

## ÍNDICES DE DESPERDÍCIO DE ÁGUA EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS MULTIFAMILIARES DE GOIÂNIA

**Lúcia Helena de Oliveira (1); Cleverson Gomes Cardoso (2)**

(1) Escola de Engenharia Civil da UFG, [luhe@cultura.com.br](mailto:luhe@cultura.com.br)

(2) Escola de Engenharia Civil da UFG, [son-gyn@yahoo.com.br](mailto:son-gyn@yahoo.com.br)

### RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de determinar os índices de desperdício de água em edifícios residenciais multifamiliares da região metropolitana de Goiânia e, assim, possibilitar a previsão de valores reais de indicadores de consumo de água para essa tipologia de edifício.

A metodologia utilizada foi a proposta por OLIVEIRA (1999). Desta forma, o trabalho foi iniciado com uma auditoria do uso da água em cinco edifícios residenciais multifamiliares, detectando-se os vazamentos visíveis e não-visíveis nos sistemas hidráulicos de todos os edifícios. Após a determinação dos valores das perdas de água em função dos vazamentos detectados calculou-se os novos valores dos indicadores de consumo para os respectivos edifícios em condições normais de operação, ou seja, sem as perdas por vazamentos.

Os resultados obtidos indicam uma redução média nos valores de indicadores de consumo de 31% para os edifícios com bacia sanitária com caixa de descarga e de 12% para os edifícios com bacia sanitária com válvula de descarga. Verificou-se, também, um elevado índice de perda por vazamento nas bacias sanitárias com caixa de descarga.

Palavras-chave: perda de água; desperdício de água; vazamento.

### 1. INTRODUÇÃO

A conservação da água em todos os níveis de abrangência – sistemas prediais, sistemas urbanos e recursos hídricos – é condição determinante para a garantia da qualidade do *habitat* humano. A iminente escassez da água tem aumentado o grau de conscientização dos usuários e também do valor econômico desse bem.

No Brasil, apesar da grande disponibilidade hídrica, existem regiões que enfrentam sérios problemas de escassez de água. Uma das questões discutidas em decorrência dessa situação é a seguinte: qual o valor “ótimo” para indicador de consumo de água em edifícios residenciais?

A grande extensão territorial brasileira e, conseqüentemente, a formação de várias regiões caracterizadas pelas condições físicas, climáticas, socioeconômicas e culturais requer parâmetros diferenciados para o dimensionamento de sistemas hidráulicos prediais. No entanto, em geral, utiliza-se o valor do indicador de consumo de 200 L/pes/dia no dimensionamento desses sistemas para edifícios residenciais multifamiliares. Além dos fatores citados anteriormente, deve-se considerar,

as condições de operação do edifício, para determinar com maior precisão o valor do indicador de consumo de água.

Desta forma, desenvolveu-se esta pesquisa com o objetivo de determinar o indicador de consumo de água para edifícios residenciais multifamiliares da região metropolitana de Goiânia, cidade localizada na região Centro-Oeste do Brasil. Para tanto, considerou-se neste trabalho a influência das perdas de água do sistema no valor do indicador de consumo.

Inicialmente, foi realizada uma auditoria do uso da água no edifício, detectando-se os vazamentos visíveis e não-visíveis em todo o sistema. Então, determinou-se os valores das perdas de água em função dos vazamentos detectados e calculou-se os novos valores de indicador de consumo para os respectivos edifícios em condições normais de operação, ou seja, sem perdas de água por vazamentos.

## **2. INDICADOR DE CONSUMO E ÍNDICES DE DESPERDÍCIO DE ÁGUA**

Segundo OLIVEIRA (1999), agente consumidor é a variável mais representativa do consumo de água em um sistema, a qual depende não só da tipologia do edifício mas, também das características funcionais do sistema. Assim, o agente consumidor deve ser definido em função da tipologia e das atividades desenvolvidas no edifício, ou seja:

- edifício residencial – pessoas (moradores);
- edifício de escritórios – pessoas (usuários permanentes);
- edifício escolar – alunos, pessoas.

### **2.1 Indicador de consumo – IC**

Denomina-se indicador de consumo – IC, a relação entre volume de água consumido em um determinado período e o número de agentes consumidores nesse mesmo período, conforme ilustra a equação 2.1.

$$IC = \frac{\text{Consumo de água do período}}{\text{nº de agentes consumidores x período de atividades}} \quad (2.1)$$

Desta forma, obtém-se, por exemplo, os seguintes indicadores de consumo, conforme a tipologia do edifício:

- edifício residencial – litros/pessoa/dia;
- edifício de escritórios – litros/pessoa/dia;
- edifício escolar – litros/aluno/dia, litros/pessoa/dia.

Ao investigar o uso da água em um edifício é necessário analisar o histórico do indicador do consumo de água. A análise somente do histórico do consumo mensal de água pode conduzir a uma avaliação errônea, pois quando ocorre aumento do número de agentes consumidores a tendência é o acréscimo de consumo de água. Todavia se o consumo permanece o mesmo, após o aumento do número de agentes consumidores, o indicador de consumo apresenta valores menores, mostrando redução real do consumo.

### **2.2 Índices de desperdícios**

Considera-se desperdício toda água que esteja disponível em um sistema hidráulico e seja perdida antes de ser utilizada para uma atividade fim, ou então, quando utilizada para uma atividade fim, o é de forma excessiva. Neste trabalho consideram-se somente os índices de desperdícios relacionados à vazamentos, conforme apresentados a seguir.

#### **2.2.1 Índice de perda – IP**

É a relação entre o volume de água perdido por vazamento, em um determinado período, e o volume total de água medido ou consumido pelo sistema no mesmo período, conforme apresenta a equação 2.2.

$$IP = \frac{V_p}{V_m} \cdot 100(\%) \quad (2.2)$$

onde:

$V_p$  = volume de água perdido por vazamento em um período;

$V_m$  = volume de água medido ou consumido no mesmo período em que ocorreu o VP.

Um dos problemas verificados na determinação dos índices de perda é a quantificação dos volumes de água perdido no sistema antes da correção de vazamentos. Assim, adotou-se para as torneiras, vazamentos visíveis, os valores determinados por OLIVEIRA (1999) e apresentados na tabela 2.1.

**Tabela 2.1 - Valores médios de perda diária de água em função de vazamentos em torneiras.**

Vazamento	Frequência (gotas/min)	Perda diária (L/dia)
Gotejamento lento	Até 40 gotas/min	06 a 10
Gotejamento médio	$40 < n^{\circ} \text{ gotas/min} \leq 80$	10 a 20
Gotejamento rápido	$80 < n^{\circ} \text{ gotas/min} \leq 120$	20 a 32
Gotejamento muito rápido	Impossível de contar	> 32
Filete $\phi \approx 2\text{mm}$	---	> 114
Filete $\phi \approx 4\text{mm}$	---	> 333

Com relação às perdas por vazamento em bacias sanitárias, em geral não-visíveis, existe uma variação muito grande de valores. Conforme o *site* da Internet DECA (s.d.) as perdas de água em bacias sanitárias são determinadas em função dos vazamentos provenientes dos furos de lavagem, localizados no colar da bacia sanitária, conforme apresenta a tabela 2.2.

**Tabela 2.2 – Perdas de água por vazamento em bacias sanitárias. DECA (s.d.).**

Número de furos de lavagem	Correspondente de vazamento (L/min)	Perda diária (L/dia)
1 - 3	0,1	144
3 – 6	0,3	432
Mais furos	0,5	720

MALAN (1980), apresenta um trabalho realizado em Pretória – África do Sul, onde 531 bacias sanitárias com caixa de descarga foram vistoriadas. Observou-se que a vazão de vazamento variou de 0,20 L/h a 150 L/h, com um média de 23,8 L/h, ou seja, uma perda diária média de 571 L/dia.

GRISHAM; FLEMING (1989), comentam que um vazamento em bacia sanitária pode atingir 45 L/h e, portanto, 1080 L/dia.

Segundo VICKERS (1993), em média 20% das bacias sanitárias, quer sejam convencionais ou com volume de descarga reduzido, apresentam vazamento com perda de água superior a 189 L/dia, apesar do avanço da ciência dos materiais e, sobretudo, do plástico utilizado na produção de comporta e de torneira de bóia de caixas de descarga.

Diante de valores tão díspares, considera-se para efeito de cálculo, neste trabalho, o valor mínimo apresentado pelo *site* da DECA (s.d.), ou seja, uma perda diária de 144 L/dia, para todos os

vazamentos detectados em bacias sanitárias, até que seja desenvolvida uma pesquisa para a determinação dos índices de perdas de água em bacias sanitárias brasileiras.

O índice de perda é determinado em função do tipo de vazamento, conforme apresentado a seguir:

- Índice de perda por vazamento visível – IPv

$$IPv = \frac{PDvv}{CMd} \cdot 100 (\%) \quad (2.3)$$

onde:

PDvv = perda diária por vazamento não-visível;

CMd = consumo médio diário.

- Índice de perda por vazamento não-visível – IPnv

$$IPnv = \frac{PDnv}{CMd} \cdot 100 (\%) \quad (2.4)$$

onde:

PDnv = índice de perda por vazamento não-visível;

CMd = consumo médio diário.

### 2.2.2 Índice de vazamento - IV

É a relação entre o número de pontos de utilização com vazamentos e o número total de pontos de utilização do sistema, conforme a equação 2.5.

$$IV = \frac{\Sigma PuV}{\Sigma Pu} \cdot 100 (\%) \quad (2.5)$$

onde:

PuV = ponto de utilização do sistema com vazamento;

Pu = ponto de utilização do sistema.

### 2.2.3 Perda diária total - PDt

A perda diária total é a soma das perdas por vazamento visível e não-visível levantadas no sistema, conforme apresenta a equação 2.6.

$$PDt = PDvv + PDnv \quad (2.6)$$

onde:

PDvv e PDnv, definidos anteriormente.

## 3. INVESTIGAÇÃO DE CAMPO

Foram estudados cinco edifícios residenciais multifamiliares com dois e três dormitórios. A auditoria do consumo de água foi realizada sendo levantados os consumos mensais do período histórico e realizada a detecção de vazamentos. As características físicas e funcionais dos edifícios estudados são apresentadas na tabela 3.1.

**Tabela 3.1 – Características físicas e funcionais dos edifícios estudados.**

Características do edifício	Edifício 1	Edifício 2	Edifício 3	Edifício 4	Edifício 5
Número de apartamentos	64	64	36	8	28
Nº de hab./apto. (1)	3,4	3,7	2,1	3,4	3,6
Nº de banheiros/apto.	3	3	2	3	3
Nº de dormitórios/apto. (2)	3	3	2	3	3
Área do apto.	109 m <sup>2</sup>	109 m <sup>2</sup>	69 m <sup>2</sup>	212 m <sup>2</sup>	180 m <sup>2</sup>
Dispositivo de descarga da BS	Caixa de descarga	caixa de descarga	caixa de descarga	válvula de descarga	válvula de descarga
Tempo de operação	10 anos	10 anos	7 anos	17 anos	34 anos

(1) Foram considerados somente os empregados residentes.

(2) Não estão considerados os dormitórios de empregados.

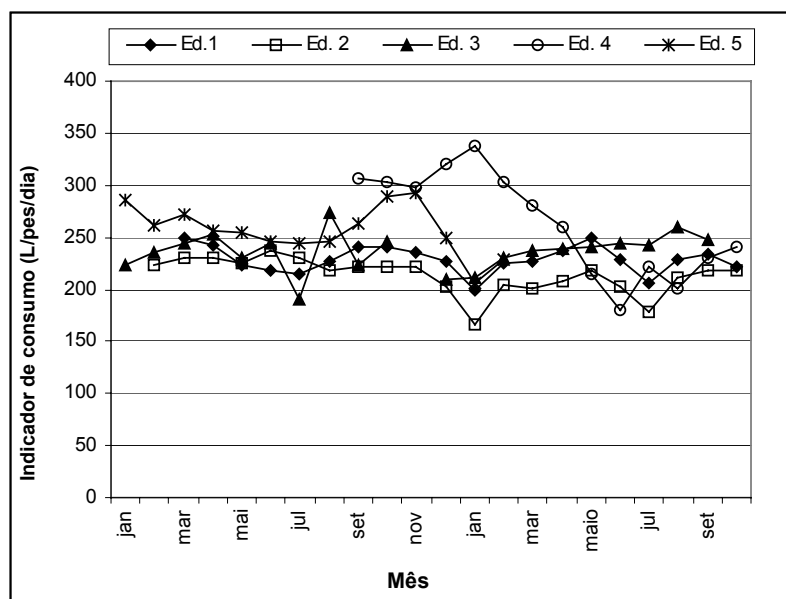
### 3.1 Auditoria do consumo de água

A tabela 3.2 ilustra os valores médios de indicadores de consumo de água do período histórico que são utilizados como referência na análise do impacto de redução do consumo após a subtração dos valores dos vazamentos.

**Tabela 3.2 – Indicadores de consumo do período histórico.**

Edifício	Indicador de consumo no período histórico (L/pes/dia)
Edifício 1	232
Edifício 2	218
Edifício 3	241
Edifício 4	264
Edifício 5	277

A figura 3.1 ilustra os indicadores de consumo relativos ao período histórico nos cinco edifícios residenciais multifamiliares.



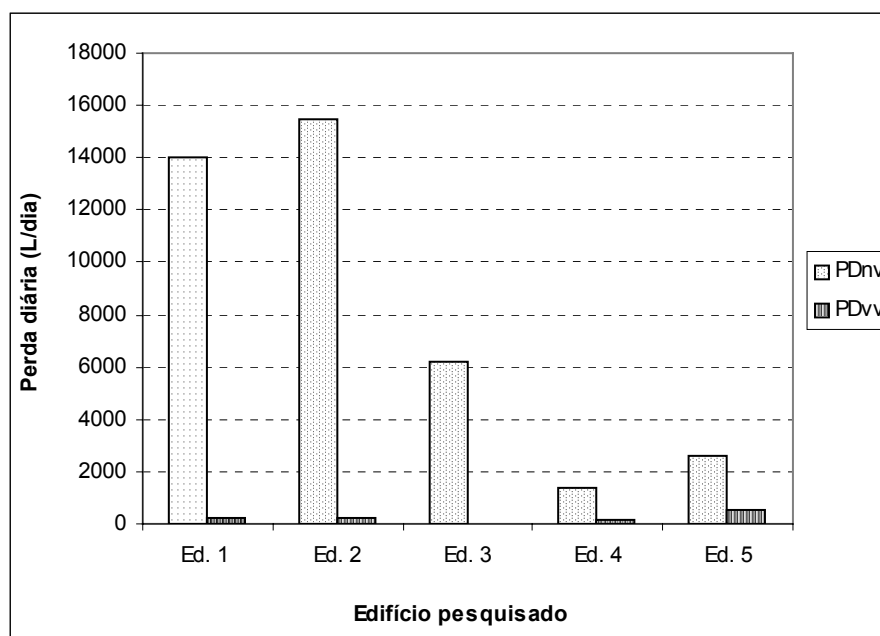
**Figura 3.1 - Indicadores de consumo de água no período histórico para os cinco edifícios pesquisados.**

### 3.1.1 Perda de água por vazamento visível e não-visível

Foram detectados vazamentos visíveis somente em componentes de utilização tais como: torneiras, chuveiros, bidês e duchas higiênicas. A maior incidência foi verificada em torneiras de lavatório. Os vazamentos não-visíveis foram detectados em reservatórios enterrados e bacias sanitárias. A tabela 3.3 e a figura 3.2 ilustram as perdas de água por vazamento visível e não-visível nos edifícios.

**Tabela 3.3 – Perdas de água por vazamentos visíveis e não-visíveis.**

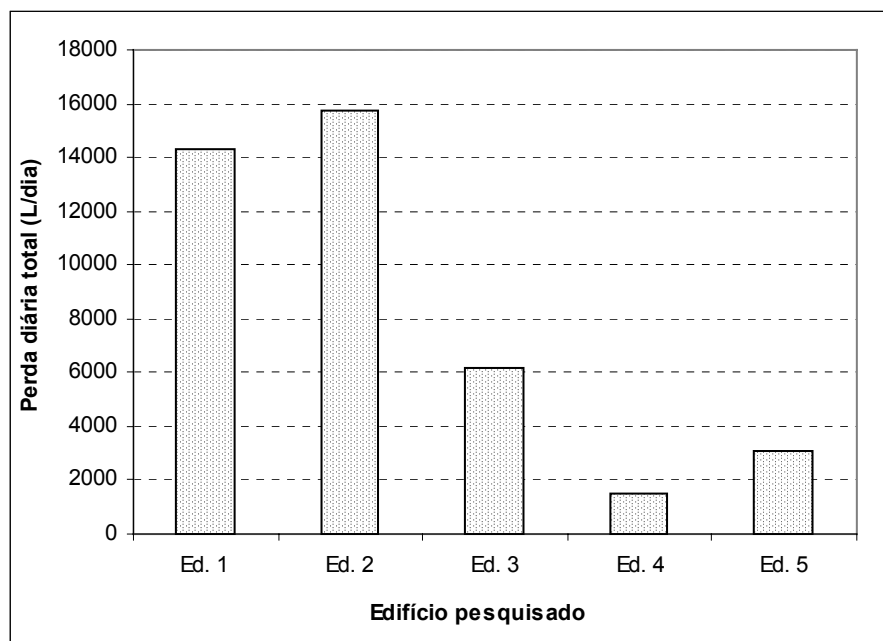
Perda de água	Ed. 1	Ed. 2	Ed. 3	Ed. 4	Ed. 5
PDVv (L/dia)	235	245	8	146	370
IPv (%)	0,5	0,5	0,04	2	1,4
PDnv (L/dia)	14040	15480	6192	1354	2592
IPnv (%)	27,9	31,0	34,9	18,6	9,9



**Figura 3.2 - Perdas diárias de água por vazamento visível e não-visível.**

### 3.1.2 Perda diária total - PDt

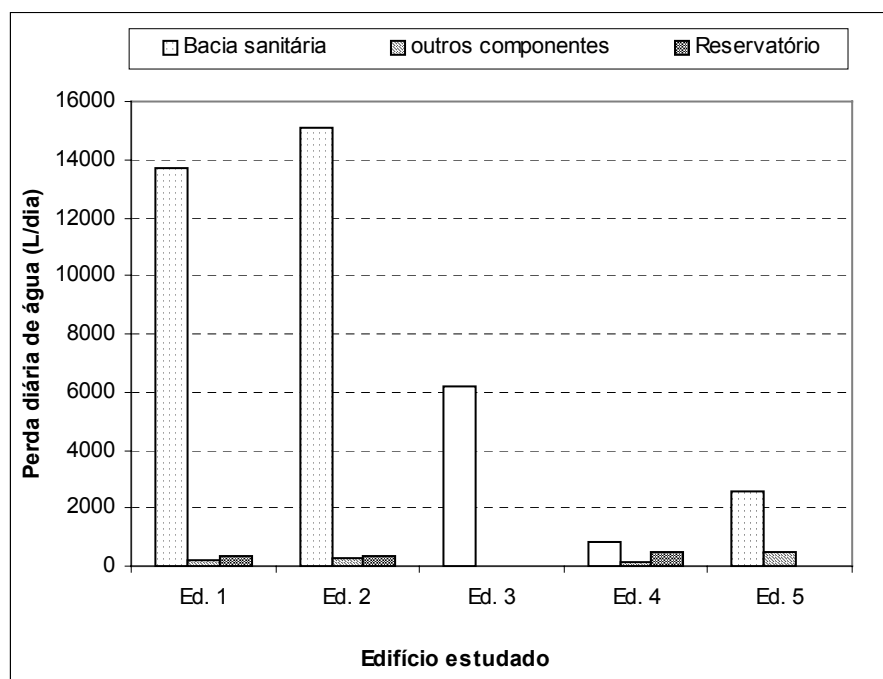
A figura 3.3 ilustra as perdas diárias totais verificadas nos edifícios.



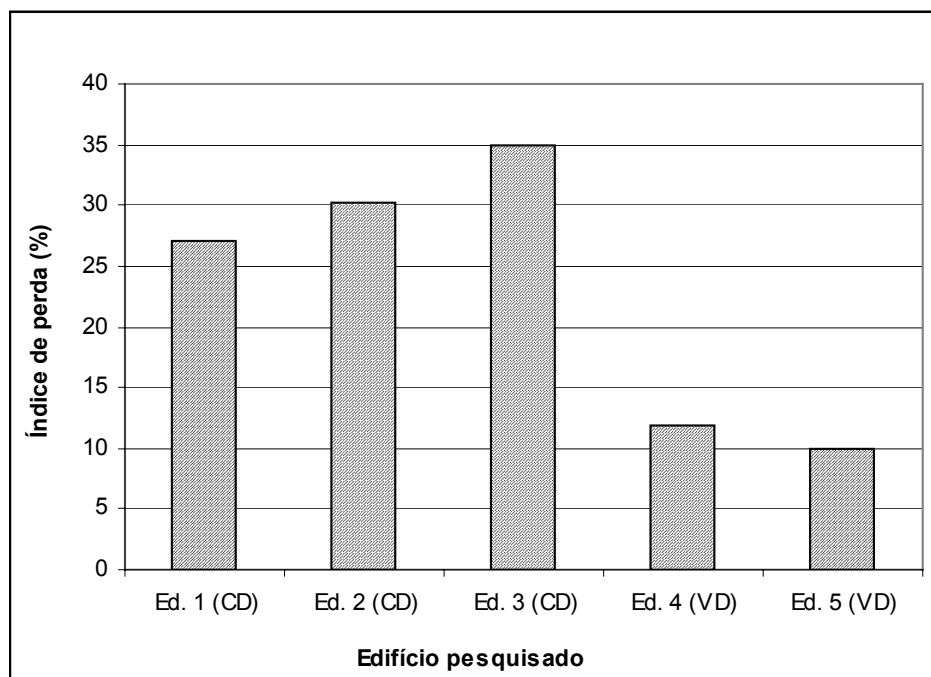
**Figura 3.3 – Perdas de diárias totais por vazamento verificadas nos edifícios.**

### 3.2 Diagnóstico

Os desperdícios de água levantados na auditoria do consumo de água indicam que as maiores perdas por vazamento estão nos componentes de utilização, principalmente nas bacias sanitárias com caixa de descarga, conforme ilustram as figuras 3.4 e 3.5.



**Figura 3.4 – Distribuição dos vazamentos nos edifícios pesquisados.**



**Figura 3.5 – Índice de perda de água por vazamentos em bacias sanitárias com caixa de descarga e com válvula de descarga nos edifícios pesquisados.**

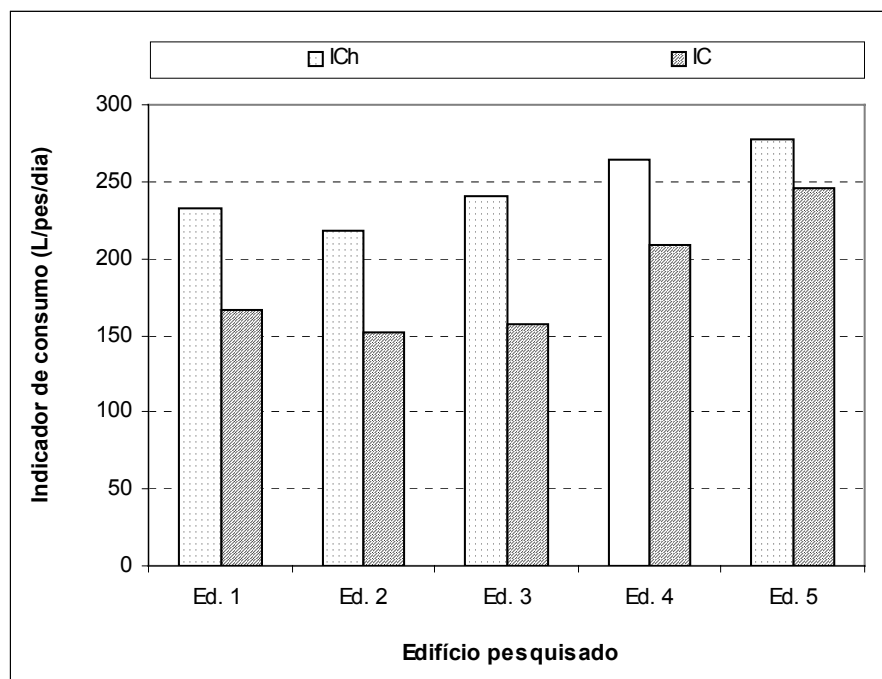
### 3.3 Indicadores de consumo esperados após a correção de vazamento

Após a correção de vazamentos espera-se que os valores de indicadores de consumo - IC sejam reduzidos aos valores apresentados na tabela 3.4 e figura 3.6. A referida figura ilustra os valores médios de indicadores de consumo no período histórico – ICh e do indicador de consumo esperado – IC para essa tipologia de edifício.

**Tabela 3.4 – Valores de indicadores de consumo de água no período histórico (ICh) e o valor esperado após a correção de vazamentos (IC).**

Edifício	Indicador de consumo no período histórico (L/pes/dia)	Indicador de consumo esperado após a correção de vazamentos (L/pes/dia)
Edifício 1	232	166
Edifício 2	218	152
Edifício 3	241	157
Edifício 4	264	209
Edifício 5	277	246





**Figura 3.6 – Valores de indicadores de consumo de água no período histórico (ICh) e o valor esperado após a correção de vazamentos (IC).**

Observa-se através da figura 3.6 que o valor médio de indicador de consumo para edifícios residenciais multifamiliares com caixa de descarga é menor do que os que dispõem de válvulas de descarga. Verifica-se, também, que os edifícios com caixa de descarga apresentam indicadores de consumo menores somente quando estão sem vazamento.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora não tenha sido estudada uma amostra que represente estatisticamente essa tipologia de edifício, nota-se uma tendência de que o indicador de consumo para edifícios residenciais multifamiliares da região metropolitana de Goiânia podem variar de 150 L/pes/dia a 250 L/pes/dia, dependendo do dispositivo de descarga. Para os sistemas com válvula de descarga obteve-se indicadores de consumo superiores a 200 L/pes/dia e para os sistemas com caixa de descarga inferiores a 200 L/pes/dia.

A pesquisa também ressalta os seguintes aspectos:

- a indispensável a melhoria da qualidade das caixas de descarga, pois elas podem possibilitar menor consumo de água no edifício, quando comparadas com as válvulas de descarga, somente se em boas condições de operação;
- as bacias sanitárias com caixa de descarga apresentaram maior índice de vazamento do que as dotadas de válvula de descarga. Foi observado que os obturadores, também denominados comportas ou *flappers*, são os maiores responsáveis pelo desperdício de água nas bacias sanitárias com caixa de descarga;
- é necessário que todos os fabricantes de bacias sanitárias e dispositivos de descarga forneçam garantia de estanqueidade, no mínimo, de dez anos;
- o desenvolvimento de pesquisa que determine o volume de perda por vazamento para as bacias sanitárias brasileiras com caixa de descarga e válvula de descarga contribuiria para uma determinação mais precisa dos índices de perda de água nesses componentes;
- a população, geralmente de 5 a 7 habitantes, utilizada para esta tipologia de edifício quando do cálculo do consumo diário de água, está superestimada, verificando-se nestes cinco condomínios de três dormitórios uma média de 3,5 pes/apto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DECA. Online. Disponível em <http://www.deca.com.br>. Acessado em 10 .02. 2001.

MALAN, G.J. Towards urban water conservation in south Africa. In: CIB W62 SEMINAR, south africa, 1980. **Proceedings**. South Africa, Sept. 1980, 7p.

OLIVEIRA, L. H. **Metodologia para a implantação de programa de uso racional da água em edifícios**. São Paulo, 1999. 344p. Tese de Doutorado – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

VICKERS, A. The energy policy act: assessing the impact on utilities. **Journal AWWA**, v.85,p. 56-62, August 1993.