

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL – DACOC
II CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS**

SHAIANY CORRÊA FERREIRA NOGAS

**ESTUDO E PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA PARA
USO RACIONAL DE ÁGUA EM EMPRESA DE TRANSPORTES NO
NORTE DO PARANÁ**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2012

SHAIANY CORRÊA FERREIRA NOGAS

**ESTUDO E PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA PARA
USO RACIONAL DE ÁGUA EM EMPRESA DE TRANSPORTES NO
NORTE DO PARANÁ**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Construções Sustentáveis, do Departamento Acadêmico de Construção Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.^a M.Sc. Stella Maris da Cruz Bezerra

CURITIBA

2012



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Ponta Grossa

Nome da Diretoria
Nome da Coordenação
Nome do Curso



TERMO DE APROVAÇÃO

ESTUDO E PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA PARA USO RACIONAL DA ÁGUA EM EMPRESA DE TRANSPORTES NO NORTE DO PARANÁ.

por

SHAIANY CORRÊA FERREIRA NOGAS

Esta Monografia foi apresentada em 09 de novembro de 2012 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Construções Sustentáveis. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof.^a M.Sc. Stella Maris da Cruz Bezerra
Prof.^a Orientadora

Prof.^a. Dr.^a. Celimar Azambuja Teixeira
Membro titular

Prof. Dr. André Nagalli
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

Dedico este trabalho a Deus, minha maior fonte de sabedoria e força.

Ao meu querido esposo, companheiro e amigo Gustavo, que me deu ânimo nos momentos de cansaço e me incentivou a fazer a especialização.

Aos meus pais, Luiz e Rose, os quais, com extrema generosidade e amor, sempre me ajudaram e me incentivaram nos estudos e na carreira profissional.

Ao meu irmão, Jhony, por estar sempre presente com sua alegria.

Aos amigos, Tati e Willyan, que ouviram meus lamentos e compartilharam das experiências na elaboração deste trabalho.

Aos meus amigos queridos, pela compreensão da minha ausência devida aos momentos dedicados aos estudos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram de alguma maneira para que este trabalho pudesse ser realizado e concluído. De maneira especial a minha orientadora Prof. M.Sc. Stella Maris da Cruz Bezerra, pela maneira tranquila e centrada com que orientou este trabalho e pela pessoa agradável e carismática que é.

Aos meus colegas de sala, pela companhia descontraída nas aulas, pelo companheirismo presente em todos os momentos e pela alegria que me fizeram sentir a cada final de semana. Em particular às minhas amigas de vida, faculdade e especialização, Adriane e Tatiana e aos queridos amigos de grupo, Antônio, Rafael, Patrick e Ana, com os quais me diverti muito em noites cansativas de trabalho. Também a mãe do Antonio, pelos deliciosos lanchinhos, que fizeram ainda mais alegres nossos encontros.

A Silvana, por sempre estar no horário com a sala aberta e um bom “papo” pra passar o tempo aguardando quórum para as aulas.

Aos professores e professoras que fizeram parte do corpo docente da especialização, em especial ao professor André Nagalli, professora Celimar, professora Christine, professor Eloy e professora Tamara, pelas ótimas aulas e transmissão de conhecimento.

Gostaria também de agradecer à minha família, apoio fundamental para minhas conquistas.

Quer? Então faça acontecer, porque a
única coisa que cai do céu é a chuva.
(MORAES, Vinícius de)

RESUMO

NOGAS, Shaiany Corrêa Ferreira. **Estudo e proposta de implementação de sistema para uso racional de água em empresa de transportes no norte do Paraná.** 2012. 64 p. Monografia de Especialização em Construções Sustentáveis - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2012.

Este estudo apresenta diretrizes para a implementação de um programa de conservação e uso racional da água em uma edificação existente, tendo como objeto de análise uma empresa de transporte coletivo do norte do Paraná. O objetivo deste estudo consiste em apresentar possibilidades de reduzir e racionalizar o uso de água potável em empreendimentos já edificados, destacando o aproveitamento da água da chuva como uma das alternativas mais viáveis economicamente e que possui uma solução bastante simples. Através de um panorama geral sobre conservação da água em edificações já existentes, maneiras de aproveitamento e reaproveitamento da água, explicitação dos componentes de um sistema de aproveitamento de água da chuva e normativas referentes ao assunto, conseguiu-se propor um sistema para aproveitar a água da chuva para lavagem dos veículos de transporte da empresa e pequenas medidas para reduzir e racionalizar o consumo de água pelos usuários, mostrando por meio de um estudo de viabilidade econômica que é possível reduzir o consumo de água potável consideravelmente obtendo uma redução de gasto imediata, a qual liquida o investimento empregado no sistema em poucos anos quando comparado aos benefícios socioambientais gerados.

Palavras-chave: Conservação da água. Aproveitamento. Água de chuva. Lavagem de veículos. Transportes.

ABSTRACT

NOGAS, Shaiany Corrêa Ferreira. **Study and implementation proposal of a system to rationalize the use of water in a transportation enterprise in the North of Paraná.** 2012. 64 pages. Monograph Specialization in Sustainable Buildings - Federal Technology University - Parana. Curitiba, 2012.

This study provides guidelines for the implementation of a program related to the rational use of water, by piloting a case study in a collective transport company in the north of the state of Paraná, Brazil. The objective of this study is to provide opportunities to reduce the use of potable water in the built environment, highlighting the use of rainwater harvesting as an economically viable alternative. This study encompassed an overview of water conservation programs in existing buildings, of ways to reuse wastewater, of details of components of a rainwater harvesting system and related regulations. At the end it was proposed a system to collect rainwater for washing the company's transportation vehicles; as well as by implementing actions to reduce the water consumption by its users. This study showed through an economic analysis that it is possible to significantly reduce the consumption of potable water, achieving an immediate reduction in costs, which will settle the employed investment in the system in a few years. In addition, this study showed that socio-environmental benefits will be also generated.

Keywords: Water conservation. Rainwater harvesting. Vehicle wash. Transport.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Águas negras.....	21
Figura 2 - Águas cinzas.....	23
Figura 3 - Exemplos de calhas com telas de retenção de materiais grosseiros.....	26
Figura 4 - Fluxograma das instalações hidráulicas inerentes ao sistema de captação, armazenamento e descarte.....	27
Figura 5 - Exemplo de filtro encontrado no Mercado.....	27
Figura 6 - Exemplo de dispositivo para descarte das primeiras águas ou <i>first flush</i>	28
Figura 7 - Reservatório elevado e reservatório inferior.....	30
Figura 8 - Planta de setorização da empresa.....	39
Figura 9 - Implantação e cobertura: Áreas passíveis de implantação do reservatório.....	47
Figura 10 - Planta baixa Área 1 com reservatório de 20.000 litros.....	49
Figura 11 - Planta baixa Área 1 com dois reservatórios de 11.000 litros.....	49
Figura 12 - Ajustes a serem realizados para a implantação do sistema.....	51

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 - Fachada da empresa.....	32
Fotografia 2 - Instalação sanitária setor administrativo.....	38
Fotografia 3 - Reservatório de água potável (lavagem de veículos).....	38
Fotografia 4 - Cobertura da garagem de veículos (área de captação água de chuva).....	41
Fotografia 5 - Garagem de veículos.....	41
Fotografia 6 - Área de lavagem de veículos.....	48
Fotografia 7 - Descarte da água da chuva captada pela calha.....	50
Fotografia 8 - Local de implantação reservatório.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros de qualidade de água da chuva para usos restritivos não potáveis.....	25
Tabela 2 - Dados conta de água	33
Tabela 3 - Funcionários e horas no local de trabalho.....	34
Tabela 4 - Uso de água potável pelos usuários da empresa.....	35
Tabela 5 - Gasto de água pelos usuários.....	35
Tabela 6 - Índices de consumo doméstico	35
Tabela 7 - Parâmetros de engenharia para estimativas de demanda residencial de água	36
Tabela 8 - Quantitativo equipamentos hidráulicos.....	37
Tabela 9 - Dados pluviométricos anuais Estação Meteorológica Tomazina – PR.....	42
Tabela 10 - Métodos e volumes	45
Tabela 11 - Reservatórios de mercado	46
Tabela 12- Investimento sistema de aproveitamento de água de chuva.....	53
Tabela 13 - Investimento equipamentos economizadores de água	54

LISTA DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
IC	Indicador de Consumo
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
PCA	Programa de Conservação de Água
CETESB	Centro Tecnológico de Saneamento Básico (Atual: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo)

SUMÁRIO

LISTA DE FOTOGRAFIAS	9
1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 OBJETIVOS	14
1.1.1 Objetivo geral.....	14
1.1.2 Objetivos específicos	14
2 DESENVOLVIMENTO.....	16
2.1 CONSERVAÇÃO DA ÁGUA EM EDIFICAÇÕES EXISTENTES	16
2.1.1 Auditoria e diagnóstico do consumo de água	16
2.1.2 Definição do plano de intervenção.....	18
2.1.3 Implementação de um sistema de gestão da água.....	19
2.2 SISTEMAS DE APROVEITAMENTO E REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA... ..	19
2.2.1 Aproveitamento de água de chuva	20
2.2.2 Reúso de águas negras.....	21
2.2.3 Reúso de águas cinzas.....	22
2.3 COMPONENTES DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA.....	24
2.3.1 Área de captação.....	24
2.3.2 Condução.....	24
2.3.3 Tratamento.....	25
2.3.4 Armazenamento da água de chuva - Reservatório.....	28
2.3.5 Utilização da água de chuva	30
2.4 NORMATIZAÇÃO PARA CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA NO BRASIL.....	31
3 ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA	32
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO	32
3.2 LEVANTAMENTO DE DADOS	33
3.2.1 Consumo de água potável	33
3.2.2 Infraestrutura da empresa.....	37
3.3 DIAGNÓSTICO	39
3.4 PLANO DE INTERVENÇÃO	40
3.4.1 Sistema de aproveitamento de água da chuva.....	40
3.4.2 Reforma áreas úmidas.....	52
3.4.3 Trabalho de conscientização dos usuários	52
3.5 VIABILIDADE ECONÔMICA.....	53
3.5.1 Implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva	53
3.5.2 Reforma áreas úmidas e conscientização usuários.....	53
3.5.3 Investimento x redução do consumo de água potável.....	54
4 CONCLUSÃO	55

5 RECOMENDAÇÕES	56
ANEXO A - Tabelas de dados pluviométricos mensais Tomazina - Paraná... ..	59
ANEXO B - Tabela de dados pluviométricos anuais Tomazina - Paraná.	62

1 INTRODUÇÃO

Largamente discutido, o tema água potável e a necessidade de redução de consumo deixou, há um bom tempo, de ser algo a se pensar. É fato comprovado a necessidade de se preservar e economizar a pequena parcela de água doce que existe no planeta e ao contrário do que inicialmente possa parecer, pequenas medidas podem fazer uma grande diferença na busca por um uso racional e consciente da água.

Este estudo, o qual tem como objeto uma empresa de transportes no norte do Paraná, mostra uma maneira de como reduzir o consumo de água potável através de uma proposta de sistema que utiliza água de chuva, ao invés da água potável, na lavagem dos veículos de transporte, além de demonstrar a possibilidade da redução do consumo da água potável através de reformas simples em áreas molhadas. Tais medidas podem ser aplicadas em empreendimentos já existentes a fim de reduzir e racionalizar o consumo de água potável e conseqüentemente contribuir com o meio ambiente e a preservação da vida.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Apresentar a possibilidade de reduzir e racionalizar o uso de água potável em uma construção já existente, com foco em uma proposta de aproveitamento de água de chuva.

1.1.2 Objetivos específicos

- Analisar a situação das instalações hidráulicas e do consumo de água no empreendimento em estudo;
- Propor um sistema de aproveitamento de água da chuva para a lavagem e limpeza dos ônibus;
- Propor medidas que reduzam o consumo de água potável na empresa;

- Tornar este estudo um exemplo para projetos de reforma, de empreendimentos já existentes, que buscam otimizar o aproveitamento da água potável, reduzindo o consumo e utilizando a água de chuva onde exista a demanda por água não potável.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 CONSERVAÇÃO DA ÁGUA EM EDIFICAÇÕES EXISTENTES

O conceito de conservação de água deve ser adotado tanto nas novas edificações, como naquelas já existentes. No caso das edificações existentes, a implantação de um sistema para conservação da água torna-se, na maioria das vezes, mais complicado do que em uma edificação que ainda será concebida, pois as edificações existentes podem apresentar restrições quanto à implementação de intervenções tecnológicas, como por exemplo, a falta de local adequado para a implantação de um novo sistema de reservação de água (SAUTCHÚK, 2004).

ANA (2005) aponta a medição como uma ferramenta de gestão do consumo de água e afirma que se a medição for setorizada existem benefícios implícitos como o controle de consumo e a possibilidade de localizar vazamentos mais facilmente, porém, em edificações existentes torna-se complicada a implantação de medidores setorizados devido à tubulação que geralmente é embutida e a necessidade de fazer uso de muitos medidores.

Segundo SAUTCHÚK (2004) e ANA (2005) existe uma metodologia para a implementação de um programa de conservação da água (PCA) em edificações já existentes, formada por três etapas:

- Auditoria e diagnóstico do consumo de água ou Avaliação técnica preliminar;
- Definição do plano de intervenção ou Detalhamento das ações a serem implementadas;
- Implementação de um sistema de gestão da água.

2.1.1 Auditoria e diagnóstico do consumo de água

Como esta é a primeira etapa da implementação de um programa para conservação da água em edificações já existentes, deve ser realizada com muita atenção e cuidado, levando-se em conta que cada edificação possui diferentes características, até mesmo edificações com a mesma tipologia apresentam

diferentes índices de consumo devido principalmente ao comportamento dos usuários da edificação (ANA, 2005).

Analisando o consumo é possível conhecer como a água é utilizada no sistema e para que essa análise não resulte em falsas conclusões é proposto o levantamento do indicador de consumo, uma “relação entre o volume de água consumido em um determinado período, denominado período histórico, e o número de agentes consumidores nesse mesmo período” (ANA, 2005, p. 27).

De acordo com SAUTCHÚK (2004), a auditoria, ou avaliação técnica preliminar, abrange a coleta de dados necessários à avaliação dos processos envolvidos na utilização da água, bem como os fluxos, quantidade e qualidade da água na edificação. SAUTCHÚK (2004) e ANA (2005) apontam os fatores imprescindíveis a serem considerados na auditoria de consumo de água potável:

- Fazer uma coleta de todos os documentos de interesse existentes, como projeto hidráulico, arquitetônico e de ar condicionado, contas de água e planilhas de custos de manutenção;
- Especificar a tipologia da edificação, que determina a unidade que expressa o indicador de consumo (IC), a idade da edificação, o histórico de manutenção do sistema hidráulico e o horário de funcionamento da edificação;
- A tipologia do sistema hidráulico existente, a quantidade de medidores, a quantidade e capacidade dos reservatórios e a quantidade de equipamentos consumidores de água;
- Detectar e quantificar os vazamentos existentes;
- Levantar a população da edificação, fixa e variável, e o horário de permanência da mesma na edificação;
- Devido à importância dos usuários no processo, deve ser realizado um levantamento dos procedimentos destes através de informações passadas pelos mesmos e também por meio da observação da realização das principais atividades;
- Após a coleta de todos os dados e informações necessárias, fazer a conferência dos dados obtidos “in loco”, ou seja, finalizar a auditoria com um levantamento em campo.

Segundo SAUTCHÚK (2004) e ANA (2005) após o levantamento de dados, torna-se necessária a elaboração de um diagnóstico, uma síntese organizada das informações obtidas para que se possa dar sequência a um plano de intervenção. O diagnóstico, a partir da explicitação da atual situação da edificação, possibilita o traçado de metas a serem alcançadas.

2.1.2 Definição do plano de intervenção

De acordo com ANA (2005) as primeiras ações a serem propostas pelo plano precisam visar o ponto crítico de desperdício de água encontrado no levantamento, o que, na maioria dos casos, ocorre por conta de vazamentos. A falta de manutenção adequada e mau uso dos equipamentos por meio dos usuários também são responsáveis pelo desperdício.

SAUTCHÚK (2004) e ANA (2005) apresentam algumas propostas interessantes a serem colocadas no plano de intervenção:

- Utilizar uma fonte alternativa de água para reduzir a pressão sobre o sistema de água potável, levando em consideração as questões de qualidade necessárias para determinado fim, as fontes disponíveis e viáveis economicamente;
- Dependendo da tipologia do edifício, torna-se conveniente propor como ação a conscientização dos usuários através de campanhas educativas, as quais devem ser realizadas permanentemente;
- O emprego da tecnologia, através da utilização de equipamentos economizadores, é uma opção para redução do consumo que independe dos usuários para obtenção de resultados, porém, necessita cuidado com a manutenção e uma pesquisa econômica prévia para avaliar a viabilidade da ação.

Conforme SAUTCHÚK (2004) algumas etapas devem ser cumpridas para que a implementação do plano seja organizada:

- Detalhamento de cada ação proposta através de elementos gráficos ou descritivos;

- Elaboração de um cronograma de implantação das propostas, a fim de controlar o fluxo de caixa;
- Elaboração de manuais de operação e manutenção dos novos sistemas e equipamentos.

2.1.3 Implementação de um sistema de gestão da água

A partir da conclusão do plano de intervenção para conservação da água e sua implementação, deve ser realizado o monitoramento do sistema. É importante ressaltar que as ações propostas pelo PCA não precisam acontecer ao mesmo tempo e em geral, são feitas de forma gradativa, de modo que a economia gerada por cada ação consolidada viabilize a implantação de novas ações (SAUTCHÚK, 2004).

No aspecto consumo, é através do monitoramento que serão percebidos os impactos gerados pela implantação de um programa de conservação de água, e quanto mais detalhado for o sistema de medição estabelecido, melhor será a qualidade dos dados conseguidos (ANA, 2005).

Na última fase do processo, que é a avaliação do impacto de redução do consumo de água, é fundamental determinar o indicador de consumo, pois há o risco de se obter uma avaliação enganosa caso leve-se em conta apenas o valor de consumo, devido à questão dos hábitos dos usuários, que podem ser distintos antes e depois da implantação do PCA (ANA, 2005).

Comunicar os resultados obtidos aos usuários é uma maneira de incentivo à otimização do uso da água, sendo interessante, em alguns casos, fazer um cálculo médio de retorno dos investimentos (SAUTCHÚK, 2004; ANA, 2005).

2.2 SISTEMAS DE APROVEITAMENTO E REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA

De acordo com VIGGIANO (2005), é sabido que não basta apenas reduzir o consumo de água potável, é necessário fazer uma gestão completa do ciclo da água, a qual envolve a preservação dos mananciais e o reúso.

O aproveitamento da água de chuva e a reutilização de águas residuárias são conceitos antigos, utilizado em todo o mundo há muitos anos (CETESB, 2012).

Um sistema de aproveitamento de água da chuva é um sistema não convencional, que consiste na captação, tratamento simplificado - quando necessário - e armazenamento da água para utilização em processos que não necessitam de potabilidade. É uma alternativa de tecnologia simples e econômica que fornece água de boa qualidade para usos não potáveis (ABNT, 2007; PROUSO, 2012).

O conceito de reúso nada mais é do que fazer uso da água mais de uma vez, tendo em vista os princípios básicos de qualidade da água necessários para os devidos fins. As águas de reúso, ou águas servidas podem ser classificadas em águas negras ou águas cinzas, dependendo do uso em que serviram às atividades humanas (VIGGIANO, 2005).

2.2.1 Aproveitamento de água de chuva

Dentre as fontes alternativas de suprimento de água potável, o aproveitamento da água de chuva se destaca por ser uma solução simples e com baixo custo em comparação com os demais sistemas. Apesar de simples, a solução do aproveitamento de água de chuva, mesmo para fins não potáveis, exige certa atenção em relação a questões fundamentais como a qualidade da água de chuva coletada e armazenada e a quantidade da mesma disponível em cada região (ANNECCHINI, 2005).

Qualitativamente, a composição da água de chuva é variável, pois depende de fatores como a localização geográfica do ponto de amostragem, as condições meteorológicas, a presença ou não de vegetação no local da precipitação e a presença de poluição. Quando a chuva precipita, carrega consigo alguns elementos presentes na atmosfera, os quais podem interferir na qualidade da água armazenada. Quantitativamente, é necessário conhecer a média pluviométrica do local de estudo, a capacidade de captação da área e a demanda que se deseja atender (ANNECCHINI, 2005; TOMAZ, 2005).

Em muitos lugares do Brasil e do mundo, a água da chuva é tratada como esgoto, pois vai direto das coberturas de edificações, e dos pisos, para os ralos e bocas de lobo. Águas que poderiam ser aproveitadas para muitos fins não potáveis, sem a necessidade de um tratamento complexo, acabam se diluindo em águas

residuais. Mas se para o uso residencial o aproveitamento de água de chuva ainda não se torna tão interessante em termos financeiros, para as indústrias e comércios específicos, cujo gasto com água potável é considerável, o aproveitamento de água de chuva torna-se um aliado atraente. Além disso, o principal fator em questão deixa de ser a otimização financeira e passa a ser a consciência em relação a este recurso imprescindível para a vida humana (MANCUSO; SANTOS, 2003; CETESB, 2012).

2.2.2 Reúso de águas negras

A expressão 'reúso de água', embora fácil de ser entendida, não possui uma conceituação tão simples. De acordo com MANCUSO e SANTOS (2003) subentende-se por reúso de água, uma tecnologia desenvolvida que depende dos fins a que se destina a água e como ela foi usada anteriormente.

As águas negras possuem muita matéria orgânica e bactérias com potencial patogênico, pois são as águas provenientes de vasos sanitários e pias de cozinha (VIGGIANO, 2005).

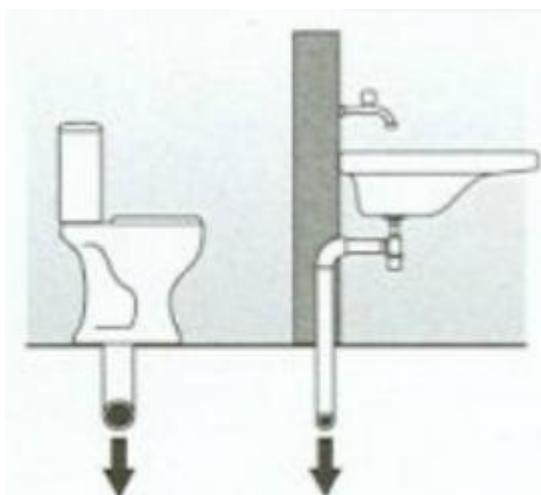


Figura 1 - Águas negras

Fonte: VIGGIANO (2005)

A prática de descarregar esgotos em corpos hídricos é normalmente a solução adotada pelas comunidades de todo o mundo para finalizar o sistema de descarte de águas residuais, assim, o tratamento de esgotos para a reutilização da água torna-se uma atividade fundamental para o planejamento e gestão sustentável dos recursos hídricos, e vem como uma solução interessante para substituir a

utilização de águas destinadas a alguns fins não potáveis como os agrícolas, de irrigação e industriais. A reutilização da água proveniente dos esgotos contribui para a conservação dos recursos hídricos, pois faz com que a demanda sobre os mananciais de água seja reduzida (MANCUSO; SANTOS, 2003; CETESB, 2012).

Para fins domésticos como lavagem de rua e veículos, reserva contra incêndio, descarga sanitária, irrigação de jardins e resfriamento de equipamentos de ar condicionado, o reúso de águas negras é um recurso dispendioso e que pode ser substituído por sistemas mais simples e baratos como o aproveitamento de água de chuva e reaproveitamento de águas cinzas.

A reutilização das águas negras para fins potáveis também acontece e possui alguns exemplos que deram resultados satisfatórios, mas essa alternativa só é utilizada em casos de extrema necessidade de consumo, em lugares onde outros recursos se extinguiram, pois exige um tratamento avançado e oneroso, além de ser uma alternativa associada a riscos muito elevados (MANCUSO; SANTOS, 2003).

2.2.3 Reúso de águas cinzas

Segundo VIGGIANO (2005) as águas servidas provenientes dos chuveiros, lavatórios de banheiro, banheiras, tanques e máquinas de lavar roupas são denominadas águas cinzas. São águas que contém sabão e sólidos suspensos, mas também podem conter matéria orgânica (sangue e cabelo) e microorganismos patogênicos.

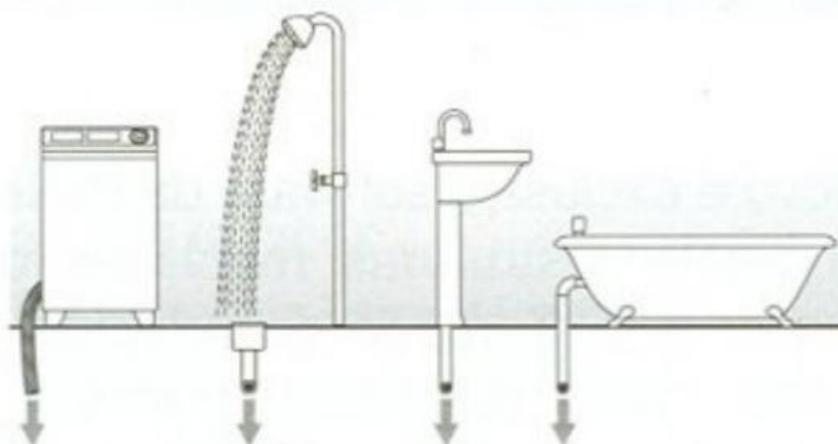


Figura 2 - Águas cinzas

Fonte: VIGGIANO (2005)

Águas cinzas são as mais apropriadas ao reúso em residências devido às suas características físicas, pois são tratadas com maior facilidade devido aos baixos índices de matéria orgânica e bactérias. O retorno financeiro aplicado na implantação do sistema de águas cinzas acontece em pouco tempo (VIGGIANO, 2005).

As águas cinzas podem ser usadas na irrigação por infiltração subterrânea, na irrigação superficial, para lavagem de pátios ou para descarga em bacias sanitárias. A complexidade do processo de tratamento das águas servidas depende da utilização a que as águas serão destinadas. Para irrigação subterrânea, por exemplo, deve-se apenas fazer a retenção dos sólidos suspensos e armazenar a água corretamente, ou seja, não necessita nenhum tratamento específico. Já para as demais utilizações, deve ser realizado um tratamento com filtragem, eliminação de odores e esterilização. Quando utilizadas para descarga em bacias sanitárias, um sistema auxiliar com reator aeróbico deve ser previsto, a fim de fazer a decomposição da matéria orgânica existente, que embora em pequena quantidade pode causar manchas escuras no vaso sanitário, além de odores desagradáveis (VIGGIANO, 2005).

Um sistema de aproveitamento das águas cinzas necessita de alguns cuidados como periodicidade de manutenção e conscientização dos usuários quanto a utilização da água, mas é um aliado na redução à pressão da demanda por água potável e proporciona real economia financeira ao usuário (VIGGIANO, 2005).

2.3 COMPONENTES DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA

De acordo com TOMAZ (2005) e ALVES; ZANELLA; SANTOS (2008), um sistema de aproveitamento de água de chuva é composto pelos seguintes subsistemas:

- Área de captação
- Condução
- Tratamento
- Armazenamento
- Utilização

2.3.1 Área de captação

Conforme TOMAZ (2005) as áreas de captação já estão prontas e são, em geral, os telhados de casas ou indústrias, os quais podem ser inclinados, pouco inclinados ou planos.

Os telhados podem ser de muitos tipos de materiais, como cerâmicos, de fibrocimento, metálicos, de zinco, de plástico, etc. TERRY (2001) *apud* TOMAZ (2005) afirma que em relação ao aspecto bacteriológico, os melhores telhados são, em ordem de qualidade: metálicos, fibrocimento, plástico e telhas cerâmicas.

2.3.2 Condução

A condução das águas precipitadas geralmente é projetada da maneira convencional, através de calhas, bocais, grelhas, condutores horizontais e verticais, caixas de amortecimento, tubos e conexões.

As calhas e condutores devem atender a ABNT NBR10844:1989 e possuir dispositivos para a remoção de detritos, que podem ser grades ou telas (ABNT,2007). Estes coletores de água de chuva podem ser metálicos ou de PVC e devem ter declividades mínimas de 0,5% (TOMAZ, 2005; ALVES; ZANELLA; SANTOS, 2008).

2.3.3 Tratamento

De acordo com ALVES; ZANELLA; SANTOS (2008) é necessário fazer o tratamento da água coletada nas coberturas, pois o material carregado pelas águas de chuva apresenta material particulado fino (proveniente da suspensão aérea), material grosseiro como gravetos, sementes, folhas e sólidos suspensos, além de sólidos dissolvidos, provenientes de fezes de aves, felinos e roedores e também microorganismos patogênicos.

A NBR 15575:2007 relata que “os padrões de qualidade devem ser definidos pelo projetista de acordo com a utilização prevista” (ABNT, 2007, p.04).

Portanto, o tratamento varia de acordo com os padrões de qualidade necessários para utilização a qual a água será destinada, de acordo com a tabela abaixo:

Tabela 1 - Parâmetros de qualidade de água da chuva para usos restritivos não potáveis

parâmetro	análise	valor
Coliformes totais	Semestral	Ausência em 100mL
Coliformes termotolerantes	Semestral	Ausência em 100mL
Cloro residual livre ¹	Mensal	0,5 a 3,0 mg/L
Turbidez	Mensal	< 2,0 uT ² , para usos menos restritivos <
Cor aparente (caso não seja	Mensal	< 15 uH ³
pH (Deve prever ajuste para	Mensal	pH de 6,0 a 8,0 no caso de tubulação de

NOTA: Podem ser utilizados outross processos de desinfecção além do cloro, como a aplicação de raio ultravioleta e aplicação de ozônio.

¹ No caso de serem utilizados compostos de cloro para desinfecção.

² uT é a unidade de turbidez.

³ uH é a unidade Hazen

Fonte: Modificada de ABNT (2007)

Um tratamento é geralmente composto pelas seguintes etapas:

- Filtragem de materiais grosseiros;
- Descarte das primeiras águas;
- Filtragem de material fino particulado;
- Desinfecção.

A filtragem ou filtração dos materiais grosseiros geralmente é realizada através de telas metálicas com aberturas de 0,2 a 0,6mm, as quais são fixadas nas calhas. As telas, grades ou peneiras retêm o material grosseiro e deixam passar a

água juntamente com materiais finos particulados, micróbios e contaminantes químicos. Para que não haja entupimentos e problemas de vazão da água em decorrência disso, é necessário fazer a manutenção constante destas telas, retirando o material acumulado (TOMAZ, 2005; ALVES; ZANELLA; SANTOS, 2008).



Figura 3 - Exemplos de calhas com telas de retenção de materiais grosseiros

Fontes: Modificado de Masterlimp (2012); Portuguese.Alibaba (2012); Alves; Zanella; Santos (2008)

A filtragem do material fino, quando necessária, pode ser feita através de um filtro de areia ou de resina. De acordo com ALVES; ZANELLA; SANTOS (2008) boa parte dos filtros de areia atua com a água sob pressão e admite retrolavagem para remoção do material retido, sendo necessário prever o reservatório de água para retrolavagem.

Foi desenvolvido no IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) um filtro de simples fabricação que não necessita de pressurização da água para fazer a filtração. A filtração de material grosseiro é feita na parte superior e na parte inferior, é realizada a filtragem de material particulado fino utilizando areia (ALVES; ZANELLA; SANTOS, 2008).

Existem também no mercado alguns tipos de filtros mais complexos, geralmente acompanhados de alguns equipamentos como conjunto flutuante, freio d'água e sifão ladrão. Diferente do sistema sem tratamento, a água das calhas, antes de ser encaminhada para o reservatório, passa pelo filtro, o qual retém os detritos. Para que a pressão da água que chega ao reservatório não revolva a sedimentação que geralmente fica depositada no fundo do reservatório, a água é levada por uma tubulação até o fundo do reservatório, onde fica o freio d'água. O conjunto flutuante, normalmente composto por um filtro, uma bóia e uma mangueira, capta a água logo abaixo da lâmina superficial, onde a água é mais limpa e o sifão

ladrão além de escoar a água excedente, evita a entrada de odores, insetos, roedores e elimina materiais suspensos (TOMAZ, 2005; ECOCASA, 2012).

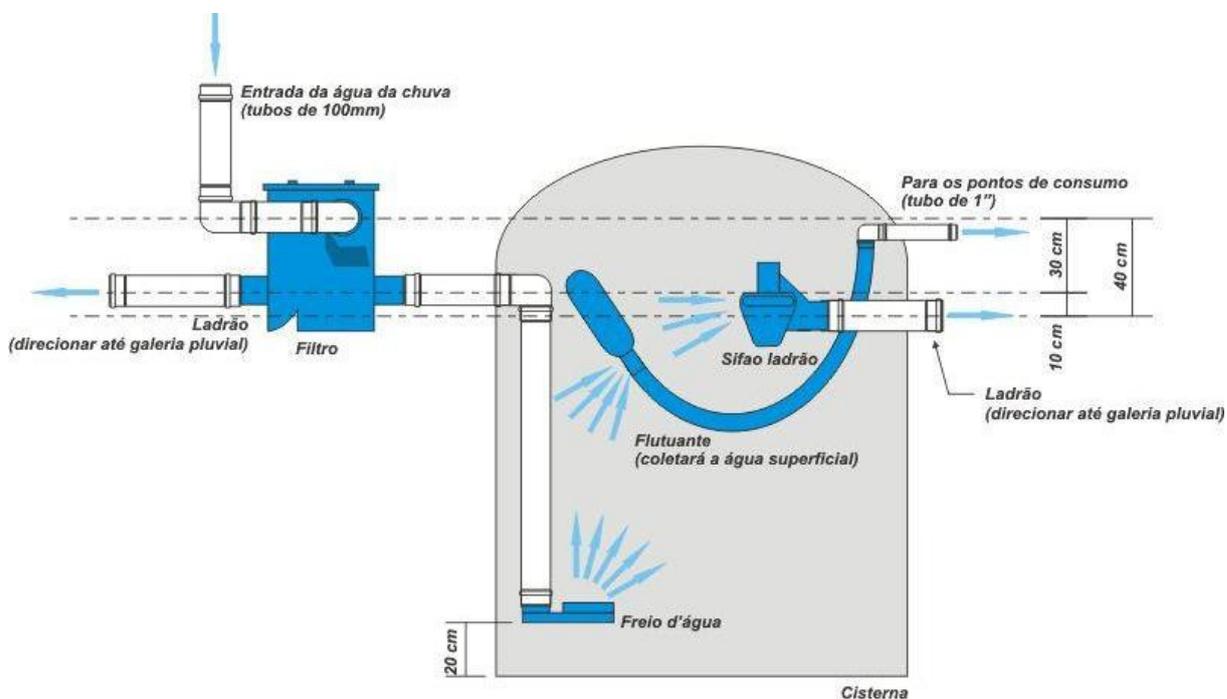


Figura 4 - Fluxograma das instalações hidráulicas inerentes ao sistema de captação, armazenamento e descarte
 Fonte: Eco Casa (2012)

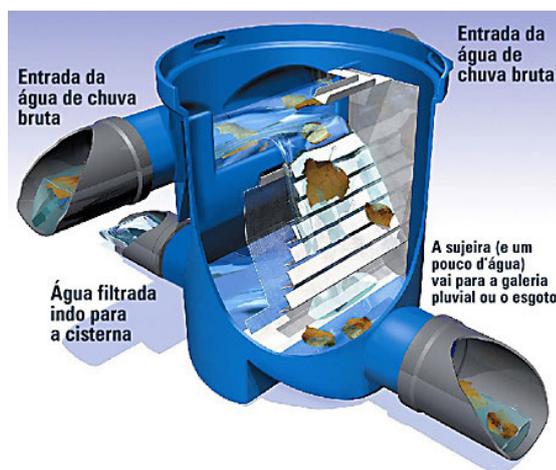


Figura 5 - Exemplo de filtro encontrado no Mercado
 Fonte: Eco Casa (2012)

O descarte das primeiras águas, ou *bypass*, é feito através de um dispositivo que impede que as águas carregadas iniciais cheguem até o reservatório. Conforme TOMAZ (2005), a remoção da primeira chuva pode acontecer manualmente, através

do desvio das tubulações do reservatório ou automaticamente, por meio de dispositivos de autolimpeza que não necessitam de operação humana.

A NBR15527:2007 indica como opção a instalação de um dispositivo para descarte das primeiras águas, mas recomenda que, quando utilizado, o dispositivo seja automático (ABNT, 2007).

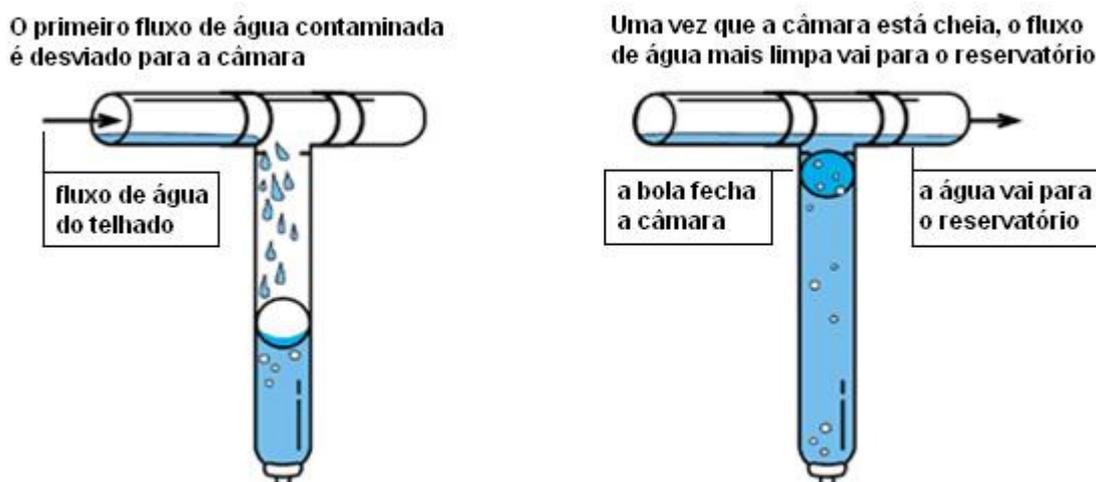


Figura 6 - Exemplo de dispositivo para descarte das primeiras águas ou *first flush*
 Fonte: Modificada de *Water Tanks pumps and Irrigation* (2012)

De acordo com TERRY (2001) *apud* TOMAZ (2005), é aconselhável que entre 1mm e 2mm das primeiras águas precipitadas sejam rejeitados devido a grande quantidade de bactérias presentes nelas.

Conforme ALVES; ZANELLA; SANTOS (2008), quando é necessária a desinfecção, devido aos microorganismos presentes na água de chuva, esta pode ser feita através de cloração, utilização de ozônio, ou com raios ultravioletas.

2.3.4 Armazenamento da água de chuva - Reservatório

Conforme a NBR 15527:2007, os reservatórios além de atenderem a ABNT NBR 12217:1994 devem possuir extravasor, dispositivo de esgotamento, cobertura, inspeção, ventilação e segurança e quando alimentados por outra fonte de água potável, deve possuir dispositivos que impeçam o cruzamento de conexões (ABNT, 2007).

Segundo ALVES; ZANELLA; SANTOS (2008), em qualquer caso de armazenamento de água de chuva, é necessário levar em consideração os períodos de estiagem, pois a água de chuva captada pode ser insuficiente para a demanda nestes períodos. Dessa forma, os reservatórios de água de chuva precisam ser dotados de uma entrada de água potável, porém, impedindo a conexão cruzada, em conformidade com a NBR 12217:1994. Já no período de chuvas abundantes, o sistema deve contar com um extravasor para liberação da água em excesso (ABNT,1994).

Para fazer o dimensionamento do reservatório, pode ser seguida a norma específica existente no Brasil, a NBR 15527:2007, a qual apresenta seis métodos diferentes para o dimensionamento. Porém, de acordo com RUPP; MUNARIM; GHISI (2011), vários autores chegaram à mesma conclusão, de que os diferentes resultados obtidos pelos métodos apresentados na norma, não possibilitam determinar o método mais adequado para se obter o volume ideal de reservatório.

O dimensionamento do reservatório é um dos pontos críticos na implantação de um sistema de aproveitamento de água da chuva, pois este não pode ser superdimensionado, evitando gastos desnecessários, e nem subdimensionado a ponto de comprometer a eficiência do sistema e faltar água para atender a demanda (RUPP; MUNARIN; GHISI, 2011).

Quanto ao posicionamento do reservatório existem três situações possíveis: reservação com reservatório elevado, reservação com reservatório inferior e reservação com reservatório superior e inferior (ALVES; ZANELLA; SANTOS, 2008).

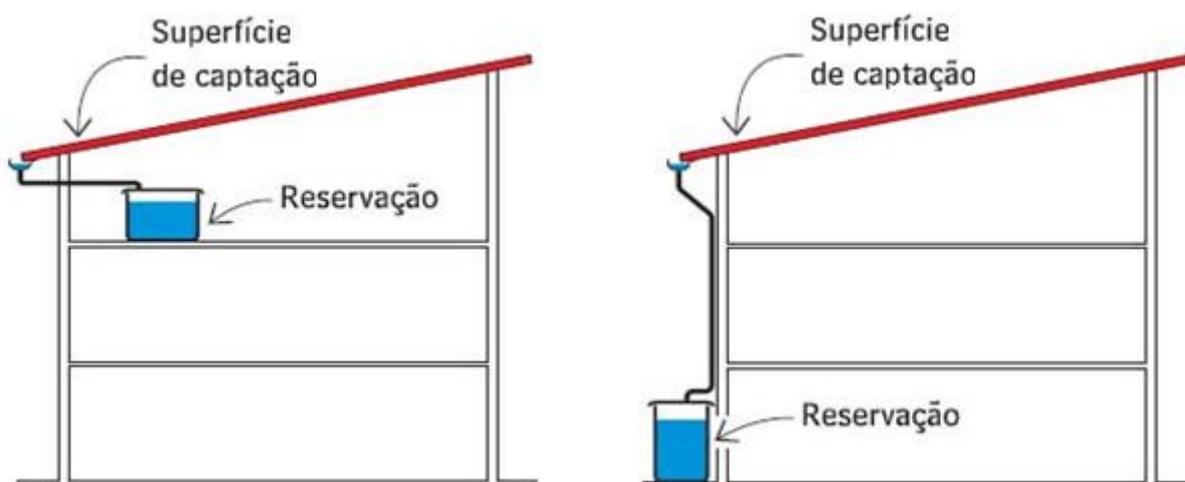


Figura 7 - Reservatório elevado e reservatório inferior
Fonte: ALVES; ZANELLA e SANTOS (2008)

De acordo com TOMAZ (2005) os reservatórios podem estar apoiados, enterrados ou elevados e podem ser construídos no local, pré-fabricados ou fabricados em indústrias, como os de plástico e poliéster.

Segundo TOMAZ (2005), para que haja qualidade da água dentro do reservatório, são necessários alguns cuidados, listados abaixo:

- Impedir a entrada de luz solar no reservatório devido à proliferação de algas;
- Utilizar um reservatório que possua tampa de inspeção que se mantenha hermeticamente fechada;
- Utilizar um extravasor com grade, a fim de evitar a entrada de pequenos animais no reservatório;
- Fazer a limpeza anual do reservatório, removendo a lama depositada no fundo.

2.3.5 Utilização da água de chuva

De acordo com a NBR 15527:2007, após o tratamento devido, as águas de chuva podem ser utilizadas para descargas em bacias sanitárias, irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, limpeza de pátios, espelhos d'água e usos industriais (ABNT, 2007).

Conforme ALVES; ZANELLA; SANTOS (2008) deve ser levada em consideração a possibilidade de uso indevido das águas de chuva, portanto, faz-se necessária a previsão de barreiras físicas como torneiras com engate rápido, sem volante ou com volante lacrado, identificação das tubulações através de pintura com cor convencional e principalmente conscientização e treinamento dos usuários.

2.4 NORMATIZAÇÃO PARA CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA NO BRASIL

Segundo TOMAZ (2005), os regulamentos de instalações prediais, os códigos, normas e leis, são incentivos para que se pratique a conservação da água.

A norma específica sobre aproveitamento de água de chuva no Brasil é a ABNT NBR 15527:2007 (Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos), a qual faz referência a outras normas indispensáveis a aplicação da mesma, como ABNT NBR 5626:1998 (Instalação predial de água fria), ABNT NBR 10844:1989 (Instalações prediais de águas pluviais), ABNT NBR 12213:1992 (Projeto de captação da água de superfície para abastecimento público); ABNT NBR 12214:1992 (Projeto de sistema de bombeamento de água) e ABNT NBR 12217:1994 (Reservatórios de distribuição de água para abastecimento público).

Já comentado, existem ainda dúvidas sobre a aplicabilidade dos métodos de dimensionamento apresentados na ABNT NBR 15527:2007, devido às discrepâncias encontradas em estudos comparativos utilizando os métodos.

BEZERRA *et al.* (2010) fez um comparativo entre a norma brasileira 15527:2007 e o decreto municipal 293/2006, da cidade de Curitiba, que trata também do dimensionamento de reservatórios para água de chuva. Os resultados obtidos, segundo os autores foram desconexos, o que não resultou em uma conclusão de qual o melhor método a ser utilizado.

Assim como a cidade de Curitiba, outras cidades brasileiras já possuem ou estão desenvolvendo legislações semelhantes em prol do aproveitamento da água de chuva em substituição à água potável para situações onde se pode empregar tal sistema (BEZERRA *et al.*, 2010).

3 ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA

A fim de obter a solução mais viável para tornar possível o uso consciente da água na empresa em questão, faz-se necessária a análise da situação atual com o intuito de buscar critérios palpáveis para balizar a proposição de mudanças para a economia de água potável e a implantação de um sistema de aproveitamento de água de chuva. Será de grande importância a estimativa de custos para a implantação das alterações propostas e o tempo necessário para que a economia mensal se equipare com o investimento realizado.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

A empresa de transporte coletivo, situada na cidade de Wenceslau Braz, no estado do Paraná, é uma empresa de pequeno porte que foi fundada no ano de 1949. Em 1981 foi construída a sede da empresa, local onde será feita a proposta de intervenção e readequação para a utilização consciente de água.



Fotografia 1 - Fachada da empresa
Fonte: Autoria própria

O lote da empresa possui 1.000,00m², sendo 418,41m² de área construída.

A empresa conta com 19 funcionários, dos quais seis permanecem na empresa em tempo integral e 13 permanecem por menor tempo, em média uma hora por dia.

Três áreas construídas formam a sede da empresa, conforme os seguintes setores: Administração, funcionários e veículos. Dos 418,41m² de área de cobertura das edificações, 316,98m² são referentes à cobertura da garagem de veículos.

As edificações da empresa foram construídas há 31 anos e nunca foram realizadas reformas nas áreas úmidas, apenas manutenção e limpeza dos equipamentos.

3.2 LEVANTAMENTO DE DADOS

3.2.1 Consumo de água potável

A empresa possui atualmente um gasto médio de R\$153,82 por mês com a conta de água o que reflete um consumo médio de 37.500 litros de água por mês.

Tabela 2 - Dados conta de água

Dados contas de água		
mês/ano	consumo (m³)	valor (R\$)
jun/12	30	R\$ 142,13
mai/12	25	R\$ 119,78
abr/12	33	R\$ 155,54
mar/12	34	R\$ 143,51
fev/12	57	R\$ 227,58
jan/12	34	R\$ 139,26
dez/12	34	R\$ 139,26
nov/12	36	R\$ 146,94
out/12	38	R\$ 154,62
set/11	31	R\$ 127,74
ago/11	33	R\$ 135,42
jul/11	38	R\$ 154,62
jun/11	31	R\$ 127,74
mai/11	35	R\$ 143,10
abr/11	49	R\$ 196,86
mar/11	62	R\$ 206,98
Média	37,5	R\$ 153,82

Fonte: Contas de água da empresa (2011-2012)

Considerando a infraestrutura da empresa, o quadro de funcionários, bem como a permanência dos mesmos na empresa, não é difícil concluir que a maior porcentagem do consumo é referente à limpeza dos veículos de transporte (lavagem externa e limpeza interna dos ônibus).

Tabela 3 - Funcionários e horas no local de trabalho

Usuários		
	número de funcionários	horas/dia permanência na empresa
motoristas	8	1
cobradores	5	1
secretária	1	8
faxineiro	1	6
mecânico	1	6
gerente administrativo	1	8
gerente financeiro	1	8
gerente de manutenção	1	8

Fonte: Autoria própria

A maior parte dos funcionários da empresa (motoristas e cobradores) permanece em média uma hora no local, fazendo uso do banheiro e cozinha, sem a utilização da área de banho. Apenas seis funcionários permanecem em horário comercial na empresa, sendo que dois destes não completam as 8 horas diárias de serviço.

Considerando que uma pessoa normalmente vai ao banheiro cerca de 4 a 6 vezes por dia (TOMAZ, 2005) e estimando que o tempo que uma pessoa passa acordada é de aproximadamente 14 horas, é possível determinar que o intervalo de tempo entre idas ao banheiro é de aproximadamente 2 horas e 20 minutos. Assim, temos os quadros abaixo com o consumo estimado de gasto de água pelos usuários da empresa.

Tabela 4 - Uso de água potável pelos usuários da empresa

Uso água pelos usuários			
	horas/dia	descargas/dia	lavagem mãos/dia
13 funcionários (motoristas e cobradores)	13	6	6
2 funcionários (faxineiro e mecânico)	12	5	5
4 funcionários (gerentes e secretária)	32	14	14
TOTAL	57	25	25

Fonte: Autoria própria

Tabela 5 - Gasto de água pelos usuários

Gasto água - usuários			
	quantidade	(litros/atividade)	(litros/dia)
descargas	25	10	250
lavagem mãos	25	2,5	62,5
			312,5

312,5 x 25 dias =

7.812,50 litros/ mês = **8m³/mês**

Fonte: Autoria própria

A quantidade de litros por atividade foi extraído da tabela de índices de consumos domésticos (DAESCS, 2012).

Tabela 6 - índices de consumo doméstico

Índices de consumo doméstico			
Residência térrea			
item	duração/condição	cons.unit. (lts)	frequência
lavar o rosto e mãos	1 minuto/ 1/2 abertura	2,5	4 vezes/dia
bacia sanitária	6 segundos acionamento	10	2 vezes/dia

Fonte: Modificada de DAESCS (2012)

TOMAZ (2005) também apresenta uma tabela de consumo por atividade, com parâmetros de engenharia utilizados nos Estados Unidos, na qual o ato de lavar as mãos, obtido pelos parâmetros torneira de banheiro, minuto/pessoa/dia x vazão da torneira (litros/segundo), é de 36 litros por dia. Considerando as 6 vezes que uma

pessoa normalmente vai ao banheiro por dia e a respectiva quantidade de lavagens de mão por dia, obtém-se o seguinte: 36 litros/dia : 6 lavagens = 6 litros de água por lavagem. Como esta quantidade de litros por lavagem de mãos, calculada a partir da Tabela 7, aparenta divergente da realidade brasileira, adotou-se o valor apresentado na Tabela 6. Para o gasto por descarga em bacia sanitária, também foi adotado o valor da Tabela 6, pois fica muito próximo ao valor da Tabela 7, apresentada por TOMAZ (2005), que é de 9 litros.

Tabela 7 - Parâmetros de engenharia para estimativas de demanda residencial de água

uso interno	unidades	parâmetros		
		inferior	superior	mais provável
descarga na bacia	descarga/pessoa/dia	4	6	5
volume de descarga	litros/descarga	6,8	18	9
torneira de banheiro	minuto/pessoa/dia	0,5	4	4
vazão da torneira	litros/segundo	0,126	0,189	0,15

Fonte: Modificada de Tomaz (2005)

Não foi possível conhecer nesta investigação, se as torneiras consideradas nas tabelas são comuns, com acionador de volta, ou se são as mais atuais, com acionamento de pressão, acionamento automático, com redutores de vazão e arejadores, então, foram consideradas como torneiras comuns.

No horário de almoço, somente 2 funcionários fazem sua refeição na empresa e, como o alimento não é preparado no local de trabalho, o gasto com a lavagem de louças é praticamente irrelevante e foi desconsiderado para os cálculos aqui apresentados.

A partir dos cálculos de consumo médio de água pelos usuários (8m^3 , vindo da Tabela 5) e sabendo que a média de consumo mensal da empresa é de $37,5\text{m}^3$, conclui-se que o gasto mensal com a lavagem dos veículos é de $29,5\text{m}^3/\text{mês}$, ou seja, 78,7% (aproximadamente 80%) do consumo total da água potável na empresa é referente à lavagem e limpeza de veículos.

3.2.2 Infraestrutura da empresa

A empresa possui dois empreendimentos na cidade, porém, um deles é destinado somente ao abrigo de veículos. O empreendimento onde acontece o consumo de água é a sede da empresa.

A infraestrutura da sede em relação ao número de instalações sanitárias é condizente com a quantidade de usuários e tempo de permanência dos mesmos na empresa, são apenas duas instalações sanitárias divididas por setor.

A setorização das edificações na empresa é bem demarcada fisicamente, são basicamente três áreas: administrativa, funcionários e veículos. A área administrativa possui um banheiro com lavatório e vaso sanitário, a área de funcionários possui um banheiro com lavatório, chuveiro e vaso sanitário e a área de veículos possui um tanque e duas torneiras para limpeza geral, conforme a Tabela 8. Para a lavagem dos veículos, há uma tubulação que leva água de um reservatório de água potável para a máquina de lavagem.

Tabela 8 - Quantitativo equipamentos hidráulicos

Quantitativo equipamentos hidráulicos			
	número de torneiras	número de vasos sanitários	número de chuveiros
banheiro administração	1	1	0
banheiro funcionários	1	1	1
cozinha funcionários	1	0	0
pátio de veículos	2	0	0
total	5	2	1

Fonte: Autoria própria



Fotografia 2 - Instalação sanitária setor administrativo
Fonte: Autoria própria



Fotografia 3 - Reservatório de água potável (lavagem de veículos)
Fonte: Autoria própria

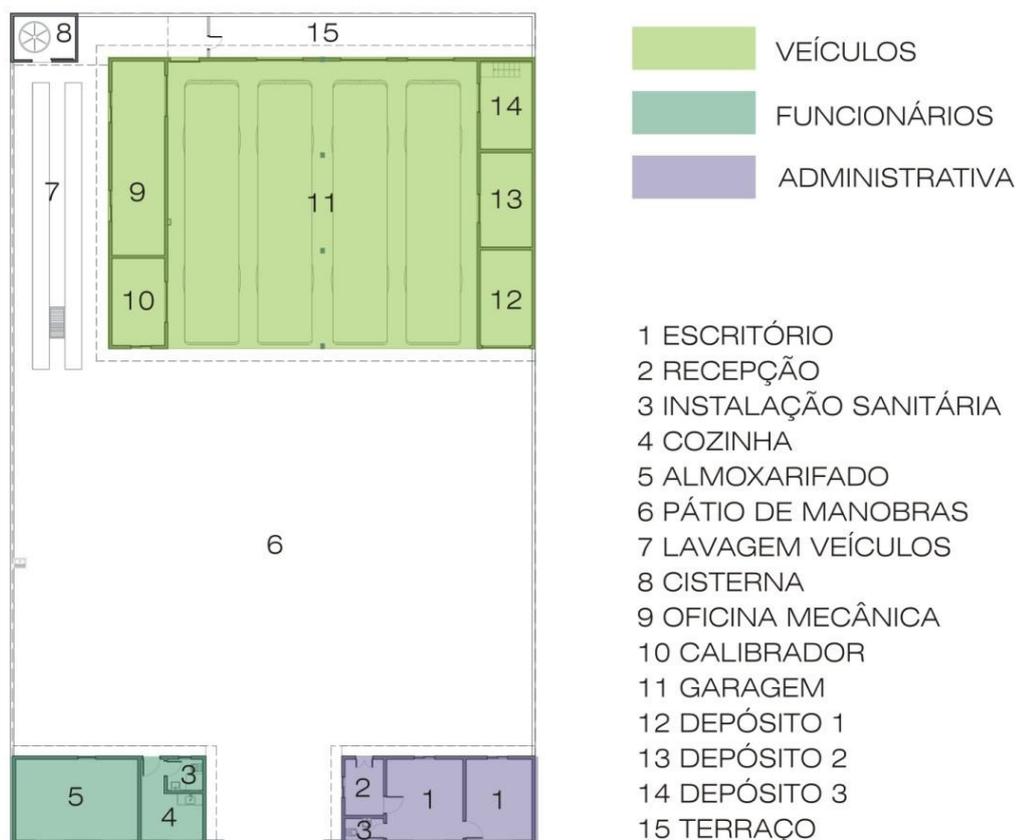


Figura 8 - Planta de setorização da empresa
Fonte: Autoria própria

3.3 DIAGNÓSTICO

A partir dos dados levantados é possível perceber que o maior consumo de água potável na empresa – aproximadamente 80% - é referente à lavagem e limpeza dos veículos, portanto buscar uma solução para que o consumo neste setor seja reduzido deve ser o foco da intervenção.

O consumo de água potável pelos usuários é relativamente baixo devido principalmente à maioria dos funcionários permanecerem na empresa por pouco tempo, porém, visando o menor consumo de água potável possível, é interessante buscar meios de reduzir ainda mais este volume. Tendo em vista que a quantidade de equipamentos hidráulicos é pequena e que uma reforma se justificaria pelo tempo de vida das edificações sem a intervenção de reformas, este poderia ser um ponto a ser pensado para a redução de consumo de água potável pelos usuários.

3.4 PLANO DE INTERVENÇÃO

Encontrados os dois pontos principais para o plano de intervenção - reduzir o consumo de água potável na lavagem dos veículos e pelos usuários da empresa - a proposta inicial deve ser para o foco principal de consumo, a água destinada a lavagem e limpeza de veículos. Para que a empresa tenha um baixo consumo de água potável neste setor, sem dúvidas a implantação de um sistema de aproveitamento da água de chuva seria uma solução bastante interessante, visto que existe uma área de cobertura adequada para a captação da água de chuva, a disponibilidade de área para a construção de um reservatório para armazenamento da água e uma precipitação constante.

Haveria também a possibilidade e seria bastante interessante, o reaproveitamento da água cinza proveniente da lavagem dos veículos e dos banheiros, porém, para este caso, em comparação com a utilização de um sistema de aproveitamento de água de chuva, este sistema torna-se inviável financeiramente.

Para a redução do consumo de água potável pelos usuários, uma solução viável seria a troca dos equipamentos hidráulicos por equipamentos novos com redutores de vazão e arejadores, além de um trabalho de conscientização sobre hábitos mais conscientes de consumo.

3.4.1 Sistema de aproveitamento de água da chuva

A proposta de implantação de um sistema de aproveitamento de água de chuva pode ser realizada a partir da cobertura existente no local, adaptando o sistema de coleta e armazenamento da água.



Fotografia 4 - Cobertura da garagem de veículos (área de captação água de chuva)
Fonte: Autoria própria



Fotografia 5 - Garagem de veículos
Fonte: Autoria própria

A cidade onde está localizada a empresa não possui legislação específica sobre aproveitamento de água de chuva, o que remete a utilização da norma brasileira para elaboração do dimensionamento do sistema.

A fim de obter o volume, dimensões e o melhor lugar para a implantação do reservatório, torna-se necessário fazer, inicialmente, o cálculo da quantidade de

água de chuva possível de ser captada no período de um ano. Segundo a NBR15527:2007 (ABNT, 2007), o volume da água de chuva depende do coeficiente de escoamento superficial da cobertura, assim como do sistema de descarte do escoamento inicial aproveitável, e a obtenção deste volume se dá através da seguinte fórmula:

$$V = P \times A \times C \times \eta_{\text{fator de captação}}$$

Onde,

V – Volume anual, mensal ou diário da água de chuva (L)

P – precipitação média anual, mensal ou diária (mm)

A – Área de coleta (m²)

C – Coeficiente de escoamento superficial da cobertura

η – Eficiência do sistema de captação

O coeficiente de escoamento superficial é chamado de coeficiente de runoff, o qual representa o quociente entre a água que esco superficialmente pelo total de água precipitada (TOMAZ, 2005).

Hofkes e Frasier (1996) *apud* TOMAZ (2005) consideram para o coeficiente de runoff os valores de 0,8 a 0,9 para telhas cerâmicas e 0,7 a 0,9 para telhas corrugadas de metal. Conforme TOMAZ (2005) os coeficientes encontrados em pesquisas vão de 0,67 a 0,9 e para este estudo será adotada uma média de valores para telhas cerâmicas, 0,85.

Na cidade onde se localiza a empresa (Wenceslau Braz) não há uma estação meteorológica, a mais próxima fica a aproximadamente 24 quilômetros de distância, em uma cidade vizinha, portanto os dados utilizados para os cálculos serão baseados nos dados da Estação Meteorológica de Tomazina, Paraná.

Tabela 9 - Dados pluviométricos anuais Estação Meteorológica Tomazina – PR

Resumo anual (mm)			
ano	T. anual	Dia máxima	Dias chuva
1937-2012			
Média :	1449,60	82,10	102,4
Máxima:	2773,80	163,00	141
Mínima:	788,80	46,40	65
D. Pad.	337,60	29,70	31,8

Fonte: Modificado de Instituto das Águas do Paraná (2011)

Para este estudo, tem-se o volume anual aproveitável calculado da seguinte maneira:

$$V = P \times A \times C \times \eta_{\text{fator de captação}}$$

$$V = 1.449,60\text{mm} \times 316,98\text{m}^2 \times 0,95 \times 0,85$$

$$V = 371.042,00 \text{ litros}$$

$$V_{\text{ap}} (\text{anual}) = 371\text{m}^3$$

$$V_{\text{ap}} (\text{mensal}) = 371\text{m}^3 : 12 \text{ meses} = 31\text{m}^3$$

Tendo como informação o volume de água aproveitável, a etapa seguinte é calcular o volume necessário a ser armazenado, a fim de atender às demandas do objeto de estudo.

De acordo com a NBR15527:2007 (ABNT, 2007) o dimensionamento dos reservatórios deve ser baseado em critérios técnicos, econômicos e ambientais, levando em conta as boas práticas da engenharia. Para este estudo, o dimensionamento foi feito através de três métodos constantes no anexo A da NBR15527:2007, o método Azevedo Neto, o método prático Alemão e o método prático Inglês. Foram escolhidos somente estes três métodos, pois são métodos que utilizam cálculos mais simples e que atendem às necessidades deste estudo, o qual tem como proposta a utilização de um sistema integrado de água de chuva e água potável, além disso, o primeiro método é o mais condizente com a realidade brasileira.

O Método Azevedo Neto (ABNT, 2007) apresenta a seguinte equação (com a aplicação dos dados do caso em estudo):

$$V = 0,042 \times P \times A \times T$$

Onde,

V – Volume de água do reservatório (L)

P – precipitação média anual (mm)

A – Área de coleta em projeção (m²)

T – Número de meses de pouca chuva ou seca

$$V = 0,042 \times 1.449,6 \times 316,98 \times 1$$

$$V = 19.298,76 \text{ litros}$$

$$V_r = 20\text{m}^3$$

O Método prático alemão, segundo a NBR15527:2007 (ABNT, 2007) é um método empírico, onde se adota, para o volume do reservatório, o menor valor entre 6% do volume anual do consumo ou 6% do volume anual de precipitação aproveitável, e apresenta a seguinte equação (com a aplicação dos dados do caso em estudo):

$$V_{\text{adotado}} = \text{mín}(V;D) \times 0,06$$

Onde,

V_{adotado} – Volume do reservatório (L)

V – Volume aproveitável de água de chuva anual (L)

D – Demanda de água não potável anual (L)

$$V_{\text{adotado}} = \text{mín}(371.000;354.240) \times 0,06$$

$$V_{\text{adotado}} = 354.240 \times 0,06$$

$$V_{\text{adotado}} = 21.254,40 \text{ litros}$$

$$V_r = 21\text{m}^3$$

Para a obtenção do volume de demanda anual de água não potável, foram utilizados os dados baseados nas seguintes informações: São feitas diariamente na empresa em estudo, 8 lavagens de ônibus, cada lavagem gasta em torno de 123 litros de água potável e os veículos são lavados todos os dias da semana, incluindo sábados, domingos e feriados.

O gasto médio por lavagem de veículo foi obtido através do seguinte raciocínio: Se o consumo mensal médio da empresa com lavagem de veículos é de 29.500 litros (29,5m³), dividindo este total por 240 lavagens mensais (8 lavagens diárias x 30 dias), obtém o volume de 122,91 litros por lavagem, aproximadamente 123 litros por lavagem de veículo.

Assim, foi possível calcular o volume total de água, gasto na lavagem e limpeza dos veículos de transporte, no período de um ano:

8 lavagens diárias x 123 litros = 984 litros/ dia

984 litros x 30 dias = 29.520 litros/ mês

29.520 litros x 12 meses = 354.240 litros/ ano

O Método prático inglês (ABNT, 2007) apresenta a seguinte equação (com a aplicação dos dados do caso em estudo):

$$V = 0,05 \times P \times A$$

Onde,

V – Volume do reservatório (L)

P – Precipitação média anual (mm)

A – Área de coleta em projeção (m²)

$$V = 0,05 \times 1.449,60 \times 316,98$$

$$V = 22.974,71 \text{ litros}$$

$$V_r = 23\text{m}^3$$

Fazendo a média entre os valores obtidos nos três métodos, o volume do reservatório a ser implantado seria de 21,33m³, conforme a tabela 10, porém, como os três valores obtidos ficaram próximos de 20m³ e os reservatórios encontrados no mercado possuem esta capacidade, o valor de 20m³ será o adotado como base.

Tabela 10 - Métodos e volumes

Métodos e Volumes		
Método	Volume (m³)	Volume (litros)
Azevedo Neto	20	20.000
Prático Alemão	21	21.000
Prático Inglês	23	23.000
Média	21,33	21.330

Fonte: Autoria própria

Pesquisando as dimensões e valores de reservatórios encontrados no mercado, obteve-se a Tabela 10, seguinte:

Tabela 11 - Reservatórios de mercado

Reservatórios de mercado			
	Diâmetro	Altura	valor (R\$)
Marca 01 (Fortlev)			
25000L	3,34m	4,39m	R\$5830,83 ¹ R\$5528,00 ²
20000L	3,25m	3,67m	R\$5485,00 ⁴ R\$3318,00 ²
10000L	2,70m	2,82m	R\$1891,08 ¹ R\$1845,00 ²
1000L	1,52m	0,94m	R\$213,25 ¹ R\$220,00 ²
Marca 02 (Bakof Tec)			
25000L	3,20m	4,20m	R\$4920,00 ³
20000L	3,20m	3,65m	R\$3797,00 ³ R\$3525,00 ²
10000L	2,54m	2,72m	R\$2040,00 ³ R\$1883,00 ²
1000L	1,43m	0,91m	R\$226,00 ³ R\$256,00 ²
Marca 03 (Aqualimp)			
11000L	2,21m	3,22m	R\$4299,00 ⁴
1000L	1,49m	0,95m	R\$193,68 ⁴

¹ Comércio 01

² Comércio 02

³ Comércio 03

⁴ Comércio 04

Fonte: Autoria própria

Os valores e marcas acima citados fazem parte de uma investigação de produtos encontrados no mercado, não havendo qualquer indicação técnica dos produtos apresentados por parte da autora.

Fazendo um comparativo de valores, o produto mais interessante seria o reservatório de 20.000 litros da marca 01, comprada no comércio 02 (R\$3.318,00), porém, é necessário fazer a avaliação dos locais disponíveis para a instalação do reservatório e do local mais adequado para sua implantação.

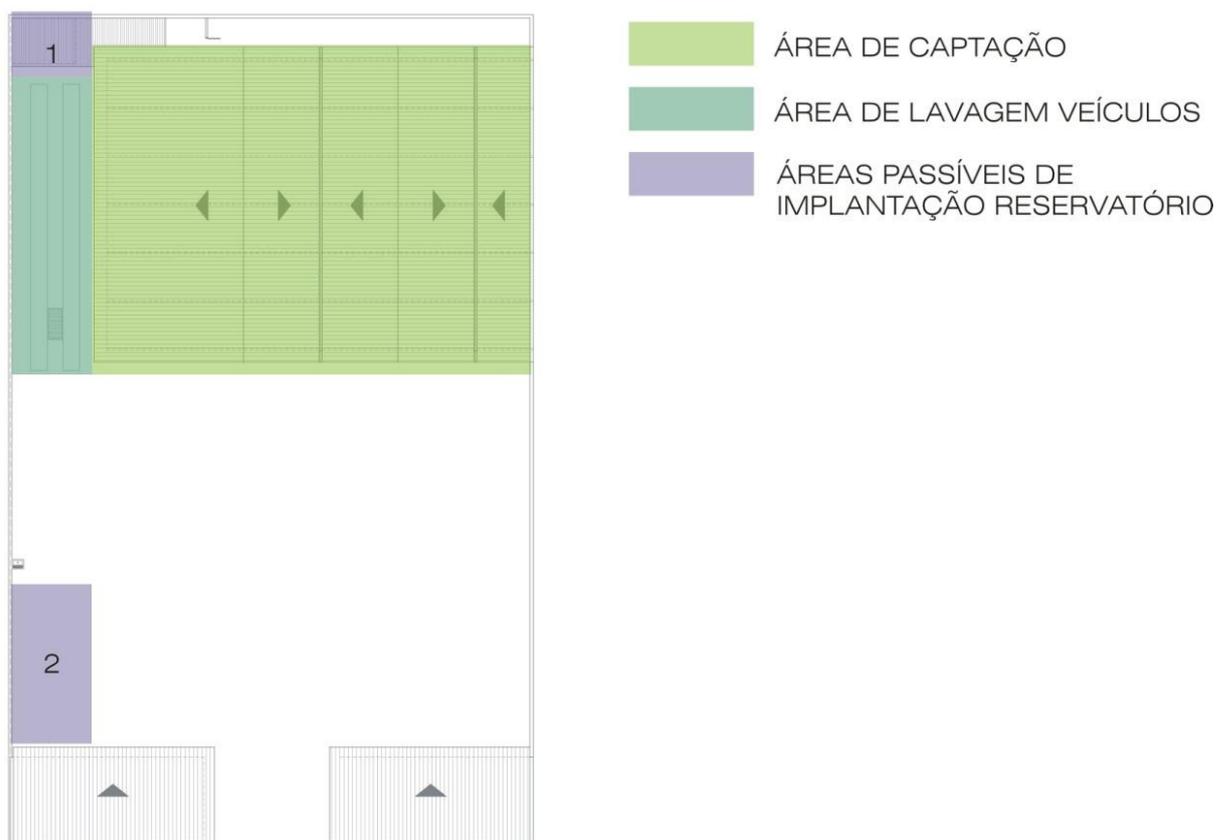


Figura 9 - Implantação e cobertura: Áreas passíveis de implantação do reservatório
Fonte: Autoria própria

Considerando que a cisterna de água potável existente fica na área 1 da Figura 9 e que a captação de água de chuva e a área para lavagem de veículos ficam próximas desta área, este seria o local mais apropriado para a implantação do reservatório, entretanto, a área 1 possui suas dimensões limitadas fisicamente em 3,20m x 4,55m (14,56m²).



Fotografia 6 - Área de lavagem de veículos
Fonte: Autoria própria

A área 2 possui maior espaço que a área 1, sem limitações físicas consideráveis, mas fica distante da área de lavagem e principalmente da área de captação de água de chuva, o que exigiria um longo percurso de tubulação até o reservatório, aumentando os custos com a implantação e manutenção do sistema.

Analisando as dimensões de reservatórios de mercado que poderiam ser implantados na área 1, desconsiderando a questão de valores financeiros, apenas os reservatórios de 25000L e 20000L da marca 02 e dois reservatórios de 11000L da marca 03 poderiam ser considerados como opção para implantação no local.

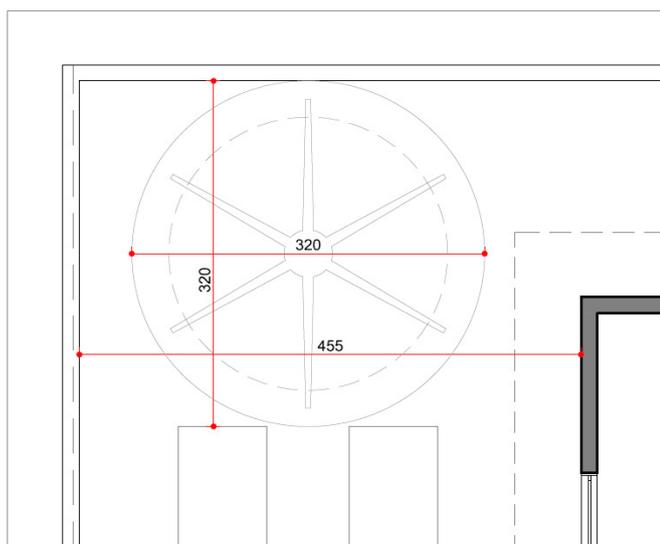


Figura 10 - Planta baixa Área 1 com reservatório de 20.000 litros
Fonte: Autoria própria

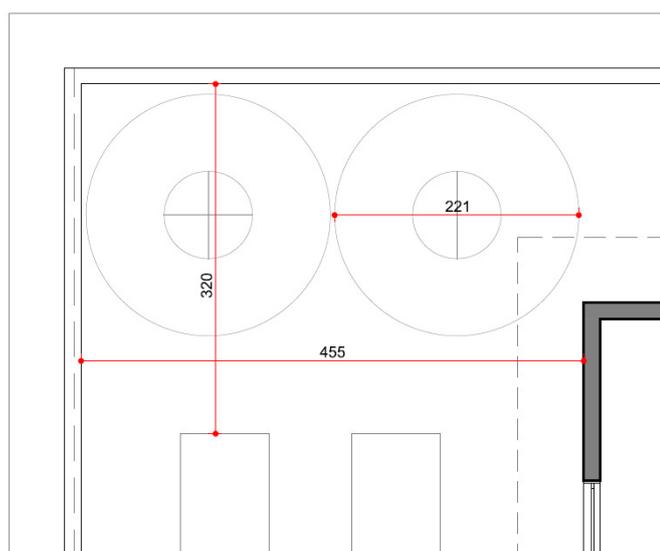


Figura 11 - Planta baixa Área 1 com dois reservatórios de 11.000 litros
Fonte: Autoria própria

Como os dois tipos de reservatórios se enquadram no espaço previsto é preciso levar em conta outras questões a fim de se chegar à opção mais viável. Em termos financeiros, o reservatório de 20.000 litros é o mais vantajoso, pois quando comparado à soma de valores dos dois reservatórios de 11.000 litros, apresenta uma economia de R\$5.073,00, ou seja, a diferença de valores é bastante relevante neste caso, tornando a opção pelo reservatório de 20.000 litros a mais coerente.

Outra opção seria a construção de um reservatório “*in loco*”, em concreto com impermeabilização, porém, para este estudo, iremos desconsiderar esta questão visando a maneira mais prática e rápida de implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva.

A fim de viabilizar o projeto, seriam necessários alguns ajustes na área de captação e na área de implantação do reservatório. Na área de captação seria necessário mudar o sentido das calhas já existentes, as quais hoje encaminham a água para ambos os lados da edificação.



Fotografia 7 - Descarte da água da chuva captada pela calha
Fonte: Autoria própria

Caso fosse necessário utilizar todo o volume anual aproveitável para atender a demanda, seria necessário fazer a instalação de mais uma calha em uma área do telhado que não possui captação por calha, porém, como o volume aproveitável mensal (31m^3) é superior ao necessário para atender a demanda (20m^3), será

proposta a utilização apenas dos telhados que já possuem captação de água através de calha.

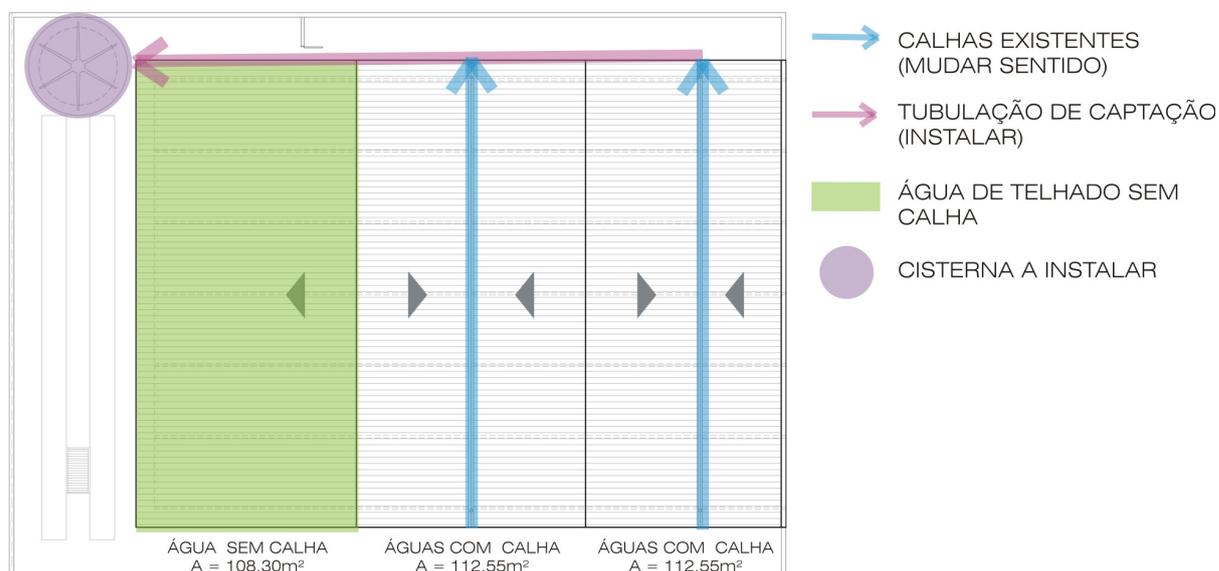


Figura 12 - Ajustes a serem realizados para a implantação do sistema
Fonte: Autoria própria

Sendo assim, refazendo o cálculo de volume aproveitável anual somente com a área dos telhados que possuem captação através de calhas, obtém-se o seguinte valor:

$$V = 1.449,60\text{mm} \times 208,68\text{m}^2 \times 0,95 \times 0,85$$

$$V = 244.270 \text{ litros}$$

$$V_{\text{ap}} (\text{anual}) = 244\text{m}^3$$

$$V_{\text{ap}} (\text{mensal}) = 244\text{m}^3 : 12 = 20\text{m}^3$$

Como o volume aproveitável apenas das águas do telhado que possuem calha já atende a demanda, ficaria a possibilidade de futuramente, com a necessidade de redimensionar o sistema, de utilizar a água de telhado que não foi necessária.

Para completar os ajustes, também seria necessário instalar uma tubulação para o transporte da água das calhas ao reservatório. A fim de manter o reservatório limpo o maior tempo possível, sem a necessidade de manutenção constante, seria conveniente a instalação de um filtro entre a tubulação de coleta da água de chuva e

o reservatório. Para a instalação do reservatório seria necessário demolir o abrigo do reservatório de água potável existente no local e fazer o nivelamento da área.



Fotografia 8 - Local de implantação reservatório
Fonte: Autoria própria

3.4.2 Reforma áreas úmidas

Observando a data de construção da sede da empresa, uma reforma para troca dos equipamentos hidráulicos por equipamentos novos com redutores de vazão e arejadores seria bem justificada, além da questão da economia gerada pela redução do consumo.

Seriam necessárias as trocas de 5 torneiras, 2 bacias sanitárias e 1 chuveiro.

3.4.3 Trabalho de conscientização dos usuários

A fim de otimizar o gasto dos usuários, uma opção seria um trabalho de conscientização sobre hábitos de consumo de água potável. Poderia ser realizada

uma parceria com uma escola da cidade onde os alunos fariam um trabalho sobre consumo consciente da água e dariam palestras para os funcionários da empresa, além disso, poderiam ser elaborados cartazes com informações sobre consumo de água, os quais seriam fixados nas áreas úmidas das edificações.

3.5 VIABILIDADE ECONÔMICA

3.5.1 Implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva

Para a implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva, o valor total seria de aproximadamente R\$ 9.150,00, segundo a tabela abaixo.

Tabela 12- Investimento sistema de aproveitamento de água de chuva

Investimento sistema de aproveitamento de água de chuva		
	Quantidade	Valor (R\$)
Reservatório 20000 litros	1	R\$ 3.525,00
Tubulação PVC 200mm	30m	R\$ 1.022,00
Material e mão de obra calhas	46 ml	R\$ 1.350,00
Filtro com kit (filtro, sifão-ladrão, freio d'água, conjunto flutuante de sucção)		R\$ 1.750,00
Material e mão de obra local reservatório e instalação tubulação		R\$ 1.500,00
Total		R\$ 9.147,00

Fonte: Autoria própria

3.5.2 Reforma áreas úmidas e conscientização usuários

O custo com a reforma das áreas úmidas, considerando apenas a parte da troca dos equipamentos hidráulicos, seria de aproximadamente R\$ 1.250,00, conforme tabela a seguir.

Tabela 13 - Investimento equipamentos economizadores de água

Investimento economizadores de água			
	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Torneira temporizada (Pressmatic alfa Docol)	2	R\$ 148,90	R\$ 297,80
Torneira com arejador (Deca)	3	R\$ 84,00	R\$ 252,00
Chuveiro com redutor de vazão (Lorenzetti)	1	R\$ 99,00	R\$ 99,00
Bacia sanitária com caixa acoplada 3 e 6 litros	2	R\$299,90	R\$ 599,80
Total			R\$ 1248,60

Fonte: Autoria própria

Tendo em vista a possível parceria da empresa com uma escola da cidade para a realização do trabalho de conscientização dos usuários, não haveriam gastos significativos a serem considerados com esta intervenção.

3.5.3 Investimento x redução do consumo de água potável

Assim, o custo total da intervenção seria de aproximadamente R\$10.400,00.

Considerando a substituição total da utilização de água potável para lavagem e limpeza de veículos, ou seja, uma economia mensal de 29,5m³ somada à uma redução estimada de aproximadamente 1/3 de consumo de água potável pelos usuários (2,5m³), obtém-se a redução de 32m³ de água potável, de um total de 37,5m³ mensais. Sendo a média de valor por metro cúbico, na cidade de estudo, aproximadamente R\$4,10, a economia mensal seria de R\$131,20 (R\$ 4,10 x 32).

Dividindo o total gasto com a intervenção pela economia mensal tem-se:
 $R\$10.400,00 : R\$131,20 = 79,2$ meses = aproximadamente 6 anos e 8 meses;

Ou seja, levando em consideração apenas o benefício financeiro, em aproximadamente sete anos a intervenção compensaria o investimento através da economia de consumo de água potável mensal.

4 CONCLUSÃO

Através deste estudo foi demonstrado e constatado que é viável implantar um sistema para conservação e uso racional da água potável em uma edificação já existente. Foram apresentadas possibilidades e diretrizes para um melhor aproveitamento da água na empresa em questão, através da análise geral do objeto de estudo e das possibilidades existentes e mais viáveis.

Constatou-se que o sistema de aproveitamento de água de chuva é uma alternativa muito interessante a ser implantada em edificações com as características do objeto de estudo deste trabalho, como empresas de transporte em geral, lava - rápidos e concessionárias, pois este sistema se mostrou um grande aliado do programa proposto, responsável em grande parte pela redução no consumo de água potável.

Observou-se que o custo inicial para implantação de um programa de redução e racionalização do consumo de água potável é razoavelmente alto, porém, os benefícios e redução imediata dos gastos compensam em um tempo consideravelmente pequeno o investimento empregado.

5 RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se para futuros trabalhos que sejam considerados apenas os meses de estiagem no cálculo para obtenção do volume do reservatório, a fim de se chegar a um volume de reservatório que atenda a todos os meses, sem a necessidade da complementação com o uso de água potável para atender a demanda nos períodos de pouca chuva.

A fim de otimizar o uso racional da água, seria interessante avaliar o potencial de reúso do efluente da lavagem de veículos para que essa água cinza volte a ser utilizada na lavagem dos mesmos, após o tratamento adequado.

Seria também interessante avaliar a possibilidade de um tratamento prévio do efluente gerado pela lavagem dos veículos antes do descarte final na rede de esgoto.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR15527: 2007: Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos**. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR12217: 1994: Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público**. Rio de Janeiro, 1994.

AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conservação e Reúso da Água em Edificações**. Prol Editora Gráfica. São Paulo, 2005.

ALVES, Wolney C.; ZANELLA, Luciano; SANTOS, Maria Fernanda L. dos. Como construir: Sistema de aproveitamento de águas pluviais para usos não potáveis. **Revista Técnica**. Ed. 133, ano 16, p. 99-104, abr. 2008.

ANNECCHINI, Karla Ponzo Vaccari. **Aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis na cidade de Vitória (ES)**. 2005.150f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2005.

BEZERRA, Stella M. C.; CHRISTAN, Priscila de; TEIXEIRA, Celimar A.; FARAHBAKHS, Khosrow. **Dimensionamento de Reservatório para Aproveitamento de Água de Chuva: comparação entre métodos da ABNT NBR 15527:2007 e Decreto Municipal 293/2006 de Curitiba, PR**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 219-231, out./dez. 2010.

CETESB. **Reuso de água**. [On line] Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/39-Reuso-de-%C3%81gua>>. Acesso em: 11.ago.2012.

DAESCS. **Controle seu consumo**. [On line] Disponível em: <<http://daescs.sp.gov.br/index.asp?dados=ensina&ensi=consumo>>. Acesso em: 11.ago.2012.

ECOCASA. [On line] Disponível em:<<http://www.ecocasa.com.br/produtos.asp?it=1212>> Acesso em: 15.set.2012.

INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ. **Dados estação meteorológica de Tomazina.** [Mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <shai-correa@hotmail.com> em 17. Jul. 2012.

MANCUSO, Pedro Caetano S.; SANTOS, Hilton F. dos. **Reúso de Água.** 1. ed. Barueri, SP: Manole, 2003.

MASTERLIMPMULTISERVICE. [On line] Disponível em:<
http://www.masterlimpmultiservice.com.br/limpeza_calha.htm> Acesso em:
15.set.2012.

PORTUGUESE.ALIBABA. [On line] Disponível em:<
<http://portuguese.alibaba.com/product-gs/gutter-screen-gutter-filter-expanded-metal-plate-276745567.html>> Acesso em: 15.set.2012.

PROUSO. **Aproveitamento de água de chuva:** Definição. [On line] Disponível em:<
http://www.prouso.eng.uerj.br/wiki/doku.php?id=captacao_de_agua_de_chuva>
Acesso em: 11.set.2012.

RUPP, R. F.; MUNARIN, U.; GHISI, E. **Comparação de métodos para dimensionamento de reservatórios de água pluvial.** Ambiente Construído, Porto Alegre, V.11, n.4, p.47-64, out./dez. 2011.

SAUTCHÚK, Carla Araújo. **Formulação de diretrizes para implantação de programas de conservação de água em edificações.** 2004.332f. Dissertação (Mestrado) – Engenharia, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de Água de Chuva:** Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis. 2 Ed. São Paulo: Navegar, 2005, 180p.

VIGGIANO, Mário H. Stanziona. Como construir: Sistema de reúso das águas cinzas. **Revista Técnica.** Ed. 98, ano 13, p. 76-79, mai. 2005.

WATERTANKSPUMPSANDIRRIGATION. [On line] Disponível em:<
<http://www.watertankspumpsandirrigation.com/tag/first-flush-tank/>>
Acesso em: 15.set.2012.

ANEXO A - Tabelas de dados pluviométricos mensais Tomazina - Paraná.

Dados pluviométricos mensais - Tomazina PR

Código ANEEL: 02349033
Estação: Tomazina
Município: Tomazina
Bacia: Cinzas
Sub-bacia: 1
Latitude: 23° 46' 00"
Longitude: 49° 57' 00"
Altitude: 483m
Tipo: PPR
Entidade: ANA
Data da instalação: 1/7/1937

Alturas mensais (mm)

ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
1937	-	-	-	-	-	-	0,00	29,00	0,00	182,20	235,00	0,00
1938	219,40	85,20	0,00	31,10	173,10	50,40	62,20	151,80	81,10	104,20	91,40	135,20
1939	215,10	108,10	142,80	24,40	89,20	65,30	61,30	1,40	43,10	14,40	294,90	115,40
1940	176,10	153,90	50,20	60,50	52,10	4,60	12,80	8,20	43,10	97,10	85,40	147,90
1941	253,60	224,90	102,30	15,80	70,60	36,90	107,90	220,50	183,70	99,90	335,90	301,30
1942	283,40	228,90	232,40	202,60	45,40	118,10	93,60	0,00	195,60	97,70	180,20	281,20
1943	321,40	238,20	95,60	23,80	43,20	57,60	42,80	55,40	170,00	263,00	160,40	275,00
1944	419,00	295,60	276,80	33,60	103,40	98,80	17,20	8,40	62,60	156,20	413,60	126,20
1945	246,40	582,60	291,30	100,30	33,60	308,10	129,30	79,60	183,70	219,50	324,10	275,30
1946	548,40	451,20	186,60	41,70	126,90	148,60	142,00	21,20	55,00	92,80	47,40	207,80
1947	609,00	192,80	168,60	87,40	101,80	55,20	104,70	134,50	272,80	88,60	24,70	209,30
1948	194,30	158,30	50,50	52,30	36,80	3,00	147,30	73,40	27,40	64,00	59,60	99,60
1949	98,80	109,00	113,40	54,40	48,00	31,60	0,00	14,80	30,20	39,00	68,60	181,00
1950	162,80	162,00	271,60	90,40	73,60	13,20	35,60	0,60	40,00	127,00	73,80	40,00
1951	467,60	132,00	105,80	9,80	35,40	95,20	13,20	31,80	5,40	273,60	208,70	58,90
1952	64,70	135,70	145,00	75,20	16,80	127,70	4,40	5,00	57,20	243,30	46,10	79,80
1953	215,60	193,80	21,10	91,40	61,30	33,50	34,10	5,70	75,10	185,80	64,40	76,50
1954	235,80	186,30	141,20	109,30	350,80	81,30	85,10	0,00	53,00	213,00	0,00	131,80
1955	119,50	121,10	304,10	114,60	32,50	92,40	71,40	113,50	7,00	89,00	139,00	132,90
1956	100,80	95,40	145,10	178,70	260,00	50,90	72,20	76,40	89,60	84,10	31,60	117,00
1957	218,60	134,10	170,40	70,00	13,40	109,50	351,70	111,30	261,60	123,90	105,00	151,80
1958	154,80	133,00	107,30	32,40	169,70	89,10	52,10	21,40	177,00	177,50	150,80	106,00
1959	218,10	213,90	131,30	59,00	81,50	6,80	0,60	83,40	93,60	153,10	93,00	37,80
1960	204,60	95,30	59,00	271,80	94,40	100,80	0,00	119,90	43,80	156,60	139,30	83,80
1961	137,60	167,20	138,40	270,90	33,60	85,00	0,00	25,00	27,50	158,20	125,20	102,20
1962	128,40	104,60	152,80	44,20	27,00	55,20	59,80	67,60	88,70	267,60	93,60	274,80
1963	360,40	199,20	92,20	17,60	10,60	14,80	0,00	10,00	94,50	152,00	141,70	130,20
1964	27,00	212,40	162,20	30,00	78,00	74,50	41,90	63,40	31,00	86,40	92,80	214,30
1965	181,80	164,30	32,20	209,40	100,40	32,70	92,20	32,80	83,40	147,00	147,10	232,20
1966	65,60	145,10	55,00	130,40	25,90	31,40	74,20	23,60	115,40	186,60	108,50	125,20
1967	176,10	90,10	120,70	0,00	0,00	219,20	56,40	21,60	85,40	66,60	110,70	94,00
1968	277,00	61,40	237,60	41,60	33,20	21,60	14,40	66,70	15,80	120,00	83,00	131,70
1969	118,80	40,50	56,00	92,80	58,70	111,90	60,70	0,60	108,10	229,50	245,80	45,80
1970	176,60	298,80	95,20	11,10	118,00	150,40	12,80	114,30	102,10	98,60	13,40	352,00
1971	230,40	68,00	65,80	136,80	89,80	131,20	138,40	7,60	54,00	115,60	29,90	144,00

1972	240,10	241,20	97,80	77,40	40,40	22,20	236,20	148,20	161,40	189,40	122,20	138,00
1973	261,60	140,60	82,50	26,00	142,40	110,80	69,40	120,20	55,40	229,80	128,20	247,00
1974	208,60	85,60	234,50	21,40	76,60	169,40	2,00	34,60	37,40	192,40	79,00	274,40
1975	123,20	150,60	128,60	34,60	32,30	66,40	70,00	44,60	86,80	263,60	224,40	313,90
1976	245,80	197,60	130,20	71,00	162,20	92,40	73,80	233,30	122,00	157,20	125,70	196,30
1977	185,80	180,00	164,80	125,80	9,60	131,40	36,20	26,80	45,20	96,00	159,20	113,00
1978	133,60	25,80	212,40	15,00	96,60	39,80	173,40	31,40	158,00	37,40	156,20	135,20
1979	80,40	85,60	51,20	54,60	199,00	10,60	79,80	117,60	147,60	199,10	154,60	163,60
1980	330,00	231,20	138,80	79,50	40,00	90,60	84,00	68,80	161,50	65,60	109,40	214,30
1981	265,40	158,00	48,80	155,20	7,60	64,80	18,00	11,80	34,80	194,20	101,80	284,60
1982	98,00	259,70	91,40	39,20	93,60	217,70	146,70	47,60	20,50	238,80	293,90	229,30
1983	276,60	45,60	200,10	119,70	364,00	262,40	21,80	0,00	316,00	116,00	96,90	139,20
1984	107,20	67,90	73,30	75,00	66,20	5,00	14,80	110,10	142,20	22,10	100,80	236,60
1985	163,80	81,00	124,30	176,20	98,80	18,40	34,80	8,00	24,40	74,00	111,20	80,40
1986	129,70	180,00	167,90	132,70	209,90	1,20	13,00	147,40	61,40	97,20	201,60	172,30
1987	131,50	161,50	31,90	63,90	274,00	186,40	41,20	7,20	80,00	133,60	130,40	120,90
1988	177,10	268,30	99,80	98,30	249,40	63,40	2,40	0,00	45,00	205,00	55,60	209,00
1989	292,10	252,20	196,40	61,10	60,30	99,90	107,90	89,50	193,60	127,10	124,00	353,70
1990	321,90	41,50	48,60	157,90	123,30	46,80	243,30	122,00	122,80	74,70	63,40	134,40
1991	225,20	210,90	255,60	45,10	96,60	90,80	50,80	44,60	95,90	69,30	49,90	312,70
1992	103,40	183,50	266,90	149,50	269,00	10,80	29,70	51,90	159,00	181,20	103,10	87,70
1993	266,90	221,10	202,50	80,60	103,80	132,70	28,40	43,30	225,30	61,20	50,60	154,40
1994	288,00	61,00	105,50	62,60	62,10	129,10	23,50	0,40	17,30	89,30	109,40	224,30
1995	463,10	123,80	122,30	113,40	47,90	89,90	92,90	32,30	183,40	153,60	42,00	183,60
1996	203,80	188,60	246,00	107,70	9,40	40,40	19,60	35,60	146,00	136,40	104,60	244,40
1997	580,00	161,00	42,80	56,50	52,80	261,70	32,40	88,70	125,00	118,90	207,90	193,60
1998	161,10	324,70	213,40	152,70	76,40	55,20	54,60	114,40	240,50	169,00	27,60	187,40
1999	220,80	155,60	101,80	115,60	72,00	93,60	96,00	0,20	171,40	58,00	66,40	79,30
2000	127,80	397,80	151,30	1,00	31,80	71,50	62,60	106,10	173,40	84,30	192,30	192,80
2001	104,10	244,50	74,00	53,40	175,00	96,80	91,30	67,30	114,50	55,00	68,50	199,20
2002	239,10	80,10	165,50	4,30	198,50	0,00	56,70	108,70	127,50	124,80	168,60	112,80
2003	267,30	127,80	139,80	190,20	59,00	39,40	117,60	36,80	60,90	76,50	88,80	125,90
2004	285,10	79,60	109,40	75,00	169,10	82,70	99,10	2,30	13,70	159,40	132,10	80,90
2005	299,10	16,10	203,10	87,10	87,50	36,40	38,40	34,10	169,80	239,60	133,10	156,50
2006	203,10	242,20	40,30	55,70	3,30	26,50	59,80	20,10	132,50	106,30	102,20	224,30
2007	284,10	226,10	80,70	48,80	51,60	6,50	251,00	3,20	23,10	115,80	210,80	230,50
2008	211,90	141,60	53,10	224,30	88,30	43,70	15,40	173,80	113,50	131,00	57,20	58,70
2009	297,00	122,00	29,20	6,10	111,70	101,70	274,00	64,10	275,20	323,30	201,50	135,20
2010	492,00	70,30	144,70	132,40	76,30	24,00	27,90	40,10	36,50	146,00	52,70	197,00
2011	174,30	139,10	105,80	80,50	6,00	106,10	84,20	77,80	6,90	291,80	129,50	94,00
2012	199,70	92,90	93,10	93,00	48,40	242,90	-	-	-	-	-	-
Média:	228,00	166,00	130,50	84,50	92,40	82,50	70,20	57,50	102,50	141,00	125,40	166,00
Máxima:	609,00	582,60	304,10	271,80	364,00	308,10	351,70	233,30	316,00	323,30	413,60	353,70
Mínima:	27,00	16,10	0,00	14,40	0,00	0,00						
D. Pad.	71,40	53,40	41,60	29,30	34,10	29,80	27,70	22,20	35,30	43,70	41,40	51,10

Obs.: (*) Valor total consistido

(-) Sem leituras

Fonte: Modificado de Instituto das Águas do Paraná

ANEXO B - Tabela de dados pluviométricos anuais Tomazina - Paraná.

Resumo anual (mm)

ano	T. anual	Dia máxima	Dia máxima	Dias chuva
1937	-	-	-	-
1938	1185,10	50,20	22/1/1938	102
1939	1175,40	76,20	18/11/1939	99
1940	891,90	55,20	8/1/1940	87
1941	1953,30	85,30	5/11/1941	113
1942	1959,10	69,00	2/1/1942	110
1943	1746,40	59,20	14/10/1943	97
1944	2011,40	62,40	16/5/1944	100
1945	2773,80	83,70	22/1/1945	114
1946	2069,60	65,80	16/2/1946	121
1947	2049,40	75,20	27/12/1947	109
1948	966,50	46,40	14/1/1948	93
1949	788,80	54,80	6/3/1949	75
1950	1090,60	79,00	29/3/1950	94
1951	1437,40	82,20	25/11/1951	85
1952	1000,90	77,00	22/10/1952	78
1953	1058,30	59,00	14/2/1953	92
1954	1587,60	90,00	28/4/1954	83
1955	1337,00	142,00	15/3/1955	78
1956	1301,80	82,20	27/3/1956	82
1957	1371,10	119,00	30/3/1957	106
1958	1172,10	63,50	22/5/1958	84
1959	1369,30	69,00	19/10/1959	74
1960	1270,80	79,40	4/4/1960	77
1961	1364,30	92,60	4/4/1961	85
1962	1223,20	79,60	4/10/1962	75
1963	1113,90	114,20	1/1/1963	65
1964	1455,50	61,00	1/5/1964	78
1965	1086,90	90,60	9/11/1965	111
1966	1040,80	61,20	23/10/1966	89
1967	1104,00	99,20	6/6/1967	85
1968	1169,20	72,00	9/3/1968	75
1969	1543,30	69,60	19/11/1969	83
1970	1211,50	93,20	6/5/1970	108
1971	1714,50	78,20	4/1/1971	92
1972	1613,90	80,60	13/7/1972	117
1973	1415,90	83,20	9/10/1973	86
1974	1539,00	94,00	25/10/1974	91
1975	1539,00	85,60	4/12/1975	98
1976	1807,5*	-	-	-
1977	1273,80	81,00	9/4/1977	97

1978	1214,80	84,60	8/9/1978	74
1979	1343,70	60,80	4/5/1979	92
1980	1613,70	76,80	7/1/1980	126
1981	1345,00	88,20	15/1/1981	98
1982	1776,40	63,40	23/1/1982	139
1983	1958,30	73,00	6/3/1983	133
1984	1021,20	67,80	2/12/1984	101
1985	995,3*	-	-	-
1986	1514,30	89,00	13/3/1986	125
1987	1362,50	83,00	25/1/1987	111
1988	1473,3*	-	-	-
1989	1957,80	75,00	30/12/1989	132
1990	1500,60	94,20	17/7/1990	113
1991	1547,40	87,00	8/2/1991	106
1992	1595,70	74,80	30/3/1992	119
1993	1570,80	79,00	4/3/1993	123
1994	1172,5*	-	-	-
1995	1648,2*	-	-	-
1996	1482,50	85,60	29/2/1996	136
1997	1921,30	163,00	23/1/1997	141
1998	1777,00	56,00	31/1/1998	141
1999	1230,70	73,00	12/9/1999	115
2000	1592,70	138,50	14/2/2000	124
2001	1343,60	59,40	4/2/2001	135
2002	1386,60	93,20	30/10/2002	101
2003	1330,00	80,40	20/4/2003	95
2004	1288,40	125,30	25/1/2004	108
2005	1500,80	70,90	25/5/2005	117
2006	1216,30	98,20	2/1/2006	94
2007	1532,20	112,90	10/11/2007	99
2008	1312,50	59,70	2/10/2008	109
2009	1941,00	70,30	20/10/2009	141
2010	1439,90	138,50	30/1/2010	122
2011	1296,00	82,00	16/10/2011	111
2012	-	-	-	-
Média:	1449,60	82,10		102,4
Máxima:	2773,80	163,00		141
Mínima:	788,80	46,40		65
D. Pad.	337,60	29,70		31,8

Fonte: Modificado de Instituto das Águas do Paraná