

## IV-013 – ESTIMATIVA DO CONSUMO DE ÁGUA EM UMA DETERMINADA CLASSE DE EDIFICAÇÕES DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO, MOSSORÓ, RN

**Erikson Hermes Silva Freitas<sup>(1)</sup>**

Técnico em Mecânica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Bacharel em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Graduando em Engenharia de Mecânica pela UFERSA.

**Solange Aparecida Goularte Dombroski**

Engenheira Sanitarista pela Universidade Federal do Mato Grosso. Mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (EESC-USP). Doutora em Engenharia Civil, área de saneamento, pela Escola Politécnica da USP. Atualmente é professora da UFERSA.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Marechal Hermes, 859 – Bom Jardim - Mossoró - RN - CEP: 59618-160 - Brasil - Tel: (84) 8882-4232 - e-mail: erikson.hermes@hotmail.com

### RESUMO

De maneira geral, a conscientização da sociedade sobre a importância da conservação e uso racional dos recursos hídricos e implantação de ações neste sentido são fundamentais para garantir água de boa qualidade e em quantidade adequada para nossa geração e para as gerações futuras. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo geral estimar o consumo de água por discentes, para uma determinada classe de edificações da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Mossoró, como etapa necessária para a concepção de um programa de uso racional de água, cujos outros estudos estão em execução. Para tanto, o trabalho se deu em duas etapas. Inicialmente fez-se um levantamento dos principais agentes consumidores, discentes, para as edificações classificadas como unidades de ensino e/ou pesquisa com consumo de água similar ao típico doméstico. Em seguida, estimou-se o consumo de água por discentes para os prédios pertencentes à classe estudada. Considerando as edificações estudadas (classificadas como unidades de ensino e/ou pesquisa com consumo de água similar ao típico doméstico), foi possível estimar o consumo total de água por discentes, entre 15.589 e 233.830 L.d<sup>-1</sup>, ou seja, 0,65 e 9,74 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>. Estes valores correspondem, respectivamente, a 2,2 e 32,5% do valor referente à vazão contínua de 30 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup> que a CAERN deve fornecer para a UFERSA durante um período de 20 anos a partir de 03 de Agosto de 2009, conforme o Termo de Cooperação n° 2/2009 celebrado entre as duas instituições. Assim, entende-se que futuramente, com a construção de um banco de dados de respectivos consumos de água por edificações da UFERSA-Mossoró, considerando a implantação de medidores, conforme sugere seu Plano de Logística Sustentável, poder-se-á, comparar dados estimados com base na literatura técnica, apresentados neste estudo, com dados reais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Uso racional de água, consumo de água, agentes consumidores, universidades.

### INTRODUÇÃO

A importância da água para a existência de vida na Terra é indiscutível. Além disso, esse recurso natural é de fundamental importância para a realização de diversas atividades antrópicas, tais como, a produção de bens de consumo e de alimentos, assim como para a manutenção e o equilíbrio ambiental de ecossistemas. Por outro lado, com o crescimento da economia e do bem-estar da população, cresce do mesmo modo a demanda por água. Entretanto, considerando a necessidade da utilização dos recursos hídricos, a sociedade deve garantir a sustentabilidade dos mesmos.

Segundo Shiklomanov (1998 apud LIMA, 2001, p. 9), a quantidade total de água no Planeta Terra é de 1.386 milhões de quilômetros cúbicos, e essa condição permaneceu de modo, aproximadamente, constante pelo menos nos últimos 500 milhões de anos. Vale ressaltar que, todavia, as águas da Terra encontram-se em permanente movimento, constituindo o chamado ciclo hidrológico, portanto as quantidades armazenadas, nos diferentes reservatórios, variaram ao longo desse período.

O ciclo da água na natureza vem sofrendo cada vez mais a interferência das ações causadas pela presença do homem na Terra. A crescente ocupação territorial e o vertiginoso crescimento populacional de centros urbanos interferem neste ciclo. No estudo dos recursos hídricos a utilização da água é abordada sobre a forma dos diversos usos que se faz desse recurso natural (GONÇALVES et al. 2006).

Os usos se classificam em consuntivos e não consuntivos. Os usos consuntivos se referem, principalmente, aos usos urbanos (doméstico e público), rural (comunidades), agropecuário e industrial. Esses são de interesse especial haja vista que consomem a água disponível aos diversos usos. Os usos não consuntivos correspondem principalmente às atividades de hidroeletricidade, navegação, recreação e lazer, piscicultura e aquicultura. Tais atividades, apesar de não afetarem a disponibilidade quantitativa da água, podem ter efeitos sobre a qualidade e/ou sobre o regime de vazões do manancial (BRASIL, 2006 apud CHEUNG et al. 2009).

Pode-se depreender que essa classificação trabalha sobre a lógica subjacente de que o uso consuntivo suprime da bacia hidrográfica considerada, determinada quantidade de água que compunha a disponibilidade superficial de água. Daí esses usos serem considerados de particular interesse, pois diminuiriam a disponibilidade para os diversos usos a que se prestariam. Essa lógica não considera as possibilidades de retorno ou reintegração total ou parcial das águas à bacia hidrográfica, ou seja, recomposição parcial ou total da disponibilidade, considerados aspectos de qualidade. Esse fato ocorre sob diversas formas, sendo o exemplo mais comum a disposição de efluentes de estações de tratamento de esgotos em cursos naturais da própria bacia de onde a água que os originou foi captada (BRASIL 2006 apud CHEUNG et al. 2009).

De acordo com dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) e o da Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e a Cultura (UNESCO), há evidências de que atualmente cerca de 54% da água doce acessível contida em rios, lagos e aquíferos já esteja sendo utilizada pela sociedade. Em termos globais, 69% dessa água destina-se à irrigação das lavouras, 23% é usada pela indústria e 8% destina-se aos diversos usos domésticos. Assim como a distribuição da água doce no mundo não é uniforme, também não é o seu uso (ANA, 2012).

De maneira geral, a conscientização da sociedade sobre a importância da conservação e uso racional dos recursos hídricos e implantação de ações neste sentido são fundamentais para garantir água de boa qualidade e em quantidade adequada para nossa geração e para as gerações futuras.

Neste contexto, distintas diretrizes e ações tem sido propostas e/ou implementadas visando o uso racional de água. Entre os exemplos que podem ser citados estão os programas de uso racional de água implantados em universidades.

Em um estudo piloto em um edifício da Faculdade de Engenharia Civil da UNICAMP, foram realizadas atividades de conserto de vazamentos existentes nos aparelhos sanitários e nas torneiras de boia e substituição das torneiras de lavatório e de mictório convencionais pelas economizadoras. Neste estudo, foi observada uma redução de 74% no consumo de água somente com o conserto dos vazamentos e regulagem da torneira de boia do reservatório (NUNES et al., 1999 apud PEDROSO, 2002).

Outro projeto importante de uso racional de água, ÁGUAPURA, foi desenvolvido na Universidade Federal da Bahia (UFBA), que tinha por objetivo reduzir o consumo de água nas unidades da UFBA através de ações de minimização das perdas e desperdícios, manutenção e aprimoramento da redução obtida. Além disso, visou difundir em todo o meio da Universidade conceitos sobre o uso racional da água, contribuir para a implantação de tecnologias limpas, e difundir entre instituições e pessoas o hábito de consumir água de forma racional (PROJETO ÁGUAPURA, 2006 apud NAKAGAWA, 2009). O consumo de água, incluindo o uso, desperdício e perda existente, nos prédios da UFBA levou, em 2003, a um pagamento superior a R\$ 200.000,00 para a concessionária de abastecimento de água do Estado da Bahia, EMBASA (NAKAGAWA, 2009). Ainda de acordo com esta autora, o consumo médio mensal no período de 1998 a 2000 foi, aproximadamente, 26.000 m<sup>3</sup> sendo reduzido a, aproximadamente, 15.000 m<sup>3</sup> nos anos de 2006 e 2007, uma redução de 42% no consumo, justamente após o início do Programa ÁGUAPURA.

Outro exemplo é o Programa de Uso Racional de Água na Universidade de São Paulo (PURA-USP), implantado em 1997. O projeto foi desenvolvido nas unidades localizadas na cidade universitária Armando Sales de Oliveira da USP, cujas atividades/etapas incluíram (PURA-USP 2002 apud PEDROSO, 2002): (i) diagnóstico geral e plano de intervenção: levantamento de características da unidade, como tipologia de uso, número de pontos de consumo de água e sua disposição; (ii) redução de perdas físicas: cadastro da rede externa, pesquisa e reparo de vazamentos em redes externas e internas e em reservatórios, inclusive com testes especiais (haste de escuta, correlacionador de ruídos, etc.); (iii) redução de consumo nos equipamentos sanitários: pesquisa e reparo de vazamentos em pontos de consumo, substituição de equipamentos convencionais por economizadores (bacias sanitárias, lavatórios, etc.); (iv) caracterização de hábitos e racionalização das atividades que consomem água: adoção de procedimentos eficientes em cozinhas, em limpeza e em laboratórios; (v) campanhas educativas para a comunidade universitária e treinamentos direcionados para as equipes de manutenção do campus, visando orientá-los na manutenção dos equipamentos instalados. Os resultados totais indicaram uma redução de 36% no consumo de água em comparação a consumos anteriores.

A implantação de ações visando o uso racional de água requer informações como, por exemplo, o consumo de água atribuído a diferentes agentes consumidores. Neste sentido, o presente trabalho se propõe a contribuir para a construção de um programa de uso racional de água no âmbito da UFERSA-Mossoró. O objetivo geral foi estimar o consumo de água por discentes, para uma determinada classe de edificações da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Mossoró, como etapa necessária para a concepção de um programa de uso racional de água, cujos outros estudos estão em execução. Como objetivos específicos, o trabalho visou levantar os principais agentes consumidores, discentes, para as edificações classificadas como unidades de ensino e/ou pesquisa com consumo de água similar ao típico doméstico e estimar o consumo de água pelos referidos agentes consumidores para os prédios pertencentes à classe estudada.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Caracterização da área de estudo

O município de Mossoró se localiza no interior do estado de Rio Grande do Norte. Em 2010, a população residente do município era de 259.815 pessoas (IBGE, 2013). De acordo com Carmo Filho et al. (1991 apud SANTOS et al., 2010), o clima local apresenta uma temperatura média anual em torno de 27,5 °C, umidade relativa de 68,9%, precipitação média anual de 670 mm, evapotranspiração média anual, em torno de 1945,20 mm e insolação média de 236 h.mês<sup>-1</sup>, sendo os meses mais secos de maior insolação.

A Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Mossoró (UFERSA-Mossoró), é uma instituição com atividades de ensino, pesquisa e extensão, localizada na BR 110, Km 47, Bairro Presidente Costa e Silva, Mossoró, Rio Grande do Norte. A instituição tem como missão “produzir e difundir conhecimentos da educação superior, com ênfase para a região semiárida brasileira, contribuindo para o exercício pleno da cidadania, mediante formação humanística, crítica e reflexiva, preparando profissionais capazes de atender demandas da sociedade” (UFERSA, 2013a).

Atualmente a UFERSA-Mossoró conta com 21 cursos de graduação (UFERSA, 2013b) e 14 de programas de pós-graduação *Stricto Sensu* (UFERSA, 2013c). No primeiro semestre letivo de 2013, a UFERSA-Mossoró apresentava uma população de 6.376 pessoas (SILVEIRA, 2014). Com relação a laboratórios, um levantamento durante o segundo semestre letivo de 2012 identificou a existência de 115 laboratórios na UFERSA-Mossoró, atendendo aos cursos de graduação e programas de pós-graduação (OLIVEIRA; DOMBROSKI, 2013).

O abastecimento de água da UFERSA-Mossoró é feito pela Companhia de Água e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN), a partir do Termo de Cooperação nº 2/2009 celebrado entre as duas instituições. Pelo referido Termo de Cooperação, a CAERN deve garantir o abastecimento de água com vazão contínua de 30 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup> para a UFERSA durante um período de 20 anos a partir de 03 de agosto de 2009. Atualmente, a instituição não conta com medição total ou individualizada de consumo de água (LUNARDI et al., 2013).

### Desenvolvimento da pesquisa

Considerando uma classificação prévia das edificações da UFERSA, este trabalho foi desenvolvido em duas partes principais, especificadas nos subitens posteriores: levantamento dos discentes consumidores de água em edificações da UFERSA-Mossoró, enquadradas na classe B e estimativa do consumo de água por tais agentes consumidores de água.

A classificação das edificações da UFERSA foi realizada por Souza (2013) com base no trabalho apresentado por Nakagawa (2009) em unidades de ensino e/ou pesquisa, administrativas, médico-hospitalares, residências universitárias e outras.

O Quadro 1 apresenta as seis classes adotadas para as edificações da UFERSA-Mossoró, conforme Souza (2013). Como já mencionado, o presente trabalho está relacionado à classe B, ou seja, unidades de ensino e/ou pesquisa com consumo de água similar ao típico doméstico, especificamente aos prédios de salas de aula.

**Quadro 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 apud Souza, 2013, p. 26).

#### - Levantamento dos discentes consumidores de água em edificações da UFERSA, Mossoró, enquadradas na classe B

O levantamento dos agentes consumidores de água, representados pelos discentes, foi executado para as seguintes edificações classificadas como unidades de ensino e/ou pesquisa com consumo de água similar ao típico doméstico: (a) quatro edificações no lado oeste sendo a central de aulas I (central de aulas DCAN), central de aulas II (central de aulas DCAT), prédio central e prédio de engenharia (DCAT – Anexo I e Anexo II); (b) três edificações no lado leste, central de aulas III, central de aulas IV e central de aulas V.

A execução do levantamento deu-se através do Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas (SIGAA) conforme o seguinte procedimento: acessar o SIGAA - Discente; clicar no menu “Ensino”; escolher a opção “Consultar Turma”; marcar as seguintes opções: (i) “Nível”, escolhendo “Graduação”; (ii) “Ano-Período”, definindo 2013-1; (iii) “Local”, digitando o local a ser pesquisado, como por exemplo, DCEN para a Central de Aulas V; clicar em “Buscar” e anotar os dados disponibilizados; organizar os dados especificando para cada sala do prédio, os horários de ocupação por turno e respectivos números de alunos matriculados por disciplina. Salienta-se que esta pesquisa foi realizada no final do semestre letivo 2013-1, especificamente em 23/09/13. Além disso, observou-se que o número de alunos matriculados sofreu alteração ao longo do semestre letivo por eventual cancelamento da matrícula.

#### - Estimativa do consumo de água por discentes em edificações da UFERSA-Mossoró, enquadradas na classe B

Para esta atividade foi utilizada uma classificação preliminar de agentes consumidores de água, conforme mostra o Quadro 2.

Com base na literatura, foi definido um valor típico de consumo de água para os agentes consumidores da classe I, ou seja, população fixa relacionada às edificações estudadas. Foram feitas simulações para quatro valores teóricos (5, 10, 25 e 75 L.pessoa<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>), considerando a faixa de 25 a 75 L.aluno<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> para escola, citada por Twort et al. (2000 apud LIBÂNIO et al, 2006) e especificidades locais da universidade e do município.

**Quadro 2 - Classificação preliminar 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 livraria)	L/aluno.dia L/professor.dia L/técnico administrativo-UFERSA.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	Laboratórios sem equipamentos com alto consumo de água <sup>4</sup>	L/laboratório.dia
IV	Laboratórios com um a dois equipamentos com alto consumo de água	L/laboratório.dia
V	Laboratórios com mais de dois equipamentos com alto consumo de água	L/laboratório.dia
VI	Número de refeições preparadas	L/refeição.dia
VII	Rega de jardim e campo de futebol	L/m <sup>2</sup> .dia
VIII	Irrigação de áreas de cultivo (horta didática, áreas experimentais, pomar didático)	L/m <sup>2</sup> .dia
IX	Irrigação de áreas de cultivo experimentais em ambiente protegido e produção de mudas	L/m <sup>2</sup> .dia
X	Rega de árvores (arborização do campus)	L/planta.dia
XI	Consumo animal: silvestre	L/cabeça.dia
XII	Consumo animal: aves	L/cabeça.dia
XIII	Consumo animal: caprino/ovino	L/cabeça.dia
XIV	Consumo animal: bovino	L/cabeça.dia

NOTAS: <sup>1</sup>Adaptado de Oliveira (1999); Libânio et al. (2006); Medeiros (2013). <sup>2</sup>População fixa: aquela que é usuária do sistema com frequência e permanência continua (OLIVEIRA, 1999, p. 99). <sup>3</sup>População flutuante: aquela que utiliza o sistema eventualmente, sem frequência ou horários fixos (OLIVEIRA, 1999, p. 99).

<sup>4</sup>Como, por exemplo, destiladores de água.

Assim, a estimativa do consumo de água por discentes para cada edificação da UFERSA-Mossoró enquadrada na classe B, foi obtida multiplicando-se o número destes agentes consumidores por valores típicos de consumo de água para os agentes consumidores da classe I (5, 10, 25 e 75 L.pessoa<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tabelas 1 e 2 apresentam resumos dos resultados relacionados ao número dos principais agentes consumidores de água, alunos matriculados em 2013.1, por turno, para as edificações enquadradas na Classe B (Centrais de Aulas I, II, III, IV e V, DCAT-Anexo I e II e Prédio Central). Este resumo foi obtido a partir dos dados levantados mas não apresentados no presente trabalho. Os mesmos estão em Freitas (2014).

Observou-se que o número de alunos matriculados com potencial de uso da Central de Aulas I foi de 161, em média, por turno (Tabela 1). Considerando os três turnos, esse número passaria a 483 alunos. Para as demais edificações estudadas, Central de Aulas II, DCAT-Anexo I, Prédio central, Central de Aulas II, Central de Aulas IV e Central de Aulas V, os números de alunos matriculados com potencial de uso, por turno, foram de 150, 62, 41, 86, 200 e 338, respectivamente (ver Tabelas 1 e 2). Para os três turnos, estes números passam para 450, 186, 123, 258, 600 e 1.014 alunos.

Considerando os dados utilizados neste estudo, foi possível verificar o maior potencial de utilização de edificação por alunos na Central de Aulas V, seguida da Central de Aulas IV, Central de Aulas I, Central de Aulas II, Central de Aulas III, DCAT-Anexo I e Prédio Central.



**Tabela 1 – Resumo do levantamento do número de alunos (principais agentes consumidores de água) utilizadores das edificações localizadas no lado oeste do campus, enquadradas na Classe B, cujos dados não são apresentados no presente trabalho<sup>1</sup>**

Número médio semanal <sup>2</sup> de alunos matriculados, por turno <sup>3</sup> (2013.1)							
Central de Aulas I (DCAN)		Central de Aulas II (DCAT)		DCAT – Anexo I e Anexo II (Prédio de Engenharia)		Prédio Central	
Salas	Nº de alunos	Salas	Nº de alunos	Salas	Nº de alunos	Salas	Nº de alunos
1	19	1	15	1	28	Sala 1 de Projeção	2
2	24	2	17	2	8	2	7
3	18	3	17	3	11	3	5
4	14	4	17	Everaldo Bernardino	22	4	8
5	20	5	13			5	1
6	15	6	16			6	16
7	11	7	15			Lab.	2
8	12	8	5				
9	8	9	8				
10	5	10	12				
11	5	11	8				
12	10	12	7				
<b>Total</b>	<b>161</b>	<b>12</b>	<b>150</b>	<b>4</b>	<b>62</b>	<b>7*</b>	<b>41</b>

NOTAS: <sup>1</sup>Todos os dados estão disponíveis em Freitas (2014). <sup>2</sup>Segunda a sexta-feira. <sup>3</sup>Foram levantados dados para três turnos: manhã, tarde e noite. \*Salas+Laboratórios.

**Tabela 2 – Resumo do levantamento do número de alunos (principais agentes consumidores de água) utilizadores das edificações localizadas no lado leste do campus, enquadradas na Classe B, cujos dados não são apresentados no presente trabalho<sup>1</sup>**

Número médio semanal <sup>2</sup> de alunos matriculados, por turno <sup>3</sup> (2013.1)					
Central de Aulas III		Central de Aulas IV (DACS)		Central de Aulas V (DCEN)	
Salas	Nº de alunos	Salas	Nº de alunos	Salas	Nº de alunos
1	0	1	21	1	48
2	20	2	23	2	38
3	13	3	20	3	35
4	12	4	20	4	37
5	7	5	17	5	36
6	11	6	16	6	31
Lab. Informática I	4	7	18	7	34
Lab. de Informática II	12	8	17	8	25
Lab. de Informática III	6	9	11	9	19
		10	17	10	36
		11	9		
		12	12		
<b>9*</b>	<b>86</b>	<b>12</b>	<b>200</b>	<b>10</b>	<b>338</b>

NOTAS: <sup>1</sup>Todos os dados estão disponíveis em Freitas (2014). <sup>2</sup>Segunda a sexta-feira. <sup>3</sup>Foram levantados dados para três turnos: manhã, tarde e noite. \*Salas+Laboratórios.

Assim, para a sete edificações estudadas, o valor médio total de alunos matriculados com potencial de uso dessas edificações, resultou em 3.114.

A Tabela 3 apresenta um agrupamento dos resultados obtidos, considerando os respectivos valores típicos de consumo de água adotados referentes aos agentes consumidores da classe I (5, 10, 25 e 75 L.pessoa<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>).

**Tabela 31 – Estimativa do consumo de água por discentes para as edificações estudadas**

Edificação	Resultados da estimativa do consumo de água (L.dia <sup>-1</sup> ), para distintos consumos <i>per capita</i> <sup>1</sup> , feito para três turnos			
	5 L.aluno <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup>	10 L.aluno <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup>	25 L.aluno <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup>	75 L.aluno <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup>
Central de Aulas I	2.422	4.844	12.110	36.331
Central de Aulas II	2.249	4.498	11.244	33.731
Central de Aulas III	1.293	2.586	6.465	19.394
Central de Aulas IV	3.001	6.002	15.005	45.016
Central de Aulas V	5.071	10.143	25.357	76.070
DCAT-Anexo I	927	1.853	4.633	13.900
Prédio Central	615	1.231	3.077	9.231

NOTAS: <sup>1</sup>Considerando valores teóricos (5, 10, 25 e 75 L.pessoa<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>), a partir da faixa de 25 a 75 L.aluno<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> para escola, citada por Twort et al. (2000 apud LIBÂNIO et al, 2006, p. 128) e especificidades locais da universidade e do município.

Todos os valores estimados estão diretamente relacionados com o número de alunos matriculados com previsão de utilização das respectivas edificações, conforme mostrado nas Tabelas 1 e 2.

De maneira geral, ao estimar potenciais volumes de água utilizados em algumas edificações da UFERSA-Mossoró, por alunos, o presente estudo evidenciou como o consumo *per capita*, além do número de consumidores, pode influenciar nos sistemas de preservação e distribuição de água na instituição e, especificamente, nos sistemas hidráulicos prediais. Posteriormente, com a construção de um banco de dados de respectivos consumos de água por edificações da UFERSA-Mossoró, considerando a implantação de medidores, conforme sugere seu Plano de Logística Sustentável (LUNARDI et al., 2013), poder-se-á, comparar dados estimados com base na literatura técnica, apresentados neste estudo, com dados reais. Acredita-se que estes possam ser distintos de outras universidades em função de especificidades como (i) tamanho do município de Mossoró que possibilita que a população da UFERSA não passe o dia todo na universidade; (ii) infra-estrutura da instituição que pode dificultar a permanência durante o dia todo de sua população; (iii) hábitos locais como tomar banho em instalações da instituição entre outros.

Com o levantamento dos agentes consumidores (relativos aos alunos matriculados em 2013.1) para as edificações classificadas como unidades de ensino e/ou pesquisa com consumo de água similar ao típico doméstico, foi possível estimar o consumo total de água entre 15.589 e 233.830 L.d<sup>-1</sup>, ou seja, 0,65 e 9,74 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>. Estes valores correspondem, respectivamente, a 2,2 e 32,5% do valor referente à vazão contínua de 30 m<sup>3</sup>/hora que a CAERN deve fornecer para a UFERSA durante um período de 20 anos a partir de 03 de Agosto de 2009, conforme o Termo de Cooperação n° 2/2009 celebrado entre as duas instituições, mencionado por Lunardi et al. (2013).

## CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

Para as edificações estudadas, Central de Aulas I, Central de Aulas II, DCAT-Anexo I, Prédio central, Central de Aulas II, Central de Aulas IV e Central de Aulas V, os números de alunos matriculados com potencial de uso, por turno, foram de 161, 150, 62, 41, 86, 200 e 338, respectivamente (Tabelas 1 e 2). Para os três turnos, estes números passam para 483, 450, 186, 123, 258, 600 e 1.014 alunos.

Considerando os respectivos valores típicos de consumo de água adotados referentes aos agentes consumidores da classe I (5, 10, 25 e 75 L.pessoa<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>), foram estimados valores de consumo de água variando entre 927 e 76.070 L.d<sup>-1</sup>, para as sete edificações estudadas.

Futuramente, com a construção de um banco de dados de respectivos consumos de água por edificações da UFERSA-Mossoró, considerando a implantação de medidores, conforme sugere seu Plano de Logística Sustentável (LUNARDI et al., 2013), poder-se-á, comparar dados estimados com base na literatura técnica, apresentados neste estudo, com dados reais. Acredita-se que estes possam ser distintos de outras universidades em função de especificidades como (i) tamanho do município de Mossoró que possibilita que a população da UFERSA não passe o dia todo na universidade; (ii) infra-estrutura da instituição que pode dificultar a permanência durante o dia todo de sua população; (iii) hábitos locais como tomar banho em instalações da instituição entre outros.

Considerando as edificações estudadas (classificadas como unidades de ensino e/ou pesquisa com consumo de água similar ao típico doméstico), foi possível estimar o consumo total de água por discentes, entre 15.589 e 233.830 L.d<sup>-1</sup>, ou seja, 0,65 e 9,74 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>. Estes valores correspondem, respectivamente, a 2,2 e 32,5% do valor referente à vazão contínua de 30 m<sup>3</sup>/hora que a CAERN deve fornecer para a UFERSA durante um período de 20 anos a partir de 03 de Agosto de 2009, conforme o Termo de Cooperação n° 2/2009 celebrado entre as duas instituições, mencionado por Lunardi et al. (2013).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Água na medida certa: a hidrometria no Brasil**. Brasília: ANA, 2012.
2. 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. OK
3. FREITAS, Erikson Hermes da Silva. **Estimativa do consumo de água em uma determinada classe de edificações da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró**. 2014. 83 f. Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, 2014.
4. GONÇALVES, Ricardo Franci; ALVES, Wolney Castlho; ZANELLA, Luciano. Conservação de água no meio urbano. In: GONÇALVES, R.F (Coord.). **Uso racional de água em edificações**. Rio de Janeiro: ABES, 2006, cap. 2, p. 29 – 71.
5. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades@**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=240800&idtema=16&search=rio-grande-do-norte|mossoro|sintese-das-informacoes->>. Acesso em: 20 set. 2013.
6. LIBÂNIO, Marcelo; FERNANDES NETO, Maria de Lourdes; PRINCE, Aloísio de Araújo; SPERLING, Marcos Von; HELLER, Léo. Consumo de água. In: HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de (Org.). **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006. cap. 3.
7. LIMA, Jorge Enoch Furquim Werneck. **Recursos hídricos no Brasil e no mundo**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. 46 p.
8. 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://www2.ufersa.edu.br/porta1/view/uploads/setores/284/arquivos/PLSdefinitivo\\_UFERSA2013.pdf](http://www2.ufersa.edu.br/porta1/view/uploads/setores/284/arquivos/PLSdefinitivo_UFERSA2013.pdf)>. Acesso em: 15 set. 2013.
9. MEDEIROS, José Francimar de. **Comunicação pessoal**, em 08/02/2013. Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, UFERSA, Mossoró, campus oeste.
10. 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.





11. OLIVEIRA, Lúcia Helena de. **Metodologia para implantação de programa de uso racional da água em edifícios**. 1999. 359 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil). Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
12. OLIVEIRA, J. T. da S.; DOMBROSKI, S. A. G. Proposição de um programa de gerenciamento de resíduos químicos para a Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO, VI. **Anais eletrônicos: Sociedades sustentáveis: estratégias para convivência com o semiárido**, 2013, Mossoró. Mossoró: UERN-CEMAD, 2013. p. 596-600.
13. PEDROSO, L. P. **Subsídios para implementação de sistema de manutenção em campus universitário, com ênfase em conservação de água**. Universidade Estadual de Campinas (dissertação de mestrado), Campinas, São Paulo. 2002. 189p.
14. 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.
15. SILVEIRA, Arthuro Munay Dantas da. **Proposta de implantação do abrigo de resíduos químicos na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró/RN**. 2014. 61 f. Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2014.
16. SOUZA, Ítalo Rodrigo Pereira 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.
17. UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO (UFERSA). **Estatuto da UFERSA**. Mossoró, 2013. 44p. (UFERSA, 2013a).
18. UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO (UFERSA). **Cursos de graduação**. Disponível em: <<http://www2.ufersa.edu.br/portal/cursos/graduacao>>. Acesso em: 20 set. 2013. (UFERSA, 2013b).
19. UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO (UFERSA). Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação. **Cursos de pós-graduação stricto sensu (mestrado e doutorado)**. Disponível em: <<http://www2.ufersa.edu.br/portal/proreitorias/proppg/524>>. Acesso em: 20 set. 2013. (UFERSA, 2013c).