



## O APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA VISANDO A ETIQUETAGEM DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM PRÉDIO COMERCIAL

**Ioni Donini Medeiros Couto**

Arquiteta e Eng<sup>a</sup> Civil, Mestranda do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo - Universidade Federal de Pelotas – RS; e-mail: ioni.couto@hotmail.com

### **RESUMO**

Com o Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), foram definidos quesitos que avaliam as características do edifício para etiquetagem de eficiência energética, através de uma equação. No RTQ-C estão previstas bonificações para inovações tecnológicas como o aproveitamento e a racionalização de água, considerando que estas medidas representem uma economia no consumo anual de água tratada maior de 20%. Esse estudo, baseando-se nas recomendações da ABNT, visa o armazenamento de água da chuva para consumo que dispense a potabilidade. Constatou-se nesse caso, que o volume de chuva mensal aproveitável – conforme a NBR 15527/2007 – pode atender ao consumo de água não potável 25 dias do mês, em condições normais, dentro das médias pluviométricas conhecidas. Nesse caso, é possível demonstrar que a economia no consumo anual de água no prédio representará em média 35,60% – atendendo as exigências do RTQ-C – para receber bonificação no processo de etiquetagem de eficiência energética. A contribuição em economia de energia elétrica para o sistema de abastecimento da cidade poderá ser de até 692,55 kwh/mês. Com estes resultados conclui-se que pequenas iniciativas localizadas podem levar a resultados expressivos na área da preservação ambiental e energética. Pretende-se, assim, estimular a ação da comunidade acadêmica pela difusão de novos padrões de comportamento, pelo seu caráter de exemplo, pela sua capacidade de induzir mudanças de conduta e pelo seu efeito multiplicador.

Palavras-chave: eficiência energética, etiquetagem, aproveitamento de água da chuva.

## **1 INTRODUÇÃO**

Com a captação obtém-se água de boa qualidade, de maneira simples e bastante efetiva – em termos de custo-benefício. Sua utilização traz várias vantagens, como: a redução do consumo de água da rede pública e do custo de tratamento e fornecimento da mesma –evitando o uso desnecessário de água potável sendo evitada a utilização de água potável onde esta não é necessária. Para exemplo disso seriam: descargas em bacias sanitárias, irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, limpeza de pátios, espelhos d'água, entre outros.

O uso de água para fins não potáveis em estabelecimentos comerciais, escolas, prédios públicos, hotéis, hospitais, e mesmo em indústrias, pode responder por mais de 50% do consumo. Sendo necessária uma inspeção cuidadosa no local para uma avaliação precisa(Ghisi et al,2006).

Com o desenvolvimento do Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), surgem os quesitos para o processo de avaliação das características do edifício, para etiquetagem, junto ao Laboratório de Inspeção acreditado pelo Inmetro.

O processo de etiquetagem dos edifícios iniciou-se no primeiro semestre de 2009, sendo ainda de caráter voluntário, e é aplicável a edifícios com área útil superior a 500m<sup>2</sup> ou atendidos por alta tensão.

A avaliação da edificação recai sobre o sistema de iluminação, envoltória e condicionamento de ar. Assim é considerado como bonificações, as inovações tecnológicas como: o aproveitamento e a racionalização de água. O processo de tratamento de água necessita de disponibilidade de energia para o funcionamento dos equipamentos, sendo na etapa de captação o maior consumo.

O consumo de energia em saneamento básico foi estimado pela PROCEL/ELETROBRÁS em 8.7 Twh/ano, sendo que 15% podem ser evitados com medidas que aumentem a eficiência energética. Essas iniciativas devem ser comprovadas e justificadas para serem contabilizadas como tal (Bahia et al, 1998). No caso de aproveitamento de água da chuva, devem representar uma economia anual maior de 20%, demonstrando a eficiência do sistema.

Nesse artigo será analisado o projeto de construção de um Shopping Center. Pretende-se demonstrar a eficiência da captação e utilização da água da chuva, com a economia de energia no sistema de captação, tratamento e adução de água pela concessionária, além da redução significativa do consumo de água potável – que representa uma diminuição do custo de operação do empreendimento.

### **1.1 Área em estudo e apresentação do projeto**

O lote em estudo possui uma área de 15.483 m<sup>2</sup>, onde será analisado o anteprojeto de implantação de um shopping (área de 32.372,78 m<sup>2</sup>). Esse é composto de subsolo, térreo, mezanino do térreo, segundo pavimento e mezanino do segundo pavimento. A estrutura deverá ser de concreto armado convencional.

A taxa de ocupação do lote, prevista na proposta de implantação, é de aproximadamente 66% no pavimento térreo. Analisando o projeto, observa-se que parte da fração não edificada, área livre, necessitará de impermeabilização, por se tratar de rampas de acesso às garagens – localizadas no subsolo – que deverão ser em concreto. Apenas uma faixa de recuo de ajardinamento foi prevista, onde poderá receber cobertura vegetal, funcionando como dreno.

A obra impermeabilizará quase a totalidade da área do lote, favorecendo a captação de águas pluviais para utilização em usos que dispensem água potável. A área de captação é de 15.000,00 m<sup>2</sup>.

## **2 OBJETIVO**

O objetivo deste artigo é demonstrar a eficiência da captação e utilização da água de chuva para fins não potáveis em prédio comercial. Vislumbra-se a bonificação no processo para etiquetagem de eficiência energética do edifício e economia no consumo de energia elétrica para a concessionária – desde o processo de captação até a adução da água potável.

### 3 METODOLOGIA

O dimensionamento do reservatório para esse projeto deverá atender a reserva para utilização da água para uso em descargas de vasos sanitários, limpeza geral do prédio e sistema de ar condicionado.

O método de dimensionamento utilizado é indicado pela NBR 15527/2007 “Água de chuva – aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis” – que preveem o dimensionamento exclusivamente para o consumo.

#### 3.1 Cálculo do volume de água da chuva aproveitável mensalmente

O volume  $V$  de água a ser aproveitado não é o mesmo volume precipitado, pois é necessário considerar-se as perdas por evaporação e absorção devido à superfície por onde a água escoa. Esse coeficiente é chamado de escoamento superficial e possui os valores expressos na Tabela 4. Considerou-se, ainda, o percentual referente ao descarte da primeira chuva, que elimina as impurezas residuais da superfície.

Para cálculo do volume de água de chuva aproveitável mensalmente, utilizou-se a equação sugerida pela NBR 15527/2007:

$$V = P \cdot A \cdot C \cdot \eta$$

Equação 1

P = precipitação média mensal (tab.3)

A = área de coleta ( $m^2$ )

C = coeficiente de escoamento superficial da cobertura (tab.4)

$\eta$  fator de capacitação = é a eficiência do sistema de capacitação, levando em conta o descarte do escoamento inicial, variando de 0,50 a 0,90.

Calculando:

$$V = 114 \times 15000 \times 0,9 \times 0,9$$

$$V = 1.385.100 \text{ litros/mês}$$

#### 3.2 Cálculo do volume de consumo total de água na edificação

Identificou-se diferentes parâmetros, indicados por diversos autores, para o cálculo do consumo médio diário de água para o funcionamento da atividade do shopping center. Optou-se pelo coeficiente mais utilizado entre os projetistas, sendo baseado na área construída – que estabelece o valor de quatro litros/dia por metro quadrado ( $m^2$ ) da área do shopping center – incluindo estacionamento e cinemas (tab.1).

Considerando-se a área construída total de 32.372,78  $m^2$  e o consumo mensal (Cm), tem-se o seguinte cálculo:

$$Cm = Cd \times Ac \times 30 \text{ dias}$$

Equação 2

Cd - Consumo médio diário ( $l/m^2$ ) - tab.1

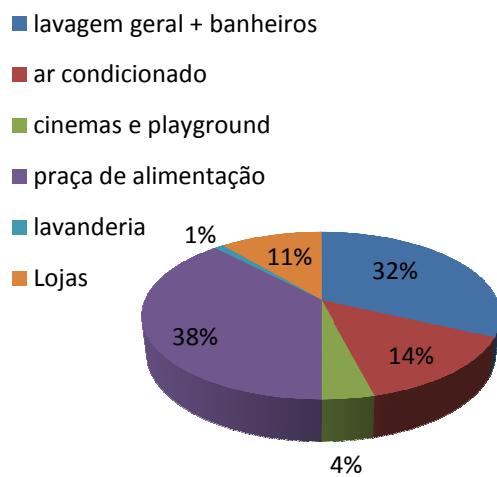
Ac - Área Construída total ( $m^2$ )

$$Vt = 3.884.733,60 \text{ litros/mês}$$

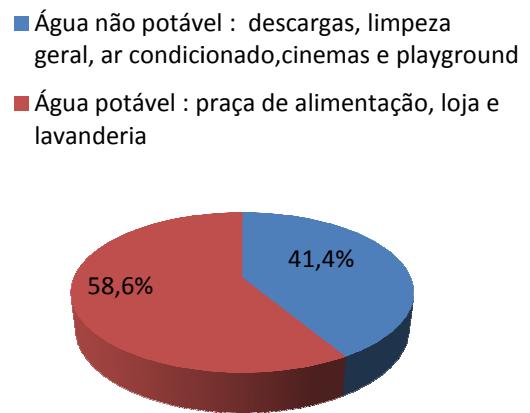
Tabela 1 - Relação entre as atividades e o consumo médio diário de água (Tomaz, 2000).

| TIPOLOGIA DE EDIFÍCIO               | COEFICIENTES DE USO               |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Aeroportos                          | 10 a 12 litros/passageiros        |
| Bares                               | 40 litros/ $m^2$                  |
| Cinemas                             | 2 litros/assento                  |
| Creches                             | 50 a 80 litros/criança            |
| Edifício de escritórios             | 50 a 80 litros/empregado          |
| Escola (externato)                  | 50 litros/ aluno                  |
| Hospitais                           | 250 litros/leito                  |
| Hotéis                              | 250 a 350 litros/hóspede          |
| Lojas e Estabelecimentos comerciais | 6 a 10 litros/ $m^2$              |
| Lava rápido automático de carros    | 250 litros por veículo            |
| Lavanderias                         | 1 a 2 litros/Kg de roupa          |
| Parques e áreas verdes              | 2 litros/ $m^2$                   |
| Residências                         | 200 litros/ pessoa                |
| Restaurantes                        | 20 a 30 litros/refeição preparada |
| Shopping Centers                    | 4 litros/ $m^2$                   |
| Teatro                              | 7 litros/ $m^2$                   |

Segundo Santo e Sanchez (2001), os percentuais relativos ao consumo total de água no funcionamento de um shopping são os representados no gráfico 1.



**Gráfico 1** - Divisão do consumo por categorias



**Gráfico 2** - Divisão do consumo por usos e potabilidade

Em alguns usos como: banheiros (descargas de vaso sanitário), lavagem geral, ar condicionado, cinemas e playground é possível dispensar a água potável.

Considerando-se o monitoramento realizado pelos autores acima citados, 27% da água consumida em banheiros de shopping centers, correspondem a lavatórios – onde deve utilizar água potável. Esse fato reduz e corrige os percentuais estimados do consumo de água não potável para a categoria de lavagem geral e banheiros de 32% (gráfico 1) para 23,4%. Este percentual somado aos demais, indica que 41,4% do consumo de água geral do prédio não necessita de potabilidade (gráfico 2).

Baseado no consumo previsto para shopping centers na Tabela 1, de 4 litros/m<sup>2</sup> e considerando que 41,4% desse consumo poderá dispensar a potabilidade – consumo não-potável(Cnp), a demanda de água de chuva mensal deverá corresponder a:

$$C_{NP} = 41,4\% \times C_m \text{ (eq.1)}$$

Equação 2

$$C_{NP} = 1.608.280 \text{ litros/mês.}$$

### 3.3 Cálculo do reservatório de água da chuva, segundo a NBR 15527/2007 “Água de chuva – aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis”.

Esse estudo baseou-se nas áreas de cobertura da edificação, no consumo diário de água, na precipitação da região, no coeficiente de perdas e no percentual de água potável usada para fins não potáveis – que poderia ser substituída por água pluvial.

Para o cálculo do volume do reservatório foi utilizado o método de Rippl, constante na NBR 15527/07, que leva em consideração o conceito da regularização de vazão, garantindo o máximo aproveitamento do volume de água precipitado.

Para aplicação do método, utilizou-se o histórico de dados pluviométricos registrados para a cidade de Pelotas, no período 1971-2000 (tab. 3).

**Tabela 2**- Método de dimensionamento do volume do reservatório de aproveitamento de água pluvial em litros.

| Método          | Equações  |
|-----------------|---|
| Método de Rippl | $V = \sum S$ , somente para valores $S > 0$ <span style="float: right;">Equação 3</span><br>$Q = C \times \text{Precipitação chuva (Tab.3)} \times \text{Área captação}$ <span style="float: right;">Equação 4</span><br>$S = D - Q$ <span style="float: right;">Equação 5</span> |

S = é o volume de água no reservatório no tempo t;  
Q = é o volume de chuva aproveitável no tempo t;  
D = é a demanda ou consumo no tempo t;

V é o volume do reservatório, em metros cúbicos;  
C é o coeficiente de escoamento superficial (tab. 4)

Analizando os dados climáticos do Brasil – Embrapa – monitoramento por satélite, obtém-se as referências de estudos para precipitações P, apresentado na Tabela 3.

**Tabela 3-** Dados de precipitação para cidade de Pelotas. Disponível em:  
<http://www.cpact.embrapa.br/agromet/estacao/mensal.html>

| Variáveis                  | Normais Climatológicas Período: 1971/2000 (Mensal/Anual) |       |      |       |       |       |       |       |       |       |      |       | Méd  |     |
|----------------------------|--|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-----|
|                            | Jan  | Fev   | Mar  | Abr   | Mai   | Jun   | Jul   | Ago   | Set   | Out   | Nov  | Dez   | Ano  |     |
| Precip.<br>Pluviom<br>(mm) | 119,1  | 153,3 | 97,4 | 100,3 | 100,7 | 105,7 | 146,0 | 117,4 | 123,7 | 100,7 | 99,5 | 103,2 | 1367 | 114 |

**Tabela 4 -** Valores de coeficiente C com base em superfícies .( Tucci et all.,1995)

| VALORES DE “C”               |                   |           |       |
|------------------------------|-------------------|-----------|-------|
|                              | SUPERFÍCIE        | INTERVALO | VALOR |
| Pavimento                    | Asfalto           | 0,70-0,95 | 0,83  |
|                              | Concreto          | 0,80-0,95 | 0,88  |
|                              | Calçadas          | 0,75-0,85 | 0,80  |
| Cobertura:<br>grama, arenoso | Plano (2%)        | 0,05-0,10 | 0,08  |
|                              | Médio (2 a 7%)    | 0,10-0,15 | 0,13  |
|                              | Alta (7%)         | 0,15-0,20 | 0,18  |
| Grama, solo pesado           | Plano (2%)        | 0,13-0,17 | 0,15  |
|                              | Médio (2 a 7%)    | 0,18-0,22 | 0,20  |
|                              | Declive alto (7%) | 0,25-0,35 | 0,30  |

Calculando-se pelo Método Rippl:

**Tabela 5-Tabela de cálculo do reservatório pelo método Rippl (para demanda diária de 1,6 l/ m<sup>2</sup>/dia)**

| Meses | Chuva<br>Média<br>(mm) | Área de<br>Captação<br>(m <sup>2</sup> ) | Volume de<br>chuva<br>(l) | Demanda<br>constante<br>(l) | Déficit<br>(m <sup>3</sup> ) | Diferença        |
|-------|------------------------|--|---------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------|
|       |                        |  |                           |                             |                              | Acumulada<br>(l) |
| Jan   | 119,1                  | 15000                                    | 1607850                   | 1608280                     | -5398                        |                  |
| Fev   | 153,3                  | 15000                                    | 2069550                   | 1608280                     | -467098                      |                  |
| Mar   | 97,4                   | 15000                                    | 1314900                   | 1608280                     | 287552                       | 287552           |
| Abr   | 100,3                  | 15000                                    | 1354050                   | 1608280                     | 248402                       | 535954           |
| Mai   | 100,7                  | 15000                                    | 1359450                   | 1608280                     | 243002                       | 778956           |
| Jun   | 105,7                  | 15000                                    | 1426950                   | 1608280                     | 175502                       | 954458           |
| Jul   | 146                    | 15000                                    | 1971000                   | 1608280                     | -368548                      |                  |
| Ago   | 117,4                  | 15000                                    | 1584900                   | 1608280                     | 17552                        | 972010           |
| Set   | 123,7                  | 15000                                    | 1669950                   | 1608280                     | -67498                       |                  |
| Out   | 100,7                  | 15000                                    | 1359450                   | 1608280                     | 243002                       | 1215012          |
| Nov   | 99,5                   | 15000                                    | 1343250                   | 1608280                     | 259202                       | 1474214          |
| Dez   | 103,2                  | 15000                                    | 1393200                   | 1608280                     | 209252                       | 1683466          |
| TOTAL | 1367                   |  | 18454500                  | 199299360                   | 774924                       |                  |

### **3.4 Cálculo da economia média de energia elétrica em Kwh, no sistema de abastecimento da cidade, com o aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis no prédio.**

Para obter-se o cálculo da economia de energia elétrica para a concessionária, no abastecimento de água tratada com o aproveitamento de águas pluviais – para fins não potáveis – consultou-se o SANEP (Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas). Esses dados são para o município de Pelotas, que possui como característica uma topografia predominantemente plana, fator importante para o consumo de energia do sistema da cidade.

**Tabela 6** – Referência de despesa para o abastecimento de água tratada

| Unidade         | Mês referência | Consumo de Energia<br>(Kwh/m <sup>3</sup> ) | Custo<br>(R\$) |
|-----------------|----------------|---|----------------|
| 1m <sup>3</sup> | Outubro/2009   | 0,50  | 0,15           |

Os dados obtidos foram baseados no consumo do mês de Outubro de 2009. O volume de água não potável (utilizado com o aproveitamento de água da chuva) dispensa parte do abastecimento da rede pública, economizando o custo de tratamento desse volume.

Conforme item 3.1, o volume médio de água de chuva aproveitável mensalmente no prédio é de 1.385,1 m<sup>3</sup>. Considerando os dados apresentados na tabela 6, é possível estimar a economia média mensal e anual de energia elétrica para a concessionária, utilizando a captação e utilização da água de chuva, conforme apresentado na tabela7:

**Tabela 7**- Economia de energia prevista no sistema geral de abastecimento

|        | Volume água<br>(m <sup>3</sup> ) | Consumo de Energia<br>(Kwh) | Custo<br>(R\$) |
|--------|----------------------------------|-----------------------------|----------------|
| Mensal | 1.381,10                         | 692,55                      | 207,77         |
| Anual  | 16.573,1                         | 8.310,60                    | 2.493,24       |

## **4 ANÁLISE DE RESULTADOS**

Considerando-se a área de captação de chuva, a precipitação média mensal de Pelotas e os coeficientes de escoamento e descarte, calculou-se o volume de chuva aproveitável – baseado na NBR15527/2007 – é de 1.385,1 m<sup>3</sup>/mês.

A demanda de água não potável na atividade, foi calculada em 41,4% do consumo total, o que representa o volume de 1.608,0 m<sup>3</sup>/mês. Comparando-se o volume médio aproveitável de água da chuva e a demanda de água não potável é possível estimar uma economia de 86% (com a utilização da coleta para esse fim) – atendendo ao consumo de água não potável por 25 dias do mês.

A economia da água no prédio, com a utilização para fins não potáveis da água de chuva, poderá representar 35,60% no total.

O reservatório para armazenamento de água de chuva deverá possuir condições de armazenamento do volume de 1.684 m<sup>3</sup>, garantindo o máximo aproveitamento de precipitações. Estima-se que por questões de custo e segurança, 60% desta reserva deverá se localizar abaixo do pavimento da garagem; utilizando-se o sistema de bombeamento para reservatórios superiores, que deverão ser interligados e funcionarem separadamente do sistema de abastecimento de água potável.

Observa-se que não foi contabilizado o gasto com energia para o recalque desta água até o reservatório superior, de onde será distribuída , visto que o abastecimento, ainda que realizado pela concessionária também teria esse custo, considerando a necessidade do armazenamento de parte do volume em reservatório inferior.

Analizando o gasto com energia elétrica fornecido pela concessionária, para o processo de captação, tratamento e abastecimento de água potável por metro cúbico, conclui-se que utilizando o sistema de

aproveitamento de água da chuva, é possível economizar em média – com essa medida isolada, ou seja, apenas nesse prédio – o valor de 8.310,60 Kwh /ano.

## 5 CONCLUSÕES

Calculando-se o volume de chuva aproveitável em um mês, conforme a NBR 15527/2007, verificou-se que é possível a sua utilização atendendo ao consumo de água não potável, durante 25 dias do mês, em condições normais, dentro das médias pluviométricas conhecidas.

Foi possível demonstrar que a economia no consumo anual de água tratada no prédio, representa em média 35,60%, atendendo as exigências do RTQ-C para a bonificação no processo de etiquetagem de eficiência energética.

Quanto a economia de energia elétrica, com a implantação deste projeto, contatou-se que é possível uma economia média de 692,55 Kwh/mês no sistema de abastecimento do SANEP (Serviço de Saneamento de Pelotas), responsável pelo tratamento e distribuição de água potável na cidade.

O reservatório para armazenamento de água não potável foi calculado pelo Método Rippl que leva em consideração o conceito de regularização de vazão e permite o atendimento do máximo percentual de demanda possível.

É importante ressaltar que esses resultados podem variar para mais ou para menos, por tratar-se da utilização de valores de referência, com base em coeficientes de uso e de precipitações médias.

## 6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR 5527/2007. **Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos.**

DADOS DE PRECIPITAÇÃO PARA CIDADE DE PELOTAS. Disponível em: <http://www.cpact.embrapa.br/agromet/estacao/mensal.html> Acesso em 10 maio 2010.

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO SANEAMENTO- Coordenador Sérgio Bahia et al. Rio de Janeiro: IBAM/DUMA, 1998.

GHISI, E. et al. Potential for potable water savings by using rainwater: an analysis over 62 cities in southern Brazil. **Building and Environment**, West Lafayette, v. 41, n. 2, p. 204-210, 2006.

REGULAMENTO TÉCNICO DO NÍVEL DA QUALIDADE DO NÍVEL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFÍCIOS COMERCIAIS, DE SERVIÇOS E PÚBLICOS (RTQ-C). UFSC-labEEE/ Eletrobrás-Procel.2008.

SANTO, Giovanni do Espírito; Sanchez, Jorge Gomez. **Caracterização do uso da água em shopping centers da região metropolitana de São Paulo.** In: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental; AIDIS. Saneamento ambiental: desafio para o século 21. Rio de Janeiro, ABES, 2001. p.1-11, Tab.

TOMAZ, P. **Previsão do consumo de água:** Interface das relações prediais de água e esgoto com os serviços públicos. São Paulo: Navegar, 2000.

TUCCI, C. E. M; PORTO R. L; BARROS, M. T. (Organizadores) (1995). **Drenagem Urbana.** ABRH. Editora da Universidade UFRGS. Porto Alegre. 428p.