

162 - PROPOSTA PARA CLASSIFICAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA NAS EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS

MOTTA, Silvio Romero Fonseca (1); ALVES, Antônio Henrique Villela (2); SOUZA, Roberta Vieira Gonçalves de (3)

(1) Universidade Federal de Minas Gerais, Avenida Luis Paulo Franco, 500, sala 404, Belo Horizonte, MG, Brasil, CEP 30320-570, e-mail:silvio.motta@gmail.com

(2) Universidade Federal de Minas Gerais, Rua Piauí, nº. 1435/401, Belo Horizonte, MG, Brasil, CEP: 30.150-321, e-mail:arqhenriquevillela@yahoo.com.br.

(3) Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, Rua Paraíba, nº. 697, sala 319, Belo Horizonte, MG, Brasil, CEP: 30.150-321, e-mail:roberta@arg.ufmg.gov.br.

Resumo

Este trabalho apresenta o resultado de estudos desenvolvidos pelo grupo do LABCON UFMG, no sentido de desenvolver um índice que fosse adequado para expressar o potencial de economia de água em edificações residenciais. Este índice tem a finalidade de integrar a Regulamentação de Eficiência Energética em Edificações em desenvolvimento no âmbito do Ministério de Minas e Energia através do PROCEL Edifica da ELETROBRÁS. Para tal foram analisados dados de consumo de água e potencial de economia de água por sistemas e tecnologias disponíveis no mercado brasileiro. As ações que atuam na demanda por água das edificações foram sistematizadas através da divisão em três categorias: “ações economizadoras”, com os parâmetros “equipamentos economizadores” e “medição individualizada”; “ações de aproveitamento de águas”, com os parâmetros “uso de água pluvial” e “reciclagem das águas cinza”; e “gestão”, com o parâmetro “plano de controle de água (PCA)”. Foi definida uma referência de consumo para uma edificação residencial, baseada em dados de consumo per capita. O peso das diversas ações na eficiência do uso da água foi quantificado através dos estudos de dados de consumo de água de diversos equipamentos hidráulicos; de relatórios sobre medição individualizada realizados pela ANA; e de simulações de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em São Paulo, Belo Horizonte, Belém e Brasília. O índice para classificação da eficiência do uso da água nas edificações foi obtido por uma equação desenvolvida a partir dados pesquisados. A equação relaciona a eficiência no uso da água com as características da edificação.

Abstract

This work presents the result of studies for the group of LABCON UFMG, to develop an index to express the potential of water economy in residential constructions. This index has the purpose to integrate the Regulation of Energy Efficiency in Constructions in development in the scope of the Ministry of Mines and Energy through the PROCEL Edifica of the ELETROBRÁS. For such they had been analyzed data of water consumption and potential of water economy for the systems and technologies in the Brazil. The actions that act in the water demand of the constructions had been systemize through the division in three categories: “economizers action”, with the parameters “economizers equipment” and “individual measurement”; “action of water exploitation”, with the parameters “use of pluvial water” and “recycling of sewer”; and “management”, with the parameter “water control plan”. A consumption reference for a residential construction was defined, based in data of per capita consumption. The weight of the diverse actions in the water use efficiency was quantified through the studies of data of water consumption of hydraulically equipment; of reports on individual measurement by ANA; and of systems simulation of pluvial water

exploitation in São Paulo, Belo Horizonte, Belém and Brasília. The index for classification of the water use efficiency in the constructions was gotten by an equation developed whit the searched data. The equation relates water use efficiency with building characteristics.

1. introdução

A maior parte da água existente em nosso planeta não está disponível para consumo humano, pois 97,5% é água salgada, encontrada nos oceanos e mares e 2,493% estão em geleiras e aquíferos de difícil acesso e aproveitamento (ANA).

Somente 0,007% das águas disponível são de fácil acesso e aproveitamento para o consumo humano, sendo encontradas em rios, lagos e pântanos. Estes 0,007% são utilizados da seguinte forma (ANA):

- Agricultura 70%.
- Indústria 22%.
- Edificações 8%.

Devido à demanda e ao crescimento populacional acentuado e desordenado, principalmente nos grandes centros urbanos, existe uma tendência para os próximos anos de um aumento ainda maior no seu consumo.

Antevendo este incremento no consumo, Programas de Uso Racional da Água estão sendo realizados em todo o mundo, através de leis, orientações, conscientização da população e, principalmente, tecnologia de ponta aplicada a estes programas.

Segundo dados da ONU, em 2025, dois terços da humanidade estarão sujeitos a problemas de abastecimento. Atualmente, 20% da população mundial não têm acesso à água potável. Por ainda existir em grande quantidade, a escassez deste elemento vital para a sobrevivência do ser humano, as pessoas simplesmente se esquecem de que é preciso repensar as formas de consumo.

O consumo de água diário e sua estimativa têm sido uns desafios para os pesquisadores dessa área. O consumo varia em função do clima, das regiões, dos hábitos de higiene e também da evolução tecnológica dos aparelhos hidro-sanitários.

2. Cenário no Brasil

O Brasil possui 14% do recurso hídrico mundial, sendo que 80% da água doce encontra-se na Região Amazônica, mas que abastece apenas 5% da população brasileira. Os 20% restantes estão distribuídos pelo Brasil, abastecendo 95% de sua população.

A conscientização pelo uso racional da água é recente como também, o estudo de demanda de utilização da água em edificações. No Brasil, a experiência tem mostrado que uma pessoa gasta por dia entre 50 e 200 litros de água. Este consumo está distribuído entre a utilização de chuveiros, torneiras, bacias, máquinas de lavar, entre outros.

3. Eficiência do uso da água nas edificações

A economia e eficiência no uso da água pela edificação devem ter como princípio básico a atuação na demanda de água. É interessante sistematizar as ações possíveis para redução do consumo de água pela edificação, de modo que a classificação da eficiência do uso da água seja resultado do conhecimento da relação entre as características de uma edificação e seu consumo. É importante ainda, garantir qualidade necessária para a realização das atividades consumidoras, com o mínimo de desperdício.

São propostas três categorias para análise da eficiência do uso da água nas edificações:

Ações economizadoras, com os parâmetros:

- Equipamentos economizadores.
- Medição individualizada.

Ações de aproveitamento de águas, com os parâmetros:

- Uso de água pluvial.
- Reciclagem das águas cinza.

Gestão, com o parâmetro:

- Plano de Controle de Água (PCA), com monitoramento e manutenção do sistema.

4. Dados do uso da água nas edificações

Para analisarmos os impactos de diferentes parâmetros na redução do consumo da água, é necessário conhecermos o consumo médio per capita brasileiro e a distribuição do consumo de água dentro da edificação. Os dados disponíveis são muitas vezes divergentes e limitados a poucos estudos.

Os dados abaixo para consumo per capita foram apresentados por GHISI (2004):

Tabela 01 – Consumo no Brasil (Ghisi - 2004).

Prédio	Consumo (litros/dia)	Unidade
Serviço doméstico		
Apartamentos	200	Per capita
Apartamentos de luxo	300 a 400	Per capita
	200	Quarto de empregada
Residência de luxo	300 a 400	Per capita
Residência de médio valor	150	Per capita
Residência de populares	120 a 150	Per capita
Alojamento provisórios de obras	80	Per capita
Apartamento de zelador	600 a 1000	apartamento

Sobre a distribuição do consumo, um estudo do IPT caracterizou o consumo de uma habitação da Companhia de Desenvolvimento Habitacional Urbano (CDHU) e obteve os seguintes resultados:

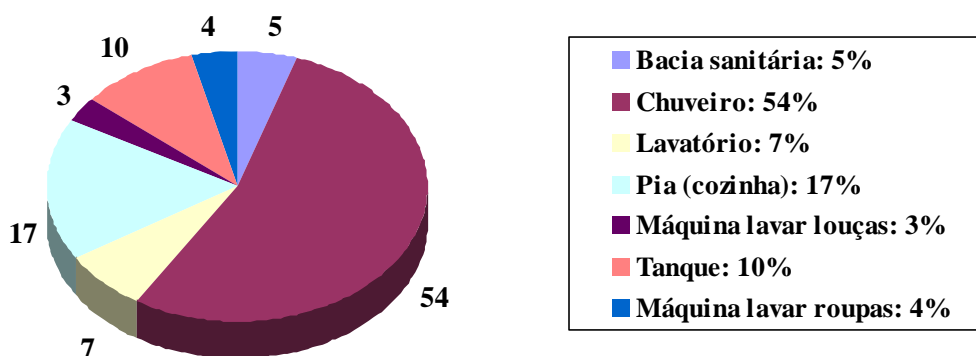


Figura 01 – Características do uso da água nas edificações (IPT).

A fabricante de metais DECA apresenta o seguinte perfil da distribuição da água na residência:

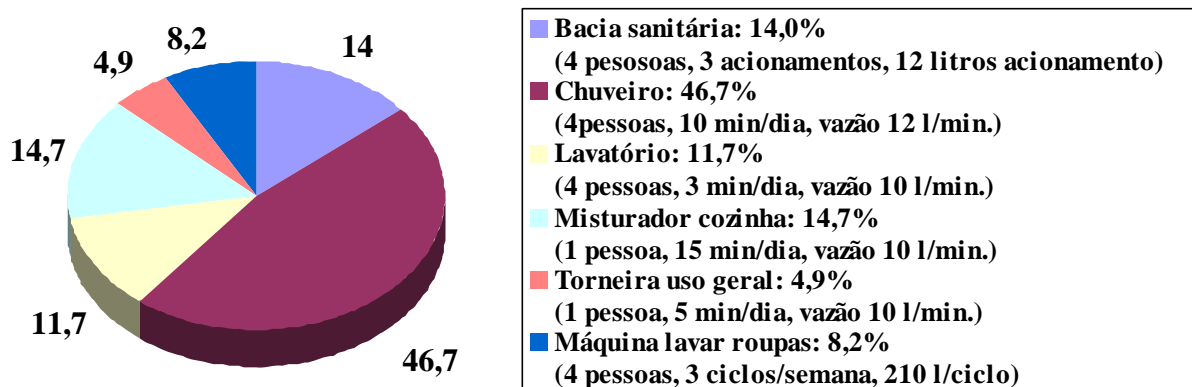


Figura 2 - Uso da água nas edificações (DECA).

5. análise da eficiência do uso da água nas edificações

Equipamentos economizadores:

No empreendimento Gênesis em São Paulo, foram estudados os consumos dos equipamentos sanitários. Os dados obtidos são mostrados na tabela 02.

Tabela 02 – Gênesis *MANUAL DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA*, São Paulo.

TORNEIRAS			
DADOS	CONVENCIONAL	AREJADOR	HIDROMECAÂNICA
VAZÃO (L/min)	12	6	6
TEMPO (min/pessoa dia)	8	8	4
USO DIÁRIO (L/pessoa)	96	48	24
CHUVEIROS			
DADOS	DUCHA	REDUTOR DE VAZÃO 14 L/min	REDUTOR DE VAZÃO 8 L/min
VAZÃO (L/min)	20	14	8
TEMPO (min/pessoa dia)	10	10	10
USO DIÁRIO (L/pessoa)	200	140	80
BACIA SANITÁRIA			
DADOS	6 LITROS		"DUAL FLUSH"
VOLUME DESCARGA	6		6 ou 3
USO DIÁRIO (L/pessoa)	24		15

A fabricante de metais Deca apresenta os seguintes dados das vazões de equipamentos:

Tabela 03 – Consumo dos equipamentos hidráulicos (DECA).

Produto	Baixa Pressão 2 a 10 m.c.a.	Alta Pressão 10 a 40 m.c.a.	Aplicando Dispositivos Economizadores de Água
	Residência/sobrado (A)	Apartamento/industria (B)	
Torneira de lavatório	10 l/min.	20 l/min.	08 l/min.
Misturador de cozinha	12 l/min.	20 l/min.	08 l/min.
Torneira de jardim/Tanque	12 l/min.	20 l/min.	08 l/min.
Mictório com registro	10 l/min.	15 l/min.	08 l/min.
Mictório Decalux	08 l/min.	08 l/min.	08 l/min. (1)
Mictório Decamatic	08 l/min.	15 l/min.	08 l/min. (2)
Torneira Decalux	06 l/min.	06 l/min.	06 l/min. (3)
Torneira Decamatic	08 l/min.	15 l/min.	06 l/min. (2)
Chuveiro	15 l/min.	20 l/min.	14 l/min.

(A) Valor de referência utilizado: 4 m.c.a.; (B) Valor de referência utilizado: 20 m.c.a.

(1) O produto já vem com dispositivo economizador de água; (2) O produto apresenta regulagem de vazão; (3) O produto apresenta arejador para alta pressão com vazão constante (6l/min.).

Medição individualizada:

Estudos de casos da ANA (Oliveira, 2005) analisaram o impacto da medição individualizada no consumo de água. Os resultados obtidos mostram a redução do consumo de 207 litros/dia per capita para 177 litros/dia per capita, ou seja, economia próxima a 15%.

Uso de água pluvial:

A eficiência do sistema de captação e uso de água pluvial, e a conseqüente diminuição do consumo da água, vai depender do correto dimensionamento e características do sistema. A área de captação e o índice pluviométrico do local vão indicar o potencial de captação de águas pluviais. Para utilização plena da água de chuva captada é necessário um dimensionamento correto do reservatório. Abaixo são mostradas algumas situações para dimensionamento do sistema com área de captação de 100 m² e a demanda de consumo atendida pelo sistema:

- Residência com quatro pessoas;
- Área de jardim = 80 m²;
- 2 automóveis.

Usos internos:

Bacia sanitária: 4 Pessoas X 4 uso/pessoa/dia X 6 L/uso X 30 Dias = 2.880 L/mês.

Usos Externos:

Lavagem de veículos: 2 autos x 1 lavagem/semana x 0,2 L/s x 20 min x 4 = 1.920 L/mês

Mangueira de Jardim: 0,2 L/s x 20 min x 2vezes/semana x 4 vezes/mês = 1.920 L/mês.

Total externo: 3.840 L/mês.

Total Geral: 6.720,00 L/mês = 7m³/mês.

Com estes dados, podemos obter tabelas com simulações para diferentes cidades:

- São Paulo – 100 m² de área de captação (coeficiente de perda = 0,80)

Potencial de captação mensal (chuva média X área de captação X 0,80)	8
--	---

Meses	Chuva média em mm	Demanda mensal	Área de captação	Volume de chuva em m ³	Balanço do sistema	Diferença acumulada
JAN	240	7	100	19	-12	
FEV	260	7	100	21	-14	
MAR	160	7	100	13	-6	
ABR	80	7	100	6	1	1
MAI	75	7	100	6	1	2
JUN	55	7	100	4	3	5
JUL	45	7	100	4	3	8
AGO	45	7	100	4	3	11
SET	65	7	100	5	2	13
OUT	130	7	100	10	-3	
NOV	145	7	100	12	-5	
DEZ	200	7	100	16	-9	

Dados pluviométricos – Gráfico INMET, 1961-1990.

Resultado: Um reservatório de 13 m³ atende 100% da demanda o ano inteiro.

- Belo Horizonte – 100 m² de área de captação (coeficiente de perda = 0,80)

Potencial de captação mensal (chuva média X área de captação X 0,80)	8
--	---

Meses	Chuva média em mm	Demanda mensal	Área de captação	Volume de chuva em m3	Balanço do sistema	Diferença acumulada
JAN	300	7	100	24	-17	
FEV	190	7	100	15	-8	
MAR	160	7	100	13	-6	
ABR	60	7	100	5	2	2
MAI	30	7	100	2	5	7
JUN	10	7	100	1	6	13
JUL	20	7	100	2	5	18
AGO	20	7	100	2	5	23
SET	40	7	100	3	4	27
OUT	125	7	100	10	-3	
NOV	230	7	100	18	-11	
DEZ	320	7	100	26	-19	

Dados pluviométricos – Gráfico INMET, 1961-1990.

Resultado: Um reservatório de 27 m³ atende 100% da demanda o ano inteiro.

- Belém – 100 m² de área de captação (coeficiente de perda = 0,80)

Potencial de captação mensal (chuva média X área de captação X 0,80)	15
--	----

Meses	Chuva média em mm	Demanda mensal	Área de captação	Volume de chuva em m3	Balanço do sistema	Diferença acumulada
JAN	320	7	100	26	-19	
FEV	420	7	100	34	-27	
MAR	440	7	100	35	-28	
ABR	360	7	100	29	-22	
MAI	300	7	100	24	-17	
JUN	140	7	100	11	-4	
JUL	150	7	100	12	-5	
AGO	130	7	100	10	-3	
SET	140	7	100	11	-4	
OUT	120	7	100	10	-3	
NOV	110	7	100	9	-2	
DEZ	220	7	100	18	-11	

Dados pluviométricos – Gráfico INMET, 1961-1990.

Resultado: Um reservatório mínimo (por exemplo, de 2 m³, ou demanda de 1 semana) atende 100% da demanda o ano inteiro.

- Brasília – 100 m² de área de captação (coeficiente de perda = 0,80)

Potencial de captação mensal (chuva média X área de captação X 0,80)	8
--	---

Meses	Chuva média em mm	Demanda mensal	Área de captação	Volume de chuva em m3	Balanco do sistema	Diferença acumulada
JAN	240	7	100	19	-12	
FEV	215	7	100	17	-10	
MAR	190	7	100	15	-8	
ABR	125	7	100	10	-3	
MAI	40	7	100	3	4	4
JUN	10	7	100	1	6	10
JUL	15	7	100	1	6	16
AGO	15	7	100	1	6	22
SET	50	7	100	4	3	25
OUT	175	7	100	14	-7	
NOV	240	7	100	19	-12	
DEZ	250	7	100	20	-13	

Dados pluviométricos – Gráfico INMET, 1961-1990.

Resultado: Um reservatório de 25 m³ atende 100% da demanda o ano inteiro.

Reciclagem de águas cinza:

Assim como o aproveitamento de água pluvial, eficiência do sistema vai depender do correto dimensionamento do mesmo. Problemas semelhantes de quantificar e qualificar vão existir.

Gestão:

A gestão tem um papel importante na manutenção da economia durante o uso e operação da edificação.

6. dados adotados para classificação da eficiência do uso da água.

Consumo médio per capita.

Com base nos dados pesquisados, será adotado o valor de 200 litros dia per capita como referência na proposta de classificação da eficiência do uso da água nas edificações.

Peso individual dos equipamentos economizadores.

A tabela 04 abaixo mostra o impacto relativo de cada equipamento economizador no consumo e os parâmetros considerados para cálculo deste impacto, que foram adotados nesta proposta.

Equipamento	Uso por dia per capita	Consumo padrão	Consumo do equipamento	Economia sobre consumo referência (200 l/dia per capita)
Torneiras com arejador	6 minutos	12 litros/min	6 litros/min	18%
Chuveiro com redutor de vazão	7 minutos	15 litros/min	12 litros/min.	10,5%
Descarga "dual flush"	4 acionam.	24 litros	15 litros.	4,5%

Tabela 04 – Dados de economia dos equipamentos hidráulicos.

Os equipamentos considerados podem economizar até 33% do consumo de referência.

Vale ressaltar que existem outros equipamentos que economizam o uso de água nas edificações, como bacias pressurizadas, válvula eletrônica, torneiras hidromecânicas e de sensor, equipamentos de eficiência de uso de água (lava-louças, lava-roupas).

O peso de cada equipamento na economia de acordo com a tabela 04 foi:

- Torneiras com arejador: 54%.
- Chuveiro com redutor de vazão: 32%.
- Descarga "dual flush": 14%

7. Classificação da eficiência do uso da água nas edificações

Para classificação da eficiência do uso da água nas edificações, propomos um índice de eficiência do uso da água na edificação. O índice será obtido por uma equação desenvolvida nos dados pesquisados, buscando relacionar o uso da água com as características da edificação.

Equação de índice de eficiência do uso da água na edificação (IEA):

O índice terá a graduação de 0 a 100, sendo 100 a situação mais eficiente, e 0 a menos eficiente.

A pontuação para a utilização dos equipamentos economizadores será proporcional à quantidade de equipamentos com o limite de no máximo 33. Este limite foi determinado pela percentual de economia observada nos estudos com a utilização dos equipamentos considerados nesta proposta.

A pontuação a ser obtida para existência de medição individualizada do consumo será de 15, referente ao percentual de economia observada nos estudos sobre medição individualizada.

A pontuação a ser obtida para existência de sistema de aproveitamento da água pluvial será proporcional à demanda atendida, com o limite de no máximo 100. Este limite foi determinado pela possibilidade de existência de um sistema que atenda 100% da demanda sendo, portanto, a situação mais eficiente do uso da água.

A pontuação a ser obtida para existência de sistema de reciclagem e aproveitamento das águas cinza será proporcional à demanda atendida, com o limite de no máximo 100. Este limite foi determinado pela possibilidade de existência de um sistema que atenda 100% da demanda sendo, portanto, a situação mais eficiente do uso da água.

Apesar da importância da gestão na manutenção da economia do uso da água, esta não foi considerada para a proposta de classificação da eficiência do uso da água nas edificações, pois se mostraram necessários maiores estudos e mensuração dos impactos, benefícios e redução do consumo que a gestão do uso da água, como os planos de controle de água (PCA), proporciona.

Equação proposta:

$$IEA = (N_{arej} / N_{tor}) * 18 + (N_{rvaz} / N_{chuv}) * 11 + (N_{dfiu} / N_{bac}) * 4 + (M_{ind}) * 15 + (A_{cap} * IP_{médio} * C_{perda} / V_{cons}) * 100 + D_{reserv} + (V_{rcinz} / V_{cons}) * 100.$$

Onde:

IEA = Índice de eficiência do uso da água.

N_{arej} = Quantidade de torneiras com arejador.

N_{tor} = Quantidade de torneiras existentes.

N_{rvaz} = Quantidade de chuveiros com regulador de pressão (mínimo 12 litros/min.).

N_{chuv} = Quantidade de chuveiros existentes.

N_{dfiu} = Quantidade de bacias dual-flush.

N_{bac} = Quantidade de bacias existentes.

M_{ind} = 1, caso de exista medição individualizada; e 0, caso não exista.

A_{cap} = Área de captação de água pluvial.

$IP_{médio}$ = Índice pluviométrico médio mensal (INMET ou Ministério da Agricultura).

C_{perda} = 0,8 ou perda de 20% da água captada.

$V_{cons} = \{1 - [(N_{arej} / N_{tor}) * 0,18 + (N_{rvaz} / N_{chuv}) * 0,11 + (N_{dfiu} / N_{bac}) * 0,4 + (M_{ind}) * 0,15]\} * 200$
litros/dia X número de pessoas X 30 dias.

$D_{reserv} = 1$, caso o reservatório de água pluvial atenda o balanço anual do sistema; e 0, caso não atenda.

V_{rcinz} = Volume de água cinza tratada e aproveitada.

8. Referências bibliográficas

ANA – Agência Nacional de Águas, <www.ana.gov.br>, Internet em 27/11/2007.

ANA – Agência Nacional de Águas, *CONSERVAÇÃO E REUSO DA ÁGUA EM EDIFICAÇÕES*, Brasil, 2005.

Gênesis *MANUAL DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA*, São Paulo,

Ghisi E., *INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA*. UFSC, 2004.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, <www.inmet.gov.br>, Internet em 27/11/2007.

Oliveira L.H., *PROJETO TECNOLOGIAS PARA CONSTRUÇÃO PROJETO CONSTRUÇÃO HABITACIONAL MAIS SUSTENTÁVEL*, Brasil, 2007.

Sautchúk C.A.; Marraccini O., *FORMULAÇÃO DE DIRETRIZES PARA IMPLANTAÇÃO DE PROGRAMAS DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES*. São Paulo: EPUSP, 2005.