

## IV-011 - ESTIMATIVA DO CONSUMO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES DE UM CAMPUS UNIVERSITÁRIO, NO CONTEXTO DE USO RACIONAL DE ÁGUA

**Magda Jordana Fernandes<sup>(1)</sup>**

Bacharel em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

**Solange Aparecida Goularte Dombroski**

Engenheira Sanitarista pela Universidade Federal de Mato Grosso. Mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento, na área de tratamento de água de abastecimento, pela Universidade de São Paulo. Doutora em Engenharia Civil, na área de tratamento de águas residuárias, pela Universidade de São Paulo. Professora da Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Genaro Fernandes Félix, 46 – Lagoa do Mato - Mossoró - RN - CEP: 59604-340 - Brasil - Tel: (84) 99159-8694 - e-mail: jordanajucem@gmail.com

### RESUMO

Diante da situação de escassez hídrica em várias partes do mundo, há a necessidade de pesquisar e investir em atividades ligadas ao uso racional de água. Diversas universidades, brasileiras e estrangeiras, visando um uso mais eficiente da água, começaram a adotar e implantar ideias que reduzem o consumo consideravelmente, a partir de programas de uso racional de água. No entanto, a implantação de um programa de uso racional de água requer diversas informações como o diagnóstico do sistema hidráulico predial, levantamento de agentes consumidores de água e respectivos consumos, pesquisa de hábitos dos usuários, monitoramento e análise do consumo de água, entre outros, ampliando assim a possibilidade de definir ações para uma melhor gestão deste recurso. Considerando que este trabalho é etapa de um diagnóstico em construção para as edificações da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, câmpus Mossoró, o mesmo teve como objetivo identificar agentes consumidores de água em edificações de ensino e pesquisa da instituição, bem como a estimativa dos respectivos consumos, de modo a contribuir para a formulação de um programa de uso racional da água. O desenvolvimento do trabalho considerou uma classificação prévia das edificações instituição, tendo sido executado em duas etapas principais: (i) identificação dos agentes consumidores de água em edificações da classe A. Nesta etapa, foram consideradas dezesseis classes de agentes consumidores de água; (ii) estimativa dos consumos de água respectivos a cada agente consumidor levantado e o consumo total para cada prédio estudado. Com a execução deste trabalho, foram identificados seis tipos diferentes de agentes consumidores: População fixa, Equipamentos de alto consumo de água, Torneiras de lavagem laboratorial, Irrigação em ambientes protegidos, Irrigação em ambientes não protegidos e Esterilização de material em autoclave. Diante dos resultados obtidos, destaca-se que, nas onze edificações analisadas, os consumos totais de água por prédio variaram de 143 a 8.430 L.dia<sup>-1</sup>. Entre as edificações estudadas, o agente consumidor com maior consumo de água estimado foi ‘equipamentos com alto consumo de água’, no Laboratório de Anatomia, Patologia e Técnicas Cirúrgicas, representando 93% do consumo de água do prédio, e ‘torneiras de lavagem laboratorial’ foi o maior consumidor em quatro dos onze prédios. Entende-se que é de fundamental importância a identificação do consumo respectivo a cada agente consumidor pois disso depende, por exemplo, a definição de estratégias específicas para distintos agentes consumidores de água visando o uso mais eficiente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Consumo de água, Agentes consumidores, Uso racional de água, Recursos hídricos, UFERSA.

### INTRODUÇÃO

Sabe-se que a água é recurso essencial à sobrevivência de toda forma de vida no planeta. Porém, em algumas regiões, a disponibilidade de recursos hídricos tem sido menor que a demanda populacional, devido ao alto consumo de água e outros fatores. De acordo com a Declaração Universal dos Direitos da Água, publicada pela Organização das Nações Unidas (ONU), “A água não é uma doação gratuita da natureza; ela tem um valor

econômico: precisa-se saber que ela é, algumas vezes, rara e dispendiosa e que pode muito bem escassear em qualquer região do mundo” (MMA; MEC; IDEC, 2005, p. 40).

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2012), se o quadro atual de consumo despreocupado permanecer o mesmo durante os anos, cerca de 1 bilhão e 800 milhões de pessoas viverão em condições de escassez absoluta de água, bem como dois terços da população mundial pode viver com escassez moderada, por volta de 2025. Os problemas de escassez hídrica no Brasil provêm principalmente do aumento acelerado das demandas localizadas e da degradação da qualidade das águas. Isso decorre do crescimento desordenado dos processos de urbanização, industrialização e expansão agrícola, a partir da década de 1950. (LIMA, 2001, p. 25).

Segundo Gonçalves e Jordão (2006), a escassez de água em regiões urbanas afeta grandes proporções da população, torna a atividade econômica limitada, bem como retarda o progresso. E o abastecimento de inúmeras cidades brasileiras está ameaçado por problemas ligados à quantidade e qualidade da água. O uso racional de água é essencial, mediante a situação de escassez de água. E este envolve redução no consumo, nas perdas e desperdícios de água nos sistemas, bem como o reúso de água, como possível fonte alternativa.

Em edificações, segundo Oliveira (1999), para a redução do uso de água, e diminuição dos desperdícios prediais, uma possibilidade é implementar ações econômicas, sociais e tecnológicas. As ações econômicas se referem a incentivos e desincentivos econômicos (Ibid). Os primeiros podem ser oferecidos por meio de subsídios para aquisição de sistemas e componentes economizadores de água e diminuição de tarifas. Os desincentivos podem ser praticados por aumento das tarifas de água (OLIVEIRA, 1999). Quanto as ações sociais, ainda de acordo com a mesma autora, estas se referem a campanhas educativas visando à redução do consumo de água. E, sobre as ações tecnológicas, estas são relativas à substituição de sistemas e componentes convencionais por economizadores de água, de implantação de sistemas de medição setorizada do consumo de água, de detecção e correção de vazamentos, de reaproveitamento de água e de reciclagem de água servida (OLIVEIRA, 1999).

Diante dessa realidade, há a necessidade de levantar soluções ao problema exposto. Diversas universidades no elaboraram programas de uso racional de água, entendendo que uma instituição assim tem grande influência na comunidade, e pode motivar as pessoas vinculadas e depois o resto da população a fazerem melhor uso da água, para tentar minimizar os problemas diante de um quadro de escassez. Segundo Mendes (2006), universidades brasileiras e estrangeiras têm desenvolvido programas de uso racional de água, os quais causaram reduções significativas do consumo de água nos câmpus sem muitas alterações no modo de uso por parte dos usuários. A autora também ressaltou a importância de se inserir permanentemente um programa de uso racional de água na estrutura da instituição.

Em um projeto de uso racional da água apresentado por Nakagawa (2009), esta autora dividiu o mesmo em cinco atividades: levantamento do sistema hidráulico predial; monitoramento e análise do consumo de água das unidades; detecção e correção de vazamentos visíveis e não visíveis; levantamento dos hábitos dos usuários; utilização de tecnologias de processo e produto para racionalização do consumo.

Com relação à análise do consumo de água nas unidades, é necessário o conhecimento dos agentes consumidores existentes em cada local. Para Oliveira (1999), agente consumidor é a variável mais representativa do consumo de água em um sistema e dependerá da tipologia do edifício e de características funcionais do sistema. Esta autora apresentou alguns exemplos de possíveis agentes consumidores para algumas tipologias de edifício: (a) edifício residencial – pessoas (moradores); (b) edifício de escritórios – pessoas (ocupantes); (c) escola – alunos; (d) hospital – leitos funcionantes (leitos ocupados por pacientes), pessoas (população fixa ou população total); (e) restaurante e cozinha industrial (refeições preparadas); (f) lavanderia – massa de roupa seca (kg de roupa seca). Nesse sentido, infere-se que os agentes consumidores podem incluir pessoas, equipamentos laboratoriais com alto consumo de água (por exemplo, destiladores de água), rega de jardim, preparo de refeições (em restaurantes), consumo animal, entre outros.

Considerando uma classificação prévia das edificações da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Mossoró, o presente trabalho teve por objetivo a identificação dos agentes consumidores

de água em edificações de ensino e pesquisa da instituição, bem como, a estimativa dos respectivos consumos. Dessa forma, espera-se contribuir para a formulação de um programa de uso racional da água na UFERSA levando em conta que este trabalho é uma etapa de um diagnóstico em construção para as edificações desta instituição quanto aos sistemas hidráulicos (LIRA; DOMBROSKI, 2014. MEDEIROS, et al., 2015. SANTOS et al., 2015), agentes consumidores de água (FREITAS; DOMBROSKI, 2014) e hábitos relacionado ao consumo de água praticados pela população da UFERSA-Mossoró.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Caracterização da área de estudo

O município de Mossoró se localiza no interior do Rio Grande do Norte, região Nordeste do Brasil. Faz parte da mesorregião do Oeste Potiguar (MOSSORÓ, 2016), e se encontra nas coordenadas 5° 11' 15" de latitude Sul e 37° 20' 39" de longitude Oeste, com sua sede a uma altitude de 16 metros. Sua área territorial é de 2010,21 km<sup>2</sup> e seu clima é muito quente e semiárido (IDEMA, 2008). Sua população, em 2015, foi estimada em 288.162 habitantes (IBGE, 2016).

A Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), câmpus Mossoró, se encontra na Av. Francisco Mota, 572, no bairro Costa e Silva, Mossoró, Rio Grande do Norte. Foi criada em 29 de julho de 2005 pela Lei n° 11.155, pela transformação da Escola Superior de Agricultura de Mossoró (ESAM), criada em 18 de abril de 1967 (UFERSA, 2013). Atualmente, conta com 21 cursos de graduação (UFERSA, 2016a), 15 programas de pós-graduação (UFERSA, 2016b). Além destes, existem 4 cursos de ensino à distância (UFERSA, 2016c).

A água utilizada na UFERSA, câmpus Mossoró, tem abastecimento feito pela Companhia de Água e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN), e este baseado no Termo de Cooperação n° 2/2009 firmado entre as duas instituições, o qual determina que a CAERN deve abastecer a UFERSA com água em vazão contínua de 30 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup> durante 20 anos a partir do dia 03 de agosto de 2009. O Termo especificou ainda que, entre as responsabilidades da UFERSA, estava a contratação e pagamento de despesas com a perfuração de um poço tubular profundo, de propriedade da UFERSA, com valor estimado em R\$ 1,3 milhões de reais. A Universidade atualmente ainda não tem medição total ou individualizada do consumo de água (LUNARDI et al., 2013).

### Desenvolvimento da pesquisa

O trabalho se desenvolveu em duas etapas principais: identificação de agentes consumidores de água em edificações da UFERSA-Mossoró e estimativa dos consumos de água por agente consumidor.

Para a identificação dos agentes consumidores de água, a princípio, foi considerada a classificação das edificações da UFERSA com base no trabalho apresentado por Nakagawa (2009) em unidades de ensino e/ou pesquisa, administrativas, médico-hospitalares, residências universitárias e outras. Na Tabela 1 são apresentadas as classes das edificações da UFERSA-Mossoró de acordo com o consumo de água de cada uma.

**Tabela 1: Classes das edificações da UFERSA-Mossoró em função do consumo de água.**

Classes	Descrição
A	Unidades de ensino e/ou pesquisa com consumo de água superior ao típico doméstico
B	Unidades de ensino e/ou pesquisa com consumo de água similar ao típico doméstico
C	Unidades administrativas
D	Unidades médico-hospitalares
E	Unidades residenciais universitárias
F	Outras

Fonte: Adaptado de Nakagawa (2009).

Em parte das edificações da UFERSA enquadradas na Classe A, foram levantados agentes consumidores de água, utilizando formulário previamente elaborado, a partir de entrevistas com técnicos administrativos,

funcionários de empresas terceirizadas ou professores responsáveis pelos distintos ambientes existentes em cada edificação. A Tabela 2 apresenta a classificação dos agentes consumidores de água na Ufersa-Mossoró, utilizada no presente trabalho.

**Tabela 2: Classificação dos agentes consumidores de água na Ufersa-Mossoró.**

Agentes consumidores de água <sup>1</sup>		Unidade do consumo diário per capita
Classes	Descrição	
I	População fixa <sup>2</sup> (professores, alunos, técnicos administrativos, trabalhadores da empresa terceirizada e trabalhadores da Caixa Econômica Federal, restaurante universitário, lanchonetes, fotocopiadoras e livreria)	L/aluno.dia L/professor.dia L/técnico administrativo.dia L/empregado.dia
II	População flutuante <sup>3</sup> (podendo ser representada por usuários externos do ginásio de esportes, candidatos de concursos públicos, participantes de eventos)	L/pessoa.dia
III	Equipamentos com alto consumo de água (como destilador de água, extrator soxhlet, sistema de osmose reversa, destilador de nitrogênio e outros)	L/equipamento.dia
IV	Torneira de lavagem de material laboratorial (vidraria e outros)	L/torneira.dia
V	Refeições preparadas	L/refeição.dia
VI	Rega de jardim e campo de futebol	L/m <sup>2</sup> .dia
VII	Irrigação de áreas de cultivo em ambiente não protegido (horta didática, áreas experimentais, pomar didático)	L/m <sup>2</sup> .dia
VIII	Irrigação de áreas de cultivo experimentais em ambiente protegido e produção de mudas	L/m <sup>2</sup> .dia
IX	Rega de árvores (arborização do campus)	L/planta.dia
X	Consumo animal: silvestre	L/cabeça.dia
XI	Consumo animal: aves	L/cabeça.dia
XII	Consumo animal: caprino/ovino	L/cabeça.dia
XIII	Consumo animal: bovino	L/cabeça.dia
XIV	Lavagem de automóvel	L/automóvel.dia
XV	Lavagem de roupa em máquina	L/(kg de roupa seca).dia
XVI	Esterilização de material em autoclave	L/ciclo.dia

Notas: <sup>1</sup>Adaptado de Oliveira (1999); Libânio et al. (2010); Medeiros (2013) e Freitas e Dombroski, (2014).

<sup>2</sup>População fixa: aquela que é usuária do sistema com frequência e permanência contínua (OLIVEIRA, 1999).

<sup>3</sup>População flutuante: aquela que utiliza o sistema eventualmente, sem frequência ou horários fixos (OLIVEIRA, 1999).

Neste trabalho, o levantamento de agentes consumidores de água foi executado para onze edificações classificadas como unidades de ensino e/ou pesquisa com consumo de água superior ao típico doméstico (Classe A) com base na classificação de Souza (2013), a partir de proposta de Nakagawa (2009), a saber: Laboratório de Engenharia I; Laboratório de Física, Química e Matemática; Centro de Pesquisa em Ciências Vegetais do Semi-Árido (CPVSA); Departamento de Ciências Vegetais (DCV); Laboratório de Anatomia, Patologia e Técnicas Cirúrgicas; Prédio Central; Centro de Produção de Mudas; Estufas 1 a 5 (leste); Estufas 6 e 7 (leste); Conjunto de Estufas (2 a 6) e Área de Plantio (oeste); Laboratório de Imunologia, Microbiologia e Parasitologia Veterinária.

A pesquisa do número de alunos enquanto agentes consumidores de água (população fixa) foi feita por meio do Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas (SIGAA) conforme o procedimento a seguir: na página da Ufersa (<https://ufersa.edu.br/>), acessar o SIGAA – Menu Discente; clicar no menu “Ensino”; escolher a opção “Consultas Gerais”; depois escolher “Consultar Turmas”; marcar as seguintes opções: (i) “Nível”, escolhendo “Graduação”; (ii) “Ano-Período”, digitando 2014.2; (iii) “Local”, digitando o local a ser pesquisado, como por exemplo, o edifício “Prédio Central”, ou o ambiente “Lab Zoologia”; clicar em “Buscar” e anotar os dados das turmas encontradas com aquelas palavras-chave; organizar os dados por cada ambiente das edificações, os horários de ocupação por turno e a quantidade de alunos matriculados por disciplina num mesmo ambiente. Esta busca foi executada no início do semestre letivo 2014.2.

Quanto à etapa de estimativa dos consumos de água respectivos aos agentes consumidores, a partir dos resultados obtidos com a execução da primeira etapa, foram definidos valores típicos (com base na literatura técnica, conforme Tabela 3) de consumo *per capita* de água para cada agente consumidor e assim, estimado o consumo de água por agente consumidor em cada edificação estudada.

**Tabela 3: Consumo de água *per capita* para distintos agentes consumidores levantados em edificações da UFERSA-Mossoró.**

Agente consumidor de água identificado no presente estudo	Literatura técnico-científica utilizada como referência			
	Agente consumidor de água de acordo com o autor pesquisado	Consumo de água <i>per capita</i>		Fonte
		Valor	Unidade	
Torneira de lavagem de material laboratorial (vidraria e outros)	Torneira de uso geral/tanque	0,26*	L.s <sup>-1</sup>	USP-SABESP (1996) apud SABESP (2016)
Torneira de lavagem de material laboratorial (vidraria e outros)	Torneira de pia	0,23	L.s <sup>-1</sup>	USP-SABESP (1996) apud SABESP (2016)
Torneira de lavagem de material laboratorial (vidraria e outros) com componente economizador de água	Torneira com componente economizador de água	0,10	L.s <sup>-1</sup>	USP-SABESP (1996) apud SABESP (2016)
População fixa: alunos matriculados	Aluno em escola tipo externato	10**	L.aluno <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup>	Twort et al. (2000 apud LIBÂNIO et al, 2010, p. 128)
População fixa: técnicos administrativos / professores	Escritório	50	L.técnico administrativo-UFERSA <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup>	Creder (2012, p. 9)
População fixa: trabalhadores terceirizados	Shopping Center (empregado)	30	L.empregado <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup>	Macintyre (2003 apud LIBÂNIO et al, 2010, p. 129)
Equipamento com alto consumo de água: Lixadeira/Politriz	Lixadeira/Politriz	0,033	L.s <sup>-1</sup>	BUEHLER (2009)
Equipamento com alto consumo de água: Destilador de água Quimis	Destilador de água Quimis	0,056	L.s <sup>-1</sup>	QUIMIS (2016a)
Equipamento com alto consumo de água: Destilador de água Solab	Destilador de água Solab	0,028	L.s <sup>-1</sup>	SOLAB (2016)
Equipamento com alto consumo de água: Extrator Soxhlet	Extrator Soxhlet	0,12	L.s <sup>-1</sup>	(a)
Equipamento com alto consumo de água: Destilador de nitrogênio	Destilador de nitrogênio	0,12	L.s <sup>-1</sup>	(b)
Equipamento com alto consumo de água: Extrator de lipídios	Extrator de lipídios	0,12	L.s <sup>-1</sup>	(c)

Continua



**Tabela 3 (continuação): Consumo de água per capita para distintos agentes consumidores levantados em edificações da UFRSA-Mossoró.**

Agente consumidor de água identificado no presente estudo	Literatura técnico-científica utilizada como referência			
	Agente consumidor de água de acordo com o autor pesquisado	Consumo de água <i>per capita</i>		Fonte
		Valor	Unidade	
Equipamento com alto consumo de água: Determinador de fibra	Determinador de fibra	0,12	L.s <sup>-1</sup>	(d)
Equipamento com alto consumo de água: Osmose Reversa	Osmose Reversa	0,0167	L.s <sup>-1</sup>	GEHAKA (s.d.)
Equipamento com alto consumo de água: Destilador de nitrogênio	Osmose Reversa	0,12	L.s <sup>-1</sup>	(e)
Equipamento com alto consumo de água: Determinador de gordura	Determinador de gordura	0,12	L.s <sup>-1</sup>	(f)
Esterilização de material em autoclave vertical	Autoclave Vertical	30	L.ciclo <sup>-1</sup>	MCIENTÍFICA (2016)

Notas:

\*Valor adotado também para equipamento com alto consumo de água tipo mangueira.

\*\*Valor adotado para alunos matriculados com base em especificidades locais da universidade e do município e a partir da faixa mencionada pelos autores de 25 a 75 L.aluno<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>.

(a) Assumido como 50% do valor especificado para torneira de pia (0,23 L/s: USP-SABESP, 1996 apud SABESP, 2016), visto que não foi possível obter informação de fabricantes (TECNAL, 2014).

(b) Assumido como 50% do valor especificado para torneira de pia (0,23 L/s: USP-SABESP, 1996 apud SABESP, 2016), visto que não foi possível obter informação de fabricantes (QUIMIS, 2014; TECNAL, 2014).

(c) Assumido como 50% do valor especificado para torneira de pia (0,23 L/s: USP-SABESP, 1996 apud SABESP, 2016), visto que não foi encontrado manual do fabricante (LUCADAMA), e no site do fabricante não foi encontrada informação sobre o modelo levantado (LUCA-201/6).

(d) Assumido como 50% do valor especificado para torneira de pia (0,23 L/s: USP-SABESP, 1996 apud SABESP, 2016), visto que não foi possível obter informação de fabricantes (TECNAL, 2016a).

(e) Assumido como 50% do valor especificado para torneira de pia (0,23 L/s: USP-SABESP, 1996 apud SABESP, 2016), visto que não foi possível obter informação de fabricantes (QUIMIS, 2014; TECNAL, 2014).

(f) Assumido como 50% do valor especificado para torneira de pia (0,23 L/s: USP-SABESP, 1996 apud SABESP, 2016), visto que não foi possível obter informação de fabricantes (QUIMIS, 2016b; TECNAL, 2016b).

## RESULTADOS OBTIDOS

Visando elucidar melhor os dados levantados e resultados obtidos, na Tabela 4 são mostradas as informações dos agentes consumidores levantados na edificação Prédio Central, bem como o consumo de água por agentes consumidores. Tais resultados relativos às demais edificações não são apresentados neste trabalho.

Para a edificação 'Prédio Central', observa-se que a estimativa feita aponta o maior consumo de água por dia, para o equipamento 'extrato soxhlet', seguido de torneiras usadas para lavagem de material laboratorial. Assim, tais informações, entre outras, devem ser consideradas por ocasião de definição de ações para uso racional da água, em um programa que deverá ser confeccionado, por exemplo, uso de torneiras com equipamentos poupadores de água.

**Tabela 4: Levantamento de agentes consumidores da edificação ‘Prédio Central’ da UFERSA-Mossoró e estimativa dos respectivos consumos de água.**

Ambiente	Agente consumidor de água						Cálculo da estimativa do consumo de água (L.dia <sup>-1</sup> )
	Código	Denominação	Especificação	Quantidade*	Frequência de uso (dia.semana <sup>-1</sup> )	Tempo de utilização (h.d <sup>-1</sup> ) Ou n° de ciclos (ciclo.d <sup>-1</sup> ) **	
Laboratório de Fitopatologia	I	População Fixa	Técnicos Administrativos	3	NA	NA	150
	I	População Fixa	Trabalhadores Terceirizados	4	NA	NA	120
	I	População Fixa	Professores	1	NA	NA	50
	III	Equipamentos com alto consumo de água	Destilador de água	1	5	3,00	432
	IV	Torneira de lavagem de material laboratorial (vidraria e outros)	Torneira 2	1	5	0,33	197
Laboratório de Pós-Colheita	III	Equipamentos com alto consumo de água	Destilador de água	1	5	1,00	72
	IV	Torneira de lavagem de material laboratorial (vidraria e outros)	Torneira 1	1	5	1,00	591
Laboratório de Informática (IMD)	I	População fixa	Alunos matriculados	3,76	NA	NA	113
Laboratório de Eletrônica (IMD)	I	População fixa	Alunos matriculados	3,46	NA	NA	104
Laboratório de Química Analítica	I	População fixa	Alunos matriculados	1,02	NA	NA	31
	III	Equipamentos com alto consumo de água	Destilador de água	1	1,00	4,00	115
	IV	Torneira de lavagem de material laboratorial (vidraria e outros)	Torneira 3	1	4,00	1,00	473
Laboratório de Bioquímica	I	População fixa	Alunos matriculados	2,05	NA	NA	61
	III	Equipamentos com alto consumo de água	Extrator Soxhlet	1	1,50	8,00	741
			Destilador de nitrogênio	1	1,00	2,00	123
			Extrator de lipídios	1	0,50	8,00	247
	IV	Torneira de lavagem de material laboratorial (vidraria e outros)	Torneira 4	1	5	1,00	591
			Torneira 5	1	5	1,00	591
			Torneira 6	1	5	1,00	591
Sala de aula 06	I	População fixa	Alunos matriculados	9,12	NA	NA	274
Sala de aula 04	I	População fixa	Alunos matriculados	0,19	NA	NA	6
TOTAL	--	--	--	--	--	--	<b>5.674</b>

Notas:

\*Obtida a partir de levantamento em campo usando formulário previamente elaborado. Para o caso de população fixa, sendo estudante, foi calculado o número médio diário (por semana: segunda-feira a sábado), a partir do número de alunos matriculados no semestre letivo de 2014.2, tendo sido levantados dados para três turnos (manhã, tarde e noite).

\*\*Valores estimados pela pessoa entrevistada.

NA: Não se aplica.

A partir de tabelas detalhadas feitas por edificação, como por exemplo, a Tabela 4, construiu-se uma tabela resumo, a Tabela 5. Nesta, são apresentados os valores de consumos de água estimados por cada edificação levantada da classe A, que, como já mencionado, foram dados pela soma dos consumos de água dos agentes consumidores respectivos a cada prédio.

**Tabela 5: Estimativa do consumo de água de edificações da classe A da UFERSA-Mossoró.**

Edificações	Consumo de água estimado (L.dia <sup>-1</sup> )
Laboratório de Engenharia I	754
Laboratório de Física, Química e Matemática	5.649
Centro de Pesquisa em Ciências Vegetais do Semiárido (CPVSA)	6.813
Departamento de Ciências Vegetais (DCV)	6.806
Laboratório de Anatomia, Patologia e Técnicas Cirúrgicas	8.430
Prédio Central	5.674
Centro de Produção de Mudanças	602
Estufas 1 a 5 (leste)	710
Estufas 6 e 7 (leste)	143
Conjunto de estufas (2 a 6) e Área de Plantio (oeste)	558
Laboratório de Imunologia, Microbiologia e Parasitologia Veterinária	597
<b>TOTAL</b>	<b>36.736</b>

Como já mencionado, o presente trabalho, a partir de uma série de levantamento de dados, estimou o consumo de água para certas edificações da UFERSA-Mossoró. A partir do momento que a instituição contar com a medição individualizada, poder-se-ão analisar, por exemplo, a compatibilidade entre valores teóricos *per capita* e valores reais, influência de determinados hábitos no consumo de água, influência de marcas e modelos de equipamentos no consumo de água, existência de vazamentos não visíveis, entre outros.

De um modo geral, para cada edificação, assim como para a UFERSA, a medição individualizada do consumo de água é fundamental para gestão do sistema de abastecimento de água da instituição, além de possibilitar a comprovação do consumo de água real do conjunto dos agentes consumidores, em cada uma de suas edificações.

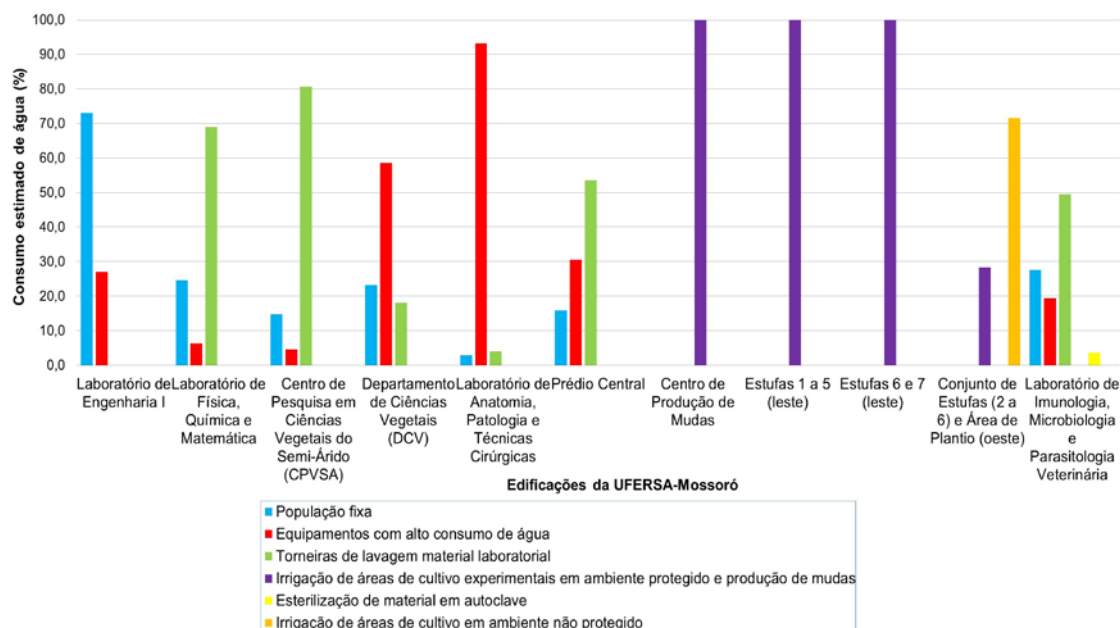
Especificamente em relação aos levantamentos realizados no presente trabalho, é importante destacar a dificuldade que houve para encontrar dados de fabricantes sobre o consumo de água de determinados equipamentos, tendo sido necessário adotar valores de consumo de água com base em informações técnicas correlatas.

Com relação à participação de diferentes agentes consumidores no consumo total de água, na Figura 1 apresentam-se os resultados obtidos em termos de percentual de consumo de água por tipo de agente consumidor, para os prédios estudados.

A partir da Figura 1, observa-se que o maior valor estimado de consumo de água foi por parte de ‘equipamentos com alto consumo de água’, chegando até a 93% do consumo total de água de uma edificação.

Ao discutir alguns dados de consumo *per capita* de água (21 a 558 L.pessoa<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>) em algumas universidades brasileiras e dos Estados Unidos, Marinho et al. (2013) comentaram sobre a grande variação e, assim, a dificuldade de comparação dos dados. Estes autores inferiram ainda que as diferenças significantes entre tais universidades podem explicar a variação no padrão de consumo, embora tais informações não estejam prontamente disponíveis. Os referidos autores citaram diferentes atividades que podem ser realizadas nos diferentes câmpus como ensino, pesquisa, moradia, lazer, irrigação, esporte.





**Figura 1 – Percentagem do consumo de água por agente consumidor, em edificações da classe A da UFERSA-Mossoró.**

Neste contexto, entende-se que é de fundamental importância a identificação do consumo respectivo a cada agente consumidor pois disso depende, por exemplo, a definição de estratégias específicas para distintos agentes consumidores de água visando o uso mais eficiente. Relativo a isso, o presente trabalho, ao identificar o consumo respectivo a cada agente consumidor de água em diferentes edificações, como mostrado na Figura 1, espera subsidiar de forma mais detalhada decisões a serem tomadas por ocasião da elaboração de um programa de uso racional da UFERSA-Mossoró.

## CONCLUSÕES

A execução deste trabalho possibilitou as seguintes conclusões acerca de agentes consumidores em edificações da UFERSA-Mossoró da classe A – edificações com consumo de água superior ao típico doméstico:

Considerando a classificação adotada de agentes consumidores de água, foram identificados seis tipos diferentes: população fixa (alunos matriculados, alunos bolsistas, técnicos administrativos); equipamentos com alto consumo de água (destilador de água, destilador de nitrogênio, extrator soxhlet, sistema de osmose reversa, determinador de fibra, extrator de lipídios, determinador de gordura, etc.); torneiras de lavagem de material laboratorial; irrigação de áreas de cultivo experimentais em ambiente protegido e produção de mudas; esterilização de material em autoclave e irrigação de áreas de cultivo em ambiente não protegido.

Para cada agente consumidor de água levantado, foi possível estimar o consumo de água por edificação estudada. Levando em conta as edificações estudadas, as variações de consumo de água para cada agente consumidor foram de: 164,3 a 1.584 L.dia<sup>-1</sup> para população fixa; 115,2 a 3.985 L.dia<sup>-1</sup> para equipamentos de alto consumo; 295,7 a 8.036 L.dia<sup>-1</sup> para torneiras de lavagem de material laboratorial; 143 a 710 L.dia<sup>-1</sup> para irrigação de áreas de cultivo experimentais em ambiente protegido e produção de mudas; 21,4 L.dia<sup>-1</sup> para esterilização de material em autoclave (não houve faixa de variação, pois este agente consumidor foi levantado em uma única edificação); e 400 L.dia<sup>-1</sup> para irrigação de áreas de cultivo em ambiente não protegido (não houve faixa de variação, pois este agente consumidor foi levantado em uma única edificação).

Entre as edificações estudadas, em quatro delas, o agente consumidor com maior consumo de água estimado foi 'torneiras de lavagem de material laboratorial', representando de 50 a 81% do consumo de água.



Julga-se que os resultados obtidos neste trabalho podem contribuir para a concepção e implementação de um programa de uso racional de água na UFERSA.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Água na medida certa: a hidrometria no Brasil. Brasília: ANA, 2012.
2. BUEHLER. Catálogo Técnico. MetaServ® 250 Grinder-Polisher, Vector® & Vector® LC 250 Power Heads. BUEHLER LTD, USA, 2009. Disponível em: <[http://www.instmed.com.br/dbimg/pdf/36\\_115.pdf](http://www.instmed.com.br/dbimg/pdf/36_115.pdf)>. Acesso em: 09 abr. 2016.
3. COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO (SABESP). Equipamentos economizadores. SABESP. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=145>>. Acesso em: 09 abr. 2016.
4. CREDER, Hélio. Instalações hidráulicas e sanitárias. 6.ed. [Reimpr.]. Rio de Janeiro: LTC, 2012.
5. FREITAS, E. H. S.; DOMBROSKI, S. A. G. Estimativa do consumo de água em uma determinada classe de edificações da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN. In: SIMPÓSIO ÍTALO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 12., 2014. Natal. Anais Eletrônicos. Natal: ABES, 2014.
6. GEHAKA. Catálogo. Ultrapurificadores de água Linha Master System MS2000: Purificação de água com tecnologia de última geração. s.d. Disponível em: <<http://www.gehaka.com.br/sistema/produtos/334/folheto-ms2000.pdf>>. Acesso em: 09 abr. 2016.
7. GONÇALVES, R. F.; JORDÃO, E. P. Introdução. In: GONÇALVES, R. F. (Coordenador). Uso racional da água em edificações. Rio de Janeiro: ABES, 2006. p. 1-28. Cap.1.
8. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades@. Rio Grande do Norte, Mossoró. Informações completas. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=240800>>. Acesso em 05 abr. 2016.
9. INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE (IDEMA). Perfil do seu município: Mossoró. Natal, 2008.
10. LIBÂNIO, Marcelo et al. Consumo de água. In: HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de (Organizadores). Abastecimento de água para consumo humano. 2.ed. rev. e atual. v.1. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010. p. 107-150. Cap. 3.
11. LIMA, Jorge Enoch Furquim Werneck. Recursos hídricos no Brasil e no mundo. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. 46p.
12. LIRA, J. A. de.; DOMBROSKI, S. A. G. Uso racional de água na Universidade Federal Rural do Semi-Árido: proposta para implantação de medidores, RN. In: SIMPÓSIO ÍTALO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 12., 2014. Natal. Anais Eletrônicos. Natal: ABES, 2014.
13. LUNARDI, D. G.; VARELLA, F. K. de O. M.; DOMBROSKI, S. A. G.; LUNARDI, V. de O.; CARNEIRO, B. T. S.; ALMEIDA, N. R. A. de. Plano de gestão de logística sustentável da Ufersa. Mossoró, 2013. Disponível em: <<http://cpsustentaveis.planejamento.gov.br/assets/conteudo/uploads/universidade-federal-rural-do-semi-arido.pdf>>. Acesso em: 09 abr. 2016.
14. MARINHO, M., et al., Water conservation as a tool to support sustainable practices in a Brazilian public university, Journal of Cleaner Production, 2013.
15. MCIENTÍFICA. Autoclave Vertical AV30 220V 30 litros. Disponível em: <<http://www.mcientifica.com.br/shop/autoclave-vertical-av30-220-v-30-litros.html>>. Acesso em: 09 abr. 2016.
16. MEDEIROS, P. M. de; SILVA, J. F. da; SILVA JÚNIOR, F. N.; FERNANDES, M. J.; DOMBROSKI, S. A. G. Ações tecnológicas em um campus universitário no contexto de uso racional de água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 28, 2015, Rio de Janeiro.
17. MEDEIROS, J. F. de. Comunicação pessoal, em 08/02/2013. Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, UFERSA, Mossoró, campus oeste.
18. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA); MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC); INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR (IDEC). Consumo sustentável: Manual de educação. Brasília: MMA; MEC, IDEC, 2005.

19. MOSSORÓ. Prefeitura Municipal de Mossoró. Geografia. Disponível em: <<http://www.prefeiturademossoro.com.br/mossoro/geografia>>. Acesso em 05 abr. 2016.
20. NAKAGAWA, A. K. Caracterização do consumo de água em prédios universitários: o caso da UFBA. 2009. 183 f. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) – Universidade Federal da Bahia, 2009.
21. OLIVEIRA, L. H. de. Metodologia para a implantação de programa de uso racional de água em edifícios. 1999. 343f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 1999.
22. QUIMIS. Destilador de Água tipo Pilsen – Q341. Disponível em: <<http://www.quimis.com.br/produtos/detalhes/destilador-de-agua-tipo-pilsen>>. Acesso em: 09 abr. 2016. (QUIMIS, 2016a).
23. QUIMIS. Extrator de Lipídios – Q308G. Disponível em: <<http://www.quimis.com.br/produtos/detalhes/extrator-de-lipidios>>. Acesso em: 09 abr. 2016. (QUIMIS, 2016b).
24. QUIMIS. Manual de Instruções: Destilador de Kjeldahl Semi-Automático, Q328S. Diadema, 2014.
25. SANTOS, J. N. dos; FERNANDES, M. J.; DOMBROSKI, S. A. G.; OLIVEIRA, J. L. de; COSTA FILHO, F. das C. da; SILVA, J. F. da. Caracterização do sistema hidráulico de edificações de uma universidade visando o uso racional da água. In: CONGRESSO DE AGROECOLOGIA DO SEMIÁRIDO, I e SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, VII, 2015, Mossoró.
26. SOLAB. Destiladores. Disponível em: <<http://www.solabcientifica.com.br/exibir2.php?id2=140&id=Destiladores&orca=58e443e0d214e68912df0e543705345e>>. Acesso em: 09 abr. 2016.
27. SOUZA, Í. R. P. de. Diagnóstico do sistema hidráulico de edificações da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró – RN. 2013. 85 f. Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2013.
28. TECNAL. Catálogo de Produtos. 118p. Tecnal, 2014.
29. TECNAL. Determinador de Fibra TE-149. Disponível em: <<http://www.tecnal.net.br/produtos/detalhes/determinador-de-fibra-te-149>>. Acesso em: 09 abr. 2016. (TECNAL, 2016a).
30. TECNAL. Sistema para Determinação de Gordura TE-044-8. Disponível em: <<http://www.tecnal.net.br/produtos/detalhes/sistema-para-determinacao-de-gordura-te-044-8-50-tecnal>>. Acesso em: 09 abr. 2016. (TECNAL, 2016b).
31. UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO (UFERSA). SIGAA: Consulta de Cursos - Graduação. Disponível em: <<http://sigaa.ufersa.edu.br/sigaa/public/curso/lista.jsf?nivel=G&aba=p-graduacao>>. Acesso em: 05 abr. 2016a.
32. UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO (UFERSA). SIGAA: Programas de Pós-Graduação da UFERSA. Disponível em: <<https://sigaa.ufersa.edu.br/sigaa/public/programa/lista.jsf;jsessionid=53FE6CBFA358CA4E2AB07F822317634E.sigaa1i1>>. Acesso em: 05 abr. 2016b.
33. UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO (UFERSA). Núcleo de educação à distância - Cursos. Disponível em: <<http://nead.ufersa.edu.br/cursos>>. Acesso em: 05 abr. 2016c.
34. UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO (UFERSA). Estatuto da UFERSA. 2013. 44p.