



## I-215 - CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL E NÃO POTÁVEL EM UMA EDIFICAÇÃO DOTADA DE SISTEMA DE CONSERVAÇÃO DA ÁGUA

**Eduardo Silva Felix**

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo. Analista do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo.

**Manuela Merçon Noda**

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo. Consultora da empresa Bureau Veritas.

**Ricardo Franci Gonçalves<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Civil e Sanitarista – UERJ, Pós-Graduado em Engenharia de Saúde Pública – ENSP/RJ, DEA – Ciências do Meio Ambiente – Univ. Paris XII, ENGREF, ENPC, Paris, Doutor em Engenharia do Tratamento e Depuração de Água – INSA de Toulouse, França, Professor adjunto do Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Departamento de Engenharia Ambiental – Universidade Federal do Espírito Santo - Av. Fernando Ferrari, S/N, Goiabeiras, CEP: 29060-970 Vitória ES. Brasil - Tel: (27) 3335-2857 - e-mail: franci@npd.ufes.br

### RESUMO

O trabalho visa estudar o consumo de água potável e não potável em uma edificação residencial com medidas de conservação de água. Para tanto, realizou-se a caracterização da edificação em estudo, o monitoramento do consumo de água de fevereiro a junho do ano de 2008 e posterior elaboração dos perfis de consumo de água e cálculo dos indicadores de consumo. A edificação é do tipo residencial multifamiliar de classe alta, situada no bairro Praia do Canto, no município de Vitória - ES. O sistema hidro-sanitário contém medidas economizadoras de água, dentre as quais se destaca o reúso de águas cinzas. Instalou-se um sistema de monitoramento de segregação do consumo de água com 37 hidrômetros, monitorando o consumo em três setores: apartamentos; área de lazer (cobertura com piscina, sauna e churrasqueira), e área comum (garagens, pavimento técnico e térreo). Os resultados obtidos indicam que o consumo de água não potável representa uma parcela significativa do consumo de água na edificação estudada, cerca de 24% do total, indicando a potencialidade da adoção de um sistema de reúso de águas cinzas em edifícios residenciais, que além da utilização em bacias sanitárias, contribui significativamente nas atividades de limpeza e irrigação das áreas do condomínio. Constatou-se também uma tendência de periodicidade com ciclos semanais da curva de variação de consumo per capita de água potável. Concluiu-se ainda que os índices de consumo per capita e por área de água potável calculados no presente estudo, 152 l/hab.dia e 3 l/m<sup>2</sup>.dia, respectivamente, foram os menores dentre os apresentados na literatura, destacando-se a redução quando comparado aos resultados obtidos por Pertel et al. (2008) para uma edificação que muito se assemelha à edificação estudada, entretanto possui sistema hidro-sanitário convencional. Desta forma, este resultado vem a incentivar a aplicação dessas técnicas, com vistas a uma potencial economia e ao desenvolvimento sustentável.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reúso de Águas Cinzas, Consumo de Água, Conservação de Água, Índices, Perfis de Consumo.

### INTRODUÇÃO

A água é um dos recursos naturais mais intensamente utilizados, sendo fundamental para a existência e manutenção da vida. Entretanto, o aumento da demanda de tal recurso aliado ao desperdício, à poluição e à falta de políticas públicas que estimulem o uso sustentável, contribuem de forma significativa para a escassez crescente de mananciais com qualidade e quantidade suficiente para assegurar o abastecimento de água potável.

Essa escassez reflete-se na elevação exponencial dos custos do tratamento e ou captação e adução de água bruta de regiões cada vez mais distantes. Nesses casos, a adoção de programas de combate ao desperdício de água impõe-se como medida complementar ou como alternativa à ampliação da oferta via aumento da produção (captação, tratamento e adução): trata-se de um caminho ecologicamente sustentável, que é ao mesmo tempo viável do ponto de vista técnico econômico, contando com uma aceitação social cada vez maior.



Tais programas envolvem um conjunto de ações de economia e proteção dos recursos hídricos com a finalidade de otimizar o uso da água, abrangendo diferentes estratégias de implementação, apresentadas por Marcka (2004): política tarifária, regulamentação e normas técnicas, redução e combate de perdas, incentivo à aquisição e instalação de equipamentos de baixo consumo, utilização de fontes de água não potável (incluindo reúso) para usos menos exigentes quanto à qualidade do recurso, entre outras.

Dentre essas estratégias, para os sistemas prediais, destacam-se às referentes à instalação de equipamentos economizadores de água, à micromedição associada à cobrança de volume por unidade habitacional aplicada a condomínios (GONÇALVES et al., 1998) e ao uso de fontes de água não potável, tais como o reúso de águas cinzas – águas residuárias provenientes do uso de lavatórios, chuveiros, banheiras, tanques e máquinas de lavar roupas (NOLDE, 1999 e CHRISTOVA-BOAL et al., 1996, apud GONÇALVES, 2006).

Os sistemas prediais que foram concebidos sob a ótica de conservação de água apresentam, portanto, características de consumo que diferem das edificações convencionais, requerendo estudos mais apurados no intuito de quantificar as efetivas reduções alcançadas pelas técnicas de economia de água. Segundo Rocha et al. (1998), a caracterização do consumo tem sido feita em poucos países do hemisfério norte e os correspondentes valores devem ser aplicados com restrições, visto que, além dos aspectos relativos ao clima, o consumo de água varia também em função de aspectos sócio-econômicos e culturais, o que torna absolutamente vital que levantamentos relativos à realidade local sejam realizados para fundamentar as ações a serem empreendidas.

Desse modo, o detalhamento do consumo de água potável e não potável em uma edificação com técnicas de conservação de água é de significativa importância, uma vez que permite o conhecimento do consumo real de água, contribuindo para a elaboração de futuros projetos concebidos sob a mesma ótica, não apenas como forma de otimizar o dimensionamento, mas também, e principalmente, como incentivo à aplicação dessas técnicas, tendo em vista a potencial economia e o desenvolvimento sustentável.

Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo geral estudar detalhadamente o consumo de água potável e não potável em uma edificação residencial com medidas de conservação de água, dentre as quais se destaca o reúso de águas cinzas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foram levantadas as principais características da edificação em estudo, o monitoramento do consumo de água para posterior elaboração dos perfis de consumo levantados e cálculo dos indicadores de consumo de água.

O edifício em estudo é do tipo residencial multifamiliar e está localizado em um bairro de alto padrão habitacional, em Vitória-ES (Figura 1). A edificação é composta por 01 bloco, o qual possui 22 pavimentos, sendo: 01 térreo, 01 pavimento técnico, 04 pavimentos de garagem, 15 pavimentos de apartamentos – constituídos por 02 apartamentos por andar – e 01 cobertura, totalizando 8.427,03 m<sup>2</sup> de área de construção. O pavimento típico possui 189 m<sup>2</sup>, contando com 04 quartos, 03 banheiros, 01 W.C., 01 lavabo, 01 sala, área de serviço, cozinha, dependência, circulação e 03 varandas.



**Figura 1: Edifício em estudo.**

Ressalta-se ainda que, segundo o memorial descritivo apresentado pela construtora, os banheiros e o W.C. possuem pia, bacia sanitária e chuveiro, sendo que o W.C. detém uma área menor que a do banheiro, enquanto o lavabo possui apenas pia e bacia sanitária.

O sistema hidro-sanitário conta com algumas medidas economizadoras de água, como uso de bacia sanitária com caixa acoplada, torneiras aeradas, medição individual do consumo de água, além da prática de reúso direto e planejado de águas cinzas, com uma Estação de Tratamento de Águas Cinzas (ETAC) localizada no pavimento técnico, inovadora no estado do Espírito Santo (Figura 2).



**Figura 2: Estação de Tratamento de Águas Cinzas (ETAC).**

Para permitir o reúso direto para fins não potáveis, na edificação existem tubulações distintas para abastecimento de água potável e água não potável, as quais alimentam diferentes acessórios hidrosanitários, conforme apresentado na Tabela 1.









**Tabela 1: Listagem dos acessórios e seus respectivos locais de uso em cada pavimento da edificação.**

PAVIMENTO	TIPO DE ÁGUA	ACESSÓRIOS	LOCAIS DE USO
<b>Térreo</b>	Potável	1 chuveiro e 5 pias	W.C., lavabo e copas
	Não potável	3 bacias sanitárias e 2 torneiras	W.C., lavabo e jardim
<b>Pavimento Técnico</b>	Não potável	1 torneira	ETAC
<b>Garagens (3º ao 6º pav.)</b>	Não potável	9 torneiras	Estacionamento
<b>Cada Apartamento (7º ao 21º pav.)</b>	Potável	4 chuveiros, 6 pias, 1 tanque e 1 máquina de lavar roupas	Banheiros, WC, lavabo, cozinha e área de serviço
	Não potável	5 bacias sanitárias	Banheiro, WC e lavabo
<b>Cobertura (área de lazer)</b>	Potável	2 duchas e 5 pias	Lavabo, sauna, piscina, churrasqueira e copa
	Não potável	3 bacias sanitárias e 1 torneira	Lavabo e área privativa

Para caracterizar o consumo de água na edificação em estudo, através de medidas gerais, instalou-se um sistema de monitoramento com segregação do consumo de água, com a instalação de 37 hidrômetros, conforme apresentado na Tabela 2. A localização dos hidrômetros teve por intuito quantificar o consumo de água potável e não potável em 03 setores da edificação: área de lazer (cobertura com piscina, sauna e churrasqueira); apartamentos e área comum (garagens, pavimento técnico e térreo).



Tabela 2: Hidrometração da edificação em estudo.

Quant. e localização dos hidrômetros	Parâmetro monitorado	Foto
1 hidrômetro geral.	Total de água potável captada do sistema de distribuição de água.	
1 hidrômetro na coluna de água potável.	Total de água potável consumida na edificação.	
1 hidrômetro na coluna de água não potável.	Total de água não potável consumida na edificação.	
2 hidrômetros na cobertura, sendo: - 1 hidrômetro para água potável; - 1 hidrômetro para água não potável.	- Total de água potável consumida na área de lazer; - Total de água não potável consumida na área de lazer.	
30 hidrômetros individuais.	Água potável consumida em cada apartamento.	
2 hidrômetros no 7º pavimento, sendo: - 1 hidrômetro para água potável; - 1 hidrômetro para água não potável.	- Total de água potável consumida na área comum; - Total de água não potável consumida na área comum.	

O acompanhamento do consumo de água foi realizado por meio de leituras diárias (às 8:00h, continuamente do dia 01/02/08 ao dia 30/06/08), e levantamento de perfis de consumo ao longo de 24 horas consecutivas (registrava-se as leituras dos hidrômetros a cada 2 horas). Ao final da campanha foram levantados quatro perfis de 24 horas, com duas leituras nos dias de quarta-feira e duas nos dias de quinta-feira. Durante a pesquisa, realizou-se o monitoramento do número de moradores do prédio, identificando a cada mês a



população residente somada ao número de empregados em cada apartamento no intuito de obter maior precisão nos cálculos do consumo per capita.

## RESULTADOS

### QUANTIFICAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL E NÃO POTÁVEL NOS SETORES DA EDIFICAÇÃO

A fim de compreender e visualizar a distribuição deste consumo na edificação, apresentam-se na Figura 3 as porcentagens de água potável e não potável calculadas para cada setor em relação ao consumo total de água.

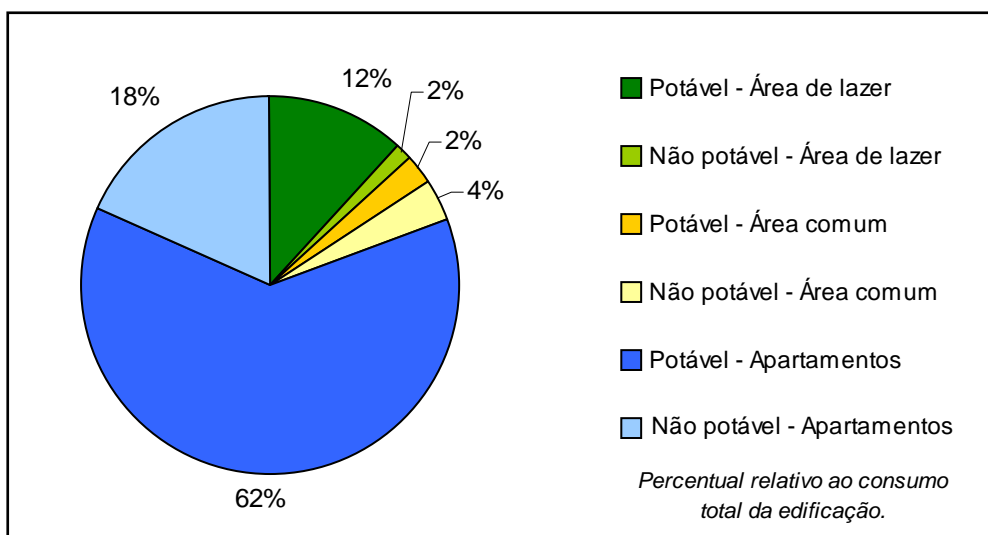


Figura 3: Percentual de consumo de água potável e não potável nos setores.

Nota-se pela Figura 3 que o consumo mais representativo de água – tanto potável quanto não potável – corresponde aos apartamentos, que consomem 62% de água potável e 18% de água não potável, totalizando 80% do total de água consumida na edificação. A parcela de água consumida na área de lazer representa 12% do total, sendo apenas 2% de água não potável, enquanto o consumo da área comum representa 6% do total, com 4% de água não potável.

### PERFIS DE CONSUMO DE ÁGUA

Conforme descrito na metodologia, foram realizados quatro monitoramentos de 24 horas, a fim de caracterizar o perfil de consumo de água potável nos apartamentos durante este período. As curvas obtidas são apresentadas na Figura 4.

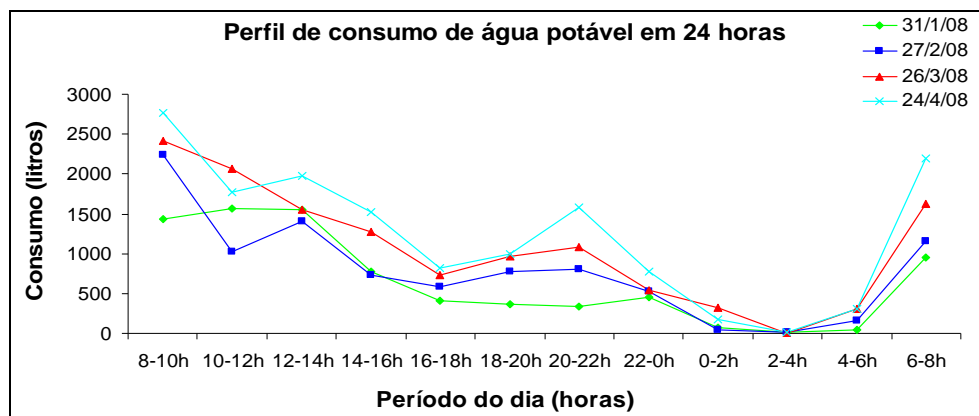


Figura 4: Variação do consumo de água potável nos apartamentos ao longo de 24 horas.





Pode-se observar que as curvas apresentam comportamentos similares, com pico entre 6:00 e 10:00 da manhã coerentes com os resultados de Pertel et al. (2008) e vale entre 0:00 e 6:00, aspecto este similar ao apresentado por Gomes (2004) no que tange aos valores mínimos de consumo observados durante a madrugada.

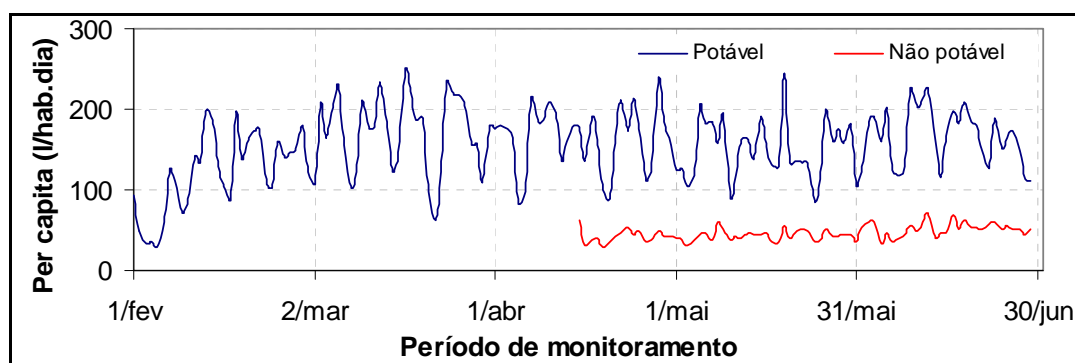
Entretanto, contrariamente ao perfil médio diário de consumo observado em Gomes (2004), não foi constatado valores máximos de consumo em torno do meio dia, tampouco se observou um aumento expressivo em torno das 18:00. Acredita-se que este comportamento deve-se ao fato da maior parte da população residente sair pela manhã e retornar para a casa apenas à noite.

Outra particularidade notada nestas curvas refere-se ao crescimento do consumo de água potável no intervalo entre 20:00 e 22:00, caracterizando-se como a faixa horária de maior consumo durante o período noturno, contrapondo o resultado apresentado por Pertel et al. (2008) no qual os valores máximos para o período noturno concentram-se entre 18:00 e 20:00.

Nota-se ainda que, no decorrer dos meses estudados, houve aumento do volume de água potável consumido, ocasionado pelo aumento da população, uma vez que a obra da edificação começou a ser ocupada recentemente, em agosto de 2007.

### ÍNDICE DE CONSUMO PER CAPITA DE ÁGUA

No gráfico a seguir, apresenta-se comportamento do índice de consumo per capita de água potável e não potável ao longo de todo o período de monitoramento nos apartamentos.



**Figura 5: Evolução do índice de consumo per capita de água potável e não potável.**

É possível constatar que a variação do índice de consumo per capita de água potável, durante o período de monitoramento, apresenta vales constantes e, em sua maioria, com uma frequência de ocorrência regular ao longo de toda a curva, já que, tais valores mínimos, ocorrem mais acentuadamente durante os finais de semana e feriados (Figura 5). Cita-se, como exemplos, o carnaval (04/02/2008) em que foi registrado um consumo mínimo de apenas 30 l/hab.dia e a sexta-feira santa (22/03/2008), época na qual se computou um consumo mínimo per capita de aproximadamente 60 l/hab.dia.

No que se refere aos picos de consumo, verifica-se elevados valores durante os dias úteis, com destaque para as segundas-feiras, onde usualmente há registros de valores máximos de consumo para o ciclo de uma semana. Pode-se exemplificar tal fato com o substancial consumo de água potável do dia 24/03/2008 (segunda-feira), quando se alcançou um pico por volta de 250 l/hab.dia.

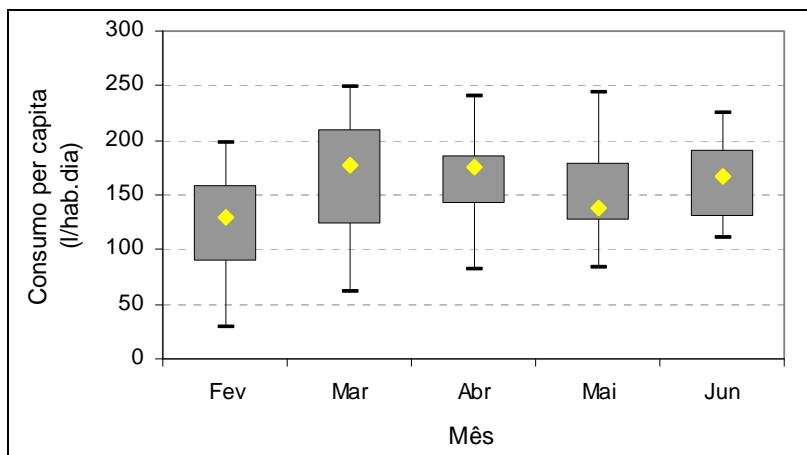
Tais comportamentos comprovam a redução significativa do consumo de água na edificação aos sábados, domingos e feriados, além de revelar uma tendência de periodicidade da curva de variação de consumo per capita de água potável, visto que, o comportamento da curva tende a se repetir a cada ciclo semanal.

Quanto ao consumo per capita de água não potável, nota-se que, a variação deste índice ao longo do período estudado, apresenta comportamento semelhante ao de água potável: tendência de vales para finais de semana e feriados, e aumento do consumo nos dias úteis. Contudo, há oscilações mais brandas no consumo de água não potável quando comparado àquelas referentes ao consumo de água potável.

### ▪ Variação nos meses monitorados

#### a) Água potável

Apresentam-se a seguir os gráficos “boxplot” com as séries de dados mensais a fim de visualizar a dispersão dos dados de consumo per capita de água potável ao longo dos meses monitorados nos apartamentos.



**Figura 6: Variação do consumo per capita de água potável nos meses monitorados nos apartamentos.**

A Figura 6 apresenta graficamente os valores de mínimo, máximo, mediana, bem como os 1º e 3º quartis. Verifica-se na referida figura que o mês de fevereiro apresentou a menor mediana dentre os meses monitorados, bem como os menores valores para os outros parâmetros mostrados no gráfico.

Para uma análise mais apurada, outros elementos estatísticos calculados são apresentados na tabela a seguir.

**Tabela 3: Análise estatística do consumo per capita de água potável por mês.**

Parâmetro	Unidade	Resultado				
		Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Nº de eventos (n)	-	29	31	30	31	29
Máximo	l/hab.dia	198	249	241	244	225
Mínimo	l/hab.dia	30	62	81	84	111
Mediana	l/hab.dia	130	178	175	138	167
Média	l/hab.dia	121	170	165	150	166
Desvio Padrão	l/hab.dia	50	49	40	37	35
Coefficiente de variação	%	42	29	24	25	21

Verifica-se que os valores de média e mediana são muito próximos entre si em um mesmo mês, demonstrando que a série de dados não possui uma dispersão acentuada, exceto para o mês de fevereiro. Tal fato pode também ser verificado através do coeficiente de variação, o qual apresentou uma tendência decrescente ao longo dos meses monitorados, sendo o maior valor observado de 42% em fevereiro, visto que, na época de carnaval o consumo per capita de água potável foi expressivamente menor.

De forma semelhante, em março e maio, o coeficiente de variação mostrou-se relativamente maior do que nos meses de abril e junho. Acredita-se que este comportamento seja reflexo de feriados prolongados nos meses de março (Semana Santa e Nossa Senhora da Penha) e maio (Dia do Trabalho e Corpus Christi), nos quais a população residente usualmente ausenta-se da edificação dirigindo-se para outras cidades.

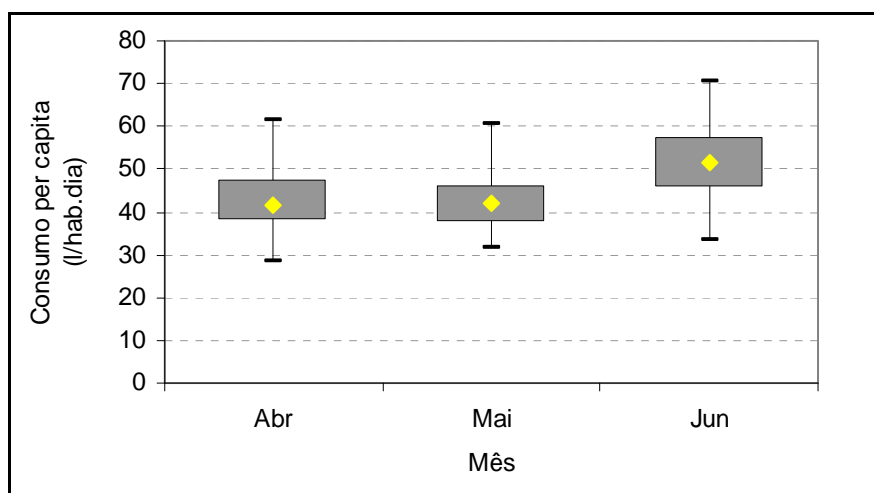
Assim sendo, é esperado que a faixa do consumo per capita de água potável na edificação tenda a estabilizar-se, assemelhando-se ao comportamento obtido no mês de junho, já que, nos próximos meses do ano de 2008, não haverá mais feriados prolongados, assim como ocorrido no mês de junho.





### b) Água não potável

São apresentados a seguir os dados de consumo per capita de água não potável ao longo dos meses monitorados nos apartamentos.



**Figura 7: Variação do consumo per capita de água não potável nos meses monitorados nos apartamentos.**

Verifica-se que o mês de junho apresentou o maior valor de mediana dentre os meses monitorados, frente ao comportamento praticamente constante das medianas de abril e maio (Figura 7). Além disso, é possível notar valores mais elevados no mês de junho para os outros parâmetros apresentados (mínimo, máximo, 1º quartil e 3º quartil). Tal fato demonstra a expressiva elevação do índice de consumo per capita de água não potável do mês de junho nos apartamentos. Este comportamento pode ser justificado por tratar-se de um mês sem feriados prolongados, o que potencializa a permanência dos moradores na edificação.

**Tabela 4: Análise estatística do consumo per capita de água não potável por mês.**

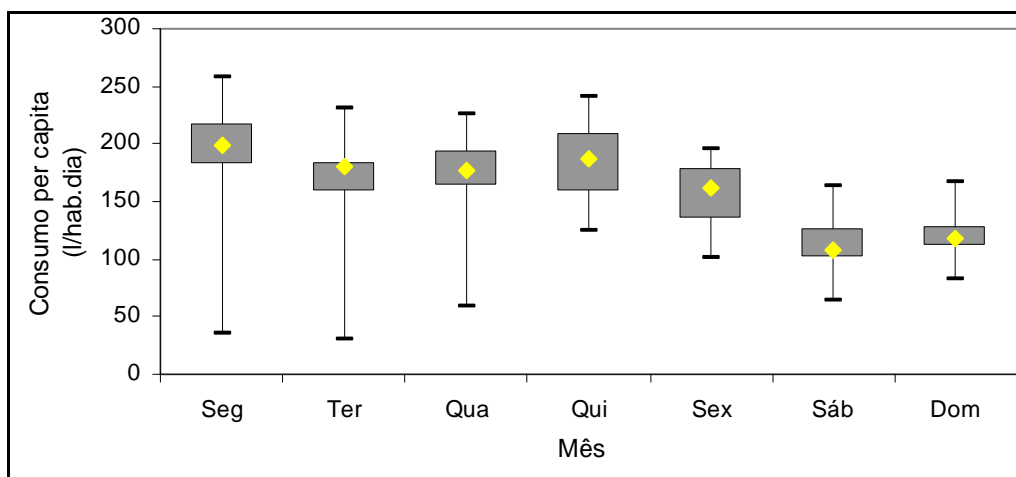
Parâmetro	Unidade	Resultado		
		Abr	Mai	Jun
Nº de eventos (n)	-	16	31	29
Máximo	l/hab.dia	61	61	70
Mínimo	l/hab.dia	29	32	34
Mediana	l/hab.dia	42	42	52
Média	l/hab.dia	42	43	52
Desvio Padrão	l/hab.dia	8	7	9
Coeficiente de variação	%	20	15	17

Nota-se na Tabela 4, que os valores de média e mediana são muito próximos entre si em um mesmo mês, sendo idênticos para os meses de abril e junho, demonstrando que a série de dados possui uma dispersão de baixa variabilidade no mês em análise. Tal fato pode também ser verificado através do coeficiente de variação, o qual não apresentou valores maiores de 20%.

### ▪ Variação nos dias da semana

#### a) Água potável

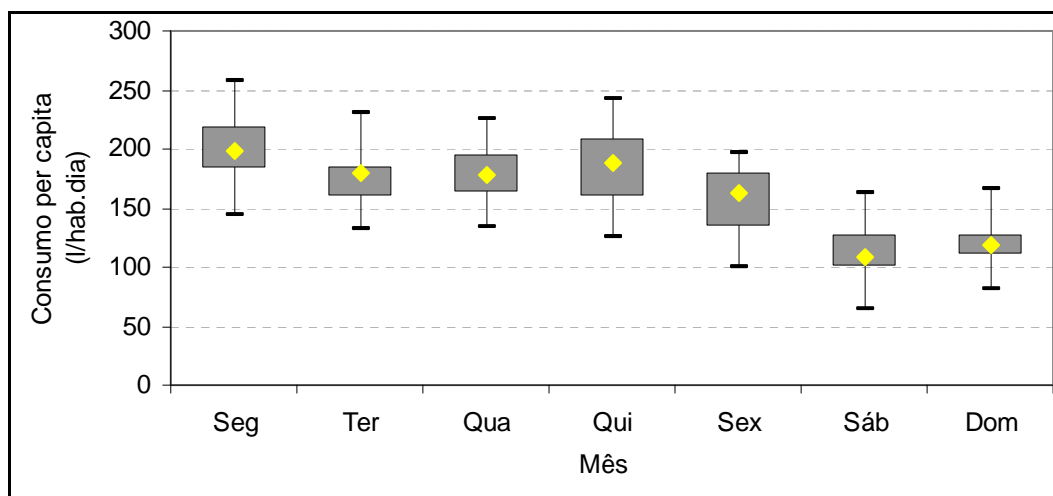
Neste item, são apresentados os dados de consumo per capita de água ao longo das semanas monitoradas nos apartamentos.



**Figura 8: Variação do consumo per capita de água potável nos dias da semana (com o carnaval)**

Na Figura 8 observam-se os valores de mínimo, máximo, mediana, bem como os 1º e 3º quartis para cada dia da semana, levando em consideração todos os dados levantados, inclusive o feriado de carnaval. Verifica-se na referida figura que os resultados obtidos para segunda, terça e quarta-feira apresentam ampla variação. Fato este justificado pelo baixo consumo na semana de carnaval, uma vez que os valores mínimos apresentados no gráfico (Figura 8) para estes dias da semana correspondem aos observados neste feriado.

Com o intuito de caracterizar o consumo per capita típico durante a semana, elaborou-se um gráfico – apresentado na figura a seguir – desconsiderando os dados obtidos durante o período de carnaval.



**Figura 9: Variação do consumo per capita de água potável nos dias da semana (sem o carnaval).**

Verifica-se na Figura 9 que os valores de mediana são mais elevados durante os dias úteis, sendo observado um valor mais alto na segunda-feira, e um decréscimo significativo durante o final de semana.

É possível notar claramente que as variações para segunda, terça e quarta-feira são mais suaves ao desconsiderar o feriado de carnaval. Desse modo, acredita-se que este gráfico represente um comportamento mais adequado ao consumo per capita residencial.

Portanto, foram calculados outros parâmetros estatísticos, desconsiderando os dados de carnaval, cujos resultados obtidos são apresentados na tabela a seguir.

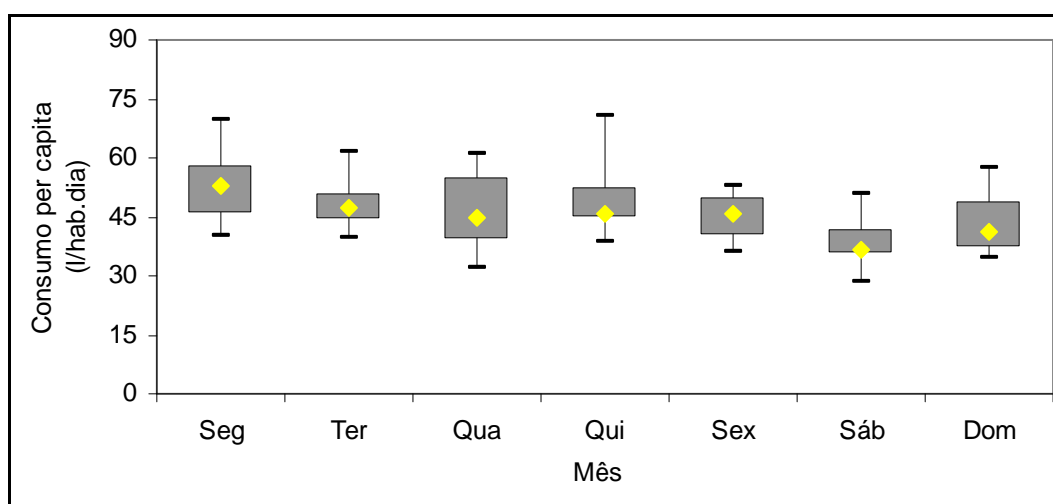
**Tabela 5: Análise estatística do consumo per capita de água potável por dia da semana.**

Parâmetro	Unidade	Resultado						
		Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom
Nº de eventos (n)	-	21	21	21	21	22	22	22
Máximo	l/hab.dia	257	230	226	242	196	163	167
Mínimo	l/hab.dia	35	30	59	125	101	64	82
Mediana	l/hab.dia	199	180	178	188	162	108	118
Média	l/hab.dia	201	176	177	184	158	110	119
Desvio Padrão	l/hab.dia	31	28	27	34	27	24	21
Coeficiente de variação	%	15	16	15	18	17	22	18

Nota-se na Tabela 5, que os valores de média e mediana são muito próximos entre si em um mesmo dia, demonstrando que a série de dados possui uma dispersão de baixa variabilidade no dia em análise. A maior variação verificada foi no sábado, o qual apresentou coeficiente de variação igual a 22%. Novamente, constata-se que a segunda-feira é o dia de maior consumo de água potável nos apartamentos, e o sábado apresenta o menor consumo.

#### b) Água não potável

Apresenta-se a seguir os dados de consumo per capita de água não potável ao longo das semanas monitoradas nos apartamentos.

**Figura 10: Variação do índice de consumo per capita de água não potável nos dias da semana.**

Nota-se que, embora os valores mais elevados estejam situados nos dias úteis, não há uma variação acentuada no consumo per capita de água não potável durante os dias da semana, inclusive nos finais de semana (Figura 10).

Com vistas a uma avaliação mais acurada, foram calculados parâmetros estatísticos adicionais apresentados na tabela que se segue.

**Tabela 6: Análise estatística do consumo per capita de água não potável por dia da semana.**

Parâmetro	Unidade	Resultado						
		Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom
Nº de eventos (n)	-	10	11	11	11	11	11	11
Máximo	l/hab.dia	70	61	61	70	53	51	57
Mínimo	l/hab.dia	40	40	32	39	36	29	35
Mediana	l/hab.dia	53	47	45	46	46	37	41
Média	l/hab.dia	52	49	46	50	45	39	43
Desvio Padrão	l/hab.dia	9	7	10	9	6	7	8
Coeficiente de variação	%	18	15	22	19	13	17	18



Na Tabela 6 é possível verificar que os valores de média e mediana são próximos entre si, considerando um mesmo dia da semana, e os valores do coeficiente de variação não ultrapassam 22%, o que demonstra baixa variabilidade nos dados das séries.

Tais resultados demonstram que o consumo médio de água nas descargas das bacias sanitárias dos apartamentos se mantém praticamente constante durante todos os dias da semana, inclusive sábados e domingos.

## COMPARAÇÃO DE ÍNDICES DE CONSUMO DE ÁGUA

Apresenta-se a seguir o resumo dos índices de consumo per capita e por área de água potável levantados na bibliografia e os obtidos nesta pesquisa, inclusive os índices para água não potável calculados com base nos valores medidos.

**Tabela 7: Índices de consumo médio de água.**

Autor/Entidade	Ano	Per capita (l/hab.dia)	Por área (l/m².dia)	Observações
Rodrigues	2005	155	5	Edificação SIMIC (dotadas de bacias sanitárias com caixa acoplada e sistema de medição individualizada do consumo de água).
		189	6	Edificação BASC (dotadas de bacias sanitárias com caixa acoplada).
		223	6	Edificação SECO (sem dispositivos economizadores).
Pertel et al.	2008	214	7	Edificação convencional (verão)
		237	8	Edificação convencional (inverno)
SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento	2006	200	-	Consumo médio na cidade de Vitória
Resultado desta pesquisa	2008	152	3	Água potável na edificação com reuso de água cinza
		46	1	Água não potável na edificação com reuso de água cinza
		198	4	Consumo total (potável e não potável)

Observa-se na Tabela 7 que, as médias de consumo per capita e por área de água potável calculadas no presente estudo, foram as menores dentre as apresentadas na literatura consultada.

Ao comparar com os resultados obtidos por Pertel et al. (2008), constata-se que houve uma redução de aproximadamente 29% do consumo per capita no verão e de 40% em relação ao valor de consumo per capita no inverno. Além disso, o índice de consumo por área apresentou redução de 57% e 63% para o verão e inverno, respectivamente.

Entretanto, tal resultado deve ser visto com ressalvas, visto que o consumo per capita obtido na edificação dotada de sistemas avançados de conservação de água aproxima-se ao apresentado por Rodrigues (2005) para edificações dotadas apenas de sistema de medição individualizada e bacias sanitárias com caixa acoplada.

Contudo, é válido lembrar que a edificação estudada por Pertel et al. (2008) encontra-se no mesmo bairro, possui o mesmo padrão construtivo e tem aproximadamente a mesma idade da edificação do presente estudo, além de ser ocupada por uma classe social de alto poder aquisitivo. Enquanto a amostragem feita por Rodrigues (2005) para o estudo do consumo per capita de água dos edifícios SIMIC não apresenta tantas semelhanças quanto às observadas em Pertel et al. (2008). A área média dos edifícios SIMIC, por exemplo, é de 112 m², enquanto o edifício do presente estudo é de 189 m².



São apresentados, adicionalmente, os índices referentes ao consumo de água não potável calculados nesta pesquisa. Verifica-se que o índice de consumo de água não potável por área apresenta valor próximo a 1 l/m<sup>2</sup>.dia e um per capita de 46 l/hab.dia, representando 23% do consumo de água total nos apartamentos.

Um outro resultado interessante, verificável na Tabela 7, é que, com a soma dos índices de consumo per capita potável e não potável da edificação em estudo, o valor total deste índice (198 l/hab.dia) aproxima-se dos demais apresentados, indicando, portanto, que a quantidade total de água consumida nas residências não apresentou redução considerável. Entretanto, ressalta-se que o volume utilizado de água potável é consideravelmente menor, dada a parcela de água de reúso utilizada. Além disso, o índice de consumo por área de água potável e não potável (4 l/m<sup>2</sup>.dia) mostrou-se menor dentre todos os valores apresentados para outras edificações.

## CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos, conclui-se que o consumo de água não potável representa uma parcela significativa (24%) do consumo de água na edificação estudada, indicando a potencialidade da adoção de um sistema de reúso de águas cinzas em edifícios residenciais, que além da utilização em bacias sanitárias, contribui significativamente nas atividades de limpeza e irrigação das áreas do condomínio.

Outra constatação importante é que o perfil de consumo de água potável ao longo dia é diretamente afetado pela rotina diária vivenciada na maioria das zonas urbanas – nas quais, de modo geral, as pessoas saem das suas residências pela manhã, retornando apenas à noite – tendendo a diferir-se do perfil de consumo apresentado pela literatura, já que este computa o consumo global das cidades.

Arelado a isto, tem-se ainda a influência do comportamento característico de moradores de alto poder aquisitivo no consumo de água ao longo da semana, fazendo com que o consumo nos finais de semana e feriados seja consideravelmente menor que nos demais dias, visto que a população do prédio, em sua maioria, costuma ausentar-se deste para realizar viagens, passeios ou visita a uma segunda residência. Em contrapartida, o consumo na segunda-feira mostrou-se mais elevado, dado o aumento das atividades de lavagem de roupas e limpeza da residência.

Outra conclusão que se pode chegar diz respeito à tendência de periodicidade da curva de variação de consumo per capita de água potável, visto que, o comportamento da curva tende a se repetir a cada ciclo semanal.

Ademais, foi observado que o índice de consumo per capita total da edificação em estudo (198 l/hab.dia) aproxima-se do verificado para outras edificações. Entretanto, os índices de consumo per capita e por área de água potável calculados no presente estudo – 152 l/hab.dia e 3 l/m<sup>2</sup>.dia, respectivamente – foram os menores dentre os apresentados na literatura, destacando-se a redução quando comparado aos resultados obtidos por Pertel et al. (2008) para uma edificação que muito se assemelha à edificação estudada, entretanto possui sistema hidro-sanitário convencional. Desta forma, este resultado vem a incentivar a aplicação dessas técnicas, com vistas a uma potencial economia e ao desenvolvimento sustentável.

Diante do exposto neste estudo, nota-se que a redução de consumo de água potável proporcionada por um sistema de reúso de águas cinzas traz consigo uma importante contribuição para o uso sustentável do recurso água e conseqüente qualidade ambiental.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. GOMES, H. P. Sistemas de Abastecimento de Água: Dimensionamento Econômico e Operação de Redes e Elevatórias. 2. ed. João Pessoa Editora: Universitária-UFPB, 2004.
2. GONÇALVES, R. F. (Coord.) Uso Racional de Água em Edificações. 1. ed. Projeto PROSAB. Rio de Janeiro: ABES, Sermograf, 2006.
3. GONÇALVES, O. M.; OTO, E. I.; OLIVEIRA, L. H. Tecnologias Poupadoras de Água nos Sistemas Prediais. Documento técnico de apoio nº F1 ao Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Presidência da República, Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano e Secretaria de Política Urbana. Brasília, 1998.



4. MARCKA, E. Planos Regionais e Locais de Combate ao Desperdício de Água. Documento técnico de apoio nº A5 ao Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Presidência da República, Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano e Secretaria de Política Urbana. Brasília, 2004.
5. PERTEL, M.; GUSS, J.; DIAS, N.A.; GONÇALVES, R.F. Avaliação Sazonal do Consumo de Água e Energia em uma Edificação Residencial. SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO, 7., 2008, Lisboa. Artigo aceito. Lisboa, 2008.
6. ROCHA, A. L.; BARRETO, D.; IOSHIMOTO, E. Caracterização e Monitoramento do Consumo Predial de Água. Documento técnico de apoio nº E3 ao Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Presidência da República, Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano e Secretaria de Política Urbana. Brasília, 1998.
7. RODRIGUES, L. C. S. Avaliação da Eficiência de Dispositivos Economizadores de Água em Edifícios Residenciais em Vitória – ES. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2005.
8. SNIS, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Série histórica referente aos serviços de água e esgotos (1995-2006) e manejo de resíduos sólidos (2002-2006). Disponível em: <[www.snis.gov.br](http://www.snis.gov.br)>. Acesso em: 30 de maio de 2008.