XIII SIMPÓSIO NACIONAL DE SISTEMAS PREDIAIS
DESEMPENHO E INOVAÇÃO
DE SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS
SÃO PAULO – 04 DE OUTURO DE 2019

Conservação de água: estudo de implementação de sistema de aproveitamento de água de chuva em uma instituição pública

Water conservation: study of implementation of rain water harvesting in a public institution

ROCHA, Bruno Ribeiro[1]; CRUZ, Caroline Lacerda da [2]; SILVA, Patrícia[3]; MARTINS, Marcia Viana Lisboa[4]

[1] UNIFEI, Av. BPS, 1303 – Itajubá – MG e marciavlmartins@gmail.com
[2] UNIFEI e ribeiro.rocha.bruno@hotmail.com
[3] UNIFEI e engcarolinalacerda@hotmail.com
[4] UNIFEI e psconsultoriasepericias@gmail.com

RESUMO

Em meio a previsões de escassez hídrica e com a necessidade de aumentar a eficiência do uso da água nas atividades de produção e consumo humano, este trabalho tem por objetivo estudar a implementação de um sistema de aproveitamento de água de chuva, como medida de conservação de água em uma edificação publica de ensino superior, contendo salas de aula, laboratórios, sala de professores e administrativas. A metodologia é baseada nas diretrizes do Programa de Conservação da Água - PCA, desenvolvido no âmbito da Política Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA, 2003). O sistema de aproveitamento de água de chuva foi dimensionado de acordo com a norma 15.527 (ABNT, 2007) e para atender a demanda de água não potável para usos na limpeza externa e vasos sanitários. Estima-se que 90% do consumo de água potável na edificação possa ser suprido com água de chuva, debitando esta mesma porcentagem no gasto de água potável fornecida pela concessionária de saneamento.

Palavras chave: conservação de água; sustentabilidade; aproveitamento de água de chuva.

ABSTRACT

Amidst the previsions of hydric shortage and with the necessity to increase efficiency in water use on production and human use, this study aims to study measures of water conservation and to analyze the impacts of water consumption in a public building. Its methodology is based on the guidelines of the Water Conservation Program (PCA), developed within the National Policy Against Water Wastage (PNCDA, 2003). Through the analysis of the possible solutions, it was determined that the use of rain water would be the most effective method for non-potable uses. It is estimated 90% of the building use of water could be supplied by rain water, debiting this same percentage over the drinkable water once provided by the sanitation company.

Key words: *water conservation; sustainability; rainwater use.*

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas, até o fim do século XXI, haverá uma maior escassez de água nas regiões mais ao norte do país, e chuvas mais intensas na região sul. A eficiente gestão da água é fundamental para minimizar as crises hídricas, como as que ocorreram durante os últimos anos, interferindo tanto no consumo humano quanto na geração elétrica (PMBC, 2014).

É preciso adotar medidas que aumentem a eficiência do uso da água, seja pela reutilização, por modificações de processos ou pela conscientização dos usuários. É uma questão não somente tecnológica, mas também educacional e de políticas públicas.

O uso de fontes alternativas de água também é uma ferramenta importante nos planos de conservação de água, pois possibilita aproveitar de água de chuva, águas residuárias entre outras para usos que não requerem água potável, preservando a água de melhor qualidade para usos mais nobres.

Desta forma, este trabalho tem por objetivo estudar a implementação de um sistema de aproveitamento de água chuva como principal medida de conservação de água, tendo como estudo de caso uma edificação de uma instituição pública de ensino superior.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Uso racional da água em edifícios

Dentre os diversos tipos de ações a serem implementadas para a redução do consumo de água em edifícios, a de maior efeito é a ação tecnológica. Isso ocorre pois, com a utilização de componentes tecnológicos, o consumo é reduzido independentemente dos hábitos do usuário. Além dos equipamentos economizadores de água, a setorização de medição de consumo também possui um papel importante por possibilitar melhor gestão de consumo, detecção e correção de vazamentos e ajustes de procedimentos causadores de desperdício (OLIVEIRA, 2016).

Os equipamentos hidrossanitários tem ligação direta com o consumo de água, sendo sua correta especificação e instalação de suma importância. Dentre os equipamentos economizadores, destacam-se os de funcionamento hidromecânico e os de funcionamento por sensor de presença, além dos redutores e restritores de vazão e pressão (PNCDA², 2003).

Uma vez minimizado o consumo de água, deve ser avaliada a possibilidade de utilização de fontes alternativas de abastecimento de água, tais como água de chuva e reuso de água residuária. A utilização destas fontes alternativas se mostra como uma saída para atender demandas que não exigem o uso de água potável, como as descargas das bacias sanitárias, rega de jardins e limpeza de áreas externas.

Finalmente, além das ações tecnológicas, existem as ações sociais e econômicas. A primeira é caracterizada por campanhas educativas que sensibilizem o usuário, enquanto a segunda apresenta incentivos econômicos para compra de componentes economizadores e desincentivos quanto ao aumento do consumo de água. Analisados e aplicados corretamente, as atuações conjuntas das três ações maximizam os resultados (OLIVEIRA, 2016).

3 METODOLOGIA

A metodologia baseia-se nas diretrizes do Programa de Conservação da Água - PCA, desenvolvido no âmbito da Política Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA, 2003).

3.1. Auditoria inicial

A auditoria pode ser dividida em: análise de documentos, análise da edificação e plano de setorização para monitoramento do consumo (PNCDA, 2003).

Foram levantados projetos arquitetônicos e hidráulicas; contas de água e energia dos últimos dois anos da edificação; número de usuários, hidrômetros e suas leituras. Neste ponto foram também selecionados os indicadores de consumo e desperdício a serem utilizado para análise (PNCDA, 2003).

O processo de análise da edificação consistiu de uma visita técnica para levantamento dos equipamentos consumidores de água e os fluxos de água na edificação.

Recomenda-se que seja realizada a setorização do consumo de água, caso esta não exista. A setorização permite um monitoramento mais eficaz do consumo, auxiliando na proposição de ações de uso racional e conservação de água. A medição setorizada foi realizada pela divisão arquitetônica e consistiu na instalação de um medidor no ramal de entrada da edificação.

3.2. Avaliação da demanda e oferta

Durante a avaliação de demanda da água, foram analisadas as perdas físicas, tais como vazamentos e proposta as correções dos mesmos. Também foi realizado um levantamento do processo de limpeza da edificação e propostos procedimentos mais otimizados e treinamento adequado aos trabalhadores.

Quanto a avaliação da oferta de água, foi estudada a implementação do sistema de aproveitamento de água de chuva. O dimensionamento foi realizado de acordo com a NBR 15.527 (ABNT, 2007). Foi estimado o valor de investimento e o tempo de retorno do mesmo para avaliara sua viabilidade econômica.

3.3. Desenvolvimento do sistema de gestão da água

Visando a manutenção dos índices de economia obtidos com o PCA, foram adotadas ações de nível operacional, institucional e educacional. Ações de nível operacional constituíram do acompanhamento através de vistorias e medições constantes. Ações de nível institucional constituíram da divulgação para a comunidade a importância ambiental do projeto. Por fim, as ações de nível educacional envolveram a capacitação dos funcionários e alunos, visando o engajamento do maior número de pessoas e a consequente efetivação do PCA.

4 ESTUDO DE CASO

4.1.Auditoria inicial

A edificação em estudo constitui de um Bloco do instituto de Recursos Naturais da UNIFEI. O Bloco possui dois pavimentos, sendo o pavimento inferior composto por salas de aula e dois

laboratórios (de análise em túnel de vento e de geoprocessamento e informações hídricas) e o superior por salas de professores e salas de reunião, totalizando 705m². Ambos os pisos possuem três banheiros: um feminino, um masculino e um com acesso para cadeirantes, e um bebedouro localizado próximo à entrada dos banheiros. Cerca de 1100 pessoas frequentam o prédio semanalmente.

A setorização da edificação foi realizada com a instalação de um medidor no ramal de entrada de água, visto que a universidade somente conta um hidrômetro para fins tarifação da concessionária. O hidrômetro foi instalado em novembro de 2018 e os dados de consumo partem desta data (Tabela 1). A partir do consumo total do prédio e da quantidade de usuários presentes no local semanalmente foi proposto o indicador de consumo de água por pessoa, expresso em L/pessoa (Tabela 1). As medições foram realizadas de forma contínua, incluindo feriados e fins de semana, sem diferenciação entre de dias de utilização normal e de consumo reduzido. Ressalta-se que no período de novembro o consumo de água foi maior devido por ser período letivo, e posteriormente houve uma redução do consumo de água devido ao período de férias.

TABELA 1 – Medição do Consumo de água de 19/11/2018 a 25/02/2019

Data		Consumo (m^3)	Consumo por pessoa (L/pessoa)
Inicial	Final		
19/11/2018	25/11/2018	9,75	8,86
26/11/2018	02/12/2018	9,60	8,73
03/12/2018	09/12/2018	8,79	7,99
10/12/2018	16/12/2018	5,41	4,92
17/12/2018	23/12/2018	3,88	3,53
24/12/2018	30/12/2018	4,47	4,06
31/12/2018	06/01/2019	3,13	2,85
07/01/2019	13/01/2019	5,73	5,21
14/01/2019	20/01/2019	5,35	4,86
21/01/2019	27/01/2019	5,73	5,21
28/01/2019	03/02/2019	2,69	2,45
04/02/2019	10/02/2019	2,79	2,54
11/02/2019	17/02/2019	2,50	2,27
18/02/2019	24/02/2019	2,51	2,28
25/02/2019	01/03/2019	3,93*	3,57

*Medição parcial com apenas 5 dias. Fonte: autoria própria

Foram também coletados dados de vazão dos equipamentos utilizados através visita técnica à edificação. Os sanitários utilizam caixas acopladas de 6 litros, e pias e mictórios são temporizados. Nos laboratórios e na cozinha há torneiras com registros de pressão convencionais. Nas Tabelas 2 e 3 são apresentados os resultados da vazão média de cada equipamento e o fluxo total por utilização, respectivamente.

TABELA 2 – Vazões médias dos equipamentos

Vazões médias (L/s)			
Torneiras temporizadas	Torneira comum	Mictório	Bebedouro
0,08	0,08	0,03	0,02

Fonte: autoria própria

TABELA 3 – Consumo dos equipamentos por acionamento

Consumo por acionamento (ml)		
Torneiras temporizadas	Mictórios	Sanitários
130	300	6800

Fonte: autoria própria

Além dos dados de consumo coletados, foram consultados o perfil dos agentes consumidores de água da edificação (servidores e trabalhadores) que atuam na edificação, sendo identificados dois gastos proeminentes de uso de água: o processo de limpeza do prédio e a limpeza do barco utilizado para estudos no lago do campus e corpos d'água da cidade. O primeiro consome 520 litros de água diariamente, enquanto o segundo consome 369 litros por ato, sendo realizado a cada dois meses. Baseado nos levantamentos realizados, observou-se que quantidade relevante de água potável pode ser substituída por água de reuso, principalmente em sanitários e na limpeza geral do prédio (Tabela 4).

TABELA 4 – Observações do perfil de consumo

Equipamento	Utilizações	Consumo por acionamento (L)	Consumo total (L)
Sanitário	13	6,8	88,4
Mictório	3	0,3	0,9
Torneiras temporizadas	21	0,13	2,73
Torneiras	0	-	0
Bebedouro	9	-	4,9
Limpeza	-	-	520

Fonte: autoria própria

4.2.Avaliação da demanda

A edificação é abastecida com água fornecida pela concessionária de saneamento. Foi verificado que as instalações prediais de água de chuva foram executadas de forma a conduzir a água para um único ponto, facilitando a implementação de sistema tratamento e reservação. Além disto, a edificação possui rede dupla de abastecimento de água, sendo um de água potável e um de água não potável, minimizando os custos de implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva. A partir da Tabela 4, considerando que torneiras e bebedouros não podem utilizar água de reuso, foi estabelecido que 90% do consumo pode ser atendido com água não potável, uma vez que existem consumos pontuais que não puderam ser observados durante a visita técnica.

A partir da instalação do sistema de captação de água pluvial e de seu pleno funcionamento após o período chuvoso, é prevista uma redução progressiva no consumo, culminando em um gasto de menos de um litro por usuário em período letivo. A Tabela 5 ilustra os novos consumos previstos com base nos consumos registrados anteriormente na edificação.

TABELA 5 - Consumo após redução prevista

Data		Consumo por pessoa (L)	Redução	Consumo final por pessoa (L)
Inicial	Final			
19/11/2018	25/11/2018	8,86	90%	0,89
26/11/2018	02/12/2018	8,73		0,87
03/12/2018	09/12/2018	7,99		0,80
10/12/2018	16/12/2018	4,92		0,49
17/12/2018	23/12/2018	3,53		0,35
24/12/2018	30/12/2018	4,06		0,41
31/12/2018	06/01/2019	2,85		0,28
07/01/2019	13/01/2019	5,21		0,52
14/01/2019	20/01/2019	4,86		0,49
21/01/2019	27/01/2019	5,21		0,52
28/01/2019	03/02/2019	2,45		0,24
04/02/2019	10/02/2019	2,54		0,25
11/02/2019	17/02/2019	2,27		0,23
18/02/2019	24/02/2019	2,28		0,23
25/02/2019	01/03/2019	3,57		0,36

Fonte: autoria própria

4.3.Dimensionamento do sistema de aproveitamento de água pluvial

O sistema de aproveitamento de água de chuva foi realizado considerando a NBR 15527 (ABNT, 2007). O volume total de reservação foi dimensionado aplicando o método de Azevedo Neto, devendo contar com 10,8m³ de capacidade (Equação 1). No cálculo foram consideradas as séries históricas de 1977 a 2006, fornecidas pelo Atlas Pluviométrico do Brasil, suas médias expressas no Anexo A1. Foram adotados três meses de pouca chuva, sendo estes selecionados por serem inferiores a 50% da média mensal histórica da mesma época.

$$V = 0{,}042 \times P \times A \times T \quad (1)$$

sendo:

V é o volume do reservatório, em litros

P é a precipitação média anual, em milímetros

A é a área de projeção de captação, em m²

T é o número de meses de pouca chuva

O volume do reservatório superior será 2000 litros, escolhido por ser semelhante aos já existentes no local. Para completar o volume total de 10,8m³ o reservatório inferior contará com

8,8m³, possuindo altura de 1,4 m e área de 2,5x2,5 m. Após a construção dos reservatórios, será realizada a instalação e teste da bomba de recalque.

Os filtros selecionados para captação possuem capacidade para suprir até 3000 litros por hora em uma área de até 150m². Serão instalados seis, com contribuição final de 125m² para cada um. O custo necessário para este sistema é de aproximadamente R$ 23.015,87. O tempo de retorno do investimento foi calculado em aproximadamente 10 anos.

4.4. Desenvolvimento do sistema de gestão da água

De forma a manter o PCA ativo e eficiente, o sistema de gestão de água deve contar com um responsável que divulgará a economia alcançada e a qualidade de água obtida. Ele também será responsável por manter relatórios sobre a qualidade de água e dos custos de operação e manutenção, assim como as leituras para cada zona.

Ações sociais também serão tomadas, como cartazes pelos corredores e placas nos banheiros que recordem aos usuários a importância da água e como cada um pode fazer sua parte para economizá-la.

5 CONCLUSÃO

O dimensionamento do sistema de reaproveitamento de água pluvial resultou num reservatório com volume de 10,8m^3 e tempo de tempo de retorno de investimento elevado, de 10 anos. Ressalta-se que o sistema é viável do ponto de vista econômico e social, visto que água tende a se tornar um bem cada vez mais caro e escasso.

Ressalta-se que a presença do sistema duplo tubulações, uma para água da chuva e outro para água potável, foi de extrema importância para a escolha do sistema de coleta de águas pluviais. Além dos impactos positivos no consumo de água potável, espera-se que o sistema auxilie na absorção da água da chuva que comumente causa impactos negativos na região devido à característica saturada e de nível freático elevado do solo.

Para trabalhos futuros, recomenda-se uma setorização por consumo de água, para um acompanhamento mais detalhado dos consumos pontuais.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527/2007: Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos**. Rio de Janeiro, 12p. 2007.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. Atlas Pluviométrico do Brasil. Disponível em: **http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Mapas-e-Publicacoes/Atlas-Pluviometrico-do-Brasil-1351.html**. Acesso em: jun. 2019.

OLIVEIRA, LH. Capítulo 6: Conservação de água em edifícios. Programa de Mestrado Profissional em Inovação na Construção Civil. **USP**. 2016.

PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA - PNCDA. **Código de Prática de Projeto e Execução de sistemas prediais: conservação de água em edifícios**. DTA – Documento Técnico de Apoio n° F3. 2003.

PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA². **Produtos economizadores nos sistemas prediais**. DTA – Documento Técnico de Apoio n° F2. 2003.

TAMAKI, H. O. **A Medição Setorizada como Instrumento de Gestão de Demanda de Água em Sistemas Prediais – Estudo de Caso: Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo**. Dissertação de Mestrado. São Paulo: USP, 2003.

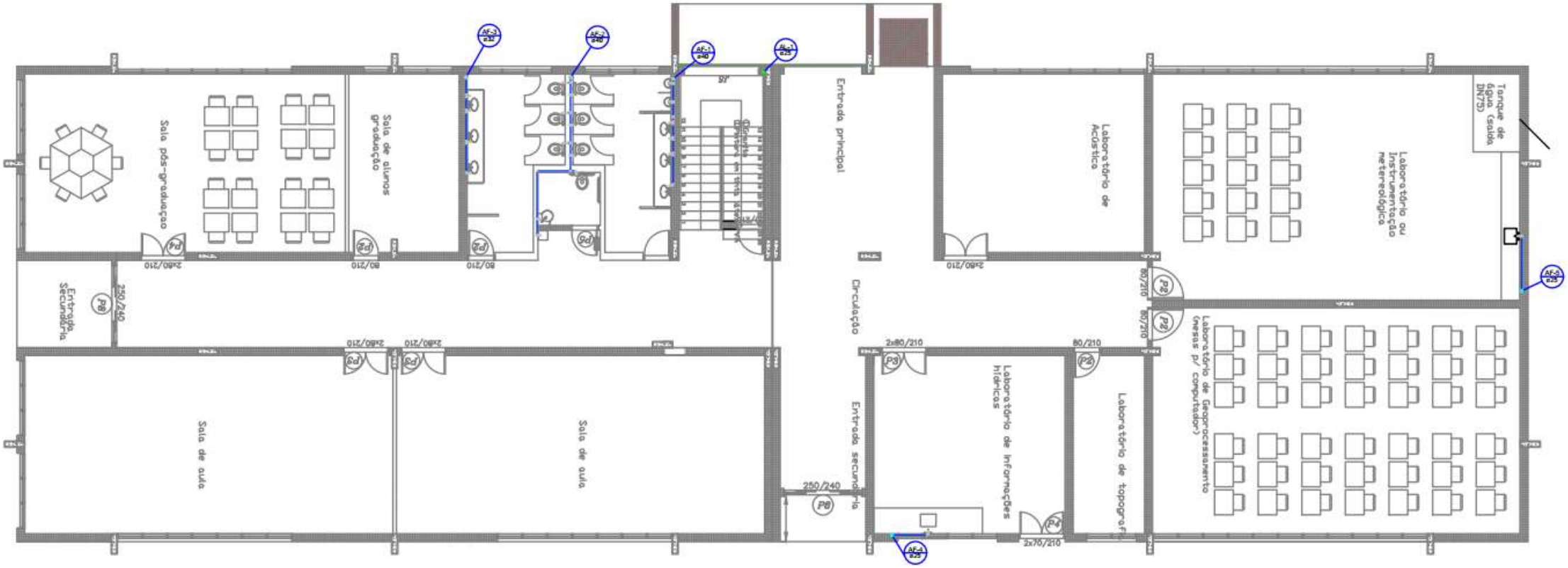
APÊNDICE A

Apêndice A1 – Média pluviométrica mensal de 1977 a 2006 na região de Itajubá/MG

Mês	Pluviosidade (mm)
Janeiro	262
Fevereiro	180
Março	155
Abril	75
Maio	70
Junho	37
Julho	30
Agosto	30
Setembro	85
Outubro	130
Novembro	163
Dezembro	238
Média	**121,25**
50% da Média	**60,62**

Fonte: CPRM, 2019

Apêndice A2 – Planta tipo da edificação estudada



Fonte: autoria própria.