

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA
ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

FELIPE PIRES DE MORAES

**INVESTIGAÇÃO DE UM SISTEMA DE BAIXO CUSTO DE APROVEITAMENTO DE
ÁGUA DE CHUVA PARA SERVIÇOS DE LAVAGEM DE VEÍCULOS EM CURITIBA – PR**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2012

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA
ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

FELIPE PIRES DE MORAES

**INVESTIGAÇÃO DE UM SISTEMA DE BAIXO CUSTO DE APROVEITAMENTO DE
ÁGUA DE CHUVA PARA SERVIÇOS DE LAVAGEM DE VEÍCULOS EM CURITIBA – PR**

Monografia apresentada ao Programa de Pós-graduação em Construções Sustentáveis do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Construções Sustentáveis.

Orientadora: Prof.^a Stella Maris da Cruz
Bezerra

CURITIBA

2012

RESUMO

Este trabalho apresenta uma investigação de um sistema de captação de água de chuva em um pequeno empreendimento que realiza serviços de lavagem automotiva na cidade de Curitiba - Paraná. Foram analisados diversos aspectos, tais como o modelo de funcionamento e eficiência na redução de consumo de água potável, custos com materiais e mão de obra para implantação do sistema. Considerando os métodos de cálculo para dimensionamento de reservatórios recomendados pela norma brasileira da ABNT NBR 15527: 2007, que dá diretrizes para implantação de sistemas de aproveitamento de águas de chuva, fez-se um comparativo entre o potencial de captação de água de chuva no local e a demanda para realização das atividades, assim constatou-se que a chuva pode fornecer até 1,6 vezes o volume de água necessário para as lavagens ao longo de um ano. Neste estudo verificou-se uma redução de 60% no consumo de água potável e um tempo de retorno do investimento próximo a um ano. A utilização de água de chuva é fundamental para a racionalização de água potável e apresenta baixo custo para implantação, tornando-se um modelo que pode ser replicado em outras regiões que possuam características climáticas e circunstâncias econômicas similares.

Palavras chave: Água de Chuva. Captação. NBR 15527:2007. Aproveitamento.

ABSTRACT

It's work presents an investigation of a rainwater catchment system in a small enterprise which develops automotive washing services in Curitiba – Paraná. Many aspects have been analyzed, as the system operating mechanisms and the reduction of potable water consumption. Material and labor costs were also evaluated to implement the system. Considering the methods recommended by Brazilian standard NBR 15527:2007 to calculate the volume catchment, which provides guidelines rainwater harvesting system dimension, we compared the potential of rainwater catchment on site with the demand to perform activities, so it was found that rain can provide up to 1,6 times the volume of water needed for washing over a year. The potable water consumption was reduced on 60% and the time of investment payback is around a year. This research has verified that the rainwater use is essential for potable water rationalization and has low costs to be set, resulting in a project that might be exported to every place with similar economy and climate conditions.

Key words: Rainwater. Catchment, NBR 15527:2007. Harvesting.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
1.1. OBJETIVO.....	8
1.1.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
2.1. ESCASSEZ DE ÁGUA	8
2.2. DEMANDA DE ÁGUA X CRESCIMENTO POPULACIONAL.....	9
2.3. DIREITOS SOBRE A ÁGUA.....	10
2.4. ÁGUA DE CHUVA - ALTERNATIVA PARA CONTENÇÃO DE ENCHENTES E ESCASSEZ DE ÁGUA POTÁVEL.....	10
2.5. CONSTRUÇÃO CIVIL E SUSTENTABILIDADE.....	11
2.6. LEGISLAÇÃO BRASILEIRA SOBRE USO DE ÁGUA DE CHUVA	12
2.7. POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA EM CURITIBA	13
3. METODOLOGIA	15
3.1. IDENTIFICAÇÃO DO ESTUDO DE CASO.	15
3.2. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA.....	15
3.2.1. Captação e condução da água de chuva para o reservatório	15
3.2.3. Finalidade do aproveitamento da água da chuva no estabelecimento investigado	19
3.3. VOLUME DOS RESERVATÓRIOS X VOLUME CALCULADO	21
3.4. DIAGNÓSTICO DO CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL	22
3.5. ANÁLISE DO PERÍODO DE RETORNO DO INVESTIMENTO	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	23
4.1. ESTIMATIVA DA CAPTAÇÃO MÁXIMA DE ÁGUA DE CHUVA	23
4.2. CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL.....	24
4.3. DIMENSIONAMENTO DOS RESERVATÓRIOS.....	26
4.3.1. Método Azevedo Neto	26
4.3.2. Método Prático Alemão	26
4.3.3. Método Prático Inglês.....	26
4.4. AVALIAÇÃO DO PERÍODO DE RETORNO DO INVESTIMENTO.....	27
5. CONCLUSÕES	29
6. OUTRAS RECOMENDAÇÕES	30
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – EMPREENDIMENTO DE LAVAGEM DE VEÍCULOS NA CIDADE DE CURITIBA SEM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA.....	13
FIGURA 2 – VISUALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO E DA ÁREA DO TELHADO DISPONÍVEL PARA CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA.....	15
FIGURA 3 – ENTRADA E VISÃO GERAL DO TERRENO.....	16
FIGURA 4 – CALHAS PARA CONDUÇÃO DE ÁGUAS DE CHUVA.....	16
FIGURA 5 – RESERVATÓRIO SUBTERRÂNEO.....	16
FIGURA 6 – RESERVATÓRIO DE FIBRA DE VIDRO.....	17
FIGURA 7 – RESERVATÓRIOS CONECTADOS AO PRESSURIZADOR.....	18
FIGURA 8 – DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL.....	18
FIGURA 9 – CROQUI DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO, VISUALIZAÇÃO FRONTAL.....	20

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, assim como em outros lugares no planeta existem dois problemas ambientais vinculados à água; a escassez que já é uma realidade em estados mais secos como na região nordeste, e as enchentes que todo ano causam grandes desastres especialmente em centros urbanos (cada vez mais populosos), gerando crises sociais e impactos econômicos.

Por estes motivos a captação de água de chuva tem sido uma alternativa muito discutida em meios políticos e empresariais. Também já é amplamente aplicada em residências e pequenos comércios que fazem uso de águas para fins não potáveis.

Atualmente existem leis e normas que regulamentam os sistemas de captação e determinam como devem ser aplicados às novas construções. Entretanto cada Estado possui diferentes diretrizes, uma vez que as características climáticas e econômicas influenciam no planejamento e implantação de sistemas de aproveitamento de águas de chuva.

Também já existe uma vasta gama de equipamentos e produtos disponíveis no mercado da construção civil que são elaborados justamente para projetos de captação de águas de chuva e economia de consumo, tais como filtros, arejadores, torneiras de fluxo limitado, temporizadores, calhas condutoras com filtros embutidos, válvulas de descarga com duas opções de volume e outros dispositivos que reduzem significativamente o consumo de água potável.

A fim de investigar um método de aproveitamento de água de chuva este trabalho apresenta um estudo de caso que analisa e descreve um sistema de captação implantado num empreendimento de serviços de lavagem de veículos na região de Curitiba. Será feita também uma análise econômica do investimento realizado, contemplando os custos com mão de obra, materiais e redução no consumo de água potável.

Sistemas de captação de águas de chuva devem ser compreendidos e analisados de modo a se tornarem modelos de referência, caso sejam economicamente viáveis, tecnicamente executáveis e ambientalmente favoráveis, então estes sistemas podem ser alternativas importantes para a sustentabilidade de novas construções.

1.1. OBJETIVO

Analisar e descrever um sistema de captação de água de chuva implantado num empreendimento de serviços de lavagem de veículos na região de Curitiba. Serão descritos os mecanismos para captação e uma análise econômica do investimento realizado, contemplando os custos com mão de obra, materiais e redução no consumo de água potável.

1.1.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Selecionar e descrever um estabelecimento de serviços que possua um sistema de captação de água de chuva para servir como estudo de caso.
- Descrever os mecanismos de funcionamento da captação e distribuição.
- Quantificar e comparar o volume consumido de água potável antes e depois da implantação do sistema de água de chuva.
- Estimar o tempo de retorno do investimento para implantação do sistema de captação de água de chuva em função dos custos de implantação.
- Propor possíveis melhorias técnicas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. ESCASSEZ DE ÁGUA

Atualmente estima-se que um bilhão de pessoas vivem em circunstâncias precárias de água potável, e que em aproximadamente 25 anos, cerca de 5,5 bilhões de habitantes viverão em regiões com moderada ou intensa falta de água (SETTI *et al*, 2001). Se o problema em questão for analisado de maneira global, constata-se que há água suficiente para toda a população, entretanto a distribuição irregular dos recursos hídricos e da população na terra acaba por gerar cenários negativos quanto à disponibilidade hídrica em diversas regiões (SETTI *et al*, 2001).

As propostas para conservação do meio ambiente podem ser adotadas nas mais diversas áreas da sociedade. Tanto alternativas tecnológicas quanto a adoção de um conjunto de atitudes e hábitos sociais podem contribuir com a preservação ambiental. O meio ambiente nunca foi um assunto tão abordado simultaneamente por tantos e sob os mais diversos

motivos, hoje é constantemente focado por revistas, jornais, redes de televisão e rádio em todo o mundo (SALATI, 1991).

Sabe-se que não apenas investimentos tecnológicos são necessários e eficazes, pois existe uma variedade de recursos simples e de baixo custo que podem reduzir os impactos ambientais relacionados ao consumo de água potável com eficiência. (TRIGUEIRO, 2003).

Apesar da abundância de água no planeta, 97,5% deste total é salgada e inicialmente imprópria para consumo, restando apenas 2,5% de água doce. Deste pequeno percentual 2% estão nas geleiras e apenas 0,5% apresentam-se disponíveis para consumo humano em corpos hídricos, rios, lagos e atmosfera (OLIVEIRA, 2002).

2.2. DEMANDA DE ÁGUA X CRESCIMENTO POPULACIONAL

Entre os temas debatidos nas grandes metrópoles, estão a escassez de água e as enchentes, estas cada vez mais frequentes em parte devido à irregular distribuição e disponibilidade dos recursos hídricos em relação aos centros urbanos e concentrações populacionais (BUDEL, 2011).

Tal como a população cresce (em 2011 a população da terra chegou a sete bilhões de pessoas), a demanda pela água também (VEJA, 2011). Enquanto o volume de água no planeta é sempre constante, ou seja, o ciclo hidrológico é naturalmente equilibrado, a demanda pela água vem aumentando. Logo, quase todo volume consumido é posteriormente devolvido na forma de esgotos e despejos industriais, que nem sempre são corretamente tratados, agravando a questão da escassez e muitas vezes impactando na saúde humana (VEJA, 2011).

Entre todos os recursos naturais, a água é o mais importante para a sobrevivência do homem e dos seres vivos, não apenas para consumo próprio, mas também para cultivo de alimentos e saneamento básico. Infelizmente sabe-se que ela é frequentemente desperdiçada e/ou poluída pelas atividades humanas.

Portanto, fatores como crescimento populacional, urbanização, poluição, industrialização e consumo exagerado provocam um decréscimo preocupante na quantidade de água disponível para consumo humano.

2.3. DIREITOS SOBRE A ÁGUA

As percepções e atitudes do homem em relação à água, terra e meio ambiente têm variado com o passar do tempo, entre diferentes culturas e regiões. Tanto o homem primata quanto a sociedade do século XX teme e respeita a natureza simultaneamente. Atualmente as abordagens sobre o meio ambiente possuem grandes diferenças, desde a exploração máxima, em que o foco é o retorno econômico, até a visão preservacionista dos ecologistas mais extremados (SETTI *et al*, 2001).

Historicamente a água era de direito comum a todos entre as inúmeras sociedades, atualmente, o governo e as lideranças corporativas a tornaram um bem de consumo que também deve ser comprado e vendido (KELLOGG; PETTIGREW, 2008). Em março de 2000, durante o fórum mundial da água em Hague na Holanda ela foi definida como uma mercadoria, logo, grande parte dos governos na Terra cedeu o controle de tratamento e distribuição a companhias terceirizadas, incrementando assim maiores custos para as populações (KELLOGG; PETTIGREW, 2008).

Na cidade de Cochabamba na Bolívia também no ano 2000, o governo cedeu os direitos sobre as águas a uma companhia americana chamada *Bechtel*, no entanto os preços foram elevados de tal forma que a maior parte da população deixou de ter acesso ao recurso. Em seguida surgiram protestos e manifestações populares que conseguiram novamente recuperar o direito das águas (KELLOGG; PETTIGREW, 2008).

2.4. ÁGUA DE CHUVA - ALTERNATIVA PARA CONTENÇÃO DE ENCHENTES E ESCASSEZ DE ÁGUA POTÁVEL.

A chuva fornece uma água de boa qualidade que pode ser aplicada a diversos processos e necessita de uma tecnologia simples para ser captada e distribuída. De acordo com FENDRICH (2002), o uso da chuva como alternativa para fonte de água, já é muito antigo, muito aplicado às regiões desérticas e áridas como o próprio nordeste brasileiro.

Em outras regiões de clima diferente o uso da água de chuva começou a ser utilizado como medida preventiva no combate às enchentes, como é o caso do Japão e Alemanha, que iniciaram os processos de captação com esta finalidade e posteriormente passaram a aproveitar esta água em função dos riscos de escassez especialmente nos ambientes urbanizados (GROUP RAINDROPS, 2002).

O armazenamento e uso de água de chuva pode ser uma alternativa viável para a minimização da escassez e das enchentes, uma vez que se reduz a carga de água sobre o

solo e redes de drenagem urbana, além de diminuir o consumo de água potável, servida pelas companhias locais, exigindo cada vez menos água dos mananciais, que por sua vez demandam alto controle ambiental e sanitário (TRIGUEIRO, 2003).

Outro problema crescente é a contaminação das águas potáveis. O mau uso do solo, contaminações industriais, materiais orgânicos (combustíveis, agroquímicos, etc.), lixões e aterros mal controlados e outras atividades humanas que tornam a qualidade da água cada vez mais insatisfatória, obrigam às companhias de saneamento a realizarem tratamentos cada vez mais caros e sofisticados (VEIGA, 2007).

“O problema da poluição hídrica das águas de superfície, representados pelos rios, lagos naturais e represas artificiais é de longe o mais angustiante problema nas regiões de concentrações humanas e industriais.” SALATI. 1991. p 105

Existem possibilidades e abordagens que se apresentam como alternativas viáveis diante da multiplicidade de ambientes e situações do meio urbano? Qual é a diversidade de soluções locais que podem se somar, inspirar a criatividade ou serem alternativas viáveis às atuais políticas de governo?

Deste modo, entende-se que a captação de águas pluviais pode ser uma alternativa viável técnica e economicamente, para um maior equilíbrio entre demanda e oferta de água, uma vez que estas águas possuem qualidade satisfatória para diversas atividades como limpeza de áreas externas, irrigação, lavagem de veículos entre outras (VEIGA, 2007).

2.5. CONSTRUÇÃO CIVIL E SUSTENTABILIDADE

O setor da construção civil é responsável por 50% do consumo energético e pela geração de aproximadamente 50% dos resíduos sólidos urbanos (SETIN, 2007), que também exige uma grande demanda de água, tanto na fabricação dos materiais utilizados e nos processos construtivos quanto durante sua operação.

No universo da arquitetura e construção sustentável, assim como os diversos tipos e aplicações para sistemas de captação de águas de chuva, há os aquecedores de água movidos à energia solar, também com inúmeras possibilidades de sofisticação e usos. Caracterizam-se como de baixo custo, alguns sistemas desenvolvidos para ambientes rurais e circunstâncias de onde a demanda chega a aproximadamente 1000 litros de água por dia e não são necessários investimentos em equipamentos de bombeamento e circuitos eletrônicos (SOCIEDADE DO SOL, 2003).

Considerando a ausência de tecnologias que envolvam componentes eletrônicos e consumo constante de energia elétrica, aliados à pequena demanda de água e ao custo do projeto, o sistema analisado pôde ser caracterizado como de baixo custo de implantação e operação (SOCIEDADE DO SOL, 2003).

Entende-se que para a preservação do meio ambiente, é importante buscar a sustentabilidade nas construções, isto é, a realização de projetos que se preocupem com indicadores ambientais desde a concepção e execução até a ocupação e uso (KELLOGG; PETTIGREW, 2008).

Este conceito de construção sustentável, iniciado nos anos 70, ganhou mais importância a partir dos anos 90 com a criação do *United States Green Building Council* (USGBC) que procura desenvolver técnicas e metodologias para a construção que abordem basicamente cinco aspectos principais (SILVA, 2007):

- Planejamento da área e harmonia com entorno
- Gestão de consumo e reuso de águas
- Gestão energética
- Utilização de recursos renováveis e menos impactantes
- Qualidade do ambiente interior.

2.6. LEGISLAÇÃO BRASILEIRA SOBRE USO DE ÁGUA DE CHUVA

Estas tecnologias de captação e aproveitamento já difundidas no mercado, tais como calhas, filtros, dispositivos arejadores, válvulas de dupla vazão, reservatórios, bombas e outros, atualmente possuem normas regulamentadoras e leis que orientam o uso de sistemas de aproveitamento de águas de chuva. No município de Curitiba o decreto nº 212 de 2007 dá diretrizes para uso em novas construções.

Entretanto há a norma da ABNT NBR 15525:2007 que apresenta recomendações de uso, dispositivos e componentes necessários (calhas, reservatórios e dispositivos de descarte de fluxos iniciais) e disponibiliza métodos para cálculo de volume potencial de captação e dimensionamento dos reservatórios (ABNT, 2007).

Além da preocupação ambiental por parte do Estado, da Indústria e da sociedade, há também o atendimento às legislações brasileiras, que já determinam o aproveitamento de água de chuva em novos empreendimentos. Atualmente com o PURAE (Programa de uso

racional da água nas edificações) os novos projetos devem apresentar propostas e alternativas para reduzir o consumo de água durante a operação (CURITIBA, 2006).

A partir de 2003 os novos projetos de edificações no município de Curitiba – PR, devem contemplar uso de águas de chuva para descargas em sanitários, dispositivos arejadores nas torneiras, bacias sanitárias de volume reduzido, chuveiros e lavatórios de volumes fixos, hidrômetros individuais e outros possíveis equipamentos que reduzam o consumo de água potável, no entanto os requisitos para cada edificação variam de acordo com o tamanho e atividades exercidas no empreendimento (CURITIBA, 2003).

2.7. POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA EM CURITIBA

A região de Curitiba - PR apresenta grande potencial para aproveitamento de águas pluviais, com índices pluviométricos anuais próximos a 1475 mm e chuvas bem distribuídas ao longo do ano (SIMEPAR, 2002). Sendo assim, sistemas de captação de águas podem ser utilizados e eficazes por grandes períodos, atenuando a escassez nas fases de estiagem e reduzindo as enchentes no verão e nas épocas mais chuvosas.

A utilização de água da chuva tem sido feita por indústrias, atividades comerciais, escolas, postos de combustíveis e diversas outras atividades que precisem de água para fins não potáveis principalmente. É uma forma de atenuar o problema da escassez da água potável e reduzir custos de operação.

Em Curitiba, existem diversos empreendimentos caracterizados com serviços de lavagem de veículos. Há também outros pontos onde também há demanda de água para fins similares, tais como: concessionárias de veículos, postos de combustíveis, centros automotivos e as próprias residências particulares, que em muitos casos fazem uso de água também para lavagem de carros, piso e outros fins não nobres que dispensam rigorosos padrões de potabilidade (IBGE, 2010).

A figura 1 apresenta um empreendimento que realiza lavagens de veículos na cidade de Curitiba, com um terreno e edificação similares ao estudo de caso, porém não possui sistema de captação de água de chuva.



Figura 1 - Empreendimento de Lavagem de Veículos na Cidade de Curitiba Sem Sistema de Captação de Água de Chuva. Fonte: Autoria própria.

Só em Curitiba, existem aproximadamente 1,8 milhões de habitantes e 1,3 milhões de veículos sendo 900 mil automóveis, totalizando quase 1,4 pessoas por carro (IBGE, 2010). O hábito de lavar carros na cidade é comum, existem inúmeros pontos comerciais e particulares, regulares e irregulares realizando este tipo de serviço.

Em função das circunstâncias apresentadas, será apresentada neste trabalho uma análise de um empreendimento comercial de lavagem de veículos em que foi implantado um sistema de captação de água de chuva de baixo custo e se fará uma avaliação comparativa entre antes e depois do sistema instalado, considerando o volume economizado de água potável, o tempo para retorno do investimento da instalação do sistema e possíveis modificações que aperfeiçoem o funcionamento do processo de captação e uso de água de chuva.

O estudo pretende analisar se o processo de captação de água de chuva adotado pelo empreendimento identificado é uma alternativa viável diante da situação da eminente escassez e coerente com as atuais políticas de governo.

3. METODOLOGIA

3.1. IDENTIFICAÇÃO DO ESTUDO DE CASO.

Inicialmente foi identificado um empreendimento que realiza lavagens de veículos e possui um sistema de captação de água de chuva, portanto tem grande demanda de água para realização das lavagens.

Um estabelecimento de lavagem e higienização de carros situado no bairro Mossunguê em Curitiba foi selecionado como base de estudo. O local possui 880 m² de área total e 290 m² de área de telhado disponível para captação de águas de chuva. Na figura 2 o setor hachurado destaca a área de captação existente.

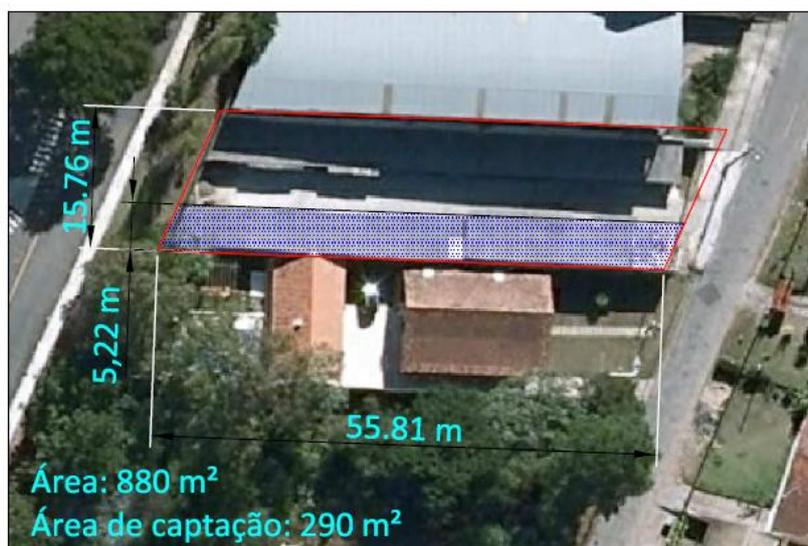


Figura 2 - Visualização do Empreendimento e da Área do Telhado Disponível para Captação de Água de Chuva. Fonte: Google (2009).

3.2. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA

3.2.1. Captação e condução da água de chuva para o reservatório

O conjunto de equipamentos para condução das águas de chuva fica instalado em apenas um lado do empreendimento. Para o direcionamento das águas aos reservatórios foram utilizadas tubulações de PVC cortadas ao meio, de modo que cada metro de tubo se transformou em dois metros, assim as águas de chuva são conduzidas aos reservatórios. As figuras 3 e 4 expõem respectivamente a visualização frontal do empreendimento e as tubulações cortadas utilizadas para transferir as águas.



Figura 3 - Entrada e Visão Geral do Terreno
Fonte: Autoria própria.



Figura 4 - Calhas para Condução de Águas de Chuva
Fonte: Autoria própria.

3.2.2. Armazenamento de água de chuva captada

Para o armazenamento de águas de chuva foram instalados dois reservatórios, um subterrâneo feito de concreto armado que fica localizado nos fundos do terreno onde há maior elevação, e outro de fibra de vidro conectado logo abaixo do ponto de captação, ambos têm capacidades de 2000 litros.

A figura 5 exibe a localização do reservatório subterrâneo de concreto, utilizado para armazenar água da chuva.



Figura 5 - Reservatório Subterrâneo.
Fonte: Autoria própria.

Durante a pesquisa foram realizadas aproximadamente dez visitas ao local, em todas as ocasiões havia um veículo estacionado sobre o reservatório subterrâneo de concreto.

O reservatório subterrâneo está localizado nos fundos do empreendimento, onde há maior elevação do nível do terreno, graças a esta diferença de nível é possível que a água de chuva seja enviada aos equipamentos pressurizadores que executam a lavagem dos veículos sem a necessidade de bombas elétricas.

O reservatório de fibra de vidro de 2000 litros pode ser visualizado na figura 6.



Figura 6 - Reservatório de Fibra de Vidro
Fonte: Autoria própria.

Após o armazenamento nestes dois reservatórios, as águas de chuva são enviadas aos reservatórios conectados aos aparelhos de pressurização, os quais realizam as lavagens dos veículos.

Estes equipamentos de pressurização são utilizados para enxaguar os carros com alta pressão, deste modo diversas impurezas incrustadas nos veículos são removidas devido ao alto impacto da água na estrutura dos automóveis. Ressalta-se que estes equipamentos que utilizam energia elétrica, já eram utilizados mesmo quando havia apenas água potável para realização dos serviços de lavagem, portanto estes equipamentos não podem ser enquadrados como partes integrantes do sistema de captação de água de chuva.

Desde a captação ao uso o sistema utiliza apenas força da gravidade para conduzir as águas. Constatou-se que não há dispositivos de descarte do fluxo inicial, normalmente utilizado para evitar presença de pequenos sólidos e impurezas indesejáveis nas águas provenientes do telhado.



Figura 7 - Reservatórios Conectados ao Pressurizador
Fonte: Autoria própria.



Figura 8: Distribuição de Água Potável
Fonte: Autoria própria.

Antes da implantação do sistema de captação de água de chuva a água potável disponível era armazenada nos reservatórios expostos acima. Após a instalação do sistema, a tubulação que conectava o registro de água potável foi desconectada dos reservatórios. Deste modo apenas a água de chuva é enviada constantemente para estes reservatórios, no entanto, quando há necessidade de água potável os equipamentos pressurizadores são conectados diretamente ao registro de água potável para realização dos serviços de lavagem de veículos.

3.2.2.1. Volume potencial de armazenamento de água de chuva

A norma Brasileira da ABNT NBR 15527:2007, que regulamenta as diretrizes para aproveitamento de água de chuva, disponibiliza um método para cálculo do volume potencial de captação.

Neste estudo será estimada uma quantidade aproveitável a partir da seguinte equação disponibilizada pela norma ABNT NBR 15527:2007:

$$V_{pot. Capt.} = P \times A \times C \times \eta$$

Sendo:

- P: Índice pluviométrico local
- A: área do telhado
- C: coeficiente de escoamento superficial
- η : eficiência do sistema de captação considerando o dispositivo de descarte das águas iniciais (caso seja utilizado).

3.2.3. Finalidade do aproveitamento da água da chuva no estabelecimento investigado

Toda água captada é destinada à limpeza de veículos. Todas as outras atividades que contemplem uso de água como a descarga em banheiros ou o consumo por ingestão são realizadas com água potável, portanto o sistema em questão se restringe aos serviços de lavagem de veículos.

As lavagens são realizadas em apenas um setor do empreendimento, onde estão instalados dois reservatórios de concreto, que anteriormente à instalação do sistema de aproveitamento de água de chuva eram utilizados para armazenar as águas potáveis. Os equipamentos de pressurização de água utilizados para lavagem ficam conectados a estes reservatórios.

Desde a captação até a distribuição não são utilizadas bombas elétricas. Todo o sistema funciona por gravidade, portanto dispensa energia elétrica. Como já mencionado anteriormente, há equipamentos pressurizadores utilizados no enxague dos veículos que demandam energia elétrica, porém eles não são itens integrantes do sistema de captação de água de chuva, uma vez que seriam necessários mesmo que houvesse aplicação de água potável nas lavagens.

Como a água de chuva é utilizada para lavagem de veículos e não destinada ao consumo humano, foram dispensados quaisquer meios de tratamento ou retenção de sólidos grosseiros, porém, segundo o proprietário havia uma peneira de culinária na saída da tubulação para filtração de folhas secas e possíveis materiais sólidos presentes no telhado. No entanto ela foi extraviada e a administração não retornou a utiliza-la.

No ponto onde a tubulação está conectada aos reservatórios foram colocadas peneiras metálicas de pequeno espaçamento no fundo dos compartimentos acima apresentados para evitar entupimentos nos equipamentos pressurizadores, uma vez que resíduos sólidos podem bloquear a passagem de água e danificar o motor do equipamento devido ao bombeamento forçado.

O sistema existente de captação e armazenamento de água de chuva está indicado na figura 9.

Para abastecimento dos reservatórios 1 e 2 os registros são fechados, impedindo a água de seguir diretamente aos reservatórios 3 e 4 (os reservatórios indicados na figura 9). Quando os registros são abertos o grande volume armazenado se encarrega de transferi-la aos tanques de distribuição apenas por força da gravidade devido ao desnível do solo.

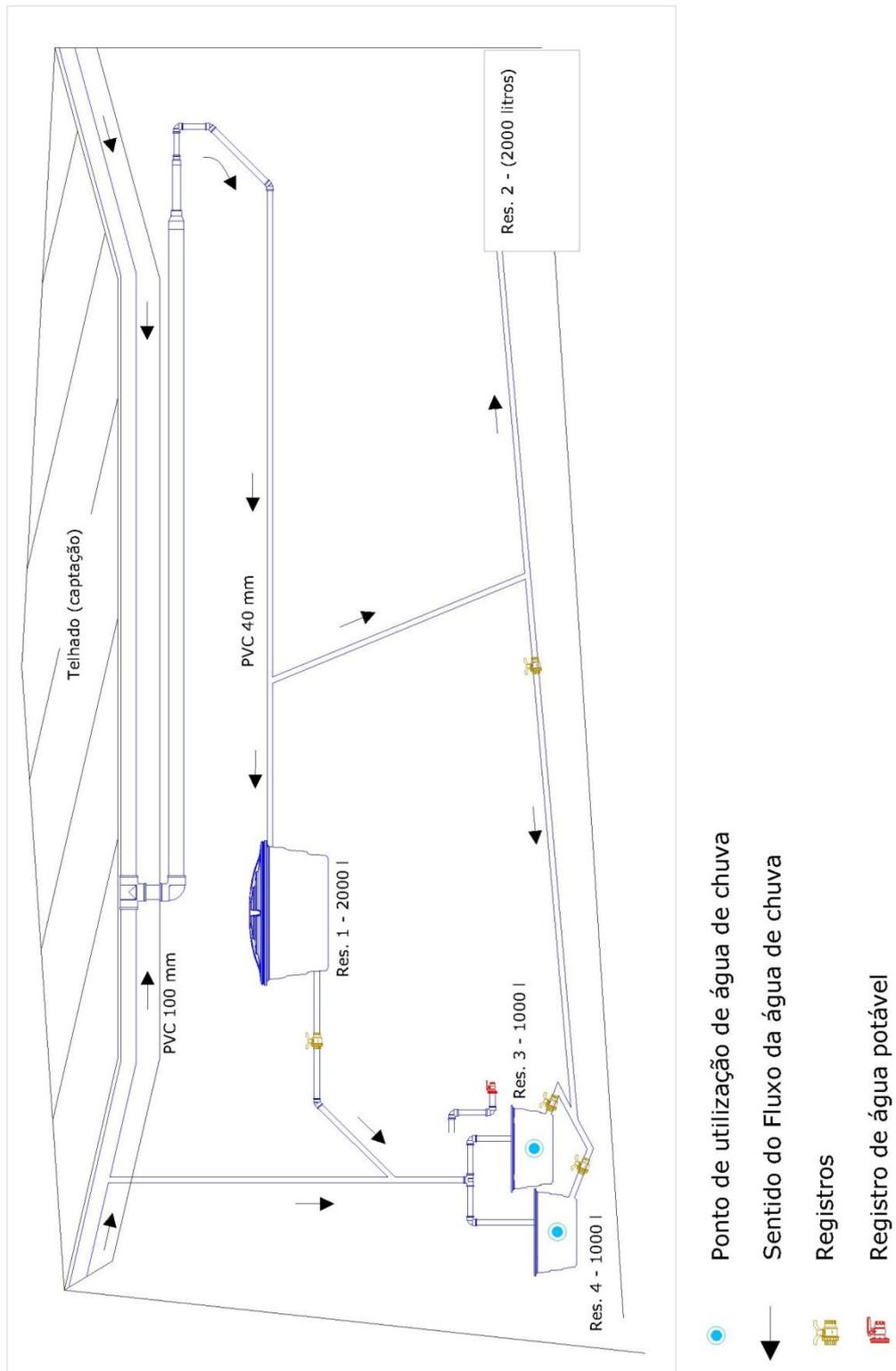


Figura 9 - Croqui do Sistema de Captação, Visualização Frontal

Fonte: Autoria própria.

3.3. VOLUME DOS RESERVATÓRIOS X VOLUME CALCULADO

Apesar de existirem diversos métodos de dimensionamento de reservatórios e até mesmo softwares que realizam estes cálculos automaticamente, a norma já citada (NBR 15527:2007) disponibiliza seis diferentes métodos para o dimensionamento de reservatórios para armazenamento de água de chuva. Estes reservatórios devem ser suficientes para receber toda água captada e atender a demanda de água, no entanto devem ter o volume corretamente dimensionado, pois normalmente este é o item mais oneroso entre todos os componentes, portanto reservatórios grandes demais podem tornar os projetos inviáveis economicamente ou quando muito pequenos podem não comportar suficientemente a água de chuva disponibilizada pela área de captação.

Serão utilizados três métodos para dimensionamento do reservatório a fim de comparar com os reservatórios já instalados e verificar se eles realmente atendem a demanda do local. Os reservatórios existentes foram instalados de acordo com as condições econômicas dos proprietários, portanto não foram utilizados cálculos matemáticos relacionando a capacidade de captação, o volume anual de chuvas e a demanda de água.

Quadro 1: Métodos para dimensionamento de reservatórios para água de chuva.

Método	Equação	Dados
Azevedo Neto	$V_r = 0,042 \times P \times A \times T$	V _r : volume de água do reservatório P: Precipitação anual (mm) A: Área de captação T: número de meses de pouca chuva ou seca
Prático Alemão	$V_r = \min (V;D)^* \times 0,06$	V _{r adotado} : volume de água do reservatório D: demanda anual de água não potável (L) V: volume aproveitável anual de água de chuva (L)
Prático Inglês	$V_r = 0,05 \times P \times A$	V _r = volume de água do reservatório P: Precipitação anual (mm) A: Área de captação

Fonte: ABNT, 2007.

*Recomenda-se utilizar o menor valor encontrado entre o volume de captação e a demanda necessária

3.4. DIAGNÓSTICO DO CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL

Para análise do consumo médio de água potável com as lavagens, foram consideradas as contas mensais fornecidas pela companhia local de distribuição, a SANEPAR. Estes dados podem ser adquiridos com a leitura dos hidrômetros do lavacar.

3.5. ANÁLISE DO PERÍODO DE RETORNO DO INVESTIMENTO

O custo total do sistema foi estimado de acordo com os dados fornecidos pelo proprietário.

O tempo de retorno do investimento para implementação do projeto será estimado através da comparação entre os custos envolvidos na instalação e a economia de água potável obtida.

As despesas envolvidas no projeto de captação de água de chuva estão expostas no quadro 2.

Quadro 2: Custos com materiais

Material	Quantidade	(R\$)
Tubulações e conexões	70 m	100,00
Calhas e registros	40m	240,00
Reservatório 2000 litros de fibra de vidro.	1	460,00
Reservatório subterrâneo 2000 litros de concreto.	1	400,00
Mão de obra		2000,00
Total	-	3200,00

Fonte: proprietário

Como o sistema avaliado já estava construído, e foram os proprietários que o instalaram não houve despesas com mão de obra.

No entanto entende-se que os custos com mão de obra devem ser ao menos estimados para que o projeto não fique limitado apenas aos materiais, mas a todo o processo de instalação.

Assim, foi feito um orçamento da mão de obra para instalação das tubulações e construção do reservatório subterrâneo de concreto, avaliou-se então um período aproximado de 15 dias para a execução das reformas e instalações totalizando um valor de R\$ 2000,00.

Para avaliação do retorno do investimento será comparado o custo de implantação com a nova média mensal de consumo de água potável.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. ESTIMATIVA DA CAPTAÇÃO MÁXIMA DE ÁGUA DE CHUVA

A norma ABNT NBR 15527:2007 apresenta os requisitos para elaboração de sistemas de aproveitamento de águas de chuva e orienta como calcular o volume potencial de captação de água de chuva. A seguir encontra-se o volume potencial obtido a partir da equação disponibilizada pela norma:

$$V_{pot. Capt.} = P \times A \times C \times \eta$$

Sendo:

- P = Precipitação anual média: 1475 mm / ano (SIMEPAR, 2002).
- A = Área de telhado disponível para captação de água de chuva: 290 m²
- C = coeficiente de escoamento superficial da cobertura: 1
- η = eficiência do sistema de captação levando em conta os dispositivos de descarte de sólidos e de desvio de escoamento inicial quando utilizado: 1

Portanto temos:

$$V_{pot. capt} = 1,475 \text{ (mm)} \times 290,0 \text{ (m}^2\text{)} \times 1,0 \times 1,0 = 427,75 \rightarrow \text{aproximadamente } 428 \text{ m}^3 \text{ de água de chuva disponíveis ao ano.}$$

Considerou-se $C = 1$, pois o telhado é constituído por telhas que não absorvem a água e permitem que toda chuva seja conduzida às tubulações.

Adotou-se o fator de eficiência (η) = 1 (100%) porque não há dispositivos de retenção de sólidos ou equipamentos de desvio de escoamento inicial.

Entende-se que para avaliação da efetividade na economia de água potável, deve ser considerada a disponibilidade de água de chuva e a demanda necessária para execução dos serviços.

Como não há qualquer elemento filtrante em todo o sistema, o fator de eficiência do filtro considerado foi de 100%, isto é não há qualquer barreira que impeça ou descarte águas. Também não foram detectados dispositivos de descarte de águas primárias, normalmente utilizados para promover uma captação com maior grau de pureza, já que em superfícies de captação podem eventualmente haver sólidos grosseiros, materiais particulados e outras impurezas.

4.2. CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL

De acordo com os proprietários, o lavacar operou apenas seis meses antes de iniciar a implantação do sistema de captação. Após a instalação do projeto as contas de água potável foram novamente monitoradas para verificar a eficiência do sistema. As despesas mensais com consumo de água potável apresentam-se no quadro 3.

Quadro 3: Comparação da despesa mensal com água potável

Sem captação		Com captação	
Período (2008/2009)	(R\$)	Período (2009)	(R\$)
Out	198,00	Jul.	54,00
Nov	225,00	Ago.	93,10
Dez	244,00	Set.	93,00
Jan	169,00	Out.	90,00
Fev	112,00	Nov.	54,20
Média	189,6	Média	76,86
Redução percentual		40,53%	

Também foi feita uma quantificação de volume gasto de água por lavagem de carros. Para este procedimento, foi abastecido um recipiente graduado por dez segundos, deste modo pode-se verificar a vazão média da bomba pressurizadora utilizada no processo. Para esta estimativa utilizou-se:

$$T_L \times V_P = V_{LC}$$

Sendo:

- T_L = Tempo de lavagem médio (s)
- V_P = Vazão do pressurizador (0,22 l/s)
- V_{LC} = Volume consumido por cada lavagem.

Assim temos:

$$240 \text{ (s)} \times 0,22 \text{ (l/s)} = 52,8 \text{ l}$$

Com o volume necessário para cada lavagem pode-se estimar a quantidade de água necessária diária para realização dos serviços:

$$V_{LC} \times N = V_{TN}$$

Considerando:

- V_{LC} = Volume de água por lavagem de veículo (52,8 l)
- N = nº de lavagens diárias: 20 (segundo o proprietário)
- V_{TD} = Volume total diário estimado

Portanto:

$$52,8 \text{ (l)} \times 20 = 1056 \text{ l}$$

De acordo com as medições de consumo por lavagem realizadas em campo e o volume diário de 1056 litros, contabilizados por 20 lavagens diárias, pode-se estimar a quantia mensal necessária para as lavagens ao longo de um ano.

Sabe-se que o empreendimento funciona apenas nos dias úteis, portanto realiza suas atividades em um período de 22 dias por mês (dias úteis mensais). Totalizando aproximadamente 260 dias de trabalho.

A demanda de água para lavagens dos veículos é calculada através do consumo médio diário e o número de dias que o empreendimento funciona. Logo:

- 1056 l = demanda diária de água
- 260 = dias uteis ao longo de um ano.

O volume necessário ao longo de um ano pode ser expresso por:

$$1056 \text{ l} \times 260 = 274,6 \text{ m}^3 \text{ (274.560 litros).}$$

Comparando o volume potencial de captação (428 m³ por ano), com a demanda calculada de água para as lavagens (274,6 m³ por ano), observa-se que o volume necessário de água para o empreendimento em questão pode ser suprido apenas através do fornecimento de águas de chuva.

Conforme os valores encontrados, o consumo mensal de água para a realização dos serviços é de aproximadamente 23 m³.

De acordo com o potencial calculado e a demanda estimada observa-se que o volume de água disponibilizada pela chuva é 1,6 vezes maior que o necessário para realização das atividades ao longo de um ano.

No entanto sabe-se que a sazonalidade interfere tanto no período de chuvas quanto na demanda de serviço, uma vez que, segundo os proprietários existem períodos em que é preciso utilizar águas potáveis, pois não há chuva suficiente.

Normalmente no período entre abril e junho há maior ocorrência de estiagem (SIMEPAR, 2002), e segundo os proprietários um aumento na demanda de serviços de lavagem.

4.3. DIMENSIONAMENTO DOS RESERVATÓRIOS

A seguir apresentam-se os volumes calculados para o reservatório segundo as recomendações da norma ABNT NBR 15527:2007.

4.3.1. Método Azevedo Neto

Sendo:

- $P = 1475 \text{ mm}$
- $A = 290 \text{ m}^2$
- $T^* = 1$

Portanto: $V_r = 0,042 \times P \times A \times T \rightarrow V = 0,42 \times 1475 \text{ (mm)} \times 290 \text{ (m}^2) \times 1 \rightarrow 17.965 \text{ litros}$

Segundo Azevedo Neto, $V_r = 18 \text{ m}^3$.

4.3.2. Método Prático Alemão

Neste caso foi utilizado o valor da demanda de água, uma vez que ela é menor que o volume potencial de captação, deste modo:

- $D = 274.560 \text{ l}$

Portanto: $V_r = 274.560 \text{ (l)} \times 0,06 \rightarrow 16.473 \text{ litros}$

Pelo método Prático Alemão o $V_r = 16,5 \text{ m}^3$.

4.3.3. Método Prático Inglês

Sendo:

- $P = 1475 \text{ mm}$
- $A = 290 \text{ m}^2$

Portanto: $V_r = 0,05 \times 1475 \text{ (mm)} \times 290 \text{ (m}^2) \rightarrow 21.387,5 \text{ litros}$

De acordo com o método Prático Inglês $V_r = 21 \text{ m}^3$

O Quadro 4 apresenta os comparativos entre os valores encontrados para o volume de reservatório de acordo com os diferentes métodos.

Quadro 4: Volumes calculados para reservatório de água de chuva.

Método	Volume do reservatório
Azevedo Neto	18 m ³
Prático Alemão	16,5 m ³
Prático Inglês	21 m ³
Média	18,5 m ³

Observa-se que apesar dos três métodos recomendados pela norma apresentarem valores próximos para o volume do reservatório, o volume de reservatório calculado é muito superior aos reservatórios existentes no local estudado, que por sua vez possui um volume total de 4 m³.

Assim, os reservatórios disponibilizam 4,65 vezes menos água de chuva que o recomendado seguindo os critérios da norma.

4.4. AVALIAÇÃO DO PERÍODO DE RETORNO DO INVESTIMENTO

Quando os proprietários iniciaram as atividades, antes da implantação do sistema a média mensal de investimento em consumo de água potável era aproximadamente R\$ 190,00. Após a instalação e funcionamento os valores reduziram para aproximadamente R\$ 76,00.

Portanto houve uma economia mensal de R\$ 114,00 que representa uma redução de 59,5% no consumo de água potável.

Se considerarmos a economia média de R\$ 114,00 mensais na conta de água potável, e o custo de implantação (materiais e mão de obra) de R\$ 3200,00, estima-se que o investimento seja compensado em um período próximo a 28 meses.

Os resultados indicam que a média mensal de consumo é de aproximadamente 23 m³ por mês. Portanto o empreendimento se enquadra na tarifa para consumidores acima de 20 m³

por mês, logo a tarifa cobrada pela companhia de saneamento pela água potável é R\$ 22,10 + R\$ 3,31 / m³.

De acordo com as médias mensais de consumo de água potável antes e depois da implantação do sistema de captação de água de chuva, calculou-se o volume de água potável consumido nestes dois diferentes períodos.

Para a conversão da despesa com água potável em volume consumido utilizou-se:

$$D \text{ (R\$)} = 22,1 + 3,31 \times V_{\text{cpot}}$$

Sendo:

- V_{cpot} = Volume consumido de água potável (m³)
- 22,1 = valor base da tarifa da companhia de distribuição
- 3,31 = valor cobrado por litro consumido
- D = Despesa com consumo de água potável (R\$)

Portanto, antes da implantação do sistema de captação de água de chuva:

$$V_{\text{cpot1}} = [189,6 \text{ (R\$)} - 22,1] / 3,31 \rightarrow V_{\text{cpot1}} = 50,86 \text{ m}^3$$

Após a instalação do sistema de captação de água de chuva:

$$V_{\text{cpot2}} = [76,6 \text{ (R\$)} - 22,1] / 3,31 \rightarrow V_{\text{cpot2}} = 16,5 \text{ m}^3$$

Verifica-se que neste empreendimento o sistema de coleta de água de chuva gera uma economia mensal de aproximadamente 35 m³ de água potável.

No intervalo de um ano esta economia representa uma redução de 420 m³ de água potável, que então podem ser destinados a fins mais nobres como a ingestão, preparação de alimentos e outros usos que não permitam a substituição das águas potáveis.

5. CONCLUSÕES

Aproveitar a água da chuva de modo simples, sem a necessidade de grandes investimentos tecnológicos, para este caso analisado é uma maneira eficaz de contribuir para a preservação de recursos naturais e solucionar problemas urbanos sem prejudicar a economia e o meio ambiente. Com o atual sistema instalado é possível captar 428 m³ de água de chuva no período de um ano, no entanto o empreendimento possui a captação de chuva em apenas um lado de sua estrutura, no entanto existe outro telhado com a mesma área útil que não possui rede de captação, caso fosse utilizado seria possível captar até aproximadamente 856 m³ de água de chuva por ano.

Mesmo com o sistema de captação de água de chuva instalado em apenas um setor do empreendimento o volume aproveitável de chuva de 428 m³ por ano é em torno de 1,6 vezes maior que a quantidade demandada pelo local, estimada em 274,6 m³ por ano. No entanto o uso de água potável permanece necessário, uma vez que períodos de seca e alta demanda nos serviços exige muitas vezes uma quantidade de água maior que a fornecida pelas chuvas, por isto ainda se utiliza a água potável em algumas ocasiões.

Os reservatórios utilizados no sistema implantado possuem diversos aspectos que devem reparados, o reservatório 2 por exemplo possui uma cobertura com tabuas de madeira, que permite a realização de limpezas no seu interior, no entanto deve ser feita uma cobertura que garanta a vedação mais adequada para que este reservatório não fique suscetível à entrada de pequenos animais transmissores de enfermidades, resíduos sólidos presentes no solo ou até mesmo óleos lubrificantes e resíduos líquidos automotivos, já que os veículos ficam estacionados sobre este compartimento. Já os reservatórios 3 e 4, conectados aos dispositivos de pressurização, também podem gerar problemas sanitários pois são descobertos e permitem a proliferação de vetores de doenças. Além disto, pequenas aves e outros animais podem eventualmente depositar contaminantes fecais diretamente na água. Estes materiais residuais podem prejudicar tanto a saúde dos usuários quanto o funcionamento dos equipamentos de pressurização utilizados no enxague.

Constata-se que o volume de 4 m³ disponíveis nos reservatórios para captação de águas de chuva é 4,6 vezes inferior ao volume médio calculado (18,5 m³), entretanto eles atendem a demanda do local, porém há espaço físico no empreendimento para implantação outros reservatórios, que por sua vez podem gerar mais economia de água potável.

Neste estabelecimento o sistema de captação de água de chuva propicia uma economia anual de aproximadamente 60% de água potável, apresentando-se viável economicamente e eficaz na redução da demanda de água potável.

De acordo com os gastos divulgados pelo proprietário de R\$ 1200,00 para implantação do sistema de captação de água de chuva e a economia de água potável obtida de aproximadamente R\$ 114,00 por mês, entende-se que o investimento retorna em 11 meses. Entretanto foi estimado o custo da mão de obra em R\$ 2000,00. Caso este projeto seja replicado em outros locais pode-se ter uma ideia mais abrangente do investimento necessário, deste modo, considerando os materiais e o orçamento para instalação, o período de retorno do investimento passa a ser de 28 meses aproximadamente.

Observa-se que é necessário um responsável pela manutenção do sistema de captação de água de chuva, uma vez que devem ser feitas limpezas periódicas dos reservatórios e filtros.

Assim sendo, entende-se que de modo geral o sistema de captação de água de chuva analisado apesar de ser eficaz na redução de consumo de água potável, necessita de manutenção constante e pequenas adaptações que assegurem a qualidade da água fornecida pela chuva, a segurança dos trabalhadores e conseqüentemente a preservação ambiental como um todo.

6. OUTRAS RECOMENDAÇÕES

O sistema investigado mesmo que atendendo as necessidades do serviço, poderia ter um sistema de descarte de águas iniciais e um processo de filtração simples das águas de chuva, evitando possíveis entupimentos dos pressurizadores que realizam o enxague dos veículos garantindo a segurança dos usuários e clientes.

Atualmente existem filtros de descida disponíveis no mercado que dispensam mão de obra especializada para instalação e possuem fácil manutenção. Este componente pode ser anexado ao projeto, deste modo garante uma maior qualidade da água e menos riscos de contaminação dos usuários.

Durante a realização do trabalho foram detectados na cidade de Curitiba outros empreendimentos que exercem as mesmas atividades com terrenos em condições similares de nivelamento topográfico, sendo assim acredita-se que poderia ser feita uma estimativa da eficácia da captação de chuva se aplicada em diversos pontos da cidade.

A elaboração de pequenos manuais e cartilhas para elaboração de sistemas de captação de águas de chuva podem servir como ferramenta de apoio para a disseminação da proposta em outras vizinhanças e centros urbanos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527** Água de Chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

BUDEL, A. M. **ESTUDO COMPARATIVO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE CHUVA COLETADA EM COBERTURA CONVENCIONAL E EM TELHADO VERDE**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba – 2011.

IBGE 2010. **CENSO**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acessado em 11 de setembro de 2012.

CHRISTAN, P. **ANÁLISE DAS EXIGÊNCIAS IMPOSTAS PELO PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO E USO RACIONAL DA ÁGUA NAS EDIFICAÇÕES – PURAE, EXISTENTE NA CIDADE DE CURITIBA – PARANÁ**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba – 2008.

CURITIBA. **Lei nº. 10.785, de 18 de setembro de 2003**. Cria no município de Curitiba o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações. Curitiba, 18 de setembro de 2003.

CURITIBA. **Decreto nº. 293, de 22 de março de 2006**. Regulamenta a Lei nº 10.785 de 2003 e dispõe sobre os critérios do uso e conservação racional da água nas edificações e dá outras providências. Curitiba, 2006.

CURITIBA. **Decreto nº. 212, de 29 de março de 2007**. Aprova o Regulamento de Edificações do Município de Curitiba e dá outras providências. Curitiba, 2007.

FENDRICH, R. **APLICABILIDADE DO ARMAZENAMENTO, UTILIZAÇÃO E INFILTRAÇÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS NA DRENAGEM URBANA**. 504f. Tese (Doutorado em Geologia Ambiental) – Setor Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2002.

GIACHINNI M. **APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA NAS EDIFICAÇÕES**. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2003.

GOOGLE. **GOOGLE EARTH**. US Dept of State Geographer. USA, 2009.

GROUP RAINDROPS. **APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA**. 198p. Makoto Murase (Org.). Tradução: Massato Kobiyama; Cláudio Tsuyoshi Ushiwata; Manoela dos Anjos Afonso. Tradução de: Yatte Miyo Amamizu Riyo. Ed. Organic Trading, Curitiba 2002.

KELLOGG, Scott; PETTIGREW, Stacy. **Toolbox for sustainable city living**; Cambridge MA – USA. Editora South and Press. 2008.

LAGE, E. **APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL EM CONCESSIONÁRIAS DE VEÍCULOS NA CIDADE DE BELO HORIZONTE. – SC**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis – 2010.

MACHADO, Flávia Olaia; CORDEIRO, João Sérgio. **GERENCIAMENTO SUSTENTÁVEL DAS ÁGUAS PLUVIAIS**. In: Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 29. 2004. Anais eletrônicos. San Juan. Disponível em:

<<http://www.bvsde.paho.org/bvsAIDIS/PuertoRico29/olaya.pdf>> Acesso em: 07 de julho de 2012.

OLIVEIRA, R. **Aproveitamento de águas pluviais para uso não potável**. Monografia (MBA em Sistema de Gestão Ambiental) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, PUC, Curitiba, PR, 2002.

VEJA. São Paulo: Abril, v. 2241, n. 44, nov. 2011. 198 p.

SALATI, Eneas, *et al.* **PROBLEMAS AMBIENTAIS BRASILEIROS**. Fundação Salim Farah Maluf. São Paulo, 1991.

SETIN, Daniel. **O DESEMPENHO DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA SUSTENTABILIDADE**. EXPM (Associação de Ex-Alunos da Escola Superior de Propaganda e Marketing) 2007. Disponível em: <http://www.expm.org.br/associados/coluna_int.asp?cod_colunas=140&cod_sis_colunas=6&cod_cat_colunas=98> Acesso em: 20 jun. 2012.

SETTI, A. A.; LIMA, J. E. F. W.; CHAVES, A. G. M.; PEREIRA, I. C. **INTRODUÇÃO AO GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS**. Agência Nacional de Energia Elétrica. Brasília, 2001.

SILVA, Vanessa Gomes. **METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO AMBIENTAL DE EDIFÍCIOS**. Projeto Tecnologias para construção habitacional mais sustentável. Projeto Finep 2386/04 São Paulo – 2007.

SIMEPAR. **HISTÓRICO CLIMÁTICO**. Disponível em: <http://www.simepar.br/tempo/clima/teste_historico.jsp> Acesso em 24 ago. 2012.

SOCIEDADE DO SOL. **MANUAL EXPERIMENTAL DE INSTRUÇÃO DE MANUFATURA E USO DO ASBC DE PORTE MÉDIO PARA AGRICULTURA E ENTIDADES ASSISTENCIAIS VOLUME DE 1000 LITROS**. Projeto da Sociedade do Sol, sediada no CIETEC Centro Incubador de Empresas Tecnológicas da USP. São Paulo 2003.

TRIGUEIRO, André. **MUNDO SUSTENTÁVEL**. São Paulo – SP. Editora Globo 2003.

VEIGA, J. E. **A EMERGÊNCIA SOCIOAMBIENTAL**. São Paulo – SP. Editora SENAC 2007.