

**SOLUÇÕES ALTERNATIVAS PARA  
GERENCIAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS  
NUMA EDIFICAÇÃO PROPOSTA PARA O CAMPUS  
UNIVERSITÁRIO DA UFES**

*Karolyna Costa Aguiar (1); Cristina Engel de Alvarez (2);  
Ricardo Franci Gonçalves (3);*

(1) Mestranda do Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental - UFES; karolaguiar@gmail.com

(2) Prof. Dr.ª, Depart.º de Arquitetura e Urbanismo – UFES.

(3) Prof. Dr.º Depart.º de Engenharia Ambiental – UFES.

**RESUMO**

**Objetivo:** propor um ensaio projetual de um Núcleo de Saneamento Ecológico para o campus universitário da Ufes, utilizando os conceitos de conservação e uso racional de água em edificações. **Método:** a pesquisa foi desenvolvida em três etapas: I. revisão de literatura; II. desenvolvimento do ensaio projetual; III estimativa da eficiência no consumo de água e a geração de águas residuárias do Núcleo atingida por meio de uma metodologia de comparação entre o uso de equipamentos convencionais (Cenário Convencional) e o uso de sistemas e equipamentos economizadores de água (Cenário Economizador proposto). **Resultados:** o manejo das águas residuárias do Núcleo foi feito de forma a segregá-las nas suas origens o que possibilitou tratamentos mais simplificados e o reaproveitamento de substâncias. Também foram utilizados: o aproveitamento de água pluvial e o reúso de águas cinza para rega de jardim e lavagem de área pavimentada, e ainda aparelhos economizadores como mictórios e sanitários secos (os excrementos humanos podem ser utilizados como adubo e fertilizante nos jardins). Com a adoção dessas medidas, estima-se uma economia de 73% no consumo diário de água potável e uma redução de 63% na produção de águas residuárias no Cenário Economizador se comparado ao Cenário Convencional.

**INTRODUÇÃO**

A escassez de água assim como sua poluição e o uso não consciente, tem gerado discussões de âmbito internacional que apontam para uma nova postura humana em relação a esse recurso. A indústria da construção civil é uma das principais poluidoras do meio ambiente e utilizadora dos recursos naturais. No entanto, de forma a tentar reverter essa situação, cabe a ela desenvolver tecnologias limpas. Medidas de conservação de água como o reúso de águas residuárias, o aproveitamento de água pluvial, a utilização de equipamentos economizadores de água estão sendo adotadas em edifícios, pois reduzem o consumo de água potável e a geração de esgoto. Nesse contexto, teve-se como objetivo desenvolver um ensaio projetual para o Núcleo de Saneamento Ecológico da Ufes, que incorporasse medidas de conservação e uso racional de água. Dentre outros resultados, objetivou-se, ainda, avaliar teoricamente a eficiência no consumo de água e na geração de águas residuárias do projeto proposto.

**MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa foi desenvolvida em três etapas: embasamento teórico, desenvolvimento do ensaio projetual e avaliação dos resultados. Inicialmente realizou-se uma revisão bibliográfica acerca dos equipamentos e medidas de conservação de água em edificações, obtendo-se o necessário embasamento teórico para desenvolvimento do ensaio projetual. O resultado teórico da eficiência no consumo de água e na geração de águas residuárias do Núcleo foi obtido por meio da montagem de

dois cenários: o Cenário Convencional - caracterizado pelo uso de equipamentos hidráulicos convencionais e sem a utilização de medidas de conservação de água - e o Cenário Economizador proposto, diferenciado em função do emprego de aparelhos e sistemas de conservação de água.

**Estimativa do consumo de água**– o consumo diário total de água em cada aparelho de uso individual (bacia sanitária, mictórios, torneiras, bebedouro) foi estimado levando-se em consideração a frequência que o aparelho é utilizado por dia por pessoa; o tempo de utilização; o número de usuários por dia; e a vazão específica do equipamento. Os dados foram obtidos em: MARINOSKI (2007), ABNT (2007), (SOARES, 2007), e SABESP (acesso em jul. 2006). O número total de usuários por dia foi estimado em 696, adotando-se os dados levantados na etapa de desenvolvimento do projeto por meio do programa de necessidades e do pré-dimensionamento. O consumo diário de água para atividades de uso coletivo como limpeza, lavagem de área pavimentada e rega de jardim, foi estimado com base na frequência que a atividade é exercida por mês; na metragem quadrada dessas áreas específicas; e no volume gasto por uso, a partir de dados obtidos em ASSOCIAÇÃO...(2006). No Cenário Economizador propõe-se o reúso de águas cinza e o aproveitamento de água pluvial para lavagem de área pavimentada e rega de jardim, medidas que diminuem o consumo de água potável.

**Estimativa de captação de água pluvial** - para estimativa da água de chuva a ser captada pela cobertura da edificação foram utilizados dados relativos à área de telhado, ao coeficiente de escoamento superficial da cobertura, o fator de captação (eficiência do sistema de captação, levando em conta o descarte do escoamento inicial variando de 0,50 a 0,90) e a precipitação média anual da cidade de Vitória, ES. Os dados foram obtidos em: ASSOCIAÇÃO (2007); Hofkes (1981) & Frasier (1975), apud ANNECCHINI (2005); e ANNECCHINI (2005).

**Estimativa da produção de águas residuárias** - para estimativa de produção de águas cinzas considerou-se os consumos diários dos equipamentos hidráulicos como torneiras de lavatório, torneiras de laboratório, torneira da copa e torneira de tanque. Para estimativa de produção de águas negras no Cenário Convencional considerou-se o consumo diário de água das bacias sanitárias e mictórios, somado a produção de urina e fezes por usuário por dia. O Cenário Economizador proposto utiliza bacias sanitárias secas segregadoras de fezes e urina, e também possui mictórios secos. A urina é direcionada para um reservatório inferior e as fezes para uma câmara de compostagem. Portanto, no Cenário Economizador há a produção de águas amarelas e marrons. Para estimativa de águas amarelas considerou-se a produção diária de urina por pessoa por dia e para estimativa de águas marrons considerou-se a produção diária de fezes por pessoa, sendo os dados básicos obtidos a partir de Gotaas (apud SILVA&MARA, 1979).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os princípios do saneamento ecológico foram aplicados no projeto por meio de soluções como o aproveitamento de água pluvial, o reúso de águas cinza e aparelhos economizadores como sanitários e mictórios secos, ressaltando-se que os excrementos humanos podem ser utilizados como adubo e fertilizante nos jardins do próprio Núcleo. O sistema hidro-

sanitário foi concebido de forma a coletar as águas residuárias segregadas em águas cinza, águas marrons e águas amarelas, não havendo águas negras. O sistema de aproveitamento de água pluvial foi incorporado na arquitetura do edifício, tirando-se partido de duas paredes cegas laterais como reservatório de água pluvial (Figura 1). Neste sistema a chuva captada pelo telhado metálico chega à calha e é direcionada a um filtro de tela auto-limpante (eliminação de materiais grosseiros como pequenos galhos e folhas). Em seguida a água chega diretamente ao reservatório que integra a funcionalidade de reservar a água de chuva com o aspecto visual arquitetônico. No sistema não é necessária a utilização de bombas já que as águas pluviais seriam utilizadas para rega de jardim e lavagem de área pavimentada.



**Figura 1: Perspectiva do Núcleo de Saneamento Ecológico .** Com a adoção de equipamentos economizadores como bacias sanitárias e mictórios secos, torneiras de lavatório com acionamento hidromecânico, torneiras de laboratório com acionamento por sensor, e torneira de copa com arejador e dispositivo direcionador de jato, verificou-se uma economia de 61% no consumo diário de água no Cenário Economizador em relação ao Cenário Convencional, conforme a Tabela 1.

**Tabela 1: Síntese comparativa do consumo total diário de água com adoção de aparelhos economizadores.**

	Consumo diário de água (litros/dia)	Consumo diário de água per capita (litros/dia/pessoa)	Economia (%)
Cenário Convencional	23.886	34	
Cenário Economizador Proposto	9.309	13	61

Acrescentando-se o reúso de águas cinza e o aproveitamento de água pluvial para rega de jardim e lavagem de área pavimentada atingiu-se uma economia de 73% no consumo diário de água potável no Cenário Economizador em relação ao Cenário Convencional, conforme a Tabela 2.

**Tabela 2: Síntese comparativa do consumo total diário de água com adoção de aparelhos economizadores, aproveitamento de água de chuva e reúso de águas cinzas.**

	Consumo diário de água potável (litros/dia)	Consumo diário de água potável per capita (litros/dia/pessoa)	Economia (%)
Cenário Convencional	23.886	34	
Cenário Economizador Proposto	6.246	9	73

Com relação à produção de águas residuárias, verificou-se uma redução de 63% no Cenário Economizador em relação ao Cenário Convencional (Tabela 3).

**Tabela 3: Produção total de águas residuárias nos cenários.**

Origem	Cenário - Convencional		Cenário - Economizador		Redução (%)
	(litros/dia)	(litros/dia/pessoa)	(litros/dia)	(litros/dia/pessoa)	
Águas negras	11.519	17	-	-	100
Águas cinza	11.449	16	7.333	10,50	36
Águas marrons	-	-	153	0,20	0
Águas amarelas	-	-	905	1,30	0
Total de águas residuárias (litros/dia)	22.968	33	8.391	12	63

### CONCLUSÕES

Para viabilizar a proposta foram necessárias algumas modificações no sistema tradicional de coletas de efluentes como: a segregação das águas residuárias nas suas origens. As águas cinza foram segregadas e direcionadas para um tanque de raízes, onde ocorre o tratamento dessas águas residuárias. Já para segregar a urina das fezes foram propostos sanitários secos segregadores de fezes e urina, e também mictórios masculinos e femininos secos. Além disso, foi necessária a inserção de um shaft no pavimento térreo para passagem das tubulações das bacias sanitárias do pavimento superior, pois como o sistema não utiliza água para afastamento dos efluentes, a tubulação necessita estar totalmente na vertical não admitindo curvas ou inclinações. Também foi necessária a inserção de um reservatório de urina semi-enterrado e uma composteira externa, porém acoplada a edificação, para realizar o processo de compostagem das fezes. Na solução adotada para o sistema de aproveitamento de águas pluviais não é necessária o uso de bombas, pois a utilização seria para rega de jardim e lavagem de área pavimentada.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MARINOSKI, A. K. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino:** estudo de caso em Florianópolis – SC. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.
- SOARES, G. R. **Proposta de um Plano de Conservação de Água para a Estação Antártica Comandante Ferraz.** 2007. Monografia - Programa de Pós-Graduação em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais para a Produção Limpa. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2007.
- GONÇALVES, R. F. **Uso racional de água em edificações.** Vitória, ES: Rio de Janeiro: ABES, 2006.
- SILVA, S. A.; MARA, D. D. **Tratamentos biológicos de águas residuárias:** lagoas de estabilização. RJ: ABES, 1979.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527: **Aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis.** São Paulo, 2007. 9p.
- ANNECCHINI, H. P. V. **Aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis na cidade de Vitória (ES).** 2005. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

**[cea1] Comentário:** Esse texto está um pouco redundante, visto que já foi falado muita coisa na metodologia. Sugiro reduzir o texto e colocar uma figurinha do projeto