

II-137 - PRODUÇÃO DE ÁGUA CINZA E CONSUMO DE ÁGUA DE REÚSO EM UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL

Monica Pertel⁽¹⁾

Doutoranda em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro COPPE/UFRJ.

Ricardo Franci Gonçalves

Professor associado do Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo.

Endereço⁽¹⁾: 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 / (21) 2562 – 7984 e-mail: franci@npd.ufes.br

RESUMO

Há uma nítida tendência do setor da construção civil, nos países industrializados principalmente, no desenvolvimento de edifícios que adotam medidas de consumo sustentáveis. Soluções que exigem uma profunda revisão do uso da água, da energia e do gerenciamento de resíduos nas residências, visando à redução do consumo de água potável e, consequentemente, da produção de águas residuárias e da energia gasta nos processos. Visto que o consumo residencial é responsável por uma grande parcela do consumo urbano de água, chegando a cerca de 83% de acordo com Penna et al (2000) em estudo realizado em Minas Gerais. Visando estudar a conservação de água, esse trabalho avaliou quantitativamente a economia gerada em uma edificação residencial multifamiliar na cidade de Vitória – ES dotada de um sistema de reúso de águas cinza. O monitoramento foi realizado de janeiro a setembro de 2008, por meio de leituras diárias, sempre às 8h, de todos os hidrômetros além do levantamento de perfis de consumo de 24h e de índices *per capita*, por área e por dormitório. Foi realizado, ainda, o balanço hídrico e calculado o coeficiente de retorno. Os resultados indicam que o consumo de água de reúso corresponde a cerca de 22% do consumo de água total da edificação, utilizada na descarga da bacia sanitária, na rega das áreas permeáveis e na lavagem de área comum. Além disso, do total de água cinza produzida apenas aproximadamente 32% é utilizada no edifício, havendo um excedente de cerca de 68% não aproveitado, que segue para a rede da concessionária. A maior parte do consumo de água de reúso ocorre nos apartamentos, seguido da área comum e da área de lazer. Assim, os resultados indicam que a economia proporcionada pelo reúso de água cinza poderia ser ainda maior, diminuindo ainda mais o consumo de água potável e a geração de esgoto sanitário.

PALAVRAS CHAVE: Conservação de água, Água cinza, Água de reúso.

INTRODUÇÃO

A busca pela sustentabilidade no meio urbano compreende o uso das mais variadas práticas possíveis de conservação dos recursos como água e energia. Nesse sentido, a parcela referente ao consumo de água e energia nas residências é estratégica para a concepção de programas de conservação desses recursos. Na cidade de Vitória, o consumo de água residencial corresponde a aproximadamente 85% do consumo total urbano (dados da CESAN de 2002 e 2003) RODRIGUES (2005).

TSUTIYA (2005) estima um consumo médio de água nas residências brasileiras de cerca de 200L/hab.dia⁻¹, podendo variar de 50 a 600L/hab.dia⁻¹. De acordo com SNIS (2006), o consumo *per capita* médio do Brasil foi de 169L/hab.dia⁻¹ sendo que a Região Sudeste apresentou um consumo médio de 177L/hab.dia⁻¹, superior à média do país. Penna et al., (2000) em uma pesquisa realizada para o estado de Minas Gerais, encontraram uma média de consumo de 148L/hab.dia⁻¹, com aproximadamente 83% desse consumo de origem residencial. Heller e Pádua (2006) ressaltam que dependendo das condições climáticas, das características socioeconômicas e culturais da população, o consumo externo pode até superar o interno.

Há uma nítida tendência do setor da construção civil, nos países industrializados, principalmente, no desenvolvimento de edifícios que adotem medidas de consumo sustentáveis (LEED, 2008), em uma tentativa de minimizar o consumo e o desperdício decorrente do uso incorreto. Dentre as características destas edificações, destacam-se o uso racional da água e a conservação da energia. Soluções como estas exigem uma profunda

revisão do uso da água nas residências, visando à redução do consumo de água potável e, conseqüentemente, da produção de águas residuárias e da energia gasta nos processos. A eficiência energética em edifícios residenciais está vinculada ainda aos padrões tecnológicos dos sistemas e equipamentos instalados, às suas características arquitetônicas, ao clima local e ao grau de consciência dos usuários para o uso racional da energia PROCEL ELETROBRÁS, (2001). Segundo Tavares (2006) o termo começa a ser cada vez mais comum aos brasileiros. O mercado imobiliário começa a ter uma visão dos atrativos, tanto comerciais quanto ambientais que esses empreendimentos proporcionam, além do retorno financeiro garantido.

Kats (2003) diz que alguns dos benefícios dos edifícios inteligentes são de fácil mensuração, como o consumo de água e energia, enquanto outros são um pouco mais difíceis como uso de materiais recicláveis e melhorias no ambiente interno. A maneira indicada de se projetar uma edificação ecologicamente correta seria dividir o edifício em seus componentes básicos: o que entra, o que sai e como os fatores internos e externos se relacionam. Dessa maneira procurar maximizar a eficiência, reduzindo os efeitos adversos ao ambiente na fase de construção e também de funcionamento (Yang, 1999).

Nesse contexto, este trabalho pretendeu avaliar a produção de água cinza e o consumo de água de reúso em uma edificação residencial multifamiliar em Vitória – ES. Verificar o balanço hídrico e a consequente redução no volume de água potável necessária ao abastecimento e a diminuição do esgoto sanitário lançado na rede de captação.

MATERIAIS E MÉTODOS

CONSIDERAÇÕES GERAIS

O edifício dotado de reúso (Figura 1) está localizado na Rua Constante Sodré, 1323, Praia do Canto - Vitória – ES, bairro de classe média alta de acordo com a classificação da prefeitura municipal, baseada no estudo de Baptista, (2001). Apresenta um elevado índice de qualidade ambiental urbana – IQAU, de 74% de acordo com pesquisa desenvolvida por Zorzal (1998), sendo considerado o quarto melhor bairro para se morar na capital. A ocupação deste prédio, iniciada em agosto de 2007, é do tipo residencial multifamiliar, com dois apartamentos por andar.



Figura 1: Edificação dotada de reúso de águas cinza.

Conforme memorial descritivo, a edificação é constituída por 20 pavimentos, sendo: 1 térreo, 1 pavimento técnico, 2 pavimentos de garagem, 15 pavimentos de apartamentos e 1 cobertura, totalizando 8.427,03m² de área de construção. No térreo está localizada a entrada principal de moradores e funcionários, havendo 121,20m² de área permeável, recepção, portaria, salão de festas, quadra de squash, copa para funcionários, além de 2 lavatórios no salão de festas e 1 W.C. na portaria. No pavimento técnico está instalada a Estação de Tratamento de Águas Cinza (ETAC) com 27m² (Figura 2), em seguida têm-se os dois pavimentos de garagem, o primeiro com 48 vagas e o segundo com 52 vagas. O pavimento tipo possui 174,48m² de área utilizada, sendo constituído por 4 quartos, 3 banheiros, 1 W.C., 1 lavabo, 1 sala, área de serviço, cozinha, dependência, circulação e 3 varandas. Na cobertura encontra-se a área de lazer com piscina, sauna, churrasqueira, copa, 3

lavatórios e academia de ginástica. A Tabela 1 mostra os pontos de consumo de água com destaque aos locais de coleta de água cinza.

Tabela 1: Pontos do consumo de água potável e não potável na edificação.

Pavimentos	Tipo de água	Acessórios	Locais de uso
Térreo	Potável	1 chuveiro e 3 lavatórios, 1 tanque e 1 pia	W.C., lavabo e copa
	Não potável	3 bacias sanitárias e 2 torneiras	W.C., lavabo e jardim
Pav. Técnico	não potável	1 torneira	ETAC
G1 e G2	Não potável	9 torneiras	Estacionamento
4º ao 18º (apartamentos)	Potável	4 chuveiros, 5 lavatórios, 1 pias, 1 tanque e 1 máquina de lavar	W.C., lavabo, cozinha e área de serviço
	Não potável	5 bacias sanitárias	W.C. e lavabo
Cobertura (área de lazer)	Potável	2 duchas, 2 lavatórios e 3 pias	Lavabo, sauna, piscina, churrasqueira e copa
	Não potável	3 bacias sanitárias e 1 torneira	Lavabo e área privativa

O sistema hidrossanitário na edificação foi concebido de forma a coletar as águas residuárias segregadas em águas cinza e águas negras (efluentes de vasos sanitários) e duas linhas independentes e exclusivas para o abastecimento de água: uma de reúso e a outra de água potável. As águas cinza e as águas negras são coletadas por tubulações distintas e conduzidas a tratamentos diferenciados. Após o tratamento da água cinza há um reservatório inferior e outro superior para armazenagem e distribuição da água de reúso. Os reservatórios de água de reúso e água potável são independentes. Foi prevista a reversão do sistema de reúso para abastecimento com água potável, em caso de necessidade. Em caso de falta de água de reúso o reservatório de água de reúso pode ser abastecido com água potável, para isso é necessário realizar um processo manual de abertura e fechamento de válvulas das tubulações de recalque. Não há risco de contaminação da tubulação de água potável com água de reúso, visto que a tubulação de água potável chega no reservatório do lado oposto da de água de reúso. As águas negras ou fecais são conduzidas à rede pública de esgoto sanitário

Todo o efluente proveniente dos chuveiros, lavatórios, tanques e máquinas de lavar roupas são coletados por um ramal predial especial de coleta de águas cinza e conduzido por gravidade à ETAC (Figura 2).



Figura 2: Estação de Tratamento de Águas Cinza – ETAC.

Nesta estação de tratamento, inicialmente o efluente passa pela unidade de pré-tratamento, denominada de gradeamento (caixa de entrada), onde será retido todo o material grosseiro. Em seguida, há uma associação em série dos processos biológicos RAC (Reator Anaeróbio Compartimentado), Filtro Biológico Aerado Submerso (FBAS), Decantador Secundário (DEC), tanque de equalização (TQE), Filtro Terciário (FT) e Desinfecção por cloração. Conforme observado na Figura 3.

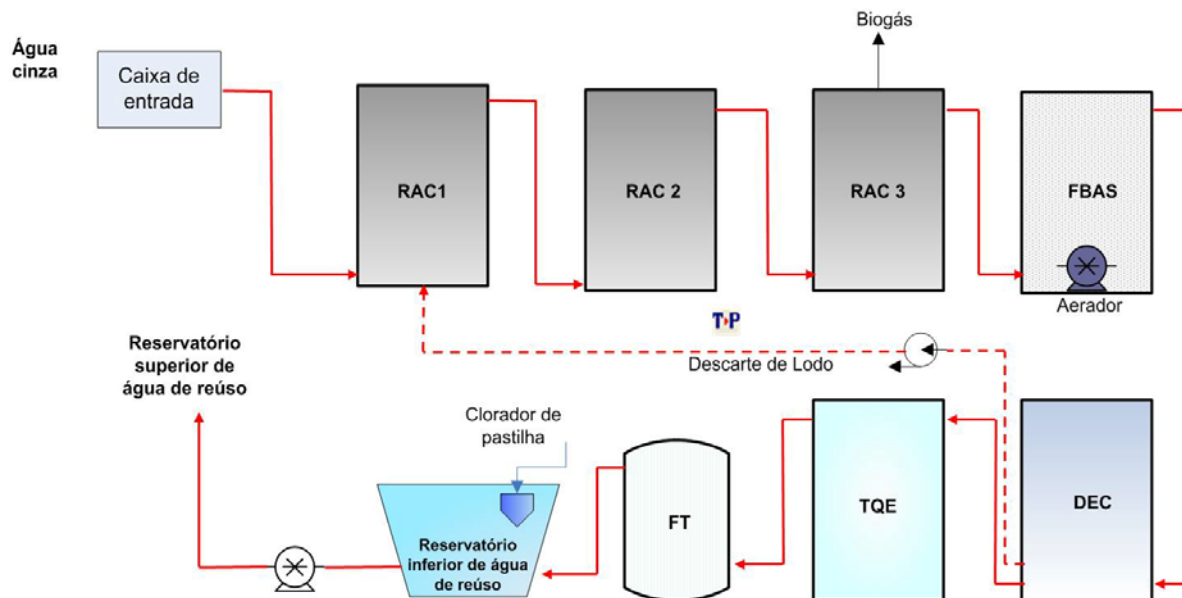


Figura3: Etapas do tratamento na ETAC.

O edifício possui sistema de medição individual, apresentando um hidrômetro por apartamento para monitorar o consumo de água fria e ainda conta com o medidor da concessionária, com um total de 31 hidrômetros. A fim de complementar o sistema de medição já existente e setorizar o consumo instalaram-se mais oito hidrômetros, nos seguintes pontos para o edifício:

- Colunas de alimentação de água potável e reúso (Ciasey 2");
- Área de lazer e uso do condomínio para água potável e reúso (LAO ½");
- ETAC – Entrada e saída do tratamento (Ciasey 1 ½").

O edifício possui o aquecimento da água feito por meio de um aquecedor de gás de passagem ou acumulação por apartamento, havendo misturadores de água nos banheiros. Há pontos de água quente nos banheiros e na cozinha. Apresenta ainda, medidas de economia de água na concepção de seu sistema hidrossanitário, como caixas acopladas nas bacias sanitárias, arejadores nas torneiras de pias e lavatórios.

MONITORAMENTO DO CONSUMO

O monitoramento do consumo de água e energia no edifício foi realizado em duas etapas: a primeira entre fevereiro e maio (verão) e a seguinte de junho a setembro (inverno) de 2008. Os meses foram escolhidos a fim de correlacionar posteriormente os consumos nas estações de verão e inverno, ou seja, em meses quentes e frios. Em cada etapa, o acompanhamento do consumo foi realizado por meio de leituras diárias, sempre às 8h, de todos os hidrômetros e medidores de energia da edificação, além do levantamento de perfis de consumo de 24h. No caso dos perfis, as leituras dos hidrômetros foram registradas a cada 2h, também com início às 8h. Foram gerados quatro perfis de 24h, dois em dias de quarta-feira e dois em dias de quinta-feira.

O analisador de grandezas elétricas, modelo RE6000 EMBRASUL, foi instalado na edificação em março de 2008. O edifício possui quatro motores da marca WEG com 5,0cv de potência, sendo dois para o recalque de água potável e dois para o recalque de água de reúso. As bombas que recalcam água potável são acionadas cerca de quatro vezes durante os dias da semana e de duas a três vezes nos finais de semana, permanecendo

ligada durante aproximadamente 50 minutos por acionamento. As bombas de recalque de água de reúso são acionadas quatro vezes durante os dias da semana e três vezes nos finais de semana e permanecem ligadas cerca de 17 minutos por acionamento.

DETECÇÃO DE VAZAMENTOS

Com a setorização do consumo foi possível realizar a detecção de vazamentos na edificação, para o setor compreendido entre o hidrômetro geral e as colunas de abastecimento. As perdas foram detectadas por meio da diferença dos volumes. Perdas no setor compreendido entre as colunas e os apartamentos foram calculadas por meio da diferença entre a soma do volume consumido nos apartamentos e o volume medido nos hidrômetros das colunas. Além disso, foi verificado o volume consumido das 2 às 4h, visto que, de acordo com Gonçalves e Alvim (2005) a vazão mínima noturna é o principal indicador do nível de perdas, principalmente em áreas residenciais.

TRATAMENTO DOS DADOS

Para o cálculo do balanço hídrico foi utilizado o consumo médio de água potável e de água de reúso dos apartamentos no período de abril a setembro de 2008. Para o cálculo das águas negras utilizou-se o volume de águas cinza das descargas das bacias sanitárias, o volume de água cinza que chega à ETAC, que corresponde ao consumo do chuveiro, máquina de lavar roupas, lavatórios e tanque e como efluente da cozinha foi considerado cerca de 15% do volume de água potável consumida na edificação, que de acordo com testes realizados pela DECA é o consumo aproximado de água nesse setor.

Considerou-se um valor teórico de consumo na área da cozinha, pelo fato de o efluente proveniente da pia não ser aproveitado como água cinza seguindo os princípios de Nolde (1999). Por esse motivo o efluente da cozinha segue juntamente com o da bacia sanitária para o coletor de águas servidas da concessionária, não sendo possível, com isso, mensurá-lo efetivamente.

O cálculo de “c” coeficiente de retorno, foi realizado por meio da relação entre o volume de esgoto gerado (água cinza), chuveiros, pias de cozinha, lavatórios e máquina de lavar roupas e (água negra) bacia sanitária e pia da cozinha em (L/dia) e a água consumida nos diversos setores da edificação (potável) chuveiros, pias, lavatórios, máquina de lavar e (de reúso) bacias sanitárias em (L/dia), ou seja:

$$c = \text{Vesgoto} / \text{Vágua} \quad (1)$$

Para o cálculo da produção de água cinza e consumo de água de reúso e de água potável para os dias da semana, foi utilizada a média *per capita* dos valores de cada dia em (L/hab.dia-1), para o período de abril a setembro considerando-se toda a população da edificação (78 pessoas).

Para o cálculo da setorização do consumo de água de reúso, foi utilizado o valor total consumido por setor em (m³/dia).

A manipulação dos dados de consumo de água e energia foi realizada com auxílio dos programas Microsoft Excel®, SPSS for windows 11.5 e ANL6000 – Embrasul.

RESULTADOS

BALANÇO HÍDRICO

Foi realizado um balanço hídrico para determinar a quantidade de água potável consumida nos apartamentos (entrada) e a quantidade de água negra gerada (saída). Por meio da relação entre água consumida e esgoto gerado foi estabelecido o coeficiente de retorno (Tabela 2).

Tabela 2: Balanço hídrico da edificação

Balanço hídrico

Entrada (l/dia)		Saídas (l/dia)		
Água potável	13628	Água cinza	3.092	
		Água negra	3.785	
		Efluente da cozinha	2.612	
Total de entradas		13.628	Total de saídas	9.489

O coeficiente de retorno obtido por meio da realização do balanço hídrico da edificação é apresentado juntamente com valores definidos pela norma técnica para projetos de redes (Tabela 3).

Tabela 3: Comparativo dos coeficientes de retorno

Local	Condições de obtenção dos valores	Coeficiente de retorno	Autor	Ano
Vitória	Edificação multifamiliar	0,69	Esta pesquisa	2008
Brasil	Recomendações para projeto	0,7 a 0,8	NBR 9649	1986

O coeficiente de retorno encontrado para a edificação, se comparado a recomendados para projetos pela ABNT (1986), mostra-se menor. No entanto, a comparação do coeficiente de retorno encontrado na edificação com valores da literatura técnica é difícil de ser realizado por se tratar de sistemas diferentes. Porém, a comparação realizada permite inferir que o valor encontrado, possivelmente é influenciado pelo aporte de água de reúso à edificação, diminuindo assim, o volume de água potável consumido e, conseqüentemente, o volume de esgoto gerado.

OFERTA E DEMANDA

A água cinza é proveniente das águas residuárias do chuveiro, dos lavatórios e das máquinas de lavar roupas, coletadas por tubulações próprias. A água de reúso, proveniente do tratamento das águas cinza é utilizada para a descarga das bacias sanitárias, para limpeza da área comum, lavagem de automóveis e rega da área permeável da edificação. A produção *per capita média* ($L/hab.dia^{-1}$) por dia da semana de águas cinza (oferta) e o consumo *per capita* ($L/hab.dia^{-1}$) médio de água de reúso (demanda) são demonstrados na Figura 4. Foi considerada toda a população da edificação 78 pessoas.

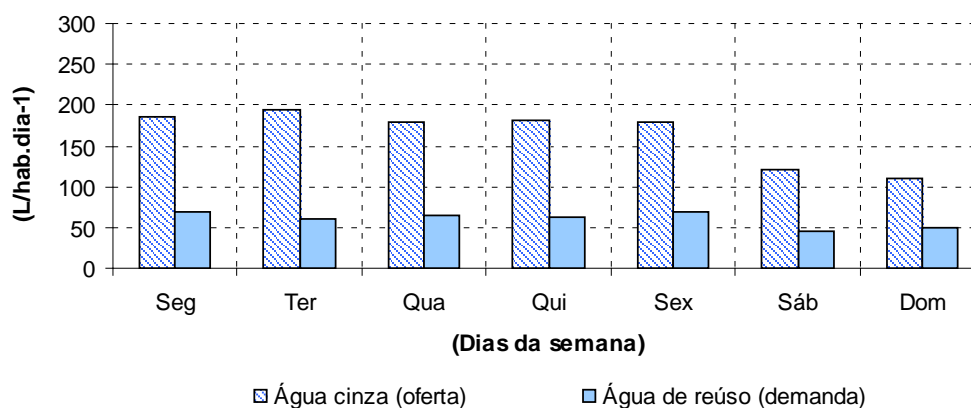


Figura 4: Oferta e demanda *per capita* de água de reúso para a edificação

A demanda de água de reúso foi suprida todos os dias da semana. A edificação possui uma demanda de cerca de 32%, havendo um excedente de aproximadamente 68% de água cinza que não são aproveitados, sendo desviada por sistema by pass para a rede de coleta de águas servidas do edifício. Somente com o reúso de menos da metade da água cinza tratada já há uma grande economia para a edificação, podendo ser ainda maior se parte dessa água cinza não utilizada fosse disponibilizada à prefeitura ou à vizinhança, a um custo reduzido, para rega de praças, jardins ou ruas.

A ETAC foi projetada de acordo com os dados de população de projeto da edificação, e atualmente observa-se que a ocupação é inferior ao projetado, por esse motivo a estação possui uma capacidade de tratar uma quantidade bem superior de águas cinza do que é produzido na edificação e da quantidade de águas cinza produzida, apenas 32% são aproveitadas como água de reúso, demonstrando que a estação poderia ser mais compacta. Por esse motivo, os dados de monitoramento são muito importantes, visto que servem de subsídio para novos projetos de ETACs.

A relação entre o consumo médio semanal per capita (L/hab.dia-1) de água potável e o consumo médio per capita (L/hab.dia-1) de água de reúso é apresentada na Figura 5. Foi considerado o período de abril a setembro e toda a população da edificação (78 pessoas).

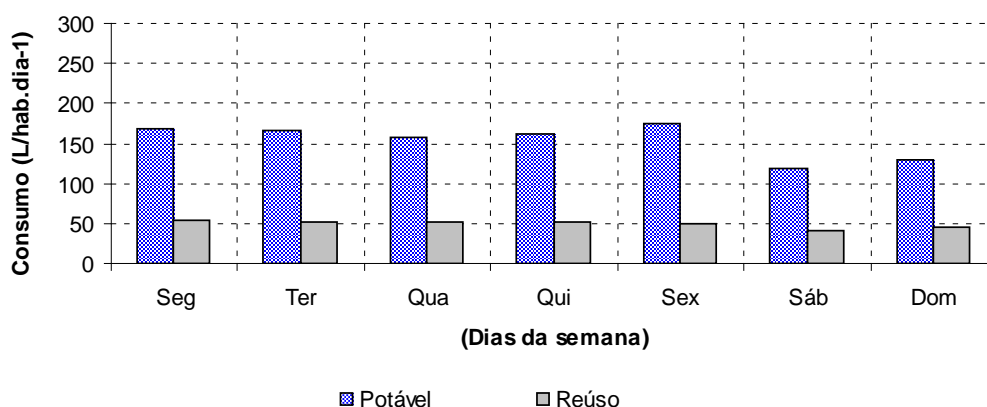


Figura 5: Consumo *per capita* de água potável e água de reúso na edificação

A água de reúso corresponde a cerca de 22% do total de água consumida na edificação. Sendo utilizada para bacias sanitárias, limpeza da área comum e rega de área permeável. Durante a pesquisa foi observado um aumento dessa proporção, e de acordo com o projeto da ETAC esse consumo pode alcançar cerca de 30%. A água de reúso proporciona um abatimento na conta de água da edificação e a possibilidade de uso de outra parcela dessa água pelos vizinhos e pela prefeitura pode aumentar ainda mais esse abatimento, principalmente na conta do condomínio.

SETORIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL E ÁGUA DE REÚSO NO EDIFÍCIO

O consumo de água de reúso e água potável (m³/dia) na edificação é dividido em três setores: apartamentos (bacia sanitária), área de lazer (bacias sanitárias e limpeza) e área comum (bacias sanitárias, rega de área permeável e limpeza). Por meio da setorização é possível observar a distribuição desse consumo (Figura 6).

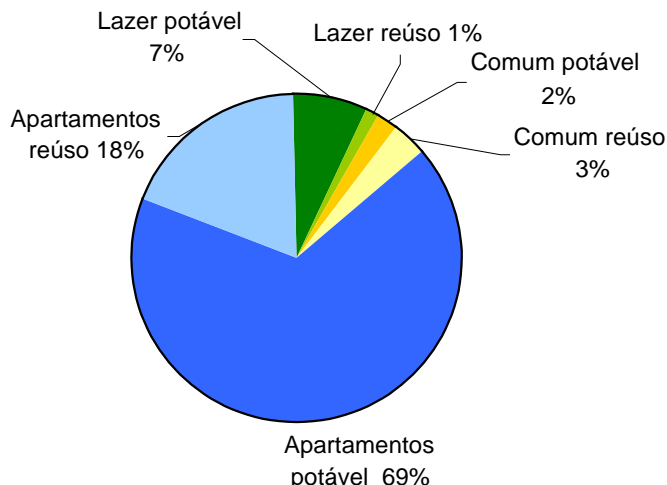


Figura 6: Setorização do consumo de água potável e água de reúso (m³/dia) para a edificação dotada de reúso

O consumo de água potável e de água de reúso (não potável) é maior para os apartamentos, correspondendo cerca de 12m³/dia de água potável e 3,5m³/dia de água de reúso, aproximadamente. O consumo de água potável na área de lazer também é significativo cerca de 1,3m³/dia e deve-se ao uso do local para realização de festas e eventos do condomínio, além da limpeza e manutenção da piscina. O consumo de água de reúso neste setor, não é significativo, cerca de 0,2m³/dia, pois corresponde apenas ao consumo de duas bacias sanitárias e uma torneira de limpeza geral. A área comum, ao contrario da área de lazer, apresenta maior porcentagem de consumo de água de reúso, cerca de 3% correspondendo a aproximadamente 0,6m³/dia, sendo a mesma utilizada para a rega da área permeável (5 vezes na semana), limpeza da área comum (3 vezes na semana) e descarga de 3 bacias sanitárias. O consumo de água potável corresponde a 2% e cerca de 0,4m³/dia.

CONCLUSÕES

A análise do consumo de água potável e geração de esgoto sanitário na edificação resultou na obtenção de um coeficiente de retorno de 0,69, valor provavelmente influenciado pelo aporte de água de reúso no volume total de água consumida na edificação;

Do consumo total de água da edificação, 22% são de água de reúso (bacias sanitárias, rega de área permeável e limpeza externa. Observou-se, ainda, um excedente de cerca de 68% de água cinza que não é utilizada, seguindo diretamente para a tubulação coletora de águas servidas, ou seja, de toda água cinza gerada na edificação apenas 32% é utilizada;

A setorização do consumo de água potável e de reúso permite observar que o maior consumo é dos apartamentos, tanto para água potável quanto para água de reúso. A área de lazer apresenta um consumo maior de água potável que de reúso, e a área de uso comum apresenta um maior consumo de água de reúso do que de água potável;

A avaliação da produção de água cinza e do consumo de água de reúso comprovou a viabilidade desta forma de conservação dos recursos hídricos, visto que com a utilização de menos da metade do volume disponível de água cinza há uma economia significativa no volume de água consumido podem variar de 20 a 30% em uma edificação, a negociação do restante dessa água cinza tratada (água de reúso) pode acarretar uma economia maior para a edificação e, além disso, ocorre a diminuição do volume de esgoto gerado que pode contribuir para uma nova concepção de projetos de redes coletoras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário: NBR 9649. Rio de Janeiro, 1986.
2. BAPTISTA, F. R. da Matta. Caracterização física e comercial do lixo urbano de Vitória-ES, em função da classe social da população geradora. 2001. 263 f. Dissertação de mestrado – Programa de Mestrado em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2001.
3. GONÇALVES, E.; ALVIM, P. R. A. Guia Prático para Pesquisa e Combate a Vazamentos não Visíveis.
4. Brasília, DF: Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água - PNCD, Ministério das Cidades, 2005.
5. HELLER, Léo, PÁDUA, Valter Lúcio de. Abastecimento de água para consumo humano. Editora UFMG, Belo Horizonte, 2006.
6. KATS, G. The costs and financial benefits of green buildings, 2003. Disponível em <www.usgbc.org>. Acesso em: 19 mar. de 2009.
7. LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). Disponível em: <http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CMSPageID=64> Acesso em 12 nov. de 2008.
8. NOLDE, E. Greywater reuse systems for toilet flushing in multi-story buildings – over ten years experience in Berlin. Urban Water. v. 1, n. 4, p. 275-284, 1999.
9. PENNA, J. A.; SOUZA, B. A.; SOUZA, F. Análise do consumo *per capita* de água de abastecimento de cidades de Minas Gerais com população de 10000 a 50000 habitantes. In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 9., Porto Seguro, 1993.
10. PROCEL, ELETROBRÁS, Orientações Gerais para Conservação de Energia Elétrica em Prédios Públicos. Primeira Edição Rio de Janeiro. Abril, 2001.
11. RODRIGUES, L. C. S. Avaliação da eficiência de dispositivos economizadores de água em edifícios residenciais em Vitória-ES. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)–Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.
12. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS –Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2006. Brasília: Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República – SEDU/PR; Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada –IPEA.
13. TAVARES, C. Negócio sustentável. Revista construção mercado Nº 55, 2006.
14. TSUTIYA, M. T. Abastecimento de água. 2. edição São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005.
15. YANG, K. The Green Skyscraper – The basics for designing sustainable intensive buildings. Londres, 1999.
16. ZORZAL, F. M. B. Indicador de qualidade ambiental urbana para o município de Vitória. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)–Programa de Pós- Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 1998.