



IV-056 - DIAGNÓSTICO DO POTENCIAL DO APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA PARA USOS NÃO POTÁVEIS NA PUCPR – CAMPUS DE CURITIBA

Taciana Rodrigues de Oliveira ⁽¹⁾

Engenheira Ambiental pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR). Pós-Graduada em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR)

Karina Querne de Carvalho ⁽²⁾

Engenheira Civil pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Doutora em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Professora da Coordenação de Ambiental do *campus* Campo Mourão da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Coordenadora do curso de Especialização em Gerenciamento e Auditoria Ambiental do *campus* Campo Mourão da UTFPR.

Carlos Mello Garcias ⁽³⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Doutor em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo (USP). Professor titular do curso de Engenharia Ambiental da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR). Professor Colaborador do Programa de Mestrado em Gestão Urbana da PUCPR.

Patrícia Raquel da Silva Sottoriva ⁽⁴⁾

Química pela Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE). Mestre em Química Analítica pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Doutora em Biotecnologia Industrial pela Escola de Engenharia de Lorena (USP). Professora do curso de Engenharia Ambiental da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR). Coordenadora do curso de Especialização em Emergências Ambientais da PUCPR. Professora Colaboradora do Programa de Mestrado em Gestão Urbana da PUCPR.

Endereço ⁽¹⁾: Rua Doutor Pedrosa, 401, ap. 604 – Centro – Curitiba – PR - CEP: 80420-120 - Brasil - Tel: +55(45) 9911-2871 - e-mail: taci87@hotmail.com.

RESUMO

O objetivo principal deste artigo foi verificar o potencial de aproveitamento de águas pluviais para atender demandas não potáveis na Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), *campus* Curitiba. Para isso, foi necessário avaliar os melhores pontos de coleta, sendo que as áreas selecionadas foram os telhados de cinco blocos. Após definidas as áreas de coleta, caracterizou-se quantitativamente a água pluvial que pode ser aproveitada nestes pontos, utilizando como base a média de séries históricas de 10 anos. A partir destes dados foi possível estimar a produção mensal de chuva pelo Método Racional que resultou para todos os blocos em 2250 m³/mês, considerando a chuva inicial que deve ser descartada este valor é reduzido a 1590 m³/mês. O volume de reservatório para atender toda a demanda não potável estimada resultou em 1199 m³. A utilização de um sistema de captação e armazenamento de água pluvial na instituição pode resultar na economia de 28% da fatura de água potável.

PALAVRAS-CHAVE: Água pluvial, Armazenamento, Demandas não Potáveis

INTRODUÇÃO

A água é um dos elementos mais importantes da natureza, essencial tanto à vida e ao bem-estar humano quanto à manutenção dos ecossistemas. A água é um recurso natural indispensável ao desenvolvimento de uma região ou país devido ao seu valor econômico. Contudo, este recurso está ameaçado devido ao impacto causado pelo elevado crescimento demográfico e a intensificação das atividades humanas que deterioram sua qualidade e potencializam sua escassez, seja pelo aumento do seu consumo ou pela distribuição desigual dos recursos hídricos (MANCUSO *et al.*, 2003).

Neste contexto, o uso de águas de chuva surge como alternativa para minimização destes problemas. As águas de chuvas eram utilizadas para o abastecimento humano a milhares de anos. Com o advento das companhias de água, que fornecem água tratada e as distribuem, a captação de águas pluviais foi deixada de lado, sendo



somente utilizadas em locais onde as companhias de água não alcançavam, tais como ilhas e locais isolados (CAMPOS, 2004).

A água pluvial voltou a ser utilizada atualmente não só nos locais onde não há abastecimento pelas companhias de água, mas onde a escassez de água é um problema real. A água da chuva é comumente utilizada visando economia de recursos financeiros, devido principalmente à qualidade deteriorada da água, que exige tratamentos mais complexos ou a necessidade de retirar a água de lugares distantes dos pontos de consumo. Outro uso comum de água da chuva é seu armazenamento a fim de reduzir os problemas com o sistema de drenagem. Em geral, essa água tem potencial para atender demandas não potáveis, tais como rega de jardim, limpeza de aparelhos sanitários, lavagens de calçadas e automóveis, dentre outros.

De acordo com Gnadlinger (2005), a captação de água da chuva é uma prática muito difundida em países como Austrália e Alemanha que tem desenvolvido novos sistemas para permitir captação de água de boa qualidade de maneira simples e bastante efetiva em termos da relação custo-benefício.

Ao se optar pela implantação de um sistema de aproveitamento de água da chuva, é preciso realizar um estudo de viabilidade técnica e econômica, considerando informações como dados da edificação, áreas de captação, dados de precipitação pluviométrica local e consumo mensal de água potável e não potável, a fim de obter estimativas da economia gerada por meio deste sistema (MARINOSKI, 2007).

O sistema de aproveitamento funciona basicamente com a coleta da água pluvial em áreas impermeáveis, geralmente telhados. A água coletada é filtrada e encaminhada para um reservatório de acumulação e finalmente segue para o uso. O armazenamento de água de chuva pode ser realizado para atender demandas de alguns dias, meses ou até mesmo de um ano (MAY, 2004).

De acordo com Campos (2004), esse sistema apresenta vantagens por apresentar conveniência (o suprimento ocorre no ponto de consumo), fácil manutenção, baixos custos de operação e manutenção, qualidade relativamente boa da água (principalmente quando a captação é realizada no telhado), baixo impacto ambiental, flexibilidade das tecnologias disponíveis, construção simples, medida não estrutural para drenagem urbana. Por outro lado, o sistema de captação de água da chuva apresenta desvantagens, pois o suprimento é limitado e depende da quantidade de precipitação e da área de telhado; o custo inicial é elevado principalmente quando comparado a outras fontes de abastecimento; a implantação não é atrativa a políticas públicas; a qualidade da água é vulnerável e há possibilidade de rejeição cultural.

Os primeiros minutos de chuva carregam grande parte das impurezas, pois a chuva lava a atmosfera e a superfície de captação. Recomenda-se o uso de um dispositivo de descarte para o escoamento inicial e de sistemas de filtros para reter materiais grosseiros como folhas e galhos (PRADO *et al.*, 2006). O uso final da água pluvial e sua qualidade quando coletada são fatores que determinam a escolha das formas de tratamento a serem realizadas. Em geral, a água pluvial apresenta boa qualidade e pode ser utilizada para atender demandas não potáveis sem exigir tratamentos complexos.

Mesmo após o descarte da primeira chuva, certas substâncias permanecem na água pluvial onde, em alguns casos, faz-se necessário o uso de dispositivos para sua eliminação. Segundo manual publicado pela ANA/FIESP e Sinduscon (2005), sistemas de tratamento compostos de unidades de sedimentação simples, filtração simples e desinfecção com cloro ou radiação ultravioleta são empregados para tratamento de água de chuva a ser empregada em usos não potáveis mais comuns em edifícios.

Diversos estudos têm sido desenvolvidos para avaliar a possibilidade de aproveitamento de água de chuva no Brasil. Frendrich (2002) citou um posto de combustível na cidade de Curitiba que dispõe de um reservatório de 5,0 m³ para armazenamento de água pluvial utilizada na lavagem de veículos. Ghisi e Ferreira (2006) avaliaram os usos finais de água em um condomínio residencial no qual o consumo de água para lavagem de vasos sanitários variou de 39,2% a 42,7%. A Universidade do Planalto Catarinense (UNIPLAC) na cidade de Lages (Santa Catarina) instalou um sistema de captação e aproveitamento das águas pluviais em 2003 e obteve economia de 21% no consumo de água proveniente da rede pública (WWF, 2006).

Marinoski (2007) afirmou que o aproveitamento de água da chuva, em edificações escolares, em geral, tem grande potencial, pois as mesmas apresentam grandes áreas de coberturas (áreas de captação), capazes de



coletar maior volume de água da chuva. Além disso, as instituições de ensino auxiliam na divulgação deste sistema, pois são responsáveis pela disseminação da informação.

Dentro deste contexto, este trabalho teve como objetivo principal estudar o potencial do aproveitamento de água da chuva para atender usos não potáveis no *campus* Curitiba da Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no *campus* Curitiba da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) que possui média de 17.750 alunos matriculados anualmente nos cursos de graduação. A Tabela 1 apresenta o consumo de água potável na instituição analisada.

Tabela 1. Consumo de água potável na Instituição no ano de 2008

Mês	Consumo água potável (m ³ /mês)
Janeiro/08	1.978
Fevereiro/08	3.227
Março/08	7.826

Fonte: PUCPR (2008).

A média de água potável consumida no *campus* Curitiba foi calculada com base na Tabela 1, multiplicando:

- o valor obtido para o mês de fevereiro por 3, considerando os meses de fevereiro, junho e dezembro, nos quais as atividades do *campus* ocorrem somente na metade do mês com aulas;
- o valor obtido para o mês de março por 8, considerando os meses de março, abril, maio, junho, agosto, setembro, outubro e novembro, nos quais as atividades da instituição ocorrem nos meses inteiros com aulas;
- o valor obtido para o mês de janeiro por 1, sendo o único mês em que a instituição não possui aulas;
- o valor total obtido foi dividido por 12 e a média de consumo de água potável da instituição resultou em 5.537 m³/mês.

A área total construída do *campus* é de aproximadamente 135.580 m². As áreas dos telhados dos blocos Acadêmico (CCSA), Ciências Biológicas (CCBS), Ciências Jurídicas e Sociais (CCJS), Teologia e Ciências Humanas (CTCH), Ciências Exatas e Tecnológicas (CCET) foram definidas como áreas de captação (Figura 1). A justificativa da escolha dos telhados dos blocos está relacionada aos trabalhos reportados por Marinoski (2007) e May (2004) que indicaram essas superfícies como boas opções para obtenção de água de chuva com qualidade considerada aceitável.

Além disso, foi considerado o potencial de captação da água de chuva devido à área de cobertura (superfície) para aproveitamento de águas de chuva.



Figura 1. Imagem de satélite do *campus* Curitiba da PUCPR e os respectivos telhados escolhidos como área de captação. (a) CTCH; (b) CCET; (c) CCBS; (d) CCJS; (e) CCSA.

Fonte: *Google Earth* (2008)

ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE CHUVA

A estimativa de produção de águas de chuva (m^3) nos telhados dos blocos foi realizada de acordo com o Método Racional (Equação 1). As áreas dos telhados dos blocos CCSA, CCJS, CTCH, CCBS e CCET foram fornecidas pela própria instituição.

$$V = A \times P \times C$$

Equação (1)

Em que:

V = volume de água da chuva a ser captado ($m^3/mês$);

A = área do telhado (m^2);

P = precipitação anual na região ($m/mês$);

C = coeficiente de escoamento.

A quantificação de água da chuva foi feita com base nas médias mensais dos dados pluviométricos do período de 1997 a 2006 cedidos pela Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (SUDERHSA).

A série histórica de dados pluviométricos corresponde à estação meteorológica 02549075 (código ANEEL) localizada no Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná em Curitiba. A estação meteorológica apresenta as coordenadas 25° 27' 00" de latitude e 49° 15' 00" de longitude.



Foi adotado coeficiente de escoamento igual a 0,8 de acordo com Gonçalves *et al.* (2006), pois as telhas dos blocos CCAS, CCJS, CTCH, CCBS e CCET são de fibrocimento (cimento amianto).

DESCARTE DA ÁGUA DE LAVAGEM DO TELHADO

Foi adotado descarte de água de chuva de 1 L/m² de telhado de acordo com Gonçalves *et al.* (2006) para área de cobertura de aproximadamente 22.317 m².

ESTIMATIVA DA DEMANDA NÃO POTÁVEL

Nesse trabalho, a demanda de água potável foi definida somente como uso de água para limpeza de aparelhos sanitários, pois Marinowski (2007) e May (2004) verificaram que aparelhos sanitários geralmente são os principais responsáveis por essa demanda em edificações.

Assim, foi necessário coletar informações sobre volume de água gasto na descarga dos vasos sanitários, frequência de uso dos aparelhos sanitários e quantificação dos usuários para os blocos CCAS, CCJS, CTCH, CCBS e CCET.

Alunos, funcionários e professores foram definidos como usuários das instalações do *campus*. A frequência de uso dos aparelhos sanitários foi estimada em: uma vez por aluno, duas vezes por funcionário e 0,10 vezes por professor de acordo com Marinowski (2007). Para a quantificação da demanda não potável foi utilizada metodologia proposta por Gonçalves *et al.* (2006) (Equação 2).

$$Q_{vs} = N \times V \times N_D \quad \text{Equação (2)}$$

Em que:

N = número de usuários da edificação (pessoa);

V = volume de água gasto no vaso sanitário (L);

N_D = número de descargas por usuário por dia (descarga/pessoa.d);

DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO

O volume do reservatório de armazenamento de água foi calculado com base na metodologia apresentada por Gonçalves *et al.* (2006), que considera o produto do somatório das demandas não potáveis pelo maior número de dias sem chuva na região (Equação 3). Foi adotado valor de 10 dias para maior número de dias sem chuva na região de acordo com Gonçalves *et al.* (2006).

$$V_{RES} = Q_{NP} \times D_S \quad \text{Equação (3)}$$

Em que:

V_{RES} = volume do reservatório (L);

Q_{NP} = somatório das demandas não potáveis (L/d);

D_S = maior número de dias sem chuva na região (d).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE CHUVA

As áreas de telhados dos blocos foram calculadas a partir de informações cedidas pela PUCPR e resultaram em 4.016 m², 5.258 m², 6.730 m², 3.827 m², 2.486 m² para os blocos CTCH, CCET, CCBS, CCJS e CCAS, respectivamente. A área total de telhado correspondente à soma das áreas dos blocos é de 22.317 m².

Foi possível caracterizar a quantidade de água de chuva com base nos dados pluviométricos para série histórica de 10 anos correspondente ao período de 1997 a 2006 (Tabela 2).



Tabela 2. Dados pluviométricos, mensal e anual da estação Prado Velho.

Ano	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Média
Mês											
Janeiro	370	132	304	100	131	226	208	142	108	159	188
Fevereiro	261	181	375	192	350	186	141	57	82	175	200
Março	61	323	121	120	135	69	233	219	63	151	149
Abril	17	113	63	10	79	110	63	120	122	13	71
Maiο	54	33	71	22	180	92	11	117	88	13	68
Junho	145	94	57	121	104	26	98	70	84	34	83
Julho	46	134	141	68	176	42	138	42	136	45	97
Agosto	106	268	13	82	46	104	11	18	144	39	83
Setembro	160	369	116	213	27	179	158	53	193	186	165
Outubro	209	206	105	151	238	117	71	154	230	53	154
Novembro	245	14	70	139	133	170	154	58	82	135	120
Dezembro	160	91	120	184	135	162	204	163	30	126	138
Média	153	163	130	117	144	124	124	101	114	94	126

Fonte: SUDERHSA (2008).

As médias mensais da série histórica da precipitação (mm) para o período correspondente aos meses de janeiro a dezembro são apresentadas na Figura 2.

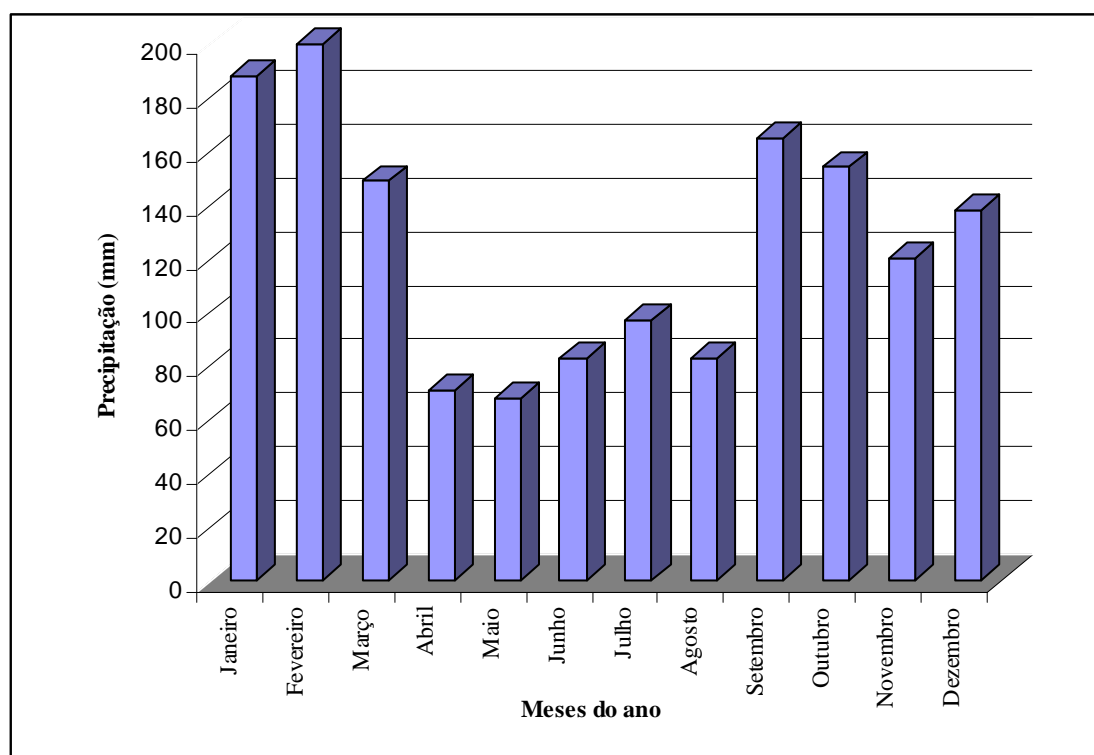


Figura 2. Média mensal da precipitação da estação meteorológica do Prado Velho.

Fonte: SUDERHSA (2008).



A média mensal resultante da série histórica foi de 126 mm de chuva. Os meses de abril, maio, junho, julho, agosto e novembro apresentam média de precipitações inferiores à média histórica de 126 mm, resultando em 71 mm, 68 mm, 83 mm, 97 mm, 83 mm e 120 mm, respectivamente. Os meses de janeiro, fevereiro, setembro, outubro e dezembro apresentaram maiores médias pluviométricas de 188 mm, 200 mm, 165 mm, 154 mm e 138 mm, respectivamente.

A partir dos dados apresentados na Tabela 2, foi possível realizar uma análise estatística indicando os índices pluviométricos de mínimo, médio e máximo, e o cálculo do desvio padrão de cada mês. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Índice Pluviométrico Mensal da Estação Meteorológica do Prado Velho, valores mínimos, máximos, média e desvio padrão.

Meses	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Janeiro	100	370	188	89
Fevereiro	57	261	200	103
Março	61	323	149	85
Abril	10	122	71	45
Maio	13	180	68	54
Junho	26	145	83	37
Julho	42	176	97	53
Agosto	11	268	83	79
Setembro	27	369	165	94
Outubro	53	230	154	66
Novembro	14	245	120	66
Dezembro	30	184	138	50

Fonte: SUDERHSA (2008).

Os meses de abril e maio apresentaram valores médios mínimos mensais de 71 ± 45 mm e 68 ± 45 mm, respectivamente. O índice mínimo de precipitação resultante da série histórica foi de 10 mm no mês de abril e o índice máximo foi de 370 mm no mês de janeiro. Os meses de janeiro e fevereiro apresentaram valores máximos com precipitação de 188 ± 89 mm e 200 ± 103 mm, respectivamente. A média mensal da série histórica de 10 anos resultou em 126 ± 46 mm.

Considerando todo o volume de água da chuva que pode ser captado nos cinco blocos estudados, foi possível calcular os volumes mínimo, máximo e médio ($m^3/mês$) (Tabela 4).

**Tabela 4. Volume de água de chuva (m³/mês) que pode ser coletado nos blocos CTCH, CCET, CCBS, CCJS e CCSA.**

CTCH, CCET, CCBS, CCJS e CCSA			
Mês	Mínimo	Máximo	Média
Janeiro	1791	6640	3374
Fevereiro	1027	4677	3589
Março	1086	5793	2674
Abril	179	2182	1272
Maio	233	3234	1222
Junho	459	2595	1493
Julho	747	3155	1737
Agosto	194	4806	1493
Setembro	492	6622	2961
Outubro	949	4131	2764
Novembro	244	4400	2154
Dezembro	542	3297	2477

É possível notar na Tabela 4 que o volume total de água de chuva que pode ser captado no *campus* varia de 179 m³ no mês de abril a 6640 m³ no mês de janeiro, considerando o valor mínimo e máximo para todos os blocos estudados com área total de 22.317 m² e coeficiente C de 0,8.

O consumo de água potável na instituição foi de 1978m³ e 3227m³ nos meses de janeiro e fevereiro de 2008, respectivamente. Nestes meses, o consumo de água potável é reduzido pelo fato de alunos e professores estarem em período de férias. Contudo, os valores obtidos para estes meses resultaram em maiores médias de produção de chuva com 3374 m³ para o mês de janeiro e 3589 m³ para o mês de fevereiro, ou seja, a captação de água chuva nestes meses é superior ao consumo potável total da instituição. Considerando os consumos de água potável em janeiro e fevereiro deste ano, a produção de chuva supera o total de água consumida em 70% em janeiro e fevereiro em 11%.

DESCARTE DA ÁGUA DE LAVAGEM DO TELHADO

O volume total de água de chuva a ser descartado nos primeiros minutos resultou em aproximadamente 22 m³ é apresentado na Tabela 5, considerando a área total de captação.

Tabela 5. Volume de descarte da água de chuva inicial nos blocos CTCH, CCET, CCBS, CCJS e CCSA do campus Curitiba.

Bloco	Volume de descarte (m³)	
	(m³/dia)	(m³/mês)
CTCH	4	120
CCET	5	150
CCBS	7	210
CCJS	4	120
CCSA	2	60
Total	22	660

Foi possível notar na Tabela 5 que o volume de descarte da água de chuva dos primeiros minutos de coleta é de 660 m³ para um mês de chuva, considerando todas as áreas de superfície de coleta do *campus*.



ESTIMATIVA DA DEMANDA NÃO POTÁVEL

No cálculo das demandas internas não potáveis, o volume de água para limpeza dos aparelhos sanitários foi estimado em 6 L, considerando 10% de perda por vazamentos de acordo com Gonçalves *et al.* (2006).

O número total de usuários na instituição é de aproximadamente 18.821, sendo 162 funcionários, 911 professores e 17.748 alunos dos cursos de graduação.

A Tabela 6 apresenta o número de usuários por bloco estudado no *campus* Curitiba da PUCPR.

Tabela 6. Número de usuários por bloco CTCH, CCET, CCBS, CCJS e CCSA do *campus* Curitiba.

Bloco	Número de Usuários			
	Alunos	Funcionários	Professores	Total
CTCH	2496	13	126	2635
CCET	4765	30	270	5065
CCBS	4665	86	350	5101
CCJS	3979	18	150	4147
CCSA	1843	15	15	1873
Total	17748	162	911	18821

Fonte: PUCPR (2008).

As demandas não potáveis mensais resultaram em 502 m³, 960 m³, 965 m³, 798 m³ e 371 m³, respectivamente, para os blocos CTCH, CCET, CCBS, CCJS e CCSA, totalizando demanda de aproximadamente 3.596 m³.

A demanda total não potável estimada é superior à produção de água de chuva calculada de 2.250 m³/mês, ou seja, a produção de água de chuva atende aproximadamente 63% da demanda não potável, não considerando o descarte inicial. Ao considerar o descarte inicial para um mês de chuva, a produção atenderá aproximadamente 44% da demanda estimada.

DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO

Os volumes calculados para os reservatórios dos blocos CTCH, CCET, CCBS, CCJS, CCSA resultaram em 167 m³, 320 m³, 322 m³, 266 m³, 124 m³, respectivamente, ou seja, volume total de 1199 m³.

A Tabela 7 apresenta um resumo dos valores obtidos para produção de chuva, demanda e percentual de aproveitamento de água da chuva por bloco, considerando descarte da chuva inicial.

Tabela 7. Produção de chuva, demanda mensal e percentual de aproveitamento de água da chuva coletada por bloco, considerando precipitação média.

Bloco	Produção de Chuva (m ³ /mês)	Demanda (m ³ /mês)	Percentual de Aproveitamento (%)
CTCH	285	502	57
CCET	380	961	40
CCBS	468	965	48
CCJS	266	798	33
CCSA	191	371	51
Total	1590	3596	44

De acordo com os resultados obtidos, foi possível verificar que a produção de água da chuva total no *campus* Curitiba da PUCPR é capaz de atender 44% de toda a demanda de água do campus, considerando precipitação média e descarte de água da chuva inicial.



Os blocos CTCH, CCET, CCJS e CCSA possuem capacidade média de atendimento de 57%, 40%, 33% e 51% de sua demanda, respectivamente. Apesar de o bloco CCBS apresentar o maior potencial de coleta de água de chuva de 468 m³, o volume de água de chuva captado pode atender aproximadamente 48% de sua demanda, pois este bloco apresenta a maior demanda de 965 m³/mês entre os blocos.

Com o intuito de estimar o espaço que os reservatórios ocupariam no meio, considerou-se que os mesmos teriam formato cilíndrico e altura de 3 m. A Tabela 8 apresenta o raio estimado para cada reservatório.

Tabela 8. Raio (m) estimado para os reservatórios.

Bloco	Volume reservatório	Raio (m)
CTCH	167	4,2
CCET	320	5,8
CCBS	322	5,8
CCJS	266	5,3
CCSA	124	3,6
TOTAL	1199	11,3

A implantação de um único reservatório, necessitaria de uma área com diâmetro de 20,6 m. Já a implantação de reservatórios separados necessitaria de espaços que variam de 7,2 m de diâmetro para o reservatório do bloco CCSA até 11,6 m de diâmetro para os reservatórios dos blocos CCET e CCBS.

O consumo médio de água potável na instituição é de aproximadamente 5.537 m³/mês, o que acarreta em custo de aproximadamente R\$ 9.441,00, considerando tarifas cobradas pela companhia de saneamento responsável para entidades filantrópicas. Considerando economia de 1.590 m³/mês de água potável, a ser suprida com a água da chuva, a instituição consumirá aproximadamente 3.947 m³/mês de água potável, o que equivale ao custo de aproximadamente R\$ 6.809,00. A utilização de água de chuva no *campus* da PUCPR resultará em economia mensal de aproximadamente R\$ 2.632,00 para a instituição, ou seja, redução de 28%.

CONCLUSÕES

Os usos mais frequentes de água potável nos blocos da PUCPR avaliados são em pias para lavagem das mãos e descargas dos aparelhos sanitários. O consumo de água nos aparelhos sanitários é considerado responsável por grande parte da demanda de água potável consumida, que não exige padrões de potabilidade e conseqüentemente pode ser substituída pela água de chuva. O tratamento recomendado para o uso de água pluvial em aparelhos sanitários é a filtração e eventualmente o uso de cloro para a desinfecção, além da remoção da chuva inicial.

As áreas de captação (telhados) avaliadas são de fibrocimento e apresentam dimensões significativas capazes de armazenar aproximadamente 80% da água de chuva que caem sobre os mesmos.

A produção mensal de água pluvial calculada para todos os blocos resultou em média de 2.250 m³. Porém, deve-se considerar o descarte inicial da água de chuva, ou seja, a produção de chuva aproveitável no *campus* Curitiba da PUCPR é de 1.590 m³/mês.

Com os resultados obtidos, concluiu-se que é possível atender aproximadamente 44% da demanda de água estimada, pois a demanda total não potável foi calculada em 3.596 m³/mês, considerando produção total de água de chuva aproveitável.

No caso de implantação de um sistema de aproveitamento de água de chuva no *campus*, o volume do reservatório de armazenamento da água de chuva seria de 1.199 m³, considerando demanda não potável e período de 10 dias sem chuvas.

Os meses de janeiro e fevereiro são os meses em que o consumo de água na PUCPR é reduzido, entretanto são os meses que possuem elevada produção de água pluvial. Deve-se pensar em uma maneira de armazenar o



excedente da água de chuva nestes meses, para que a mesma possa ser utilizada em meses em que o consumo de água não potável é elevado.

A escolha do número de reservatórios de armazenamento de água de chuva a serem implantados no *campus* depende do espaço disponível para a implantação dos mesmos, além dos custos relativos a implantação dos reservatórios (a implantação é geralmente considerada a fase com o custo mais elevado) e ao transporte da água coletada até os pontos de consumo.

A utilização de águas pluviais na instituição reduz significativamente o consumo de água potável com redução de aproximadamente 28% na fatura mensal de água potável. Deve-se realizar um estudo de custos com implantação, manutenção e distribuição para verificar a viabilidade econômica da implantação deste sistema na PUCPR.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANA, FIESP E SINDUSCON-SP. (2005). Conservação e Reúso de água em Edificações. São Paulo: Prol Editora Gráfica. 152 p.
2. CAMPOS, M.A.S. Aproveitamento de Água Pluvial em Edifícios Residenciais Multifamiliares na Cidade de São Carlos. São Carlos, 2004. 131 p. Dissertação de Mestrado–Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.
3. GHISI, E., FERREIRA, D.F. Potential for Potable Water Savings by Using Rainwater and Greywater in a Multi-storey Residential Building in Southern Brazil. *Building and Environment*, v.42, n.7, p.2512-2522, 2006.
4. GNADLINGER, J. Estratégias Para uma Legislação favorável à captação e ao manejo de água de chuva no Brasil. In: 5º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de água de Chuva, 2005, Petrolina, Pernambuco, Brasil. 6 p.
5. GONÇALVES, R.F., PHILIPPI, L.S., VACCARI, K.P., PETERS, M.R. (2006). Aproveitamento da Água de Chuva. In: GONÇALVES, R.F., coord. *Uso racional de água em edificações*. Rio de Janeiro: ABES/PROSAB 4. cap.3, p.73–152.
6. FRENDRICH, R. Coleta, Armazenamento, Utilização e Infiltração das Águas Pluviais na Drenagem Urbana. Curitiba, 2002. 547 p. Tese de doutorado do programa de pós-graduação em Geologia – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.
7. MANCUSO, P.C.S., SANTOS, H.F. (2003). *Reuso de Água*. 1ª ed. São Paulo: Manole. 579 p.
8. MARINOSKI, A.K. Aproveitamento de Água Pluvial para fins não Potáveis em Instituição de Ensino: Estudo de Caso em Florianópolis. Florianópolis, 2007. 108 p. Monografia de Graduação-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.
9. MAY, S. Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações. São Paulo, 2004. 159 p. Dissertação de Mestrado em Engenharia da Construção Civil-Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2004.
10. PRADO, G.S., MULLER, M.S.K. Sistema de aproveitamento de água para edifícios - Como Construir. *T'echne*, n.128, p.77-80, nov. 2007.
11. WWF. Sistema de Captação e Aproveitamento de Água Pluvial na Universidade do Planalto Catarinense. In: *Mostra Água Para a Vida, Água Para Todos: Boas Práticas e Saneamento*. Brasília, 2006. p.194 -206.