UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CAMPUS MOSSORÓ
CURSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

JULIANA ALMEIDA DE LIRA

USO RACIONAL DE ÁGUA NA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO: PROPOSTA PARA IMPLANTAÇÃO DE MEDIDORES

MOSSORÓ – RN
2013

JULIANA ALMEIDA DE LIRA

USO RACIONAL DE ÁGUA NA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO: PROPOSTA PARA IMPLANTAÇÃO DE MEDIDORES

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, campus Mossoró, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientadora: Profª: Dra .Solange Aparecida Goularte Dombroski

MOSSORÓ – RN
2013

USO RACIONAL DE ÁGUA NA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO: PROPOSTA PARA IMPLANTAÇÃO DE MEDIDORES

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA para a obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

APROVADO EM: 12 / 04 / 2013.

BANCA EXAMINADORA

Profª. Dra. Solange Aparecida Goularte Dombroski – UFERSA

Presidente

Prof. Dr. Marco Antonio Diodato - UFERSA

Primeiro Membro

Prof. Dr. Paulo Cesar Moura da Silva - UFERSA

Segundo Membro

A minha avó Seledina Jales (in memória) por todo carinho que me dedicou em vida.

A minha mãe Lindalva, pelo amor, incentivo, dedicação e principalmente por acreditar em mim.
A meu pai João Batista, por toda segurança e carinho.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe Lindalva e ao meu pai João Batista por sempre acreditarem em mim e por todo o investimento e incentivo em minha educação. Espero sempre corresponder às suas expectativas.

À Profª. Solange por toda a paciência, dedicação e confiança em minha orientação.

Aos meus irmãos Fernando e Juciana pelas ajudas, carinho e amizade.

Aos meus familiares, principalmente meu avô Ozanan, minha tia Neidinha, minha amada sobrinha Laura Veiga e primas Ana Rita e Ana Luiza.

Aos professores participantes da banca examinadora, pela gentileza da participação e contribuição para melhoria deste trabalho.

À Estefferson por toda paciência, carinho, amor e contribuições que ajudaram para a conclusão desse e de outros trabalhos.

Aos meus amigos Ilka Gondim, Rafael Bezerra, Vanessa Dantas, Bruno César, pelos incentivos, carinhos, disponibilidades e momentos de descontrações.

Aos meus colegas e amigos de turma Palloma, Jéssica, Ellen, Marcia pelas palavras de apoio e incentivos.

Ao arquiteto da UFERSA Leonardo Cunha pela disponibilidade e enriquecimento desse trabalho.

RESUMO

O atual cenário de escassez de água tem contribuído para a busca de ações de uso racional deste recurso. Por outro lado, para a implantação de um programa de uso racional de água é necessário, minimamente, o conhecimento do consumo e dos agentes consumidores, possibilitando assim a pesquisa sobre perdas e desperdícios e então, a proposição de ações para minimização daqueles. Nesse sentido, este trabalho objetivou apresentar uma proposta para implantação de medidores de água nas edificações da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Mossoró, visando contribuir para subsidiar a implantação de um programa de uso racional de água futuramente na Universidade. Para isso, fez-se o levantamento de todas as edificações da instituição, a partir de mapas fornecidos pela Superintendência de Infraestrutura, UFERSA e com visitas *in loco*. A partir de revisão de literatura e consulta a uma empresa da área, foi especificado um tipo de hidrômetro a ser utilizado na UFERSA. Também, elaborou-se um modelo de unidade padrão para instalação dos hidrômetros. A partir do número levantado de edificações em uso e em construção, recomendou-se a instalação de 116 hidrômetros, correspondentes às atuais edificações ou conjunto de edificações da UFERSA-Mossoró. O hidrômetro sugerido para uso em cada edificação da instituição é do tipo velocimétrico multijato com transmissão magnética, classe metrológica B, vazão nominal 3,5m³/h, diâmetro nominal 25 mm e com conexão em latão. Com relação à unidade padrão para instalação dos hidrômetros na instituição, sugeriu-se um modelo tipo cavalete (sobre o piso) instalado em uma mureta, cujos detalhes foram apresentados no trabalho.

Palavras chave: consumo de água. medição individualizada. uso racional. UFERSA.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição de água no mundo (a) e distribuição de água doce no mundo (b). 15

Figura 2 – Distribuição hídrica no Brasil e continentes 16

Figura 3 – Distribuição de água doce superficial no mundo 17

Figura 4 – Distribuição dos recursos hídricos, da superfície, e da população. 18

Figura 5 – Hidrômetro Velocimétrico monojato 41

Figura 6 – Hidrômetro velocimétrico multijatos 43

Figura 7 - Hidrômetro velocimétrico Turbina de Hélice tipo Woltmann 44

Figura 8 – Unidade padrão para instalação de hidrômetros sem grade de proteção. 53

Figura 9 - Unidade padrão para instalação de hidrômetros com grade de proteção. 54

Figura 10 – Esquema do cavalete para instalação de hidrômetros na UFERSA 55

Figura 11 – Detalhamento da unidade padrão para instalação de hidrômetros na UFERSA 56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Disponibilidade hídrica das regiões hidrográficas 17

Tabela 2 - Usos múltiplos da água por região do planeta (km³) – 1995..... 23

Tabela 3 - Vazões características de hidrômetros segundo sua classe metrológica e vazão nominal ... 37

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Números características relacionados com a água 20

Quadro 2 – Usos múltiplos da água dos quais decorrem inúmeros impactos 22

Quadro 3 – Edificações existentes e em construção na UFERSA, campus Mossoró 49

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12

2 OBJETIVOS 13

2.1 OBJETIVO GERAL 13

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 13

3 REVISÃO DA LITERATURA 14

3.1 DISPONIBILIDADE HÍDRICA 14

3.1.1 Disponibilidade hídrica no mundo 15

3.1.2 Disponibilidade hídrica no Brasil 16

3.2 ESCASSEZ DE ÁGUA 19

3.3 USOS DA ÁGUA 22

3.4 USO RACIONAL DE ÁGUA 24

3.5 CONSUMO DE ÁGUA EM UNIVERSIDADES 28

3.6 PROGRAMA DE USO RACIONAL DE ÁGUA EM UNIVERSIDADES 28

3.6.1 Universidades brasileiras 28

3.6.1.1 Universidade de São Paulo (PURA-USP) 28

3.6.1.2 Universidade Estadual de Campinas (PRÓ-ÁGUA UNICAMP) 30

3.6.1.3 Universidade de São Carlos (PRUA-UFSCar) 31

3.6.1.4 Universidade de Brasília (Programa de Uso Inteligente) 31

3.6.1.5 Universidade Federal da Bahia (ÁGUAPURA) 32

3.6.2 Universidades estrangeiras 34

3.6.2.1 Universidade Stanford - EUA 34

3.6.2.2 Universidade da Virginia - EUA 34

3.6.2.3 Universidade de Utah - EUA 36

3.7 HIDRÔMETROS 36

3.7.1 Classe metrológica dos hidrômetros 37

3.7.2 Hidrômetros de relojoaria seca e relojoaria úmida 38

3.7.2.1 Hidrômetros de transmissão mecânica 38

3.7.2.2 Hidrômetro de transmissão magnética 39

3.7.3 Tipos de hidrômetros 40

3.7.3.1 Hidrômetros velocimétricos 40

3.7.3.1.1 Medidores de água velocimétricos monojato 40

3.7.3.1.2 Medidores de água velocimétrico multijato 42

3.7.3.1.3 Medidores de Água Turbina de Hélice tipo Woltmann 44

3.7.3.2 Hidrômetros volumétricos 45
3.7.3.3 Hidrômetros eletrônicos 45

4 MÉTODOS 47

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO 47
4.2 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA 48

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO 49

5.1 RESULTADOS RELACIONADOS AO LEVANTAMENTO DAS EDIFICAÇÕES DA UFERSA-MOSSORÓ E PROPOSTA DE PONTOS PARA IMPLANTAÇÃO DE HIDRÔMETROS 49
5.2 PROPOSIÇÃO QUANTO A ESPECIFICAÇÕES DE HIDRÔMETROS A SEREM INSTALADOS NA UFERSA-MOSSORÓ 52
5.3 PROPOSIÇÃO DE UNIDADE PADRÃO PARA INSTALAÇÃO DE HIDRÔMETROS NA UFERSA-MOSSORÓ 53

6 CONCLUSÕES 57

REFERÊNCIAS 59

1 INTRODUÇÃO

A água é considerada o mais importante recurso natural. Esse fato exige que as gerações atuais a utilizem de maneira consciente, de forma que a disponibilidade desse precioso recurso não seja comprometida para as futuras gerações, tornando isso um desafio mundial.

Mas, conscientizar as pessoas nem sempre é uma tarefa simples. Em locais públicos, boa parte dos usuários não se preocupa com o uso racional de água, por não serem diretamente responsáveis pelos custos (MENDES, 2006, p. 16).

"Em espaços localizados nos *campi* universitários, por exemplo, soma-se a isso, muitas vezes, a falta de manutenção, podendo existir perdas de água na rede, por períodos significativos, sem que nenhuma ação seja implantada." (PEDROSO; ILHA, 2003 apud MENDES, 2006, p. 16).

"Um relatório das Nações Unidas revela que dois terços da humanidade estão condenados a passar sede antes de 2025 se não forem adotadas medidas urgentes de melhoria da proteção e administração dos recursos de água doce nas zonas rurais e urbanas." (JUNIOR, 1998 apud OLIVEIRA, 1999, p. 2).

> A escassez da água decorre principalmente de dois fatores: causas naturais, como por exemplo, as secas regionais prolongadas e devido a processos de poluição desencadeados a partir de lançamento de efluentes urbanos e industriais nas águas de superfície, intensificação de consumos individuais, desperdícios nos sistemas públicos e prediais em função de vazamentos e procedimentos inadequados relacionados ao uso da água. (OLIVEIRA, 1999, p. 2).

Em algumas universidades brasileiras e estrangeiras foram desenvolvidos Programas de Uso Racional de Água (PURA), que apesar de não proporcionarem grandes modificações no modo de uso dos usuários, têm apresentado resultados significantes na redução do consumo de água, como exemplos temos: soluções de vazamentos, adoção de sistemas economizadores de água e campanhas de conscientização (MENDES, 2006, p. 16).

Contudo, para a concepção e implantação de um programa de uso racional de água é necessário, minimamente, o conhecimento do consumo e dos agentes consumidores, possibilitando assim a pesquisa sobre perdas e desperdícios e então, a proposição de ações para minimização daqueles. Nesse sentido, este trabalho objetiva apresentar uma proposta para implantação de medidores de água nas edificações da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Mossoró, visando subsidiar à implantação de um programa de uso racional de água.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho teve como objetivo geral propor a implantação de medidores de água nas edificações da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Mossoró, considerando a necessidade desta ação para a concepção de um programa de uso racional de água.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantar todas as edificações da instituição;
- Definir o número e especificar o tipo de hidrômetros a serem instalados;
- Propor um modelo padrão para instalação dos hidrômetros.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 DISPONIBILIDADE HÍDRICA

A água é uma das substâncias mais abundantes em nosso planeta e pode ser encontrada em três estados físicos: sólido (geleiras), líquido (oceanos e rios), e gasoso (vapor d'água na atmosfera). Segundo Rossa (2006, p.14), mais de 1.500 milhões de habitantes do planeta não têm acesso à água de qualidade ou em quantidade suficiente para o seu uso.

A água é vital para o bem estar social e a produtividade econômica. Considerando a totalidade da população mundial, rural e urbana, que não possuem acesso à água potável chega-se a 1,4 bilhões de pessoas. Se nenhuma ação for executada, este valor chegará a 3 bilhões no ano de 2025. Comparando também, que cerca de 4 bilhões de pessoas não têm acesso a um saneamento adequado, com informações da Organização Mundial da Saúde (OMS) que indicam que 80% das doenças são transmitidas através da água, pode-se concluir sobre o papel estratégico da água e a importância da organização institucional e territorial para sua utilização. (MANO, 2004 apud MENDES, 2006, p. 32)

O Relatório de Desenvolvimento Humano da Organização das Nações Unidas - ONU (PNUD, 2006 apud BRANCO, 2007, p. 25) considera que a "crise global da água" não se refere apenas as faltas absolutas de fornecimento físico do recurso, ou seja, o problema não se deriva apenas da escassez de água. A referida crise radica em questões mais profundas, como a pobreza e as desigualdades de poder, assim como também as ineficientes políticas de gestão da água que contribuem para agudizar o problema em diferentes regiões do planeta.

Os recursos hídricos superficiais são alvo de sérias ameaças. Os grandes rios de todo o mundo – o Nilo, no Egito, o Ganges, no sul da Ásia, o Colorado, nos EUA, ou o rio Amarelo, na China – estão entre os rios mais manipulados pelo Homem em função de construções de barragens, desvios, tomadas de água, etc. Fazendo com que a respectiva água não chegue a foz ou chegue com pequeno volume (BRANCO, 2007, p. 22).

Segundo Tucci (2003, p. 11) na terra, o total de água global retirado das fontes hídricas aumentou nove (09) vezes, enquanto que o uso de água por pessoa dobrou e a população cresceu três vezes. Em 1950, as reservas mundiais representavam 16,8 mil m^3/pessoa, atualmente esta reserva reduziu-se para 7,3 mil m^3/pessoa e espera-se que venha a se reduzir para 4,8 mil m^3/pessoa nos próximos 25 anos.

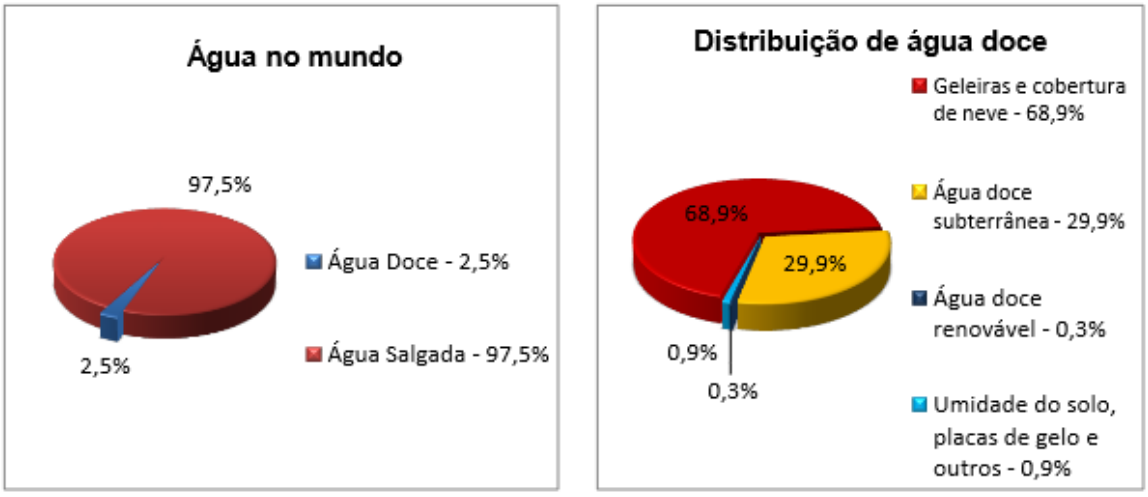
Comparando os usos e a quantidade de água com a necessidade humana pode-se, erroneamente, concluir a existência suficiente de água, mas a variação temporal e espacial é

muito grande, já existem no planeta várias regiões vulneráveis, onde cerca de 460 milhões de pessoas (8% da população mundial) sofrem falta frequente de água e cerca de 25% estão indo para o mesmo caminho. Caso nada seja realizado em termos de conservação e uso racional da água, é possível que 2/3 da população mundial sofram desde moderada à severa falta de água (TUCCI, 2003, p. 11).

3.1.1 Disponibilidade hídrica no mundo

Na Figura 1a é demonstrada a quantidade de água no mundo na qual se observa a discrepância entre a quantidade de água doce e salgada no planeta terra. Já, na Figura 3b, é mostrada a distribuição da água doce em diversas formas. Nesta, verifica-se que a maior parte da água doce encontra-se em locais de difícil extração (calotas polares e subsolo). (PASSOS, 2010, p. 11).

Figura 1 - Distribuição de água no mundo (a) e distribuição de água doce no mundo (b).



a) b)

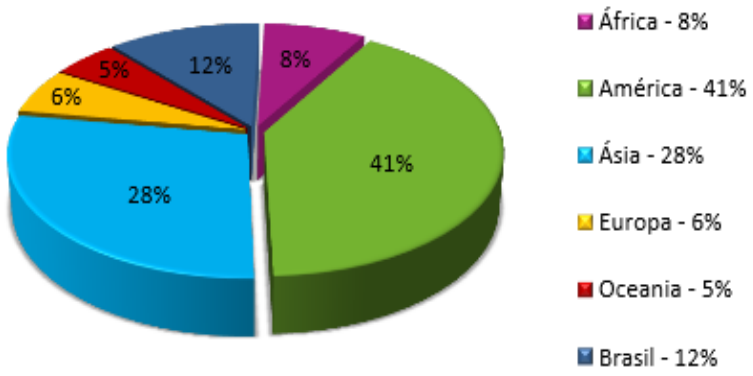
Fonte: ANA (2007) apud Passos (2010, p. 11)

Segundo Rossa (2006, p. 14), em 192 estados no mundo, dez partilham os 2/3 de água doce. Em 2001, a Ásia e Médio Oriente representavam 60% da população mundial com 3.700 milhões de habitantes, mas recebiam só 36% das precipitações anuais. A América do Sul, com 6% da população mundial, se beneficiava de 26% do total das precipitações mundiais anuais, sendo que a Amazônia representava 1/6 da água doce mundial.

Na Figura 2 é apresentada a distribuição de água doce superficial no Brasil e continentes, um aspecto importante a ser observado é a desigualdade espacial de como a água

está distribuída.

Figura 2 – Distribuição hídrica no Brasil e continentes



Fonte: ANA (2007) apud Passos (2010, p.13)

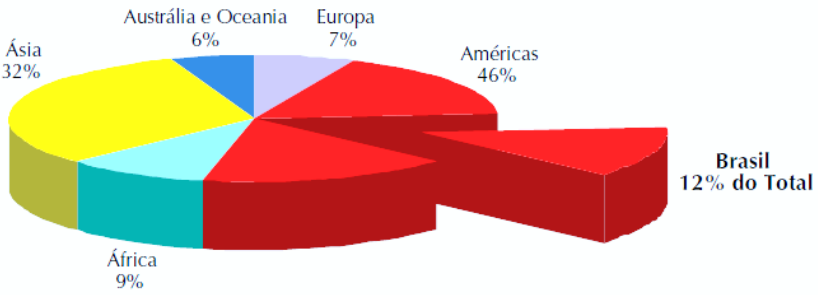
3.1.2 Disponibilidade hídrica no Brasil

O Brasil é donatário de um dos patrimônios hídricos mais importantes do planeta, este fato eleva a responsabilidade do País quanto à conservação e o uso sustentável da água para seu benefício, equilíbrio ecológico e sobrevivência da humanidade. (MMA et al., 2007, p. 19). Ainda segundo estes autores, a água não é só um recurso crítico em termos de segurança humana e ambiental, mas também proporciona grandes oportunidades em termos de desenvolvimento sustentável.

> O Brasil tem posição privilegiada no mundo, em relação à disponibilidade de recursos hídricos. A vazão média anual dos rios em território brasileiro é de cerca de 180 mil metros cúbicos por segundo (m³/s); para efeito de comparação, tal volume de água é equivalente ao conteúdo somado de 72 piscinas olímpicas fluindo a cada segundo. Este valor corresponde a aproximadamente 12% da disponibilidade mundial de recursos hídricos (MMA et al., 2007, p. 19).

A Figura 3 apresenta a distribuição de água doce superficial no mundo, destacando 12% de disponibilidade da água mundial para o Brasil.

Figura 3 – Distribuição de água doce superficial no mundo



Fonte: MMA et al. (2007, p. 20)

Para efeito de gestão de recursos hídricos, o Brasil está divido em 12 regiões hidrográficas (Tabela 1), formadas por diversas bacias hidrográficas. (ANA, 2010, p. 20). A análise da disponibilidade hídrica dos mananciais foi feita compreendendo uma abordagem da hidrologia superficial e da hidrogeologia em todo território brasileiro, o que possibilitou caracterizar a ampla variabilidade e disponibilidade desigual dos recursos hídricos no Brasil. Além disso, foi possível uma análise detalhada de cada manancial atualmente explorado e os potencialmente utilizáveis para o abastecimento urbano. (ANA, 2010, p. 29).

Tabela 1 - Disponibilidade hídrica das regiões hidrográficas

Região Hidrográfica	Vazão média (m^3/s)	Disponibilidade hídrica Q_{95} - m^3/s *
Amazônica	132.145	73.748
Tocantins – Araguaia	13.799	5.447
Atlântico Nordeste Ocidental	2.608	320
Parnaíba	767	379
Atlântico Nordeste Oriental	774	91
São Francisco	2.846	1.886
Atlântico Leste	1.484	305
Atlântico Sudeste	3.162	1.109
Atlântico Sul	4.055	647
Paraná	11.414	5.792
Uruguai	4.103	565
Paraguai	2.359	782
BRASIL	179.516	91.071

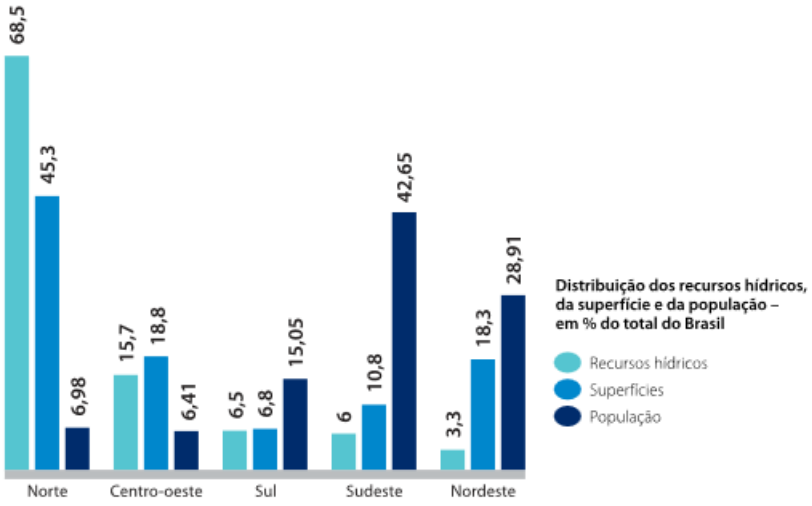
* A disponibilidade hídrica equivalente à vazão com permanência de 95% e, no caso da presença de reservatório, à vazão regularizada acrescida do incremental de Q_{95}.

Fonte: ANA (2010, p. 29)

O país é dotado de grande variabilidade climática, distintos ecossistemas e de muitas características que vão de regiões semiáridas até a Amazônia com seu grande potencial de recurso hídrico. A variabilidade climática que caracteriza o Brasil reflete a uma desigual distribuição dos recursos hídricos disponíveis no país. A região hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental (que abrange o Rio Grande do Norte e a Paraíba, além de parte do Ceará, Pernambuco, Alagoas e um pequeno trecho do Piauí) apresenta disponibilidade hídrica inferior a 100 m³/s. Já na região hidrográfica Amazônica a disponibilidade hídrica é extremamente elevada alcançando vazões de ordem de 74 mil m³/s. (ANA, 2010, p. 29).

O território brasileiro com extensão de aproximadamente 8,5 milhões de m² está dividido em cinco regiões geográficas. (ANA, 2010, p. 29). O Brasil é hoje o quinto país do mundo, tanto em extensão territorial como em população. Em função de suas dimensões continentais, o país apresenta grandes contrastes relacionados não somente ao clima, vegetação original e topografia, mas também à distribuição da população e ao desenvolvimento econômico e social, entre outros fatores. (MMA et al., 2005, p.28). A comparação entre a população de cada região com suas disponibilidades hídricas deixa clara a discrepância entre os dados analisados, o que pode ser visto na Figura 4.

Figura 4 – Distribuição dos recursos hídricos, da superfície, e da população.



Fonte: MMA et al. (2005, p.29)

Em termos de distribuição *per capita*, a vazão média de água no Brasil é de aproximadamente 33 mil metros cúbicos por habitante por ano (m³/hab/ano); este volume é muito superior ao piso estabelecido pela ONU, de 1.700 m³/hab/ano, abaixo do qual um país é considerado em situação de estresse hídrico. Contudo, devido à má distribuição de água por

regiões, o Nordeste apresenta um quadro de insuficiência quantitativa de água que faz sentir especialmente na região hidrográfica do Atlântico Nordeste Oriental, única considerada em situação crítica quanto ao balanço hídrico. (MMA et al., 2007, p. 20 e 27).

3.2 ESCASSEZ DE ÁGUA

Segundo o dicionário Aurélio, escassez significa: qualidade do que é escasso; falta, carência. A escassez natural da água doce no mundo, agravada pela poluição devido ao desordenado uso dos recursos naturais e crescimento demográfico, faz dela um bem econômico cada dia mais valioso (SHUBO, 2003, p. 23). Os especialistas consideravam que o crescimento da oferta de água era um problema técnico, que poderia ser resolvido com a construção de barragens, reservatórios, etc. Porém, essas construções estão tornando-se inviáveis, devido a crescente dificuldade de exploração de novas reservas de água doce (CONSTANZA, 1995 apud SHUBO, 2003, p. 24).

Algumas das principais causas da escassez segundo Silva (2004) apud Gonçalves e Jordão (2006, p. 2).

- Urbanização elevada e desordenada da infraestrutura urbana;
- Diversificação e intensificação das atividades e consequentemente do uso da água;
- Impermeabilização e erosão do solo;
- Ocupação de área de mananciais, com consequente poluição e assoreamento das margens;
- Conflitos gerados pelas concorrências entre os diversos aproveitamentos de água;
- Preponderância histórica dos interesses do setor hidroelétrico na política dos recursos hídricos;
- Deficiências do setor de saneamento e a relação entre água e saúde;
- Migrações populacionais motivadas pela escassez de água;
- Conflitos entre países gerados pela falta de água, muitos dos quais assumindo proporções de guerra.

No Quadro 1 são apresentados alguns valores típicos relacionados com a importância e o uso da água.

A escassez de água potável, atualmente é um problema crônico em diversas regiões do mundo, tornando-se uma barreira ao desenvolvimento econômico e social. O crescimento demográfico e as atividades humanas reduziram gravemente a oferta desse bem no mundo. A captação de água tem crescido em ritmo muito maior do que o crescimento da população, multiplicando-se, por isso, os riscos de escassez deste recurso (SHUBO, 2003, p. 23).

> A água com a sua escassez está se tornando, rapidamente, um recurso muito valioso. A cobrança pelo seu uso já é uma realidade em alguns estados do país, atribuindo-se valor a este bem, o que até alguns anos atrás parecia inconcebível, já que a ideia da água ser uma substância infinita encontra-se enraizada na cultura de parcela da população (NAKAGAWA, 2009, p.1).

Quadro 1 – Números características relacionados com a água

Uma pessoa sobrevive cerca de um mês sem comida, mas apenas uma semana sem água.
Cerca de 70% do corpo humano consiste de água.
Mulheres e crianças em muitos países em desenvolvimento viajam em média 10 a 15 km todos os dias para obter água.
Cerca de 34.000 pessoas morrem diariamente de doenças relacionadas com a água como diarreia. No Brasil, 65% das internações hospitalares são devidas a doenças veiculadas pela água.
Uma pessoa necessita no mínimo de cinco litros de água por dia para beber e cozinhar e mais 25 litros para higiene pessoal.
Uma família média canadense usa cerca de 350 litros por dia, na África 20 l/d na Europa 165 l/dia e no Brasil é de 200 l/dia.
As perdas de água na rede de distribuição no Brasil variam de 30 a 65% do total aduzido.
Uma vaca leiteira necessita beber cerca de 4 litros por dia para produzir um litro de leite.
Um tomate é 95% água.
9.400 litros de água são utilizados para produzir quatro pneus de carro.
Abastecimento e saneamento reduzem a mortalidade infantil pela metade.

Fonte: Adaptado de *International Development Initiative of McGill University* apud Tucci e Bertoni (2003, p. 12)

O crescimento desordenado das demandas e dos processos de degradação da qualidade da água se intensificou depois da década de 50, pondo em risco a sobrevivência da população e do ambiente favorável à vida na terra. A escassez qualitativa propicia problemas sérios à saúde pública, à economia e ao ambiente, enquanto a escassez quantitativa limita o desenvolvimento de uma região. Em grandes centros urbanos, industriais e áreas agrícolas com uso intensivo de insumos químicos, já existe escassez qualitativa de água para consumo, ou seja, a água precisa de tratamento para seu uso. (REBOUÇAS, 2002 apud MENDES 2006, p. 36).

Segundo Tucci e Bertoni (2003, p.12), o ciclo hidrológico natural é constituído por diferentes processos físicos, químicos e biológicos. Quando o ser humano entra nesse sistema, produz grandes alterações modificando esse ciclo e causando impactos que podem ser até irreversíveis para o homem e a natureza.

Tundisi (2006) diz que a velocidade de deslocamento e transformação de cada um dos componentes desse ciclo variou durante diferentes eras geológicas. Embora o ciclo hidrológico seja único para todo o planeta, o volume de cada um de seus componentes varia em diferentes regiões do planeta e por bacia hidrográfica. (PIELOU, 1998 apud TUNDISI, 2006, p. 26).

Ainda de acordo com o autor, a distribuição da água no planeta Terra não é homogênea. Além disso, o consumo de água nas diversas atividades humanas varia muito, dependendo de fatores como a concentração da população, economia regional e atividades agrícolas e industriais, gerando assim, impactos desiguais que apresentam diferentes proporções sobre cada componente do ciclo hidrológico e sobre a qualidade da água, ou seja, o desenvolvimento econômico e a complexidade da organização das sociedades humanas têm provocado inúmeras alterações no ciclo hidrológico. A diversidade cultural também afeta os recursos hídricos de várias maneiras, inclusive pelo uso da água para atividades religiosas. (TUNDISI, 2006, p. 26 e 27).

A água, que escoa nos rios, depende das chuvas e é aleatória variando muito entre as secas e estiagens. O homem, em seu benefício, procurou uma maneira de controlar essa água por meio de obras hidráulicas. As quais procuram reduzir a escassez de água através da regularização das vazões, aumentando a disponibilidade ao longo do tempo, mas, desde os anos 60, essas obras são questionadas devido aos impactos irreversíveis ao meio ambiente. Este processo necessita de diferentes ações de planejamento ambiental visando minimizar os impactos e buscar o desejável desenvolvimento sustentável. (TUCCI; BERTONI 2003, p.12)

Onde existe escassez de recursos hídricos, sempre há pouca disponibilidade de água potável. As pessoas com menor poder politico/econômico são as primeiras a serem prejudicadas ficando sem acesso ou com este reduzido. (ANA, 2011, p. 44).

Devido à escassez de água e de saneamento, as oportunidades das futuras gerações ficam limitadas. Em países que já sofrem com esse fato, crianças, especialmente meninas, que deveriam estudar, passam horas em busca de fontes de água limpa para seus domicílios. Além disso, doenças relacionadas com a água afetam a capacidade das crianças de frequentar e progredir na escola. Além de causar diarreia, a falta de água limpa favorece infecções por vermes intestinais que afetam principalmente crianças em idade escolar, prejudicando suas

funções cognitivas e reduzindo seu crescimento físico e saúde em geral. (UNICEF, 2006 apud ANA, 2011, p. 44).

A disparidade urbana/ rural de acesso a saneamento diminuiu nos últimos 15 anos, apesar de a disparidade entre áreas urbanas e rurais em termos de acesso a saneamento ser significativamente maior que a de água potável. Nos países em desenvolvimento, entre 1990 e 2004, o acesso das áreas rurais a saneamento praticamente dobrou, de uma base (baixíssima) de 17 por cento, para 33 por cento. Durante este mesmo período acesso a saneamento nas áreas urbanas aumentou de 68 por cento para 73 por cento. Portanto, as pessoas que moram em áreas urbanas ainda têm mais que o dobro da probabilidade de ter acesso a um banheiro que as que moram em áreas rurais. (UNICEF, 2006 apud ANA, 2011, p. 44).

3.3 USOS DA ÁGUA

O conjunto de usos da água está relacionado a diferentes atividades humanas, que constituem um grande leque de "serviços" que vão desde a geração de hidroeletricidade ao suprimento de alimentos, à navegação, transporte e recreação. Outros "serviços" que não são claramente contabilizados, mas importantes, são a regulação de ciclos e a reserva de água para abastecimento público. Esses usos múltiplos da água (Quadro 2) produzem impactos complexos e com efeitos diretos e indiretos na economia, na saúde humana, no abastecimento público e na qualidade de vida das populações humanas e na biodiversidade. (TUNDISI, 2006, p. 27).

Quadro 2 – Usos múltiplos da água dos quais decorrem inúmeros impactos

Água para produção agrícola – irrigação e outras atividades para produção de alimento
Água para abastecimento público
Produção de hidroeletricidade
Recreação
Turismo
Pesca
Aquacultura
Transporte e navegação
Mineração
Usos estéticos (recreação, paisagem)

Fonte: Tundisi (2006, p. 26)

Esses usos variam regionalmente e diferem em cada país, sendo também impulsionados pelas economias de países ou economias locais. Os usos múltiplos da água nos diferentes continentes são descritos na (Tabela 2).

Tabela 2 - Usos múltiplos da água por região do planeta (km^3) – 1995

Região	Irrigação	Indústria	Doméstico/municipal
África	127,7	7,3	10,2
Ásia	1.388,8	147,0	98,0
Austrália-Oceania	5,7	0,3	10,7
Europa	141,1	250,4	63,7
América do Norte e Central	248,1	235,5	54,8
América do Sul	62,7	24,4	19,1
Total mundial	2.024,1	684,9	256,5
Percentagem do total mundial	68,3	23,1	8,6

Fonte: Adaptado de L'Vovich (1979) apud Tundisi (2006, p. 27)

Como se pode observar, o uso da água na agricultura predomina em quase todos os continentes, seguindo-se o uso industrial e o uso para abastecimento público. Dezesseis por cento das terras agrícolas do planeta são irrigadas com águas superficiais ou subterrâneas. Esses usos múltiplos são diversificados no Brasil, por exemplo, no Sudeste predomina a concentração dos usos para a produção de hidroeletricidade, irrigação e uso industrial. Em outras regiões, a água é utilizada intensivamente para mineração; em outras ainda, como a Amazônia, a água é utilizada intensivamente para navegação e produção de alimentos (pesca). (TUNDISI, 2006, p. 27).

A agricultura está na dianteira no consumo de água principalmente não só pela contínua expansão da fronteira agrícola, mas também devido ao desperdício. Segundo Rebouças (2003) apud Gonçalves e Jordão (2006, p.8), o uso da água na agricultura ocorre com cerca de 60% de desperdício em toda a água fornecida a esse setor.

Por outro lado, quanto maior o uso de água, maior o volume de esgoto a ser tratado, consequentemente, maior será o custo no tratamento deste e da água para abastecimento. Devido o aumento do volume de esgoto não tratado lançado nos rios, a poluição dos mananciais pertos das cidades têm aumentado, fazendo com que a água seja buscada cada vez mais longe, encarecendo o sistema em todos os sentidos. (PEDROSO, 2002, p.2).

> Todos os dias, milhões de toneladas de esgoto e efluentes industriais e agrícolas são despejados nas águas do mundo. Todos os anos, lagos, rios e deltas absorvem o equivalente ao peso de toda a população

> humana (cerca de sete bilhões de pessoas) na forma de poluição. Anualmente, morrem mais pessoas pelas consequências de água imprópria que por todas as formas de violência, incluindo as guerras (ANA, 2011, p.15).

Ainda, com relação à utilização de água em diversos segmentos (doméstico, comercial, industrial, público e agrícola), Cheung et al. (2009, p.38) ressaltaram de forma mais específica as utilizações desse recurso:

- Em corpos hídricos naturais e construídos: geração de energia elétrica, navegação, piscicultura, aquicultura, lazer, ornamentação e contemplação;
- No meio rural: irrigação de culturas agrícolas e dessedentarão de gado;
- Na edificação industrial: refrigeração, incorporação em produtos, produção de vapor, limpeza de produtos e instalações, ingestão, preparação de alimentos, banho e demais formas de higiene pessoal e descarga de bacias sanitárias e mictórios;
- Na edificação de uso residencial, também chamado de uso domestico: ingestão, preparação de alimentos, banho e demais formas de higiene pessoal, lavagem de roupas, limpeza em geral, descarga de bacias e rega;
- Na edificação voltada ao comercio e serviços: limpeza de instalações, ingestão, preparação de alimentos, banho e demais formas de higiene pessoal e descarga de bacias sanitárias e mictórios;
- No espaço público do meio urbano: rega de jardins, lavagens de ruas e outros logradouros, lavagem de veículos, balneários públicos e ornamentação;
- Nos sistemas públicos de saneamento: captação e condução de agua bruta de um manancial, tratamento de agua bruta visando obter a qualidade de agua potável, condução de agua potável por meio das estruturas do sistema de abastecimento publico, condução de esgotos (águas residuais) por meio da rede de esgotamento sanitário, tratamento de águas residuais e disposição de esgotos tratados em corpo receptor natural.

3.4 USO RACIONAL DE ÁGUA

O uso racional da água pressupõe o seu uso eficiente e o uso de fontes alternativas de água. O reaproveitamento é o processo pelo qual a água, tratada ou não, é reutilizada para o mesmo ou outro fim. A utilização de fontes alternativas de água é uma importante medida de

racionalização, por evitar a utilização das fontes convencionais de suprimento (mananciais subterrâneos ou superficiais). (GONÇALVES; JORDÃO, 2006, p.17).

Em um sistema público de água, podem ocorrer perdas em vários pontos da rede de distribuição. Dependendo de onde elas aconteçam, estas apresentam características muito específicas, que permitem identificar a origem do problema. Algumas das perdas são de caráter eminentemente técnico, podendo ser revolvidas com ações de operação e manutenção otimizadas. Outras, porém, ocorrem no usuário final e dependem de uma ação de fiscalização comercial e da conscientização da população para sua resolução. (SHUBOT, 2003, p. 68).

Oliveira (1999, p.21), denomina como perda **de** água, aquela que escapa do sistema antes de ser utilizada para uma atividade determinada. Em geral, as perdas ocorrem devido aos seguintes fatores:

- Vazamento – fuga de água de um sistema hidráulico, quer seja em tubulações – tubos e conexões, componentes de utilização, reservatórios e, ainda, em equipamentos – conjunto motor bomba e outros;
- Mau desempenho do sistema – por exemplo, um sistema de recirculação de água quente operando inadequadamente, ou seja, com o tempo de espera longo e, portanto, gerando perda de água antes de ser utilizada pelo usuário;
- Negligência do usuário – torneira deixada mal fechada após o uso por displicência ou porque o usuário não quer tocar a torneira.

Ainda de acordo com a mesma autora, "denomina-se **uso excessivo** quando a água é utilizada para uma atividade fim de forma perdulária, ou seja, através de um procedimento inadequado, ou por mau desempenho do sistema". São exemplos de uso excessivo:

- **Procedimentos inadequados** – banho prolongado, varredura de passeio público com água;
- **Mau desempenho do sistema** – um sistema cujos pontos de utilização sejam projetados para vazões superiores às necessárias à realização das atividades relacionadas ao uso da água, tais como torneiras com vazões elevadas que, além de desperdício, causam desconforto aos usuários através de respingos de água.

Desperdício é caracterizado pelo uso de quantidades de água além do requisito necessário para um determinado fim, ou o uso de uma quantidade de água para determinado fim com excessos (OLIVEIRA, 1999).

Levando em consideração inúmeros fatores, o uso racional da água deve ser estimulado. A prática de reuso ou reutilização é uma das formas de minimização da captação e consumo de água, favorecendo o aumento da oferta e contribuindo para a sustentabilidade. (RIBEIRO, 2011, p. 29).

Em grandes centros urbanos, o desenvolvimento de estratégias para uma melhor forma de utilização dos recursos hídricos, tem sido cada vez mais importante gerando inúmeras pesquisas e aplicações nos diversos setores que a utilizam, pois a água é um recurso finito e vulnerável, favorecendo o risco de escassez, que é motivo de preocupação constante de ambientalistas e pesquisadores do mundo todo. (RIBEIRO, 2011, p. 28 e 34).

> No âmbito do abastecimento ocorre um esforço das empresas de saneamento para reduzir perdas no sistema, através de medidas estruturais, melhoria das técnicas operacionais ou de mecanismos de conscientização da população sobre a necessidade de conter desperdícios. O Ministério das Cidades (BRASIL, 2011a) desenvolve ações nesse sentido, a exemplo do Programa de Modernização do Setor de Saneamento – PMSS, e o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCDA (RIBEIRO, 2011, p.34).

Algumas empresas líderes de mercado têm usado para sua sobrevivência, em longo prazo, a água como fator estratégico. Para isso elas têm investido em projetos de reuso, tratamento de efluentes líquidos, reflorestamento e de educação ambiental (junto a seus clientes, empregados e fornecedores). Com esses fatores em prática, os custos são reduzidos compensando os investimentos e aumentando a competitividade e valorização dos ativos intangíveis. (ANA, 2011, p.13).

De acordo com (ANA, 2011, p. 66) algumas metas de ação de educação e conscientização são:

- Mudança de comportamento individualizado: tem como exemplo, campanhas municipais de conscientizações a estimulação das pessoas em dar um destino adequado ao óleo e aos resíduos graxos para evitar que entrem nas redes de águas pluviais, onde acabam comprometendo a qualidade da mesma.
- Mudanças políticas: Estas podem auxiliar na promoção de politicas que melhorem a qualidade da água. “Ações realizadas em nível comunitário ajudam a conduzir mudanças nas politicas de governos locais”. Em países democráticos, cidadãos escolarizados podem se dirigir a autoridades eleitas, expondo suas preocupações com a qualidade da agua e exigir a aprovação de leis e regulamentos mais adequados.
- Fortalecimento da fiscalização: Depois da implantação de bons regulamentos de proteção da qualidade da água, a fiscalização para assegurar os benefícios sociais é de extrema

necessidade. A participação cidadã tem um papel importante responsabilidade com a função de alertar as agências regulamentadoras em casos de violações das normas sobre a qualidade da agua.

- Pressões de investidores, consumidores ou comunidades sobre as empresas: É possível quando a sociedade, através de organizações comunitárias, identificam fontes de contaminação provocadas por efluentes provenientes de indústrias ou da agricultura, pressionando os poluidores cessarem ou tratarem a água antes de ser despejada em cursos de água.

"Com relação à tecnologia de processo, órgãos governamentais, institutos de pesquisas e indústrias da construção civil, têm-se obtido novos processos, produtos e componentes de sistemas hidráulicos prediais, destinados à racionalização do uso da água" (NAKAGAWA, 2009, p. 14).

Atualmente, podemos contar com diversos sistemas e equipamentos para o uso racional de água, tais como: bacia sanitária com membrana reticulada e sistema de sifão central para rede de esgotos. Esta bacia tem como finalidade produzir um fluxo mais intenso, aumentando a velocidade do esgoto na tubulação, evitando-se a sedimentação de sólidos. Quanto ao tipo de sifão central possui a capacidade para aproximadamente 20 litros de esgoto sanitário. Quando são ejetados volumes extras, ocorre o efeito de sifonamento, expurgando o esgoto armazenado para a rede pública, realizando uma autolimpeza na tubulação de esgoto predial. (NAKAGAWA, 2009, p. 14).

Na Austrália como forma de redução de no consumo de água, foram projetados sanitários com duas descargas como alternativa de redução do consumo de água, ou seja, 6 e 3 litros a depender do tipo do uso do aparelho. Para a descarga cheia removem-se os sólidos e papel, e a vazão reduzida remove-se a urina (CAROMA, 2000 apud NAKAGAWA, 2009, p. 17). O ciclo de vida desse design, segundo o fabricante, foi estudado e estimasse aproximadamente em 30 anos. Os sistemas com dupla descarga têm sido projetados com materiais de baixo impacto ambiental de plásticos inertes ou porcelana vítrea. Os plásticos são recicláveis e a porcelana vítrea possui várias aplicações de uso. (NAKAGAWA, 2009, p. 17).

As torneiras permitem a utilização de pequenos artefatos adaptados para elas, com finalidade de uma melhor distribuição do jato de água, regulando a vazão e reduzindo a pressão. O uso deste recurso é ideal principalmente para locais destinados a lavagens com manuseio das peças, a exemplo de cozinhas e lavabos. Desse modo, permitem um melhor controle de vazão e uma melhor distribuição de água. (NAKAGAWA, 2009, p. 17).

3.5 CONSUMO DE ÁGUA EM UNIVERSIDADES

O consumo de água da UFBA no período de 1998 a 2000 foi de, aproximadamente, 26.000 m³, reduzindo a 15.000 m³ nos anos de 2006 e 2007, em função da racionalização do consumo (NAKAGAWA, 2009, p. 34).

Na UFBA, Mendes (2006, 100) reportou uma despesa anual com o gasto de água de R$ 3.526.153,00, por 465.850 m³. Esses valores representavam um consumo médio *per capita* de 70 litros/pessoa.dia, uma média de R$ 16,00 pessoa/mês.

Mendes (2006, p. 99) mencionou que a UnB consumia, naquela época, 45.000 m³ de água por mês.

3.6 PROGRAMA DE USO RACIONAL DE ÁGUA EM UNIVERSIDADES

Nesta parte do trabalho são apresentados alguns programas de uso racional de água, bem como suas características principais e relevâncias para a sociedade.

Muitas instituições de ensino superior, no Brasil e no mundo, estão aderindo à implantação de programas de uso racional de água. Os motivos para isto são diversos, tais como a necessidade de redução de custos com o consumo de água, redução da demanda de água para que sejam aprovadas expansões nos seus *campi*, a necessidade de reservas quantitativas e qualitativas de água em período de secas e, devido à preocupações com a escassez de água. (MENDES, 2006, p. 92).

De acordo com Mendes (2006, p. 92), no Brasil existem universidades em diversos tipos de estágios na implantação dos programas de uso racional de água, que vão desde a monitoração dos resultados até as etapas completas de implantação.

3.6.1 Universidades brasileiras

3.6.1.1 Universidade de São Paulo (PURA-USP)

O Programa de Uso Racional da Água (PURA) foi criado em 1995, através da firmação de um convênio entre a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) com a Escola Politécnica da USP (EPUSP) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). A SABESP observou grandes valores no consumo de água na USP e, tendo o objetivo de redução do mesmo, concedeu um desconto nas contas de água mensais da Cidade

Universitária a fim de se criar um fundo destinado a intervenções do PURA-USP. Por sua vez, a USP ficou responsável por uma economia efetiva em cada etapa implantada do programa e pelo desenvolvimento de uma metodologia de aplicação do programa em futuras situações similares. (NAKAGAWA, 2009, p. 6).

Segundo Gonçalves e Jordão (2006, p. 20), a SABESP, com o objetivo de garantir o abastecimento das áreas urbanas, tem investido em infraestrutura para ampliação da capacidade de captação, reserva e distribuição de água, bem como o desenvolvimento de programas de redução de perdas, de reuso e de uso racional da água. A empresa adotou uma política de incentivo (PURA) que tem como principais objetivos:

- Mudar vícios de uso abusivo de água no cotidiano das pessoas;
- Implementar leis, regulamentos e normas para a utilização racional da água e uso dos equipamentos economizadores em prédios de órgãos públicos;
- Implementar normas sobre o desenvolvimento tecnológico e padronização de equipamentos economizadores de água;
- Mudar projetos de instalações prediais de água fria e quente, de parâmetros hidráulicos e de código de obra;
- Introduzir o programa no currículo das escolas das redes de ensino estadual e municipal de São Paulo, através de programas específicos, como o kit do projeto água, o teatro de fantoche Nave Mãe e outros programas regionalizados, como o Projeto Caracol;

Silva e Gonçalves (2005) apud Mendes (2006, p. 95) afirmaram, como resultado com a implantação do PURA, a redução do consumo *per capita.* No período em que foi feita a avaliação, verificou-se diminuição de 38%, ou seja, de 114 para 70 litros/pessoa.dia, sendo este o menor valor atingido desde o inicio do Programa.

Segundo Tamaki (2003) apud Mendes (2006, p. 95) os resultados mais importantes com a implantação do programa foram:

- Redução expressiva do consumo nas unidades que sofreram ações de economia de água;
- Utilização de um sistema de gerenciamento de dados de consumo, com o uso de um sistema de telemedição e de um controle de todas as ligações de água;
- Revisão do sistema hidráulico predial de água fria dos edifícios do *campus* e a recuperação de parte do sistema;

- Adoção de equipamentos sanitários mais econômicos, novos e que atendam aos atuais níveis de desempenho;
- Conscientização da comunidade da USP sobre a questão da água e seu uso racional;
- Criação de uma estrutura permanente e de referência na Universidade para as questões relativas ao uso da água de abastecimento sob o prisma da economia do recurso.

3.6.1.2 Universidade Estadual de Campinas (PRÓ-ÁGUA UNICAMP)

Gonçalves e Jordão (2006, p. 21), mencionaram que o início do Programa de Conservação de Água da UNICAMP, em 1999, objetivava o aumento da eficiência do uso da água nos edifícios localizados na Cidade Universitária Professor Zeferino Vaz, Campinas. O projeto de melhorias da infraestrutura de pesquisa denominado PRÓ-ÁGUA/UNICAMP, foi financiado pela FAPESP (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo) e teve duas fases de implementação:

- Fase I: levantamento cadastral, detecção e conserto de vazamentos, implantação de telemedição, instalação de componentes economizadores e avaliação do desempenho pelos usuários.
- Fase II: análise de tecnologias economizadoras para usos específicos e implantação de sistema de gestão dos sistemas prediais no campus. Etapa 1: análise de tecnologias economizadoras para usos. Etapa 2: implantação de sistema de gestão dos sistemas prediais.

> Segundo as informações prestadas no site do programa, o resultado foi uma economia de aproximadamente 20% no consumo mensal da Unicamp. O consumo médio mensal do campus como um todo, no ano de 1998, foi de cerca de 98 mil metros cúbicos. Em 2001, este número foi reduzido para cerca de 80 mil metros cúbicos. No âmbito do PRÓ-ÁGUA foram investigados 11.483 pontos de consumo do campus, tendo sido observado que os aparelhos com mais vazamentos foram as bacias sanitárias (cerca de 26% das bacias sanitárias com válvula e 29,3% das com caixa de descarga). Entre as medidas ainda em andamento do programa está a implementação de micromedição do consumo de água dos edifícios com leitura remota, sendo que já estão instalados no campus mais de cem hidrômetros eletrônicos, os quais estão interligados a uma central de medição por meio de cabos telefônicos. Um diagnóstico dos pontos de consumo específico, para indicação de dispositivos sanitários economizadores, está sendo elaborado. Finalmente, o programa prevê a implementação de um sistema de gestão dos sistemas prediais. (GONÇALVES; JORDÃO, 2006, p. 21 e 22).

3.6.1.3 Universidade de São Carlos (PRUA-UFSCar)

Segundo Amorim et al., (2002 apud MENDES, 2006, p. 98), as informações referentes ao programa da Universidade de São Carlos (UFSCar) são de 2002 e, nesta época estava sendo planejada a implementação do (PRUA-UFSCar) segundo os seguintes tópicos:

a) levantamento e cadastramento em um banco de dados de todos os pontos de consumo de água;
b) inspeção e correção de vazamentos visíveis nas peças de utilização;
c) inspeção de hidrômetros mecânicos nos setores considerados prioritários;
d) levantamento do consumo histórico;
e) detecção de vazamentos visíveis;
f) conserto de vazamentos;
g) levantamento do consumo após o conserto de vazamentos;
h) estudo de viabilidade de mudança de aparelhos convencionais por economizadores de água;
i) troca de aparelhos (os que se mostrarem viáveis);
j) levantamento de consumo após a troca dos aparelhos.

De acordo com Scherer (2003) apud Mendes (2006, p. 98), a falta de agentes motivadores e mobilizadores, é uma grande dificuldade no desenvolvimento dos programas de uso racional de água, a universidade em questão não possui os custos das faturas de água e esgoto, devido seu abastecimento se dá por meio de poços artesianos. Esta situação contribuiu para acomodação na implantação de ações de combate ao desperdício de água no campus, e da liberação de recursos para esse fim.

3.6.1.4 Universidade de Brasília (Programa de Uso Inteligente)

Devido à extinção de um benefício que isentava a Universidade de Brasília (UnB) de pagar contas de água e de energia elétrica, levou a universidade a implementar um programa de redução do consumo desses bens, que denominou-se como Programa de Consumo Inteligente. Isso foi motivado, principalmente, devido ao alto valor da conta de água da Universidade: R$ 2,9 milhões em seis meses. (MENDES, 2006, p. 99).

Ainda de acordo com o autor, segundo a Assessoria de Comunicação (UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, 2006) a universidade criou uma comissão com a tarefa principal de racionalizar o uso de água no *campus* da UnB. Para isso, a comissão teve a função de preparar uma avaliação técnica e fazer o levantamento dos custos de implantação de um programa de uso racional de água. A avaliação técnica se abrangeu três etapas:

- Avaliação técnica para determinar necessidades e possibilidades de redução do uso da água;
- Levantamento do custo de instalação de hidrômetros em todos os prédios da Universidade, de instalação de torneiras com temporizador, troca de bacias sanitárias e de troca da canalização existente de ferro fundido por canalização de PVC;
- Desenvolvimento de campanhas educativas junto aos professores, servidores e estudantes, para a conscientização para o uso racional de água.

Em mais uma informação divulgada pela assessoria da Universidade de Brasília, enfatizada por Mendes (2006), destaca-se a parceria firmada com a Companhia de Saneamento do Distrito Federal (CAESB) para o fornecimento de mão-de-obra. E ainda são informadas as estratégias iniciais, dentre elas a detecção dos locais onde mais se consome água e detectar se o consumo elevado é devido às perdas ou desperdício. Nesta fase do processo a intenção principal da comissão é desenvolver uma metodologia que permita adaptar tecnologias economizadoras ao comportamento dos usuários e orientar campanhas voltadas para os pontos onde se tem maior incidência de consumo de água.

> Atualmente a UnB consome 45.000 m³ de água por mês e é abastecida por três ramais principais. A meta do programa Consumo Inteligente é, até o final do mês de outubro de 2006, desativar o hidrômetro central, responsável pela medição de 80% do consumo de água da Universidade, e instalar em cada edificação alimentada por ele hidrômetros. (MENDES, 2006, p. 99).

3.6.1.5 Universidade Federal da Bahia (ÁGUAPURA)

Segundo Nakagawa (2009, p. vii), o Programa ÁGUAPURA – Programa de Uso Racional de Água da Universidade Federal da Bahia (UFBA) vem sendo desenvolvido desde 2001 visando à redução do consumo de água através, dos seguintes objetivos:

- Minimização das perdas e desperdícios;
- Implantando equipamentos e orientando o seu uso mais racional na UFBA;
- Implantação de Tecnologias Limpas.

A implementação do ÁGUAPURA teve como motivo as despesas com o consumo de água e energia elétrica da UFBA, que em 1998 que atingiu o montante de R$ 5.300.000,00, comprometendo o orçamento da instituição. Deste valor, cerca de 69% foi a despesa com o pagamento da conta de água nos diversos Órgãos e Unidades da Universidade, correspondendo a R$ 3.526.153,00 para 465.850 m³. (GONÇALVES; JORDÃO, 2006, p. 22).

Ainda de acordo com a Gonçalves e Jordão (2006) A implantação do ÁGUAPURA está sendo realizada de acordo com as seguintes etapas:

Etapa 1 (Ação Emergencial): Minimização das Perdas e Desperdícios

- Consolidar e ampliar o trabalho da equipe de campo.
- Redução do consumo de água e valores pagos a Embasa para 70% do valor 2003 até o final da etapa (dezembro/2005);
- Implantação e acompanhamento dos sistemas de informação "Águapura *Vianet*", "De Olho na Água" e "Disque Água";
- Consolidar e ampliar o trabalho da equipe de campo.

Etapa 2: Manutenção e Aprimoramento da Redução Obtida

- Redução do consumo de água e valores pagos a Embasa para 50%do valor 2003 até o final da etapa (Dezembro/2006);
- Inserção do programa nas Unidades;
- Consolidação do sistema "Águapura *Vianet*", "De Olho na Água" e "Disque Água";
- Redução do tempo de atendimento a chamadas para conserto de perdas para metade do atingido na Etapa1;
- Captação de financiamentos para pesquisa / projetos cooperativos.

Etapa 3: Implantação de tecnologias limpas (TL) e produção mais limpa (P+L)

- Consolidação e manutenção dos programas implantados nas etapas 1 e 2;
- Redução do consumo de água da UFBA para 25% do consumo de 2003 (até Dezembro/2007);
- Implantação de Tecnologias Limpas;
- Tratamento de efluentes e reúso da água recuperada;
- Implantação de redes duplas de água;
- Aproveitamento da água de chuva;
- Uso de água de poço.

> O consumo mensal da UFBA no início da série histórica, 1998-2000, era de aproximadamente 26.000 m³, reduzindo-se a 15.000 m³ nos anos de 2006 e 2007. Essa redução de 45% no consumo demonstra a evolução da universidade quanto à racionalização do consumo de água, principalmente com as ações do Programa. (NAKAGAWA, 2009, p. vii).

3.6.2 Universidades estrangeiras

Foram encontrados diversos programas de conservação e uso racional de água em universidades estrangeiras.

3.6.2.1 Universidade Stanford - EUA

Toda a implantação do programa de conservação de água da Universidade de Stanford foi impulsionada pela necessidade de expansão da área construída do campus sem alterar o gasto de água (STANFORD UNIVERSITY; MADDAUS WATER MANAGEMENT, 2003 apud MENDES, 2006). O objetivo do programa de conservação de água da Universidade de Stanford é promover uso eficiente de água projetando estruturas e equipamentos que usem pouca água e educar os usuários sobre a necessidade de se fazer seu uso racional.

A necessidade de conservar água em Stanford, assim como em muitas comunidades da Califórnia e do mundo, existe devido à limitada disponibilidade de água. Desde a última estiagem, Stanford substituiu bacias sanitárias e chuveiros de alta vazão por equipamentos economizadores (*low flush),* instalou nas residências de estudantes e edifícios acadêmicos equipamentos economizadores de água, entre outras medidas. (MENDES, 2006, p. 102).

Segundo Mendes (2006, p 103), nos últimos dez anos, a Universidade tem convertido os seus sistemas de irrigação. Ela está deixando de usar água potável nos sistemas de irrigação para utilizar a água do seu lago. Para se adequar a nova situação “Stanford utiliza nos seus jardins plantas tolerantes à falta de água e tem investido recursos na instalação de novos sistemas de irrigação que usam tecnologia de evapotranspiração e ainda pesquisam misturas de solos retentores de líquidos”.

3.6.2.2 Universidade da Virginia - EUA

O programa foi implantado em um dos períodos de maior seca dos últimos 70 anos no Estado. Ele foi desenvolvido com o apoio do Governo Estadual como uma alternativa para

redução do desperdício de água dentro do campus, para isso foram instalados arejadores nas torneiras, máquinas de lavar roupas que consomem menos água, bacias sanitárias de volume reduzido e chuveiros de baixa vazão, foi refeito o plano de irrigação das áreas externas onde foram mantidos somente os ambientes que representassem riscos aos usuários caso não fossem regados, como os campos de atletismo e futebol. (MENDES, 2006, p. 104).

A Universidade da Virginia está com planos para longo prazo que incluem a instalação de uma central de ar condicionado, a substituição de bacias sanitárias e chuveiros convencionais por economizadores e ainda a instalação de um sistema de irrigação que opera de acordo com a umidade do solo. (MENDES, 2006).

Os responsáveis pelo Programa de Conservação de Água da Universidade afirmam que estão procurando aliar mudanças comportamentais e tecnológicas. Na divulgação do seu programa de uso racional de água, a Universidade da Virgínia traz as seguintes recomendações para conservar água (KELLY, 2002 apud MENDES, 2006, p.104):

- Reparar vazamentos;
- Operar máquinas de lavar somente com a carga máxima;
- Fechar a torneira durante a escovação de dentes e barbear;
- Varrer calçadas e ruas ao invés de lavá-las;
- Lavar carros com esponjas e baldes ao invés de usar mangueira (esguicho);
- Limitar o banho a um tempo de cinco minutos;
- Não usar bacias sanitárias como latas de lixo;
- Fazer irrigação de jardins no inicio ou no final do dia;
- Plantar vegetação nativa que não tenha grandes necessidades de irrigação;
- Instalar arejadores e restritores de vazão.

Ainda segundo Kelly (2002 apud MENDES, 2006) está sendo implementado um sistema de coleta de água da chuva para irrigação e foi suspensa a lavagem de veículos e equipamentos. Também foi feita a inspeção nos sistemas de distribuição de água e de combate à incêndio (*sprinklers*) e os vazamentos detectados foram consertados. Aproximadamente 25% da água consumida no campus da Universidade é destinada a sistemas de climatização artificial. Atualmente, estes sistemas apresentam ciclos fechados, ou seja, a água é reaproveitada.

Kelly (2002 apud MENDES, 2006) estimou que o volume médio gasto por pessoa por dia na Universidade da Virginia seja de 55 galões (aproximadamente 209 litros/pessoa.dia). Para novas instalações, o plano de conservação de água da Universidade estipula a inclusão de

sistemas que façam uso racional de água, como ar-condicionado (*schillers*) com recirculação, instalação de hidrômetros em todos os edifícios, medição em separado para a água destinada para a irrigação, bacias sanitárias de volume reduzido e chuveiros de baixa vazão. Na Universidade da Virginia (Charlottesville, EUA) em oito meses foi obtida a redução do consumo de água da ordem de 8%.

3.6.2.3 Universidade de Utah - EUA

O programa de uso racional de água da Universidade de Utah (UNIVERSITY OF UTAH, 2002) teve início em função de uma seca e da necessidade da Universidade de se mostrar como uma parceira da sociedade quanto ao problema de escassez de água. Segundo os responsáveis do programa, a economia foi possível devido à redução de irrigação de áreas externas como o campo de golfe, substituição da grama natural do estádio por grama sintética, aumento da manutenção do sistema de combate a incêndio (*sprinklers*) e do sistema de refrigeração, fazendo com que ele opere com eficiência máxima (MENDES, 2006, p.105).

> Em maio de 2001, a Universidade de Utah gastou aproximadamente 261.229 m³ e no mesmo mês, um ano depois 165.637 m³, uma redução de aproximadamente 37%. A redução pretendida para o primeiro ano do programa era de 15%, o que mostra que a Universidade se empenhou muito (MENDES, 2006, p.105).

3.7 HIDRÔMETROS

De acordo com Creder (2006, p. 35), hidrômetros são aparelhos que medem o gasto de água de um consumidor. Nele há um contador que registra a quantidade de água que passou pelo mesmo. Eles devem ser abrigados em caixas ou nicho de alvenaria ou concreto, construída pelo proprietário ou usuário, permitindo o fácil acesso de remoção e leitura. Deve-se ter o livre acesso ao pessoal do serviço de água.

Segundo Gameiro (2007, p. 57) os hidrômetros são compostos basicamente por:

- **Câmara hidráulica:** formada pela carcaça do aparelho, em material usinado e resistente a pressões da rede hidráulica e as condições de campo. É nessa câmara que o fluxo d'água aciona a turbina (monojato, multijato ou woltmann) ou o corpo volumétrico e

- **Relojoaria ou circuito eletrônico:** responsável pela totalização da vazão (podendo ser dada em litros, geralmente em m³).

Ainda de acordo com o autor, a escolha do melhor tipo de hidrômetro a ser instalado no ramal predial para um determinado fim, atualmente, é baseada em normas técnicas (ABNT), literaturas, artigos técnicos e catálogos de produtos.

3.7.1 Classe metrológica dos hidrômetros

De acordo com a portaria do INMETRO nº 246 apud Carvalho (2010, p 30), os hidrômetros podem ser classificados como classe A, B e C (ver Tabela 3), sendo os hidrômetros de categoria A com menor precisão do que os de categoria B e assim por diante. Essas classes metrológicas são determinadas de acordo com a vazão mínima (Qmin) e a vazão de transmissão (Qt), por sua sensibilidade no registro de pequenas vazões.

Tabela 3 - Vazões características de hidrômetros segundo sua classe metrológica e vazão nominal

Classe	Vazão (l/h)	Vazão Nominal (m³/h)								
		0,6	0,75	1,0	1,5	2,5	3,5	5,0	10	15
A	Q_{min}	24	30	40	40	100	140	200	400	600
	Q_t	60	75	100	150	250	350	500	1000	1500
B	Q_{min}	12	15	20	30	50	70	100	200	300
	Q_t	48	60	80	120	200	280	400	800	1200
C	Q_{min}	6	7,5	10	15	25	35	50	100	150
	Q_t	9	11	15	22,5	37,5	52,5	75	150	225

Fonte: PNCDA-E_3 apud Gameiro (2007, p.67)

Para classificação dos hidrômetros existem valores de vazão que devem ser considerados:

A vazão máxima (Qmáx) é a maior vazão em que o hidrômetro é exigido a trabalhar por um curto período de tempo, dentro de seus erros máximos admissíveis, mantendo seu desempenho metrológico (INMETRO nº 246).

Por definição pela portaria do INMETRO nº 246, a vazão nominal é a maior vazão nas condições de utilização, expressa em m³/h, nas quais o medidor é exigido para funcionar de maneira satisfatória dentro dos erros máximos admissíveis. Com relação a valor a vazão nominal é definida como a metade da vazão máxima e é a vazão a ser adotada no cálculo para a escolha correta de um hidrômetro (CARVALHO, 2007, p. 30).

A vazão mínima por sua vez, é o limite inferior de vazão, no qual o hidrômetro ainda consegue ter precisão na sua leitura com valores de erros admissíveis. É exatamente a vazão mínima de um hidrômetro que difere as classes A, B e C (CARVALHO, 2007, p. 32).

A precisão nas classes (A, B e C) está correlacionada com o valor da vazão nominal. Para hidrômetros de classe metrológica A, a vazão mínima é correspondente a 4,0% da vazão nominal, para classe B tem-se 2,0% e para os hidrômetros de classe C, que são mais precisos, apresentam confiabilidade para valores de vazão mínima de até 1,0% da vazão nominal. (CARVALHO, 2007, p.32).

A vazão de transição define a divisão dos campos de medição inferior (faixa entre a vazão mínima e a vazão nominal) e superior (faixa entre a vazão nominal e a vazão máxima). A vazão de transição também é diretamente proporcional à vazão nominal, sendo no valor de 10,0% para hidrômetros de classe metrológica A, 8% para os hidrômetros classe B e de 1,5% para os de classe C (CARVALHO, 2007).

3.7.2 Hidrômetros de relojoaria seca e relojoaria úmida

Os hidrômetros podem variar de acordo com a presença ou não de água no interior de sua relojoaria. Os hidrômetros de relojoaria úmida possuem todo seu mecanismo interno mergulhados em água, por isso é caracterizado por possuir um vidro muito espesso, já que este vidro é solicitado a suportar toda a pressão da água proveniente da rede (CARVALHO, 2007, p. 28). Apesar desse tipo de medidor ser mais preciso em vazões baixas, pois através do princípio de Arquimedes a inércia da máquina é reduzida, eles não são muito utilizados no Brasil pelo fato de possuir seu mecanismo imerso em água e isso faz com que a qualidade da água que passa em seu interior afete o funcionamento do hidrômetro (COELHO,1999 apud CARVALHO, 2007, p. 28).

Os hidrômetros de relojoaria seca, como o próprio nome diz, trabalham livre de água em seu mecanismo interior, necessitando de um sistema de transmissão (CARVALHO, 2007, p. 28), que pode ser definido como a forma pela qual a passagem da água pelo hidrômetro aciona um mecanismo de medição (relojoaria), registrando o volume de água que cruza o aparelho podendo ser esta transmissão mecânica ou magnética.

3.7.2.1 Hidrômetros de transmissão mecânica

Ocorre com a transferência mecânica dos movimentos da turbina para a relojoaria do hidrômetro por um eixo que atravessa a placa separadora do hidrômetro, placa esta que separa a parte seca (relojoaria) da parte molhada (onde escoa a água). (SAMAE, 2011 a 2013, p., 13). Segundo Carvalho (2007, p.28) o hidrômetros de transmissão mecânica já estão ultrapassados, são menos sensíveis e possuem o problema de possibilitarem o embaçamento do vidro de leitura.

3.7.2.2 Hidrômetro de transmissão magnética

Na transmissão magnética o movimento da turbina dá-se através de um par de ímãs, posicionado acima e abaixo da placa separadora. O ímã propulsor é fixado na ponta do eixo da turbina, quando esta gira aciona o ímã propelido que se aloja no outro lado da placa separadora fazendo assim, girar também o mecanismo (totalizador) acoplado ao ímã propelido. Uma de suas vantagens é que ao contrário dos hidrômetros de relojoaria úmida, os de relojoaria seca não são afetados pela qualidade da água.

3.7.3 Tipos de hidrômetros

3.7.3.1 Hidrômetros velocimétricos

Existem diversos modelos construtivos atualmente no mercado, porém os mais conhecidos são os hidrômetros tipo multijatos, monojatos e hélice (*woltmann*). Nesse tipo de hidrômetro, o mecanismo é acionado pela ação da velocidade da água sobre uma turbina interna, movimentando-a, ou seja, o número de voltas da turbina vai ser proporcional à velocidade da água (GAMEIRO, 2007, P. 59).

Suas principais vantagens e desvantagens são (NIELSEN, 2003 apud GULART, 2005):

Vantagens

- Preço menor (relativamente aos volumétricos);
- Possibilidade de funcionamento acima dos limites especificados em casos emergenciais;
- Baixa perda de carga (principalmente no monojato).

Desvantagens:

- Vida útil menor;
- Necessidade de nivelamento (na horizontal e no prumo);
- Risco de submedição e de sobremedição.

3.7.3.1.1 Medidores de água velocimétricos monojato

Os hidrômetros monojato (Figura 5) surgiram pela necessidade de instrumentos mais compactos e simples, neles a câmara de medição é a própria carcaça do instrumento e por isto são menores. Caracterizam-se pelo fato de que toda a corrente de água é orientada por um único conduto injetor sobre as palhetas da turbina (GULARTE, 2005 p. 41).

"O jato incidente sobre um único ponto da turbina ocasiona um desgaste excessivo do eixo precocemente, já que as condições do fluxo fazem surgir um empuxo radial resultante, que acarretará fatalmente a erros sistemáticos elevados e normalmente negativos" (GULARTE, 2005 p. 41).

Figura 5 – Hidrômetro Velocimétrico monojato

Fonte: Gularte (2005, p. 42)

A instalação correta desses instrumentos é de grande importância, a simples instalação com o eixo da turbina fora da vertical, ocasiona prejuízos em suas características metrológicas (LINUS, 1992 apud Gularte, p. 41). A instalação incorreta proporciona um atrito maior sobre a região do eixo, devido o peso próprio da turbina, ocasionando ainda mais prejuízo as características metrológicas devido consequente desgaste excessivo (GULARTE, 2005 p. 41).

A exatidão destes instrumentos pode ser ainda piorada pela obstrução do filtro a montante da câmara de medição, já previsto na fabricação, a obstrução esse filtro ocasiona o aumento da velocidade de incidência do jato de água sobre a turbina provocando um desgaste precoce do eixo. Outro fator que pode prejudicar sua eficiência é a mudança nas dimensões internas devido à incrustação ou corrosão em hidrômetro de material inadequado (GULARTE, 2005 p. 41).

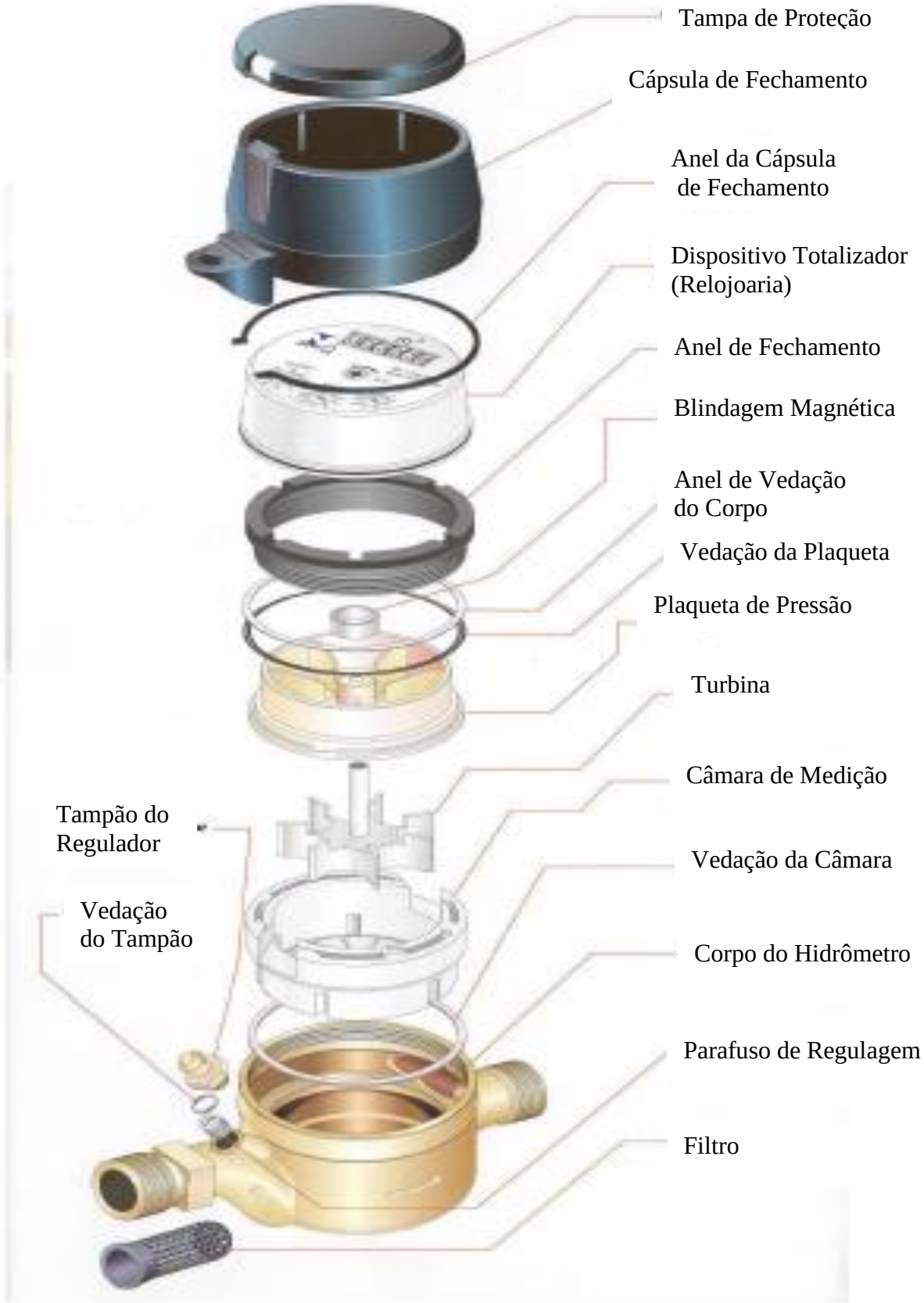
3.7.3.1.2 Medidores de água velocimétrico multijato

Segundo Gameiro (2007, p. 60), o medidor tipo multijato (Figura 6) é o mais tradicional no Brasil, onde é fabricado desde a década de 1920. Ele é formado por uma carcaça que acomoda um conjunto medidor (também conhecido como kit) que é constituído por: uma câmara de medição, uma turbina (ou rotor), uma placa separadora e uma relojoaria (ou totalizador).

O princípio de funcionamento desse tipo de hidrômetro é que a câmara de medição é dotada de uma série de fendas tangenciais (ou furos), que direcionam o fluxo de água tangencialmente contra as pás da turbina provocando o giro da mesma (GAMEIRO, 2007, p. 60). “Os jatos incidem nas palhetas da turbina em vários pontos equidistantes, equilibrando as forças sobre a mesma e fazendo com que o empuxo radial resultante sobre o eixo seja praticamente nulo” (GULARTE, 2005, p. 43).

Os medidores multijatos comparado aos monojato, têm sua sensibilidade melhorada devido às diferenças na câmara de medição. Não apresentam desgaste precoce do eixo e consequentemente têm uma vida útil maior. Devem ser instalados, com muito cuidado, também com o eixo na vertical e no prumo (NIELSEN, 2003 apud GULARTE, 2005, p. 43).

Figura 6 – Hidrômetro velocimétrico multijatos



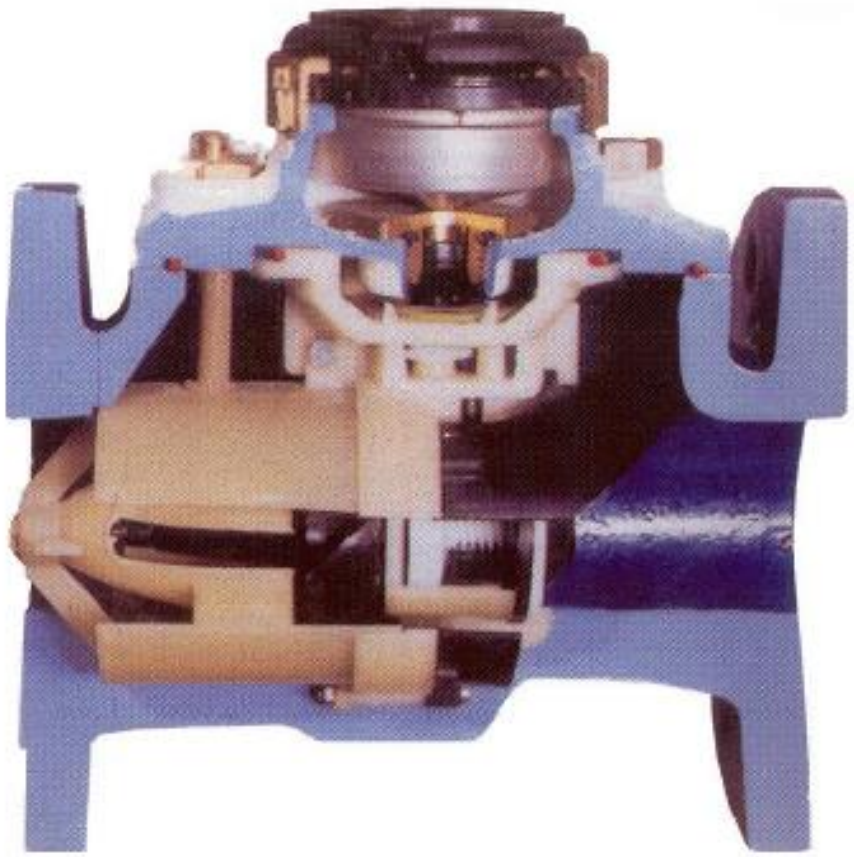
Fonte: Gularte (2007, p. 44)

3.7.3.1.3 Medidores de Água Turbina de Hélice tipo Woltmann

São medidores providos de turbina com pás helicoidais (Figura 7), que não necessitam de câmara de medição ou jatos tangenciais (GAMEIRO, 2007, p. 60). Nestes medidores a corrente de água passa através de um anel cilíndrico onde está alojada a turbina de hélice. A rotação da turbina é diretamente proporcional à velocidade da água, permitindo relacioná-la com o volume de água que a atravessa, já que as dimensões tanto do anel cilíndrico como da turbina são bem definidas e conhecidas (GULARTE, 2005, p. 45).

> Estes medidores apresentam baixa perda de carga, mas necessitam operarem sempre cheios, com boas condições de instalação, trechos retos a montante e a jusante do hidrômetro, além de boas condições de aproximação do fluxo para funcionarem com boas características técnicas e metrológicas (NIELSEN, 2003 apud GULARTE, 2005, p. 45).

Figura 7 - Hidrômetro velocimétrico Turbina de Hélice tipo Woltmann



Fonte: Gularte (2005, p. 46)

“Estes hidrômetros possuem maior resistência ao funcionamento contínuo em vazões maiores, pois a turbina trabalha mais equilibrada, desgastando menos os mancais”. São particularmente utilizados em diâmetros acima de 50 mm. (GAMEIRO, 2007, p. 60)

É recomendável a instalação a montante do medidor um filtro, pois esse tipo de medidor não é equipado com filtros, porém é sensível a presença de sólidos e de fibras que por ventura sejam transportados pela água (GULARTE, 2005, p. 45).

3.7.3.2 Hidrômetros volumétricos

Os medidores volumétricos possuem câmaras internas, de capacidade conhecida, que se enchem e se esvaziam, sucessivamente, num processo contínuo, com a passagem de água. A medição é dada através do fluxo de água que passa pelo filtro de entrada do medidor, chega a câmara de medida e devido à diferença de pressão antes e depois do hidrômetro, a água é forçada a passar, o que provoca o movimento giratório do êmbolo, movimento este que é transmitido ao mecanismo de medição. (SAMAE, 2011 a 2013, p. 11).

O medidor volumétrico tem as características de funcionar eficientemente em vazões muito baixas. (GAMEIRO, 2007 p. 58). Não há a possibilidade de estes medidores serem usados, nem por um curto período, com vazão além do limite de projeto, além disso, eles devem operar sempre cheios de água. Este tipo de hidrômetro pode ser instalado em qualquer posição, porém é bastante sensível a partículas sólidas que podem está sendo transportadas pela água no momento de sua travessia. Possuem, com relação aos velocimétricos, maior precisão e vida útil normalmente mais longa, porém possui custo mais elevado. (NIELSEN, 2003 apud GULARTE, 2005 p. 47).

3.7.3.3 Hidrômetros eletrônicos

Para Gameiro (2007) hidrômetros eletrônicos são medidores de vazão dotados de conversores que totalizam o volume de água através da contagem de pulso eletrônico. Existem dois tipos de medidores eletrônicos:

- Com totalizador eletrônico: acoplado aos medidores mecânicos (tanto volumétrico como de velocidade), substituindo a relojoaria mecânica (trens de engrenagens, ponteiros e roletes) por uma unidade eletrônica que indica por meio de dígitos em cristal líquido, o volume totalizado;

- Estático com sensor eletrônico: possui interface totalmente eletrônica e recursos de programas e comunicação, bem como recursos de alarme, medição seletiva (volume acumulado por horário, direção de fluxo e vazão) e programação remota. Apesar de já existirem modelos à bateria, a maioria necessita de alimentação elétrica externa.

No Brasil ainda não está disseminada a utilização desses recursos mais modernos, devido ao alto custo.

.

4 MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Mossoró é uma cidade localizada no interior do Rio Grande do Norte. O clima local apresenta uma temperatura média anual em torno de 27,5 °C, umidade relativa de 68,9%,a precipitação média anual é de 670 mm, a evapotranspiração média anual está em torno de 1945,20 mm e a insolação média de 236 h/mês, sendo os meses mais secos de maior insolação. (CARMO FILHO et al., 1991 a*pud* SANTOS et al.,2010 p.2). Segundo a classificação climática de Köppen, o clima de Mossoró é do tipo BSwh', ou seja, quente e seco, com estação chuvosa no verão, atrasando-se para o outono. A região em estudo apresenta um clima do tipo DdA'a', ou seja, semiárido, megatérmico com pouco ou nenhum excesso de água durante o ano. Isto, segundo a classificação climática de Thornthwaite, que está baseado numa série de índices térmicos utilizando-se o balanço hídrico da região. (SANTOS et al., 2010 p.2).

A população atual (2012.2) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, campus Mossoró, é de 8343 pessoas (alunos, professores, técnicos administrativos, terceirizados, trabalhadores da Caixa Econômica Federal, do restaurante universitário, das lanchonetes e fotocópias).

A Universidade, campus Mossoró, conta com os cursos de Graduação em Administração, Agronomia, Biotecnologia, Ciência e Tecnologia, Ciências Contábeis, Ciências da Computação, Direito, Ecologia, Engenharia Agrícola e Ambiental, Engenharia Civil, Engenharia de Energia, Engenharia de Pesca, Engenharia de Petróleo, Engenharia de Produção, Engenharia Florestal, Engenharia Mecânica, Engenharia Química, Licenciatura em Matemática a Distância, Licenciaturas, Medicina Veterinária, Zootecnia. (UFERSA, 2013a).

Também fazem parte de seus cursos a Pós-Graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade, Ciência Animal, Ciência da Computação, Ciência do Solo, Fitotecnia, Irrigação e Drenagem, Manejo de Solo e Água, Matemática, Produção Animal – PGPA, Sistemas de Comunicação e Automação, Ecologia e Conservação (UFERSA, 2013b). Também possui curso de especialização em Defesa Sanitária, Higiene e Inspeção de Produtos de Origem Animal e Gestão da Qualidade e Vigilância Sanitária de Alimentos (UFERSA, 2013c).

4.2 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

O presente trabalho foi executado a partir de três etapas principais, especificadas a seguir:

- Levantamento das edificações na UFERSA, Mossoró: para este levantamento foram solicitadas informações junto a Superintendência de Infraestrutura (SIN) da instituição. A partir de mapas dos *campi* leste e oeste da instituição, fornecidos pela SIN, e visitas *in loco*, foi possível identificar as edificações existentes e em construção;

- Especificação dos hidrômetros a serem instalados: com base na revisão de literatura e consulta ao setor de engenharia da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE), foram especificados os tipos de hidrômetros a serem instalados na UFERSA-Mossoró. O número de hidrômetros a serem instalados foi definido com base no levantamento das edificações existentes e em da instituição e

- Proposição de um modelo padrão para instalação dos hidrômetros: o trabalho apresenta um modelo padrão para instalação dos hidrômetros na instituição, especificando detalhes construtivos como tipo (apoiado, enterrado, embutido), material de construção, dimensões e todos os componentes (tubo, conexões, válvulas e outros) da instalação representados e Desenhos 2D e 3D.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir são apresentados os resultados obtidos com o desenvolvimento do presente trabalho quanto ao levantamento das edificações da UFERSA-Mossoró; proposição de pontos para implantação de hidrômetros na instituição além de proposição quanto às especificações técnicas de hidrômetros e unidade padrão para instalação destes.

5.1 RESULTADOS RELACIONADOS AO LEVANTAMENTO DAS EDIFICAÇÕES DA UFERSA-MOSSORÓ E PROPOSTA DE PONTOS PARA IMPLANTAÇÃO DE HIDRÔMETROS

O Quadro 3 apresenta o levantamento das edificações existentes e em construção na UFERSA-Mossoró, lados leste e oeste. Foi possível verificar a existência de 112 edificações em uso e 04 em construção.

Considerando que para estabelecimento de um programa de uso racional, inicialmente, deve-se conhecer o consumo de água, a medição individualizada se apresenta como uma das primeiras ações a serem executadas de modo a se buscar sustentabilidade da gestão dos recursos hídricos. Assim, o presente trabalho propõe a instalação de 116 hidrômetros, respectivos às edificações identificadas no Quadro 3.

Além disso, sugere-se que seja implantado um macromedidor na tubulação de alimentação do sistema de água da UFERSA, entre a rede pública da CAERN e o início do sistema da UFERSA.

Quadro 3 – Edificações existentes e em construção na UFERSA, campus Mossoró

Pontos	**Edificações**	**Localização no campus**
1	Pós- graduação e extensão	Lado leste
2	Museu de Paleonteologia	Lado leste
3	Central de Aulas V	Lado leste
4	DCEN	Lado leste
5	DCAT	Lado leste
6	Reitoria	Lado leste
7	Ginásio de esportes	Lado leste
8	Piscina	Lado leste
9	CITED	Lado leste
10	Ciência da computação	Lado leste
11	Biofábrica	Lado leste
12	Laboratório de engenharia I	Lado leste
13	Administrativo	Lado leste
14	Campo de futebol	Lado leste

15	Oficina Mecânica/futura sede da manutenção	Lado leste
16	Expocenter	Lado leste
17	Laboratório de Engenharia II	Lado leste
18	Laboratório de Biotecnologia	Lado leste
19	Centro de produção de mudas	Lado leste
20	Laboratório de física, química e matemática	Lado leste
21	Central de aulas III	Lado leste
22	Laboratório de Engenharia I	Lado leste
23	Pós-graduação em fitotecnia	Lado leste
24	Pós-graduação em irrigação e drenagem	Lado leste
25	Laboratório de alimentos	Lado leste
26	DACS	Lado leste
27	Central de aulas IV	Lado leste
28	Restaurante	Lado leste
29	Biblioteca	Lado leste
30	Laboratório de construções rurais	Lado leste
31	Reprografia	Lado leste
32	Centro de convivência	Lado leste
33	CETARN	Lado leste
34	Setor de Suinocultura	Lado leste
35	Cemas: projeto ema I	Lado leste
36	Cemas: projeto ema II	Lado leste
37	Cemas: projeto cateto	Lado leste
38	Cemas: projeto cutias	Lado leste
39	Muvisa II	Lado leste
40	Núcleo de pesquisa de pequenos ruminantes	Lado leste
41	Setor de bovinocultura	Lado leste
42	Setor de avicultura	Lado leste
43	Complexo TPA	Lado leste
44	Estação de meteorologia	Lado leste
45	CPV	Lado leste
46	DCV	Lado leste
47	Melicultura	Lado leste
48	Setor de aquicultura	Lado leste
49	Fábrica de doce	Lado leste
50	Laboratório de solos	Lado leste
51	Laboratório pós-colheita	Lado leste
52	Conjunto de estufas (Estufas 1 a 5)	Lado leste
53	Estufa 6	Lado leste
54	Lasapsa (em construção)	Lado leste
55	Bloco de salas de aula com dois pavimentos (em construção)	Lado leste
56	Laboratório - DACS (em construção)	Lado leste
57	Laboratório de recursos pesqueiros (em construção)	Lado leste
58	Laboratório de Anatomia Veterinária (LAB-A)	Lado oeste
59	Laboratório de Patologia veterinária (LAB -PAT)	Lado oeste
60	Laboratório de sementes	Lado oeste

61	Prédio central	Lado oeste
62	Laboratório em produção animal e recursos hídricos (LAB-PARH)	Lado oeste
63	Laboratório de Hidroponia	Lado oeste
64	Laboratório de medicina veterinária, preventiva e saúde animal (LAB-SAÚDE)	Lado oeste
65	Centro integrado de laboratórios do DCAN	Lado oeste
66	Ambulatório de grandes animais	Lado oeste
67	Laboratório de Imunologia, Parasitologia e microbiologia veterinária (LAB-IMP)	Lado oeste
68	Laboratório de histologia e embriologia veterinária	Lado oeste
69	Laboratório de Biofísica, Fisiologia e Farmacologia (LAB-BIFIFA)	Lado oeste
70	Prédio de Fitossanidade	Lado oeste
71	Central de aulas I	Lado oeste
72	Central de aulas II	Lado oeste
73	Laboratório de hidráulica	Lado oeste
74	Canil Experimental	Lado oeste
75	Laboratório de Ecologia e Biotecnologia	Lado oeste
76	DCAT	Lado oeste
77	DCAT anexo I	Lado oeste
78	DCAT anexo II	Lado oeste
79	DCAT anexo III	Lado oeste
80	Hospital Veterinário	Lado oeste
81	E. E. Francisca Martins de Souza	Lado oeste
82	Antiga prefeitura (demolir)	Lado oeste
83	Núcleo de Pós-graduação em Ciência Animal	Lado oeste
84	Casa 01 da vila masculina	Lado oeste
85	Casa 02 da vila masculina	Lado oeste
86	Casa 03 da vila masculina	Lado oeste
87	Casa 04 da vila masculina	Lado oeste
88	Casa 05 da vila masculina	Lado oeste
89	Casa 06 da vila masculina	Lado oeste
90	Casa 07 da vila masculina	Lado oeste
91	Casa 08 da vila masculina	Lado oeste
92	Casa 09 da vila masculina	Lado oeste
93	Casa 10 da vila masculina	Lado oeste
94	Casa 11 da vila masculina	Lado oeste
95	Casa 12 da vila masculina	Lado oeste
96	Casa 13 da vila masculina	Lado oeste
97	Casa 14 da vila masculina	Lado oeste
98	Casa 15 da vila masculina	Lado oeste
99	Casa 16 da vila masculina	Lado oeste
100	Casa 17 da vila masculina	Lado oeste
101	Alojamento feminino	Lado oeste
102	Casa 01 da vila feminina	Lado oeste
103	Casa 02 da vila feminina	Lado oeste

104	Casa 03 da vila feminina	Lado oeste
105	Casa 04 da vila feminina	Lado oeste
106	Casa 05 da vila feminina	Lado oeste
107	Casa 06 da vila feminina	Lado oeste
108	Casa 07 da vila feminina	Lado oeste
109	Casa 08 da vila feminina	Lado oeste
110	DCAN I	Lado oeste
111	DCAN II	Lado oeste
112	Unidade de Beneficiamento de Sementes (a demolir)	Lado oeste
113	Centro Acadêmico da UFERSA/ grupo verde de agricultura/ medicina veterinária	Lado oeste
114	Igreja	Lado oeste
115	Estufa 1	Lado oeste
116	Conjunto de estufas (Estufas 2 a 6) e Área de plantio	Lado oeste

5.2 PROPOSIÇÃO QUANTO A ESPECIFICAÇÕES DE HIDRÔMETROS A SEREM INSTALADOS NA UFERSA-MOSSORÓ

Para cada edificação da UFERSA-Mossoró (ver Quadro 3), sugere-se a instalação de hidrômetro do tipo velocimétrico multijato, com seguintes características: transmissão magnética, classe metrológica B, vazão nominal 3,5m³/h, diâmetro nominal 25 mm e com conexão em latão.

Os hidrômetros a serem instalados devem ser fabricados de acordo com a Norma NM 212 da ABNT e a Portaria 246/2000 do INMETRO. Vale ressaltar que os mesmos devem ser instalados com o eixo na vertical e no prumo, devendo haver nivelamento, na horizontal e no prumo (GULARTE, 2005, p. 40 e 43).

Considerando que os hidrômetros são aparelhos com objetivo de atuarem com bastante precisão e de custo relativamente alto, é de fundamental importância que estes sejam instalados com cuidado para que apresentem uma operação conveniente e prolongada. Caso contrário pode-se ocasionar prejuízos na exatidão das indicações e motivar danos altamente prejudiciais ao medidor. [SEMAE, 2011 a 2013, p. 16].

Por estes motivos, para a instalação de hidrômetros na UFERSA, recomenda-se que: o hidrômetro seja instalado na posição horizontal, devendo haver nivelamento e não ficar inclinação para os lados; deve-se observar a seta indicadora do sentido de fluxo, evitando-se, assim, a instalação do medidor na posição invertida.

5.3 PROPOSIÇÃO DE UNIDADE PADRÃO PARA INSTALAÇÃO DE HIDRÔMETROS NA UFERSA-MOSSORÓ

O presente trabalho propõe que os hidrômetros sejam implantados em uma instalação tipo cavalete, este apoiado em um nicho construído em uma mureta.

As Figuras 8 e 9 apresentam esquemas da unidade padrão proposta para instalação de hidrômetros na UFERSA. Na Figura 8 o nicho está sem grade e na 9, com grade de proteção. O uso de grade ou não deverá ser julgado junto a administração da instituição.

Com base em Vianna (2004, p.47), sugere-se que, em cada edificação da UFERSA com previsão de instalação de hidrômetro, a unidade padrão deve ser de fácil acesso, facilitando a leitura mensal do hidrômetro.

Figura 8 – Unidade padrão para instalação de hidrômetros sem grade de proteção.

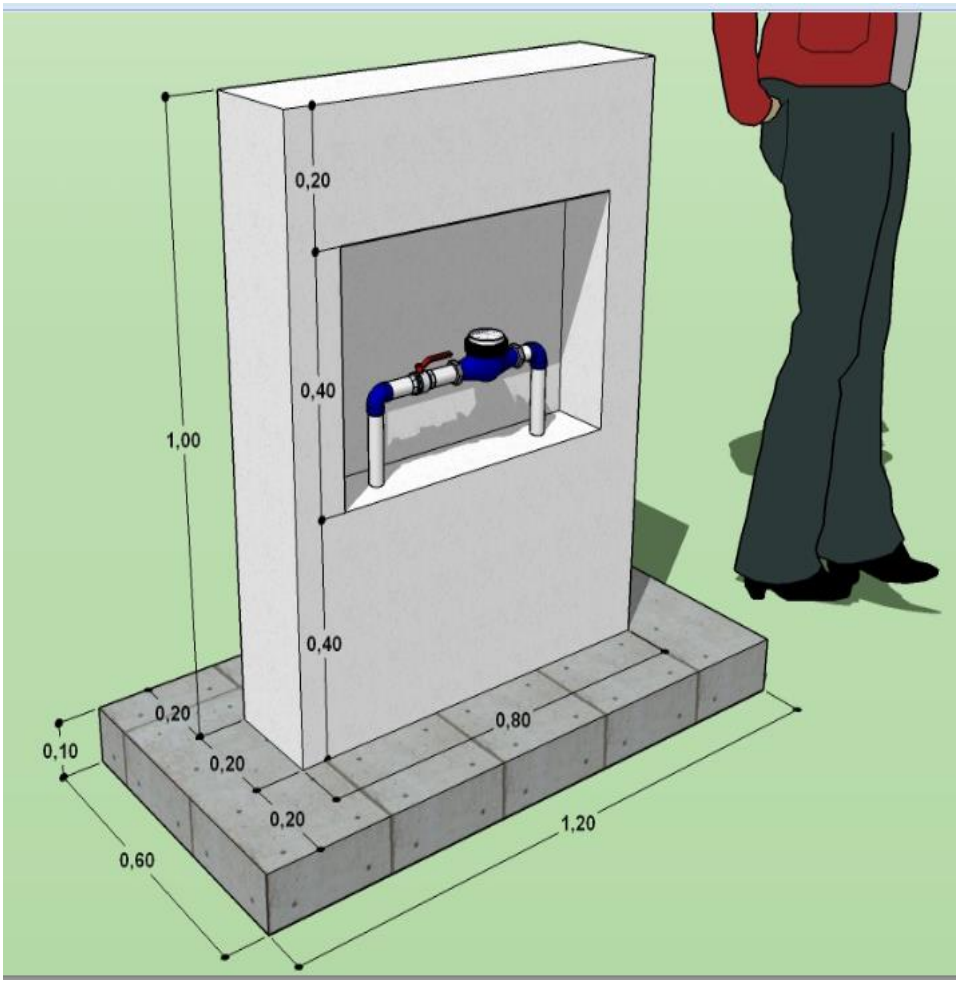
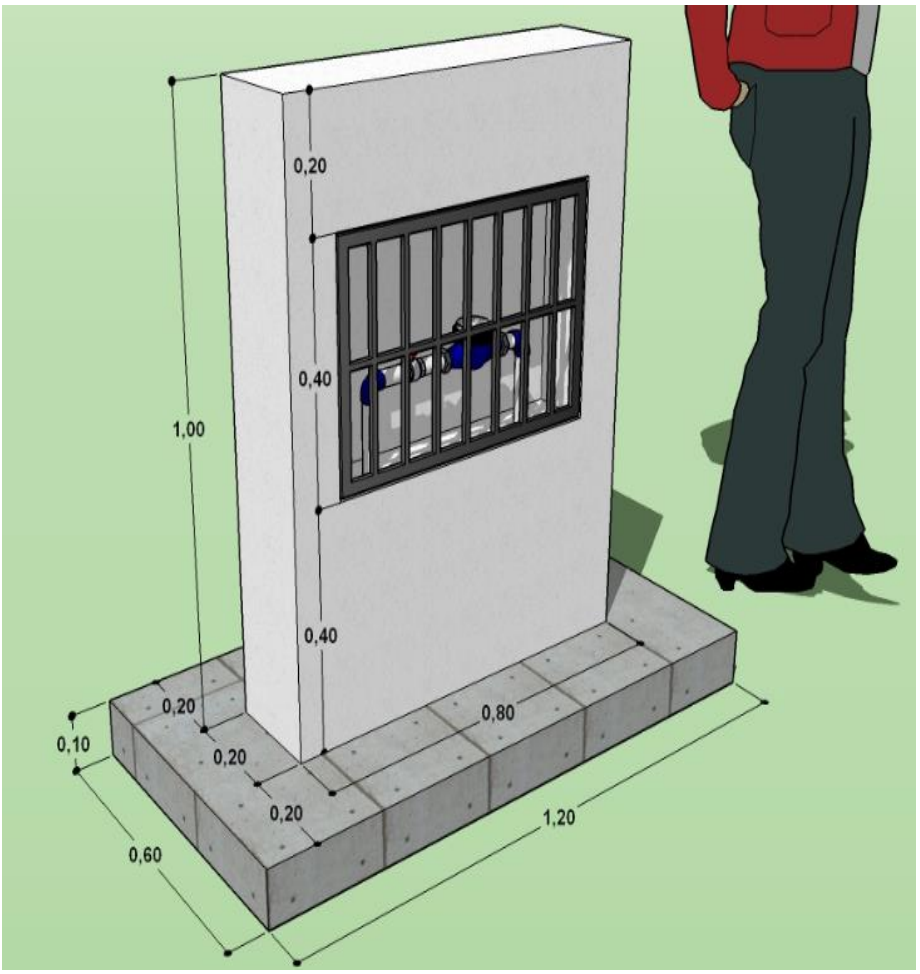


Figura 9 - Unidade padrão para instalação de hidrômetros com grade de proteção.

.

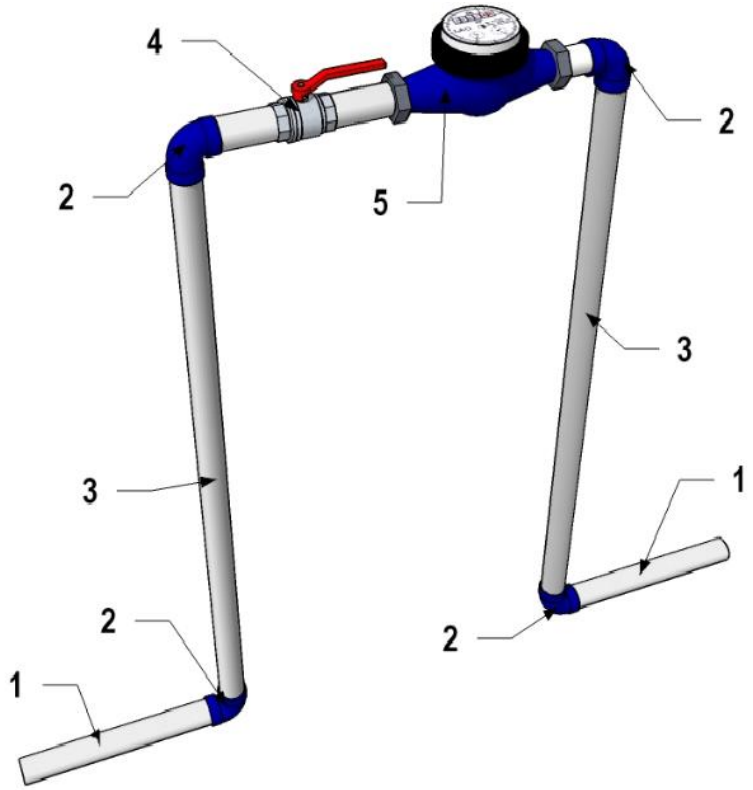


Algumas especificações da unidade padrão para instalação de hidrômetros na UFERSA são:

- A mureta será construída com alvenaria de tijolo cerâmico, acabamento com chapisco, reboco e pintura;
- Em locais de instalação de hidrômetro sem calçadas, indica-se a construção de uma base com as medidas especificadas na Figura 8, sobre a qual deve ser construída a mureta;
- Em prédios com calçadas essa base fica a critério dos responsáveis pela instalação;
- Para melhor proteção do hidrômetro é possível instalar um grade metálica no nicho (ver Figura 9).

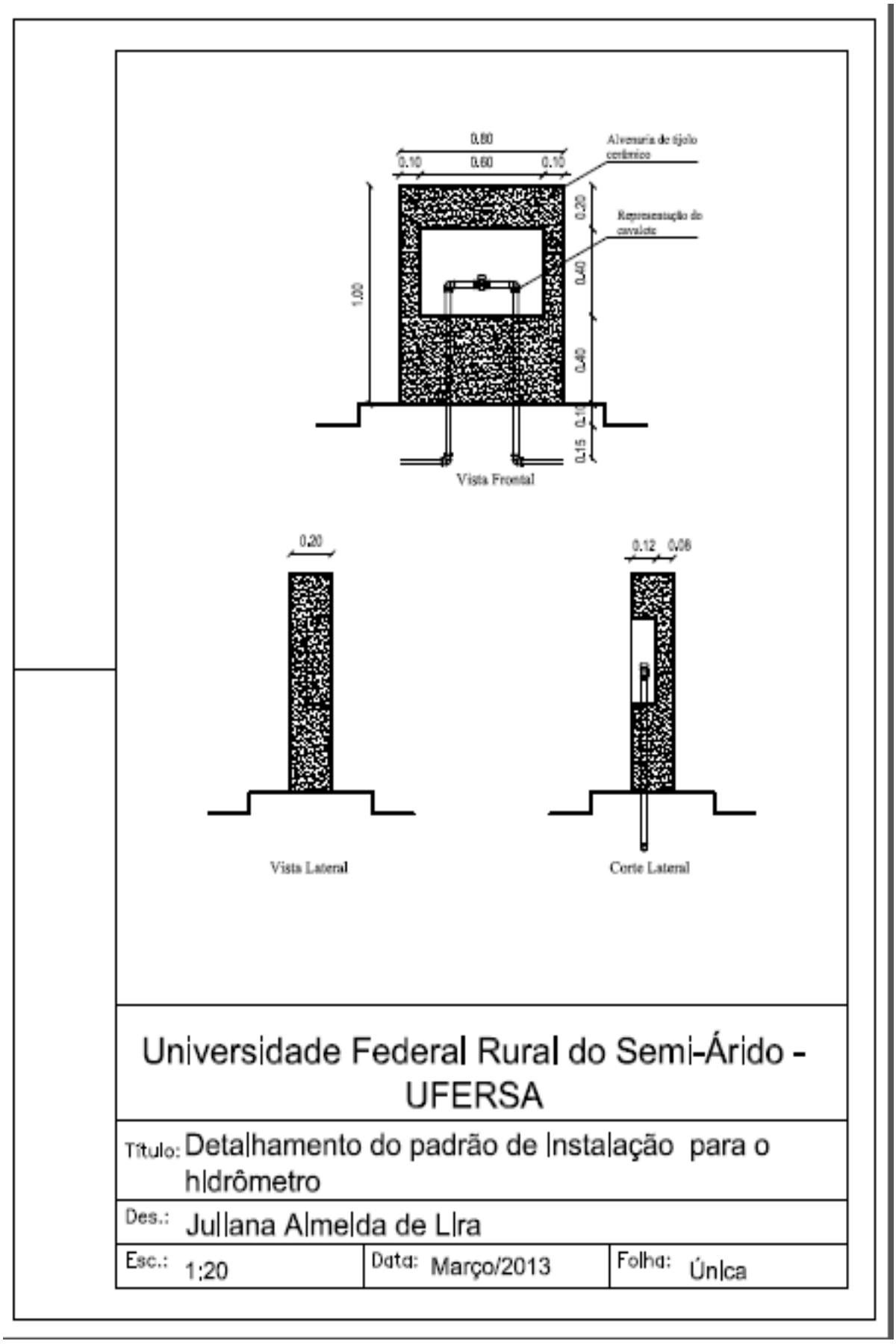
Na Figura 10 apresenta-se um esquema do cavalete para instalação de hidrômetros na UFERSA. Um detalhamento da unidade padrão para instalação de hidrômetros é mostrado na Figura 11.

Figura 10 – Esquema do cavalete para instalação de hidrômetros na UFERSA



Lista de material		
Item	Especificação	Quant.
1	Tubo pvc rígido ø ¾ ’’	2
2	Joelho pvc 90º com rosca ø ¾’’	4
3	Tubo ferro galvanizado ø ¾’’	2
4	Registro de esfera ø ¾’’	1
5	Hidrômetro multijato ø ¾’’	1

Figura 11 – Detalhamento da unidade padrão para instalação de hidrômetros na UFERSA



6 CONCLUSÕES

Verificou-se que a UFERSA-Mossoró conta atualmente com 112 edificações em uso e 04 em construção, cuja avaliação resultou em uma proposta para instalação de 116 hidrômetros, correspondentes às edificações ou conjunto de edificações.

Quanto ao tipo dos hidrômetros a serem instalados nas edificações ou conjunto destas, conforme especificado no trabalho, sugere-se o uso do tipo hidrômetro velocimétrico multijato com transmissão magnética, classe metrológica B, vazão nominal 3,5m³/h, diâmetro nominal 3/4" e com conexão em latão.

Com relação à unidade padrão para instalação dos hidrômetros na instituição, sugeriu-se um modelo tipo cavalete (sobre o piso) instalado em uma mureta, afastada das edificações, tendo dimensões de 80 cm de largura, 100 cm de altura e 20 cm de profundidade com o nicho medindo 60 cm de largura, 40 cm de altura e 12 cm de profundidade, cujos detalhes foram apresentados no item 5.3 deste trabalho.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA); ENGECORPS/COBRAPE**. Atlas Brasil: abastecimento urbano de água: panorama nacional**. Brasília: ANA, ENGECORPS/COBRAPE, 2010. V.1

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA); ENGECORPS/COBRAPE**. Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos**. Brasília: ANA, ENGECORPS/COBRAPE, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR NM 212:** hidrômetros velocimétricos para água fria de vazão nominal até 15 m³/h. Rio de Janeiro, 1999.

BRANCO**,** António Jorge de Carvalho Lourenço. **Novos paradigmas para a gestão da água e dos serviços de água e saneamento**: o caso de Portugal**.** 2007. 228 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologias do Ambiente) – Universidade de Lisboa faculdade de ciências, Lisboa, 2007.

CARVALHO, Weber de Freitas. **Medição individualizada de água em apartamentos.** 2010. 109f. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, 2010.

CHEUNG, Peter B. et al.. Consumo de água. In: GONÇALVES, Ricardo Franci (Coordenador). **Uso racional de água e energia**. Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água. Rio de Janeiro: ABES, 2009. p. 36 - 98. Cap. 2.

CREDER, Hélio. **Instalações hidráulicas e sanitárias**. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

GAMEIRO, Antonio Gil Fernandes. **Avaliação de métodos de determinação de consumo de água potável e de dimensionamento de hidrômetro:** Estudo de caso em Londrina/PR. 2007. 167 f. Dissertação (Mestre em engenharia de Edificações e Saneamento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

GONÇALVES, Ricardo Franci; JORDÃO, Eduardo Pacheco. Introdução. In: GONÇALVES, Ricardo Franci (Coordenador). **Uso racional da água em edificações**. Rio de Janeiro: ABES, 2006. p. 1-28. Cap.1.

GULARTE, Cristiano Bittencourt. Um estudo sobre a submedição em hidrômetros para aplicação no controle de perdas aparentes no sistema de abastecimento de água de Blumenau. 2005. 138 f. Dissertação (Mestrado em Metrologia). Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Pós-Graduação em Metrologia Científica e Industrial.

INSITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDDE INDUSTRIAL (INMETRO). **Portaria nº 246**, de 17/10/2000. Aprova o regulamento técnico metrológico para hidrômetros de água fria, de vazão nominal até 15 m³/h. Brasília, 2000.

MENDES, Carolina Furlamentto. Estudo exploratório de programas de uso racional de água em instituições de ensino superior e a pré-implantação no anel viário do campus do vale da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2006. 165 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA); AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA); PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (PNUMA). **GEO Brasil**: recursos hídricos: resumo executivo. Brasília: MMA; ANA, 2007.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA); MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC);

INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR (IDEC). **Consumo sustentável:** manual de educação. Brasília: Consumers International/MMA/MEC/IDEC, 2005. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao8.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2012.

NAKAGAWA, Alessandra Keiko. **Caracterização do consumo de água em prédios universitários: o caso da UFBA**. 2009. 183f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) – Departamento de Engenharia Ambiental – DEA, Universidade Federal da Bahia, Salvador-BA, 2009.

OLIVEIRA, José Thales da Silva. Proposição preliminar de um programa de gerenciamento de resíduos químicos para a Universidade Federal Rural do Semi-Árido, campus Mossoró, RN. Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2013.

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

PASSOS, Carlos Eduardo Lima. **Consumo de água e tarifa social em áreas de baixa renda:** Estudo de caso das Comunidades de Santa Marta, Complexo do Borel/Casa Branca e Complexo da Mangueira, Rio de Janeiro. 2010. 170 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Ambiental) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

PEDROSO, Luciana Pereira. **Subsidios para a implementação de sistema de manutenção em Campus Universitário, com ênfase em conservação de água.** 2002. 189 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

RIBEIRO, Fabíola Maria Gonçalves. **Usos da água na indústria sucroalcooleira:** Estudo de caso. 2001. 185 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

ROSSA, Sara Rita Louro Guerreiro Serrasqueiro. **Contribuições para um uso mais eficiente de água no ciclo urbano:** Poupança de água e reutilização de águas cinzentas. 2006. 177f. Dissertação (Mestrado em engenharia do ambiente) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2006.

SANTOS, Wesley de Oliveira et al. Métodos de estimativa de evapotranspiração de referência (ETO) para a região de Mossoró – RN. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.5 n.5, (número especial). P. 210- 221. Dez. 2010.

SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO (SEMAE). **Ajustador de hidrômetros.** Apostila. 18 p. Caxias do Sul, [2011 a 2013].

SHUBO, Tatsuo. **Sustentabilidade do abastecimento e da qualidade da água potável urbana.** 2003. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciências na área de Saúde Pública - Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2003.

TUCCI, Carlos E. M.; BERTONI, Juan Carlos (Organizadores). **Inundações urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.

TUNDISI, José Galizia. Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos. **Revista USP**, São Paulo, n. 70, p. 24-35, 2006.

TUNDISI, José Galizia. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 7 – 16, 2008.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO (UFERSA). **Cursos de**

especialização. Disponível em: <http://www2.ufersa.edu.br/portal/cursos/graduacao>. Acesso em: 20 mar. 2013b

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO (UFERSA). **Cursos de graduação**. Disponível em: <http://www2.ufersa.edu.br/portal/cursos/graduacao>. Acesso em: 20 mar. 2013a.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO (UFERSA). **Programas de pós-graduação**. Disponível em: <http://www2.ufersa.edu.br/portal/cursos/graduacao>. Acesso em: 20 mar. 2013c.

VIANNA, Marcos Rocha. **Instalações hidráulicas prediais.** 3. ed. Belo Horizonte: Imprimatur Artes Ltda, 2004.