



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

**ENTAC 2010**

XIII Encontro Nacional de Tecnologia  
do Ambiente Construído

## **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](mailto: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/ELETOBRÁS 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 prevê 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 escoar. 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:

$$V = P \cdot A \cdot C \cdot \eta \quad \text{Equação 1}$$

$P$  = 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 ( $C_m$ ), tem-se o seguinte cálculo:

$$C_m = C_d \times A_c \times 30 \text{ dias} \quad \text{Equação 2}$$

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

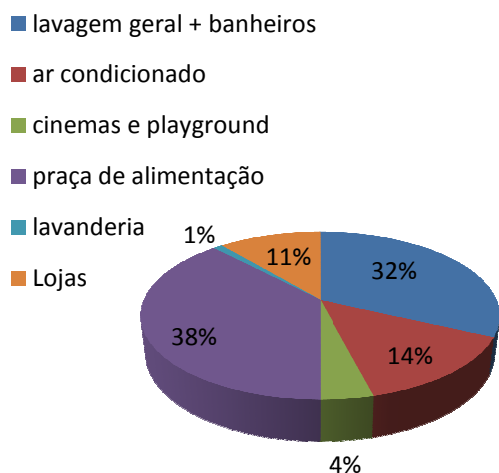
$A_c$  - Área Construída total ( $m^2$ )

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

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

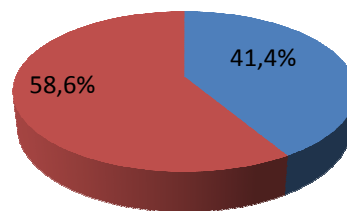
TIPOLOGIA DE EDIFÍCIO	COEFICIENTES DE USO
Aeroportos	10 a 12 litros/passageiros
Bares	40 litros/ $m^2$
Cinemas	2 litros/assento
Creches	50 a 80 litros/criança
Edifício de escritórios	50 a 80 litros/empregado
Escola (externato)	50 litros/ aluno
Hospitais	250 litros/leito
Hotéis	250 a 350 litros/hóspede
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

■ Água não potável : descargas, limpeza geral, ar condicionado, cinemas e playground  
 ■ Água potável : praça de alimentação, loja e lavanderia



**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% (grafico1) 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/m² 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:

$$Cnp = 41,4\% \times Cm \text{ (eq.1)}$$

Equação 2

Cnp = 1.608.280 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 $S > 0$ Equação 3
	$Q = C \times \text{Precipitação chuva (Tab.3)} \times \text{Área captação}$ Equação 4
	$S = D - Q$ Equação 5

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>

<b>Normais Climatológicas Período: 1971/2000 (Mensal/Anual)</b> <b>Estação Agroclimatológica: Capão do Leão - RS (Embrapa/ETB - Campus da UFPel)</b> <b>Convênio Embrapa/UFPel/INMET</b>														
Variáveis	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano	Méd .
Precip. Pluviom (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: 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/ m²/dia)

Meses	Chuva Média (mm)	Área de Captação (m²)	Volume de chuva (l)	Demanda constante (l)	Déficit (m³)	Diferença Acumulada (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 (Kwh/m <sup>3</sup> )	Custo (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 (m <sup>3</sup> )	Consumo de Energia (Kwh)	Custo (R\$)
<b>Mensal</b>	1.381,10	692,55	207,77
<b>Anual</b>	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.

Analisando 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, constatou-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.