição de aparelhos convencionais por economizadores de água.

Segundo Marinho (2007) o objetivo da substituição de equipamentos convencionais por economizadores de água é reduzir o consumo de água independente da ação do usuário ou ainda da disposição do mesmo em mudar seu comportamento diante da situação exposta. De acordo com o autor tal substituição deve ser realizada quando o sistema estiver estável, sem desperdícios.

Os aparelhos sanitários comumente utilizados no Câmpus de Pombal são: vaso sanitário, lavatório, ducha, mictório, pia, torneira de jardim, torneira para irrigação de culturas e outras torneiras em garagens, pátios e similares.

Segundo Marinho (2007), as bacias sanitárias são classificadas em função do volume de descargas. Tem-se que os aparelhos do tipo convencional apresentam volume médio de descarga entre nove e 12 litros, os de baixo consumo possuem volume médio de descarga entre seis e nove litros e as de volume de descarga reduzido com volume médio de descarga inferior a seis litros. No Câmpus Universitário estudado, os 112 vasos sanitários existentes são de baixo consumo, pois utilizam seis litros pra realizar uma descarga.

Uma opção seria a substituição desses aparelhos por outros, com volumes médios de descarga inferior a 6 litros, e com duplo acionamento que ofereçam as opções de três e seis litros, respectivamente, uma para líquidos e outra para sólidos.

O consumo de água na torneira é proporcional à sua vazão de escoamento e ao tempo de utilização pelo usuário. No Câmpus de Pombal foi verificado que todas as torneiras atualmente utilizadas são do tipo convencional, assim, sugere-se que as mesmas sejam substituídas por torneiras hidromecânicas ou de sensor, uma vez que esses tipos de torneiras economizam 48% e 58% de água, respectivamente (ANA et al. 2005). As torneiras a sensor funcionam à base de energia elétrica, e podem acarretar gastos financeiros, caso, usadas em larga escala. O uso de arejados é também indicado. Os arejadores reduzem o consumo de água adicionando ar à água do jato. O arejador de vazão constante além das características de um arejador convencional possui um dispositivo que limita a vazão de torneiras em 6 L/min, reduzindo o consumo em torno de 30% quando comparado com os convencionais, além de aumentar o conforto do usuário (ANA et al., 2005).

Além da instalação de arejadores nas torneiras internas das edificações universitárias, os arejadores também podem ser instalados nos chuveiros e torneiras de áreas externas.

Em relação aos mictórios encontrados no câmpus, todos eles são do tipo convencional de fechamento manual, todos individuais, onde apenas um usuário pode utilizá-lo por vez. Esses componentes, localizados em alguns banheiros masculinos, poderiam ser substituídos por outros de válvula de acionamento por sensor de presença, o que garante um menor consumo de água (ANA et al., 2005). Além desses, existem outras tecnologias no mercado, como os mictórios de válvula temporizada, válvula de acionamento hidromecânico e mictórios sem água.

Todos os chuveiros do câmpus são do tipo convencional de material plástico, assim como as duchas. No entanto, há uma grande variedade de tipos e modelos de duchas e chuveiros no mercado, com as mais diversas opções para redução de vazões.

Uma intervenção passível, tanto em duchas de ambientes sanitários públicos como de residências, é a introdução de um registro regulador de vazão que é empregado para reduzir vazões excessivas, normalmente existentes em condições de alta pressão. Tais dispositivos podem ser aplicados em chuveiros e duchas e possibilitam a regulação da vazão a níveis de conforto e economia conforme o tipo de chuveiro empregado, a pressão existente no ponto e hábitos de usuários.

Outros procedimentos para redução do consumo de água nos chuveiros também podem ser a instalação de um dispositivo que restrinja a vazão e a instalação de válvulas de fechamento automático para chuveiros, que funcionam nos mesmos moldes das torneiras hidromecânicas, porém com ciclo de funcionamento em torno de 35 segundos (ANA et al., 2005).

## 4.7 MEDIDAS PARA APROVEITAMENTO DE ÁGUA E REÚSO

### 4.7.1 Água de ares condicionados

Ao todo, existem 199 aparelhos de ar condicionado em funcionamento no câmpus, com variadas potências e marcas, como pode ser apresentado na TAB. 15.

TABELA 15 - Aparelhos de ar condicionado do Câmpus da UFCG em Pombal-PB

Potências BTU's	Marcas	Quantidade
36000	Electrolux	05
24000	Hitachi	28
	York	28
	Yang	15
18000	Yang	03
	Springer	09
	Lg	05
	Midea	40
12000	Lg	10
	York	06
	Springer	05
10500	Gree	01
9000	Elgin	22
	York	22
<b>TOTAL</b>	-	<b>199</b>

Fonte: Aatoria própria, 2013.

Além do total de aparelhos de ar condicionado citados, existem 17 que não estão em uso, visto que os mesmos estão no depósito. Vale ressaltar que essa pesquisa foi realizada em junho de 2013.

Os aparelhos de ares condicionados, apesar de não necessitar de água para seu funcionamento, em seu processo de resfriamento muda o estado do refrigerante de gasoso para líquido. Este líquido é na maioria das vezes é desperdiçado, muitas vezes no solo ou drenados para galerias pluviais. No Câmpus de Pombal – PB, essa água gerada é desperdiçada no solo e em alguns locais, goteja sobre as plantas que ficam no canteiro dos prédios, nesses casos acaba ocorrendo o aproveitamento indireto da água. No entanto, em muitos aparelhos a água é realmente desperdiçada.

Dessa forma, a mesma poderia ser utilizada para algumas atividades afins, segundo Mota, Oliveira e Inada (2011), o aproveitamento de água gerada da condensação de aparelhos de ares condicionados depende da coleta eficiente de

cada sistema de drenagem que possa conduzir o líquido para um sistema de coleta e armazenamento.

Diante disto, foi realizada a quantificação da água gerada no Câmpus de Pombal-PB, procedimento realizado em 12 aparelhos, levando em consideração suas potências e respectivas marcas. A quantificação desses equipamentos está exposta na TAB. 16.

TABELA 16 - Geração de água nos aparelhos de ar condicionados

Marca/Potência em BTUS	Quantidade de água gerada (L/h)						
	36000	24000	18000	12000	10500	9000	TOTAL
Hitachi	-	0,69	-	-	-	-	<b>0,69</b>
Lg	-	-	0,67	0,69	-	0,32	<b>1,68</b>
Midea	-	-	1,38	-	-	-	<b>1,38</b>
Electrolux	3,32	-	-	-	-	-	<b>3,32</b>
York	-	0,90	-	0,32	-	-	<b>1,22</b>
Yang	-	1,12	-	-	-	-	<b>1,12</b>
Springer	-	-	0,76	0,91	-	-	<b>1,67</b>
Elgin	-	-	-	-	-	-	-
Gree	-	-	-	-	0,08	-	<b>0,08</b>
<b>TOTAL</b>	<b>3,32</b>	<b>2,71</b>	<b>2,81</b>	<b>1,92</b>	<b>0,08</b>	<b>0,32</b>	<b>11,16</b>
<b>Média</b>	<b>3,32</b>	<b>0,90</b>	<b>0,94</b>	<b>0,64</b>	<b>0,08</b>	<b>0,32</b>	<b>1,39</b>

Fonte: Autoria própria, 2013.

Como pode ser visto na TAB. 16, são ao todo, nove marcas de aparelhos de ares condicionados, e seis diferentes potências. A amostragem realizada visa estimar uma possível quantidade de água gerada nesses aparelhos, tendo em vista que estão operando 199 aparelhos de ares condicionados no câmpus. Destes não foi possível quantificar o total de água gerada no aparelho de 18000 BTU's da marca Yang e no da marca Elgin de 9000 BTU's.

Os aparelhos analisados geraram em uma hora, 11,16 litros de água. Foi possível observar que o aparelho que mais gerou água foi o de maior potência (36000 BTU) da marca Electrolux. Percebeu-se ainda que, em todos os aparelhos da mesma potência, observou-se variações na quantidade do líquido gerado independente da marca. Quanto maior a potência maior era a possibilidade de gerar mais água resultante da condensação.

Para efeito de cálculo, fazendo uma estimativa em um aparelho de 12.000 BTU's da marca York, obtém-se uma produção média de 320 ml de água por hora, o que

equivale a 3,840 litros de água por dia, considerando o uso do aparelho por 12 horas diárias.

Mota, Oliveira e Inada (2011) também quantificaram aparelhos de ares condicionados e detectaram que para efeito de cálculo, um ar condicionado de 12000 BTUs, gera em média em torno de 300 ml de água por hora.

Fazendo uma média entre as marcas para cada potência, estimaríamos, que em 12 horas por dia, sendo quatro horas pela manhã, quatro à tarde e quatro à noite, os aparelhos de ares condicionados do Câmpus de Pombal – PB possuem a capacidade de produção de aproximadamente 2.119,7 litros de água. Se esse mesmo valor for estimado para uma semana, o mesmo será 10.598,7 litros e em um mês, contando apenas os dias úteis, 42.394 litros ou 42,4 m<sup>3</sup>.

#### **4.7.2 Aproveitamento da água da chuva**

Dentre algumas fontes de alternativas de suprimento para solucionar os problemas de escassez de água, se destaca o aproveitamento da água de chuva, sendo a mesma uma solução simples e economicamente barata, que consiste na captação, filtragem, armazenamento e distribuição da água que cai no telhado da edificação.

O Câmpus Universitário de Pombal dispõem de considerável área superficial passível de captação de água de chuva, ao todo são 5.725,275 m<sup>2</sup> de área captável de água. As únicas áreas captáveis do câmpus que não foram incluídas, uma vez que provavelmente não seriam viáveis economicamente, pois são ambientes de pequenas áreas superficiais e de grandes comprimentos, são as passarelas e outras áreas pequenas, tais como a guarita e o prédio do DCE (Diretório Central dos Estudantes).

Com os dados coletados foi possível determinar a quantidade de água que poderá ser captada caso seja implementado um projeto de captação de água de chuva. Para isso, foram adotados alguns fatores específicos já citados na metodologia, como a área de captação, índice pluviométrico da região e coeficiente de escoamento superficial. Gonçalves (2006) afirma que o bom funcionamento ou não de um sistema de aproveitamento de água depende da quantidade de água captável do sistema e que essa quantidade varia dependendo de fatores citados

acima, e ainda recomenda que, após a análise desses parâmetros, deve-se fazer um estudo de viabilidade econômica e de adequação do espaço físico, juntamente com o sistema hidráulico predial em benefício dos usos pretendidos.

Diante disso, calculamos o possível volume de água captado nas instalações dos prédios estudados, que representaria um volume de 3.295 m<sup>3</sup>/ano, em média 274,5 m<sup>3</sup>/mês. Percebe-se que esse volume poderia abastecer o Câmpus de Pombal-PB por cerca de dois meses, considerando as demandas atuais, proporcionando uma economia significativa, se comparada ao mês de julho de 2013, onde se gastou mais de R\$ 13.000,00.

Conforme NBR n.º 15527/2007, os critérios de qualidade para o aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis são baseados em requisitos de usos específicos, em considerações estéticas e ambientais e na proteção da saúde pública. Tendo em vista isto, a água captada poderia ser aplicada para irrigações de jardins, descargas em bacias sanitárias, irrigação de gramados e plantas ornamentais, limpeza dos prédios e pátios, dentre outros.

Annechhini (2005) concluiu em sua pesquisa que a água de chuva, com apenas um tratamento simplificado, como a remoção de folhas e de 1,0 mm da chuva inicial, apresenta qualidade compatível para ser aproveitada para fins não potáveis, como lavagem de carros, calçadas e pisos, irrigação dos jardins e descargas dos vasos sanitários, atendendo à maioria dos parâmetros estabelecidos em padrões de balneabilidade.

Vale salientar que após comprovada a viabilidade de um sistema de captação e aproveitamento de água da chuva deve-se desenvolver um projeto completo do sistema com especificações dos materiais, dimensionamento e localização dos componentes como reservatórios e sistema de condutores e de tratamento.

### **4.7.3 Reúso de água**

A prática de reúso de efluentes, em certos casos, apresenta limitações técnicas, econômicas e operacionais. Algumas vezes esse recurso é viável apenas por meio de técnicas específicas e avançadas de tratamento de efluentes.

Diante disso, deve-se destacar que para a implementação de um sistema de reúso em edificações é imprescindível levar em consideração as necessidades do ambiente e suas disponibilidades, além dos processos e procedimentos envolvidos,

dentre outros fatores. Assim, em cada caso devem ser avaliados os elementos e métodos mais apropriados dentre as tecnologias existentes.

A ideia principal é aproveitar a água de certos aparelhos que geram grande quantidade de efluentes, que, provavelmente não apresentam riscos potenciais de contaminação, como os destiladores e bebedouros. Ao todo, as águas desperdiçadas nesses dois equipamentos citados representam uma quantidade de 79 m<sup>3</sup>/mês. Os efluentes gerados desses aparelhos poderiam ser utilizados para limpeza em geral dos prédios, vasos sanitários e irrigação de jardins, estufas e projetos de pesquisas com plantações de culturas. O reúso desses efluentes pode ser visto como uma alternativa viável para conservação de água, economizando em média, 5,2% da água consumida em 2013 no câmpus.

Muller (2011) afirma que dentre as alternativas de reaproveitamento da água está aquela que é descartada de destiladores, uma vez que esta apresenta potencial para reúso, chegando a conclusão que a água descartada de destiladores do Laboratório de Microbiologia e Biologia Molecular do Departamento de Patologia Básica da Universidade Federal do Paraná pode ser reaproveitada em diversas tarefas, tais como nas lavagens de vidrarias nos próprios laboratórios, nas limpezas de vidros, paredes e pisos da Universidade e na irrigação de áreas verdes.

Indica-se também o reúso de efluentes provenientes das pias, dos lavatórios e dos chuveiros, mas os mesmos necessitam de tratamento específico. Deve-se ainda avaliar se esses efluentes atenderiam, pelo menos, a demanda necessária para descarga dos vasos sanitários do câmpus, uma vez que o mesmo dispõe de pequeno número de chuveiros, e a prática de reutilizar seus efluentes em conjunto com as pias e lavatórios podem não suprir tal demanda.

Nunes (2006), destaca que as condições ideais para implantação desse tipo de sistema seria um número equivalente de chuveiros e vasos sanitários, no entanto os chuveiros do câmpus só correspondem a 29,46% do total de vasos sanitários existentes. Todavia essa condição só deve ser confirmada mediante uma análise de comparação das demandas de todos os equipamentos, tais como, torneiras, vasos sanitários e chuveiros.

Além disso, pôde-se perceber que os efluentes gerados, nesses equipamentos, necessitam de tratamento terciário, pois os mesmos são derivados de produtos com a presença de óleos de graxas dos efluentes gerados nas cantinas do Centro de

Vivência e produtos químicos presentes nos produtos de higienização pessoal dos chuveiros e detergentes utilizados nas pias.

É certo, portanto, que obrigatoriamente, antes de se propor qualquer tratamento, deve-se realizar análise da qualidade do efluente gerado e definir qual o novo uso pretendido para a água. A partir disso, verifica-se qual o tratamento adequado e quais as tecnologias disponíveis.

## 5 CONCLUSÕES

A partir da análise dos resultados, concluiu-se que:

- A área de estudo do câmpus é caracterizada pela existência de vários ambientes e atividades com potencial consumo de água, sendo composta por 15 edificações, onde são distribuídos 62 banheiros. Ao todo existem 18 reservatórios que distribuem água e apenas um hidrômetro para medição do consumo local.
- O Câmpus de Pombal – PB possui 400 pontos de consumo de água interno e 28 externos, distribuídos para diversas atividades, tais como higienização, testes laboratoriais etc. e irrigação de jardins, estufas e plantações, respectivamente.
- O desperdício de água no câmpus foi estimado em 179,0 m<sup>3</sup>/mês, correspondendo dessa forma a aproximadamente 12%, em média, do total da água consumida em 2013, conforme registros em hidrômetro local.
- Os dispositivos que apresentaram maiores perdas, do maior para o menor, foram os aparelhos sanitários, como pia (torneira) e vaso sanitário, os bebedouros e os destiladores.
- Existe a possibilidade de minimizar o desperdício por meio da aquisição de equipamentos economizadores de água, de atividades de manutenção e de campanhas educativas que incentivem o uso racional da água.
- Estimou-se que o reúso dos efluentes dos destiladores e bebedouros, assim como o aproveitamento de água de chuva e da água produzida nos aparelhos de ar condicionado, poderia prover uma média de 316,9 m<sup>3</sup>/mês de água, uma economia correspondente a 21% do consumo médio mensal observado em 2013.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527: Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro, 2007. 8 p.

\_\_\_\_\_. NBR 5674: Manutenção de Edificações – Procedimento. Rio de Janeiro, 1999. 6 p.

\_\_\_\_\_. NBR 5626: Instalações Prediais de água Fria. Rio de Janeiro, 1998, 41 p.

\_\_\_\_\_. NBR 10844: Instalações Prediais de águas Pluviais - Procedimentos. Rio de Janeiro, 1989, 13 p.

AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba). Pesquisa: Monitoramento Pluviométrico. Disponível em <<http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/monitoramentoPluviometria>>. Acesso em: 17 Ago. 2013.

ANA; MMA; FIESP; SindusCon-SP - Conservação e Reuso da Água em Edificações. Prol Editora Gráfica. São Paulo, 2005, 151 p.

ANNECCHINI, K. P. V. Aproveitamento da Água da Chuva Para Fins Não Potáveis na Cidade de Vitória (ES). 2005, 150 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Espírito Santo – Vitória - ES, 2005.

BARROS, J. C. G.; ILHA, M. O.; YWASHIMA, L.; SANTOS, F. M. Avaliação do Desperdício e da Intensidade de Utilização de Água em Edifícios Escolares Públicos. I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável: X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. São Paulo. ISBN 85-89478-08-4. 18-21 de Julho de 2004. 12 p.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas. Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília, DF, 2001, 207 p.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH: RESOLUÇÃO Nº 54, de 28 de Novembro de 2005. – Brasília: MMA, 2005, 3 p.

\_\_\_\_\_. Plano nacional de recursos hídricos: Programas de desenvolvimento da gestão integrada de recursos hídricos do Brasil : volume 1 / MMA, Secretaria de Recursos Hídricos. – Brasília: MMA, 2008, 152 p.

\_\_\_\_\_. Instituto Nacional do Semiárido e Universidade Federal do Recôncavo da Bahia Recursos Hídricos em Regiões Semiáridas: Estudos e Aplicações. Campina Grande, PB e Cruz das Almas, BA, 2012. 258 p.

CAGEPA - Companhia de Água e Esgotos da Paraíba. Pesquisa: Relação de Consumo. Disponível em <<http://agenciavirtual.cagepa.pb.gov.br/RelacaoConsumo.asp>>. Acesso em: 17 Ago. 2013.

CECÍLIO, R. A.; GARCIA, G. O.; MOREIRA, M. C. A Importância do Setor Agropecuário para a Proteção e Conservação dos Recursos Hídricos. Visconde do Rio Branco, Espírito Santo. Suprema Gráfica e Editora, 2007.

CETESB. Pesquisa: Reúso de Água. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/Águas-Superficiais/39-Reuso-de-Água>>. Acesso em: 12 de Jan. 2014.

CIRILO, J. A. et al. O Uso Sustentável dos Recursos Hídricos em Regiões Semi-Áridas. Recife: Ed. Universidade da UFPE, 2007. 508 p.

CUNHA, A. H. N. et al. O Reúso de Água no Brasil: A Importância da Reutilização de Água no País. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol. 7, N. 13, p. 25-48, 2011.

GONÇALVES, R. F (Coord.). Uso Racional da Água em Edificações. Rio de Janeiro: Projeto PROSAB , ABES, 2006. 352 p.

GONÇALVES, O. M. et al. Indicadores de Uso Racional da Água para Escolas de Ensino Fundamental e Médio. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 5, n. 3, p. 35-48, 2005.

HESPANHOL, I. Potencial de Reuso de Água no Brasil: Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos. RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos, São Paulo, v. 7, n.4, p. 75-95, Out/Dez 2002.

ISMAEL, F. C. M; LEITE, J. C. A. Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais Resultantes da Erosão do Solo na Área do Campus da UFCG em Pombal – PB. Projeto PIBIC. Pombal, PB, 2013, 20 p.

LIMA, R. M. A. Gestão Da Água Em Edificações: Utilização de Aparelhos Economizadores, Aproveitamento de Água Pluvial Reuso de Água Cinza. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2010.

MARINHO, E. C. A. Uso Racional da Água em Edificações Públicas. 2007, 72 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Ênfase em Avaliação e Perícias) - Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte, 2007.

MIERZWA, J. C. O Uso Racional e o Reúso como Ferramentas para o Gerenciamento de Água e Efluentes na Indústria: Estudo de Caso da Kodak Brasileira. 2002. 367 p. Tese de Doutorado (Doutor em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I. *ÁGUA NA INDÚSTRIA: Uso racional e reuso*. São Paulo: Oficina de Textos, 2005, 144 p.

MOTA, T. R.; OLIVEIRA, D. M.; INADA, P. *Reutilização da Água dos Aparelhos de Ar Condicionado em uma Escola de Ensino Médio no Município de Umuarama-PR*. Umuarama-PR, 2011, 5 p.

MÜLLER, J. *Qualidade Microbiológica da Água Descartada por destiladores e seu Potencial para Reúso*. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná - UFPR. Curitiba, 2011.

NAKAGAWA, A. K. *Caracterização do Consumo de Água em Prédios Universitários: o caso da UPBA*. 2008, 183 p. Dissertação (Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) - Escola Politécnica, Universidade Federal – UFBA. Salvador - Bahia, 2009.

NUNES, R. T. S. *Conservação de Água em Edifícios Comerciais: Potencia de Uso Racional e Reuso em shopping Center*. 2006, 144 p. Dissertação (Mestre em Ciências em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. RJ, 2006.

OLIVEIRA, L. H. *Metodologia Para a Implantação de Programa de Uso Racional da Água em Edifícios*. 1999, 344 p. Tese (Doutor em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

OLIVEIRA, L. H.; GONÇALVES, O. M. *Metodologia para a Implantação de Programa de Uso Racional da Água em Edifícios*. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 1999, 14 p.

PNUD. *Relatório do Desenvolvimento Humano. Além da escassez: poder, pobreza e a crise mundial da água. Falta de água e esgoto mata uma criança a cada 19 segundos*. 2006, 4 p.

QUEIROZ, M. M. F.; FARIAS, C. A. S. *Potencial de aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis no Campus da UFCG em Pombal – PB*. Revista Verde: Mossoró, RN, v. 8, n. 1, p. 294 - 299, jan-mar, 2013.

REBOUÇAS, A. C. *Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez*. BAHIA ANÁLISE & DADOS. Salvador, v. 13, n. ESPECIAL, p. 341-345, 2003.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. *Cadernos de Educação Ambiental, 14: Recursos Hídricos*. São Paulo, SP, 2011. 138 p.

SILVA, G. S.; GONÇALVES, O. M. *Programas permanentes de uso racional da água em Campi Universitários: O programa de uso racional da água da Universidade de São Paulo*. EPUSP, São Paulo, 2005, 40 p.

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. 49-61, Jan./Mar. 2006.

SNIS. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2011. – Brasília: MCIDADES.SNSA, 2013. 432 p.

STEFANELLI, A.; OLIVEIRA, M. A. Estudo Sobre o Uso Racional de Água no Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos. Barretos. 2009, 100 p. Trabalho de conclusão de Curso ( Graduação em Engenharia Civil) - Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, Barretos, 2009.

TELLES, D. A; COSTA, R. H. P. G. Reúso da Água: Conceitos, Teorias e Práticas. São Paulo. Editora Blucher, 2007. 311 p.

TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva de telhados em áreas urbanas para fins não potáveis: Diretrizes básicas para um projeto. 6º Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva: Belo Horizonte, MG, 2007. 24 p.

TUCCI, C.M.E.; HESPANHOL, I.; NETTO, O.M.C. Gestão da Água no Brasil. Brasília: Edição UNESCO, 2001. 156 p.

UFCG - UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE. Subprefeitura do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Pombal – PB, 2013.

UNESP. Pesquisa: Recursos Hídricos: Qualidade e Gestão. Disponível em: < <http://www.agr.feis.unesp.br/defers/docentes/mauricio/pdf/RH/Gest%E3o.pdf>>. Acesso em: 30 de Jan. 2014.

YWASHIMA, L. A. Avaliação do Uso de Água em Edifícios Escolares Públicos e Análise de Viabilidades Econômica da Instalação de Tecnologia Economizadoras nos Pontos de Consumo. 2005. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas-SP, 2005.