



## REABILITAÇÃO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO URBANO – RECICLAGEM DA ÁGUA TRATADA NO ESTOQUE DE EDIFÍCIOS EXISTENTES

Eduardo Linhares Qualharini (1); Vania Maria Britto Cunha Lopes Ducap (2)

(1) SEGRAC - Departamento de Construção Civil – Escola Politécnica – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil – e-mail: [qualharini@all.com.br](mailto:qualharini@all.com.br)

(2) NPAC – Núcleo de Pesquisa no Ambiente Construído - Departamento de Construção Civil e Urbanismo – Escola Politécnica – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil - e-mail: [vaniaducap@yahoo.com.br](mailto:vaniaducap@yahoo.com.br)

### RESUMO

**Proposta:** As cidades são os locais de maior investimentos humanos, econômicos, financeiros e culturais. Os edifícios da cidade do Rio de Janeiro, em suas diferentes tipologias, foram construídos prevendo uma vida útil média de 80 anos; a maioria está na metade deste período e em utilização plena, representando importante patrimônio para seus proprietários assim como para a imagem que cada cidadão forma de nossa cidade. Questões relacionadas à autossustentabilidade são urgentes, começando a ser consideradas na elaboração de projetos para novos edifícios. Tão importante quanto considerar tais questões em novos projetos é discutir sobre o quê fazer para reabilitar o estoque existente para cumprir o restante de sua vida útil atendendo a estes novos parâmetros. O **objetivo** deste artigo é investigar quais as soluções de autossustentabilidade disponíveis até o momento podem ser utilizadas nos edifícios existentes para diminuir o consumo de água potável; quais as tipologias que aceitam mais facilmente estas modificações; qual o melhor momento para o emprego de cada uma destas soluções; qual o custo de cada uma delas e o tempo de retorno do investimento feito. **Método de pesquisa/Abordagens:** Levantamento do estoque de edificações na cidade do Rio de Janeiro, por tipologia e idade; análise das condições para o aproveitamento da água da chuva e a reciclagem de águas servidas; estimativa de custos destas soluções. **Resultados:** a reciclagem de águas servidas é limitada por fatores culturais e espaciais, sendo mais aconselhada para as áreas de serviço, principalmente no momento de obras para troca de colunas de esgoto. **Contribuições/Originalidade:** Reaproveitamento da água e diminuição no seu consumo no estoque de edificações existentes em áreas urbanas.

Palavras-chave: reabilitação predial; reciclagem da água; edificações auto-sustentáveis.

### ABSTRACT

**Propose:** Cities are places that have the most humans investments. The Rio de Janeiro's building stock is forty years old and may live for the same period, yet. This building are important to theirs owns and to the city. Sustainability questions need to be considered to them, almost than to the news buildings. Our object is search while solutions can be immediately used in they, to become less the water, using recycled used water. **Methods:** existents buildings characterization, by typology and old; conditions to use rain water and reuse water from the sewer analysis; cost to get this changing's. **Originality/value:** water re-utilized; less water consumption at the existents buildings.

Keywords; auto-sustainable buildings; recycled water; building re-habilitation.

## **1 INTRODUÇÃO**

A água é uma substância essencial à vida, sendo item determinante na fixação do homem em um determinado território. Na medida em que as condições de sobrevivência da espécie humana foram melhorando, tornamo-nos grandes consumidores deste bem natural. A tecnologia desenvolvida a partir da revolução industrial nos ofereceu uma enorme gama de novos materiais e aparelhos para captação, elevação, armazenamento e consumo de água, que possibilitam grande conforto em nossas residências.

As cidades são os locais de maior investimentos humanos, econômicos, financeiros ou culturais. Os edifícios da cidade do Rio de Janeiro, em suas diferentes tipologias, foram construídos prevendo uma vida útil média de 80 anos; a maioria está na metade deste período e em utilização plena, representando importante patrimônio para seus proprietários assim como para a imagem que cada cidadão forma de nossa cidade. Questões relacionadas à autossustentabilidade são urgentes, começando a ser consideradas na elaboração de projetos para novos edifícios.

## **2 PROBLEMA**

Durante muitos séculos acreditamos que o ciclo da água seria suficiente para manter constante a quantidade deste recurso no planeta. No entanto, não é isto que estamos observando. O desmatamento para utilização da terra como campo de cultivo e pastagem reduziu drasticamente a quantidade de emissão de O<sub>2</sub> pelos vegetais e o índice pluviométrico necessário à manutenção dos mananciais. “A agricultura consome cerca de 70 por cento da água doce que se extrai dos lagos, cursos de água e aquíferos de todo o planeta. Esta cifra se aproxima de 95 por cento em muitos países em desenvolvimento, onde se encontram três quartas partes das terras irrigadas do mundo. Os alimentos consumem água: são necessários entre 1.000 e 2.000 litros de água para produzir um quilo de trigo e entre 13.000 e 15.000 litros para produzir a mesma quantidade de carne de boi alimentado com rações. Sem água, não podemos produzir alimentos, e sem eles, não podemos comer.”(FAO - <http://www.fao.org/newsroom/es/news/2007/1000520/index.html>, em 22 de março de 2007, texto em Espanhol, tradução da autora). O diretor geral da FAO, Jacques Diouf insiste que “enfrentar a escassez de água é o problema do século XXI. A principal dificuldade consiste em encontrar maneiras mais efetivas de conservar, utilizar e proteger os recursos hídricos em nível global. Espera-se que a população mundial alcance 8.100 milhões de pessoas no ano 2030 ... enquanto cresce a população e as necessidades de desenvolvimento exigem maior quantidade de água para as cidades, a agricultura e a indústria, a pressão sobre os recursos hídricos se intensifica, levando a tensões e conflitos, assim como a um impacto excessivo no meio ambiente” (JACQUES DIOUF, 2007). Tão importante quanto considerar tais questões em novos projetos é discutir sobre o quê fazer para reabilitar o estoque existente para cumprir o restante de sua vida útil atendendo a estes novos parâmetros.

## **3 OBJETIVOS**

O objetivo deste trabalho é analisar as opções de reaproveitamento de água tratada em residências, a partir de cada um dos pontos de consumo, comparando os custos das obras necessárias e a variação destes custos em função do número de pavimentos das edificações de tipologia residencial. Também pretende levantar o tempo em que o investimento nestas obras estará quitado, em função do reaproveitamento, a economia, em moeda, que tal investimento poderia trazer aos consumidores e considerar as variáveis sócio-culturais envolvidas nestas questões.

## **4 METODOLOGIA**

### **4.1 Participantes da Pesquisa**

#### **4.1.1 Universo:**

O universo pesquisado é a cidade grande, uma vez que é nela que estão concentrados o maior número de habitantes e o maior volume de investimentos humanos. Segundo **FRIGOLETTTO (2008)**, “Até 1960, predominava no Brasil a população rural. No recenseamento de 1970 já se constatou o predomínio da população urbana, com 56% do total nacional. À medida que um país se desenvolve industrialmente, a tendência geral é o abandono do campo em direção às cidades. O homem procura

nos centros urbanos melhores condições de vida, conforto, salários e garantias. É o fenômeno do êxodo rural. Atualmente, 75% da população brasileira é urbana, isto é, vive nas cidades. No estado do Rio de Janeiro, a população urbana é de 95%”. Desta forma, nosso universo é a cidade do Rio de Janeiro. Estes dados são confirmados pela tabela 1:

**Tabela 1 – População residente – Brasil, Estado do Rio de Janeiro e Município do Rio de Janeiro**

Tabela 1 - População residente - Brasil, Estado do Rio de Janeiro e Município do Rio de Janeiro - 2000

Local	Data / Número de pessoas em 01.09.2000
Brasil	169 799 170
Estado do Rio de Janeiro	14 391 262
Município do Rio de Janeiro	5 857 904

Fonte: **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE**; Censo Demográfico 2000

A cidade do Rio de Janeiro ocupa uma área de 1259 Km<sup>2</sup>, incluindo-se aí o litoral e as montanhas. Em função de seu relevo, e da necessária preservação do que resta da Mata Atlântica, apenas 570 Km<sup>2</sup> podem ser utilizados para urbanização. Conforme dados do Iplanrio (Anuário Estatístico 1993/1994 da cidade do Rio de Janeiro, 1995), deste total 95% encontram-se já ocupados, restando apenas aproximadamente 28,5 Km<sup>2</sup> para novos empreendimentos imobiliários. A idade média dos imóveis residenciais da cidade é de 29,8 anos, calculados a partir da tabela 2:

**Tabela 2 – Número de Imóveis Residenciais da Cidade do Rio de Janeiro, por Faixa de Idade**

Total Geral: 1.153.388	0 a 20 anos	21 a 44 anos	45 a 59 anos	60 ou mais	ignorados
Sub-Totais	427.309	496.025	119.323	110.664	67
Porcentagem	37,0%	43,0%	10,3%	9,6%	0,0%

Fonte: **Armazém de Dados do Instituto Pereira Passos** - Tabela 1200 – Imóveis prediais e área construída, por faixa de idade, segundo suas tipologias nas Áreas de Planejamento e Regiões Administrativas – 1999

Se consideramos como 80 anos a vida útil esperada de uma edificação residencial, proposta por MAFFEI (1992), podemos afirmar que pelo menos 90% dos prédios sofrerá, ainda, algum tipo de reforma, obra de manutenção corretiva ou reabilitação. É para esta grande quantidade de obras que voltamos nossa atenção, com o intuito de colaborar com um estudo voltado para os serviços que poderiam adequar tais edificações às exigências de sustentabilidade e ecologia, reaproveitando a água.

#### 4.1.2 Tipologia da pesquisa:

A tipologia estudada é a residencial, uma vez que ela representa a maior parcela das construções da cidade do Rio de Janeiro:

**Tabela 3 – Imóveis Prediais e área construída por utilização**

	Nº de Imóveis	Área Construída (m2)
Residencial	1.283.427	100.047.499
Comercial e Serviços	188.643	36.717.573
Industrial	5.763	7.100.055
Outros	1.617	695.935

Fonte: **Armazém de Dados do Instituto Pereira Passos** - Tabela 7.1.3 – Imóveis prediais e área construída por utilização, imóveis territoriais e área de terreno, segundo as Áreas de Planejamento, Regiões Administrativas e Bairros – 2000

A opção pelo estudo das residências também se deu em função da ampla rede de abastecimento de água tratada, em constante ampliação, conforme apresentado na tabela 4:

**Tabela 4** – População atendida, quantidade de ligações, quantidade de economias e extensão de rede de abastecimento de água – 1996-2004

Ano	População atendida (hab.)	Quantidade de ligações ativas (ligação)	Quantidade de economias ativas		Extensão da rede (km)
			Total (economias)	Residencial ativa (economias)	
1996	5 091 000	657 500	1 622 795	1 493 036	...
1997	5 152 345	665 390	1 642 269	1 582 618	9 410
1998	5 794 250	639 813	1 599 484	1 477 307	9 247
1999	5 184 173	772 953	1 906 045	1 746 743	9 120
2000	5 413 840	774 276	1 910 330	1 797 339	9 302
2001	5 276 871	634 027	1 739 967	1 584 646	9 417
2002	5 340 657	725 578	1 760 724	1 603 801	9 451
2003	6 549 113	735 704	1 785 011	1 636 306	9 417
2004	5 974 081	739 153	1 795 762	1 646 634	9 548

Fonte : **Ministério das Cidades** - Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS –

Nota: Ver definições em <http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br/> Glossário

#### 4.1.3 Tipo de imóvel residencial estudado:

Foram analisados os imóveis residenciais dos tipos casa/sobrado e apartamento, pois são estes os mais encontrados na cidade, conforme mostra a tabela 5:

**Tabela 5** – Tipos de imóveis residenciais na cidade do Rio de Janeiro

Total	casa/sobrado	apartamento	proletário	outros
1 283 427	408 945	685 556	176 949	11 977

Fonte: **Armazém de Dados do Instituto Pereira Passos** - Tabela 7.1.3 – Imóveis prediais residenciais por tipo e área construída, segundo as Áreas de Planejamento, Regiões Administrativas e Bairros – 2000

## 4.2 Instalações e parâmetros considerados para condução da água de esgoto secundário até o novo ponto de consumo:

Foram considerados os pontos de consumo de água tratada (independente de ser fria ou quente) nos banheiros e nas áreas de serviço. A proposta para o reuso da água proveniente de esgoto secundário é exclusivamente nas bacias sanitárias. O custo do m<sup>3</sup> da água considerado é de R\$ 4,00 (valor médio aproximado obtido em contas da CEDAE, inclui o mesmo volume de esgoto, fevereiro/2008).

4.2.1 - Foram consideradas as seguintes condições de consumo de água tratada nos banheiros:

- chuveiros com escoamento em ralos secos interligados aos ralos sifonados dos banheiros.
  - lavatórios, vazão de 0,20 litros por segundo, utilização média de 30 minutos diários, com esgotamento nos ralos sifonados dos banheiros.
  - ralos sifonados dos banheiros ligados ao ramal de esgoto primário (que liga bacia sanitária ao TQEP)
- Não foram considerados banheiros que possuam banheira independente do box nem bidê.

4.2.2 - Foram consideradas as seguintes condições de instalação de água tratada nas áreas de serviço:

- torneiras de tanque, vazão de 0,20 litros por segundo, utilização média de uma hora diária,

esgotamento em ralos sifonados das áreas de serviço.

- máquinas de lavar roupa, consumo total de um ciclo completo de lavagem de 0,30 litros por segundo, um ciclo por dia, esgotamento em tubo de queda específico e esgotamento no tanque ou piso da área.  
(consumos obtidos em CREDER, 1991)

#### **4.3 Serviços necessários e custo dos mesmos:**

##### **4.3.1 – Serviços para reutilização da água de esgoto secundário de um banheiro:**

descrição do serviço	custos	
	material	mão de obra
arrancamento de cerâmica e demolição de contrapiso, remoção de enchimento de rebaixo ou quebra de teto	120	20
remoção do sub-ramal do ralo ligado ao esgoto da bacia sanitária e vedação do mesmo	10	30
instalação de ramal de esgoto secundário em tubo de PVC 75 mm do ralo até o local possível para o novo tubo de queda, para esgoto secundário, também em PVC 75 mm.; instalação de ralo sifonado no Box, ligado ao sub-ramal já existente.	190	230
ligação do(s) tubo(s) de queda de esgoto secundário às cisternas de água a ser reutilizada, com dispositivo de filtragem antes da entrada da mesma.	100	200
instalação de sistema de armazenamento e distribuição da água a ser reutilizada: cisternas em fibra de vidro no nível do pavimento térreo, bombas e canalização (em PVC soldável 15 mm) de recalque, caixas d'água em fibra de vidro, coluna de água reutilizada em PVC soldável 15 mm até as válvulas de descarga ou caixas acopladas das bacias. Inclui demolição e recomposição de revestimento e emboço de paredes, até a válvula de descarga, recomposição de teto rebaixado.	610	600
recomposição de contrapiso e revestimento	500	400

Valor total da obra: R\$ 3.130,00. Valores de material e mão de obra obtidos no mercado da cidade do Rio de Janeiro em Fevereiro de 2008.

Observações:

- A obra necessária à coleta da água utilizada em boxes e lavatórios demanda serviços que conduzem à troca de todo o revestimento de piso do banheiro, uma vez que nem sempre é possível encontrar o mesmo revestimento para recomposição.
- Deve-se levar em conta, também, que, em se tratando de um condomínio de apartamentos, sempre existirá a possibilidade do proprietário de uma determinada unidade ter executado obras de reforma nos banheiros, empregando materiais diferentes do que os adotados na época da construção. Esta situação cria uma segunda dificuldade, a de que o responsável pela obra acabará tendo que adquirir um grande número de diferentes revestimentos.
- Nos valores destes serviços foram previstos custos com materiais obtidos em lojas de materiais de demolição, normalmente mais caros do que os de mercado.
- A filtragem da água coletada em boxes e lavatórios deverá ser bastante eficaz, uma vez que tal esgoto poderá carregar partículas sólidas e contaminadas.
- A normatização deste re-uso deverá prever cuidados também com a higienização e com a reutilização deste esgoto, pois não se pode assegurar que não haja dejetos primários (urina, pelo menos) neles.

4.3.2 – Tempo de retorno do investimento para aproveitamento da água do esgoto secundário dos banheiros, em função do número de banheiros e pavimentos:

Reciclagem de esgoto secundário (custo de utilização: 1 hora de bomba de recalque por mês)

Nº pav.	1 banheiro	Tempo de retorno (em meses)	Tempo de retorno 2 banheiros (em meses)
1	Volume coletado (m3) 0,22	86	0,43
	Custo da obra 3.130,00		6.260,00
	Custo de utilização 3,13		6,16
2	Volume coletado 0,43	86	0,86
	Custo da obra 6.260,00		12.520,00
	Custo de utilização 6,26		6,16
3	Volume coletado 0,65	86	1,30
	Custo da obra 9.390,00		18.780,00
	Custo de utilização 9,39		6,16

Podemos observar que mesmo aumentando o número de banheiros contribuintes na coleta de água para reutilização, o tempo de retorno do investimento feito na obra se mantém, pois o custo da utilização (materiais para a filtragem, higienização da água) também aumenta. Este fato acontece tanto para um acréscimo no número de banheiros por apartamento quanto para o aumento no número de pavimentos.

4.4.3 – Serviços para reutilização da água de esgoto secundário da área de serviço:

descrição do serviço	custos	
	material	mão de
arrancamento de cerâmica e demolição de contrapiso, remoção de enchimento de rebaixou ou quebra de teto.	120	20
remoção do sub-ramal do ralo sifonado ligado ao esgoto de bacia sanitária e vedação do mesmo.	10	30
instalação de ramal de esgoto secundário em tubo de PVC 75 mm do ralo até o local possível para o novo tubo de queda ou sua ligação com o tubo de queda da máquina de lavar roupa existente.	60	200
instalação do tubo de queda de esgoto secundário, em PVC 75 mm, para receber a máquina de lavar roupa, (quando não houver tubo exclusivo para esgoto da máquina) e o ralo sifonado.	85	200
ligação do(s) tubo(s) de queda de esgoto secundário às cisternas de água a ser reutilizada (poderão ser as mesmas que receberão os banheiros), com dispositivo de filtragem antes da entrada da mesma.	100	200
instalação de sistema de armazenamento e distribuição da água a ser reutilizada: cisternas em fibra de vidro no nível do pavimento térreo, bombas e canalização (em PVC soldável 15 mm) de recalque, caixas d'água em fibra de vidro, coluna de água reutilizada em PVC soldável 15 mm até as válvulas de descarga ou caixas acopladas das bacias. Inclui demolição e recomposição de revestimento e emboço de paredes, até a válvula de descarga, recomposição de teto rebaixado.	610	600
recomposição de contrapiso e revestimento	250	200

Valor total da obra: R\$ 2.685,00

Observações:

- A obra necessária à coleta da água utilizada nos tanques é menos custosa do que a necessária aos banheiros, uma vez que os ramais costumam ser menos extensos e os revestimentos de piso e

paredes de áreas de serviço também costumam ser mais baratos do que os dos banheiros (principalmente em se tratando de banheiros sociais).

- A obra necessária à coleta das águas servidas em tanques e máquinas de lavar é especialmente mais fácil e menos custosa quando os edifícios têm idade média entre 25-30 anos – na maioria das vezes estas edificações foram dotadas de tubos de queda exclusivos para máquinas de lavar roupa, que poderiam ser utilizados para receberem a água dos tanques, dispensando a instalação de um novo tubo de queda.
- Nos valores destes serviços foram previstos custos com materiais obtidos em lojas de materiais de demolição, normalmente mais caros do que os de mercado.
- A filtragem da água coletada nas máquinas de lavar roupa pode ser mais simples do que a da dos banheiros, pois as máquinas possuem filtros que eliminam os resíduos maiores.
- A normatização de ser-uso deverá prever os mesmos cuidados adotados na reutilização de esgoto secundário de banheiros, pois poderão incluir urina de animais domésticos (dos ralos das áreas de serviço).

3.4.4 – Tempo de retorno do investimento para aproveitamento da água das áreas de serviço, em função do número de pavimentos:

Nº pav.		Área de serviço	Tempo de retorno (em meses)
1	Volume coletado (m <sup>3</sup> )	0,75	
	Custo da obra	2.685,00	26
	Custo de utilização	3,31	
2	Volume coletado	1,49	
	Custo da obra	5.370,00	26
	Custo de utilização	3,13	
3	Volume coletado	2,24	
	Custo da obra	8.055,00	26
	Custo de utilização	4,70	

Observações:

- O tempo de retorno também se apresenta da mesma forma que o do reaproveitamento da água dos banheiros (se mantém igual mesmo para um incremento do número de áreas de serviço envolvidas na obra) mas é bastante menor do que aquele.
- O custo da obra e o tempo de retorno diminuem consideravelmente se já houver no edifício a coluna exclusiva para máquina de lavar roupa.

## 5 CONCLUSÕES:

As obras necessárias ao aproveitamento da água utilizada em lavatórios fazem o tempo de retorno muito grande, desestimulando os proprietários a investirem nestas modificações. Além disso, há que se ter muito cuidado com a água coletada, filtrando-a a fim de eliminar todas as impurezas que poderiam ser encontradas nela. Já o aproveitamento das águas servidas das áreas de serviço mostrou-se mais estimulante. O prazo de retorno de 25 meses torna as obras viáveis, principalmente nos grandes condomínios. Os prazos de retorno não se modificam muito, na medida em que aumentam os números de pavimentos. Apesar de aumentarem os custos com as obras (foi considerado um incremento de todo o custo da obra de um pavimento a mais, quando na realidade pelo menos os reservatórios poderiam ser os mesmos), o volume de água coletado também é o dobro. Os custos das obras podem ser menores caso as novas colunas de água reciclada possam ser instaladas externamente às paredes (em “shafts”, circulações verticais, poços de ventilação, etc). A água reciclada deverá sempre ser clorada, colorida e perfumada, a fim de jamais poder ser confundida com a água potável, principalmente por usuários que não participaram ou não presenciaram as obras (novos síndicos e moradores e pessoal da

limpeza / manutenção do condomínio).

Sugerimos para novos trabalhos um estudo mais minucioso na composição dos custos das obras.

## REFERÊNCIAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Comitê Brasileiro de Construção Civil. Comissão de Estudos de Manutenção de Edificações. **Normas para instalações prediais de água potável**.
- CEDAE – Companhia de Águas e Esgotos do Estado do Rio de Janeiro. **Conta de consumo de água e esgoto**, fevereiro de 2008.
- CONTENEAU, G. **A vida cotidiana na Babilônia e na Assíria**. Lisboa [s.d]
- CREDER, H. **Instalações elétricas**, Rio de Janeiro, 2007.
- CREDER, H. **Instalações hidráulicas**, Rio de Janeiro, 1991.
- DUCAP, V. **Reflexão sobre a manutenção e reabilitação das instalações prediais**. 1999. 227 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1999.
- FAO - <http://www.fao.org/newsroom/es/news/2007/1000520/index.html>, em 22 de março de 2007
- FINCH, J. K. **The story of engineering**. Garden City, 1960
- FLETCHER, B. **A History of architecture**. London, 1961.
- FRIGOLETTTO, E. Em <http://www.frigoletto.com.br/GeoPop/distpopul.htm>, fevereiro de 2008.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Brasileiro** de 2000.
- INSTITUTO PEREIRA PASSOS. Em <http://armazemdedados.gov.br>, fevereiro de 2008.
- MAFFEI, C. A. A. **Casas baratas ou de baixo custo**. Revista Téchne, nº1, p.24-25, São Paulo, 1992.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES – Governo da República Federativa do Brasil. Disponível em [http://www.snis.gov.br/oque\\_snis.htm](http://www.snis.gov.br/oque_snis.htm) em 25/06/2007
- MONTET, P. **A vida cotidiana no Egito no tempo de Ramsés**. Lisboa, [s.d]

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.  
This page will not be added after purchasing Win2PDF.