

## **Utilização de Água de Chuva para várias finalidades em Shopping Center, localizado em Belo Horizonte, MG.**

**Ailton de Almeida (FEAMIG) aailton2003@ig.com.br**

**José Devanir de Miranda (FEAMIG) devanir.eng@gmail.com**

**Marco Antônio dos Santos (FEAMIG) meskconsultorio@gmail.com**

**Michele Geraldo da Silva (FEAMIG) michelegsilva@yahoo.com**

**Robson Brandião de Oliveira (FEAMIG) robsonbrandy@gmail.com**

*Resumo: A água é um recurso essencial para a sobrevivência da maioria dos seres vegetal e animal e que, infelizmente, a cada dia está se tornando um recurso limitado. Além disto, a distribuição é desigual em diversas regiões do planeta, sendo que em alguns países ocorrem a escassez deste recurso. A viabilidade do uso de água da chuva, mesmo em locais que possuam água em abundância, é objetivada pela oportunidade de diminuição dos custos com água tratada demandada pelas companhias de saneamento. Os Shoppings Centers consomem grande quantidade de água para sua manutenção e limpeza sendo dispensado o uso de água tratada para algumas destas atividades. Preocupado com o quadro atual de distribuição e uso da água optou-se por estudar o aproveitamento de água de chuva em um shopping Center, localizado na cidade de Belo Horizonte, com a finalidade de verificar ganhos com o uso da água da chuva ao invés da água demandada pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), bem como avaliar a amortização de cheias na bacia hidrográfica ao qual o shopping em estudo está localizado.*

***Palavras-Chave:** Águas pluviais; Escoamento superficial; Reaproveitamento.*

### **1. Introdução**

O planeta Terra é o terceiro do sistema solar, possui dois terços de sua superfície coberta por água, 97,5%<sup>1</sup> desta água é salgada e 2,5%<sup>1</sup> é doce, sendo que da porção da água doce 68,9%<sup>1</sup> se encontra em forma de gelo em calotas polares, 29,9%<sup>1</sup> de água doce se encontra em forma líquida, mas somente 0,266%<sup>1</sup> encontra-se disponível para o homem em lagos, rios, açudes e lençóis freáticos.

“O corpo humano é composto em média de 70% a 75% de água”<sup>2</sup> sem ela seria impossível a sua sobrevivência, bem como da maioria dos seres animal e vegetal de todo planeta que também necessitam de água para a sua sobrevivência.

A água apropriada para o consumo da maioria dos seres terrestre, incluindo o ser humano, é a água doce, que livre de impurezas nocivas é classificada como água potável.

Apesar de saber a importância que a água doce tem para a continuidade da vida, o homem não tem se preocupado em preservar esse líquido tão preciso e necessário a sua sobrevivência.

O homem, preocupado com seu conforto, desmata as florestas, polui rios e degrada o meio ambiente. Com estas intervenções, o planeta vem sofrendo mudanças climáticas que por

---

<sup>1</sup> TOMAZ, 2005.

<sup>2</sup> MIRANDA, 2004.



sua vez está alterando o ecossistema, causando intensos desastres naturais tais como, tornados, trombas d'água, longos períodos de secas ou excesso de chuvas em algumas regiões, variações bruscas de temperatura etc. Com isto o ciclo hidrológico também está sendo alterado, reduzindo gradativamente a capacidade dos recursos hídricos disponíveis.

O crescimento populacional das grandes cidades e a falta de fiscalização eficiente propicia a ocupação irregular de áreas de mananciais dificultando a capacidade de infiltração de água de chuva, aumentando a probabilidade de enchentes e comprometendo cada vez mais a qualidade e a quantidade das águas superficiais e subterrâneas (TOMAZ, 2005).

Este trabalho propõe mostrar um caso de aproveitamento da água de chuva como forma de minimizar e racionalizar o consumo de água potável para atividades que não requerem o uso de água tratada, como por exemplo: lavagem de pátio, irrigação de jardins, descargas de banheiros, dentre outros, conseqüentemente reduzindo custos com a aquisição de água tratada. Além dos benéficos citados, o processo de captação de água de chuva poderá auxiliar no controle de alagamentos provocados por uma precipitação elevada e concentrada na região estudada.

Embora este trabalho esteja direcionado para um shopping center, julgou-se que, guardadas as devidas particularidades, ele poderá ser adaptado para aplicação em outros tipos de edificações.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Apresentar a rentabilidade econômica com a utilização do sistema de captação, armazenamento da água de chuva implantado no Shopping Center Modelo<sup>3</sup>, na cidade de Belo Horizonte/MG, e avaliar sua contribuição para a utilização sustentável deste recurso, bem como mostrar que este sistema também pode ajudar na amortização de cheia.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Investigar os tipos de prensas e máquinas similares existentes na empresa;
- Efetuar uma análise de riscos nas prensas e máquinas similares disponibilizadas pela empresa;
- Identificar na prática as reais dificuldades e benefícios da implantação de sistemas de segurança nas prensas e máquinas similares da empresa.

## **1.3 Justificativa**

Com o aumento da população nos centros urbanos ocorre também o aumento no volume de água tratada, este não é acompanhado na mesma proporção em sua captação. Espera-se que o seu uso sustentável e racional deva fazer parte da rotina da sociedade. Portanto a implantação de sistemas de reaproveitamento de água para fins não potável é uma das alternativas de uso sustentável da água fornecida pelas distribuidoras.

Pelos motivos sintetizados acima a elaboração deste trabalho busca mostrar a sociedade que a implantação de um sistema de captação de água de chuva é importante para a preservação da bacia hidrográfica.

---

<sup>3</sup> “Shopping Center Modelo” é o nome fictício dado ao shopping center em estudo, pois a Administração do shopping solicitou que o seu nome real não fosse divulgado neste trabalho.

O projeto analisado proporciona um conhecimento sobre a sustentabilidade e uma forma de aproveitar um recurso de suma importância para a sociedade, a água. Além disso, através deste trabalho os profissionais de engenharia de produção, terão parâmetros técnicos de redução de custos, com água tratada, podendo assim usá-lo como base para a justificativa para a implantação de sistemas similares nas organizações em que atuam.

Outro importante benefício é a melhoria da imagem do shopping perante a sociedade, apresentando aquele empreendimento como uma empresa sustentável, tornando-o um incentivador a outros empreendimentos similares.

Por fim este trabalho pode ser usado como base para fonte de estudos para aqueles que tenham interesse neste assunto.

## **2.Referencial Teórico**

### **2.1 Histórico da Utilização da Água da Chuva**

Ocorrem registros milenares sobre a utilização da água de chuva para a produção de alimentos, higiene, criação de animais e até mesmo consumo humano, conforme podemos verificar a seguir.

Conforme Tomaz (2003), uma das inscrições mais antigas conhecidas, é a famosa Pedra Moabita, encontrada no Oriente Médio e datada de 850 a.C. onde o rei Meshá sugeria que cada casa construísse um reservatório de água de chuva.

Pesquisas arqueológicas descobriram na Mesopotâmia doze reservatórios de água de chuva subterrâneos que totalizam um volume de 1.187m<sup>3</sup> de água, provavelmente para o abastecimento público. Esses reservatórios foram construídos por volta de 2.750 a.C..

Segundo Oliveira (2004), o reservatório Sarayi Yerebatan (água de chuva) em Istambul, Turquia, que foi construído durante o reinado de César Justinian entre os anos de 527 a 565 a.C., tendo dimensões de 140 x 70 metros, possui capacidade aproximada de 80.000 m<sup>3</sup>.

A famosa fortaleza de Massada, em Israel, possui dez reservatórios cavados nas rochas com capacidade de armazenamento total de 40 milhões de litros de água de chuva (TOMAZ, 2003).

Na Península de Iucatã, no México, existem reservatórios que datam de antes da chegada de Cristóvão Colombo à América, e que estão ainda em uso (TOMAZ, 2003).

No Planalto de Loess na China já existiam cacimbas e tanques para armazenamento de água de chuva há dois mil anos atrás. Na Índia existem inúmeras experiências tradicionais de colheita e aproveitamento de água da chuva. Também no deserto de Negev, hoje território de Israel e da Jordânia, constam registros que há dois mil anos existiu um sistema integrado de manejo de água de chuva (GNADLINGER, 2000).

De acordo com Gnadlinger (2000), o México é rico em antigas tecnologias de captação de água de chuva, datadas da época dos Aztecas e Mayas. Ao sul da cidade de Oxkutzcab ao pé do Monte Puuc ainda hoje se pode ver obras realizadas pelos Mayas. No século X, havia naquela região agricultura que utilizava a água de chuva captada para irrigação. O povo daquele tempo vivia em encostas e sua água potável era armazenada em reservatórios subterrâneos esculpidos na rocha calcária com capacidade entre 20.000 a 45.000 litros, chamados “Chultuns”

Foram encontrados recentemente na África no Norte do Egito, tanques de 200 a 2000 metros cúbicos, para armazenar água de chuva e muitos deles são utilizados até hoje.

Esta alternativa de reaproveitamento da água da chuva perdeu força com a inserção de tecnologias mais modernas de abastecimento de água para sociedade com construções de grandes reservatórios de água e transporte através de aquedutos e adutoras e o desenvolvimento de técnicas para retirada de águas subterrâneas.

## 2.2 Disponibilidades de Recursos Hídricos no Brasil

“A América do Sul detém 23,1% da produção hídrica mundial sendo segunda maior fonte do planeta, 12% destes recursos se encontram no Brasil”<sup>4</sup>

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal (1999), o território brasileiro é constituído de três grandes bacias e de dois complexos de bacias hidrográficas. As três bacias são: a do rio Amazonas, a do rio Tocantins e a do São Francisco, e os dois complexos de Bacias são o do Prata e do Atlântico. O complexo da Bacia do Prata é constituído de três bacias: Alto Paraguai, Paraná e Uruguai e o complexo atlântico é subdividido nos seguintes complexos: Atlântico Norte, Atlântico Nordeste, Atlântico Leste 1, Atlântico Leste 2 e Sudeste.

Sabe-se que as regiões Sudeste e Nordeste contêm a maior parte da população brasileira e, no entanto, dispõem das menores reservas de água do país. Na região Sudeste além da pouca existência de fontes o problema da escassez é agravado pela poluição dos rios devido à atividade industrial, insumos agrícolas, poluentes e despejos urbanos. Cerca de 55% da água que abastece a região metropolitana de São Paulo é importada de outras bacias em vista da pouca disponibilidade na região. Já o Nordeste brasileiro é caracterizado pela grande sazonalidade nos períodos secos e chuvosos. No semi-árido nordestino as precipitações situam-se na faixa de 250 mm/ano a 600 mm/ano. (TOMAZ, 2005).

A produção hídrica, entendida como o deflúvio anual que flui para o Oceano Atlântico é, em território brasileiro, de aproximadamente 168.790 m<sup>3</sup>/s. Considerando também a vazão produzida na área da bacia Amazônica que se encontra em território estrangeiro, estimada em 89.000 m<sup>3</sup>/s. A disponibilidade hídrica total do País atinge 257.790 m<sup>3</sup>/s. (TOMAZ, 2005)

Apesar do enorme potencial hídrico brasileiro, devido a sua distribuição, em várias regiões encontram-se carência de água tanto no âmbito da dessedentação da própria população como na utilização para a higienização, a irrigação, o saneamento básico, e até mesmo para a pesca.

De acordo com Tomaz (2005) as regiões Sudeste e Nordeste concentram a maior parte da população brasileira e, no entanto dispõem das menores reservas de água do país. Na região Sudeste além da existência de poucas fontes, o problema da escassez é agravado pela poluição dos rios devido à atividade industrial, insumos agrícolas, poluentes e despejos urbanos. Cerca de 55%<sup>5</sup> da água que abastece a região metropolitana de São Paulo é importada de outras bacias devido a falta de disponibilidade de água na região. Já o Nordeste brasileiro é caracterizado pela grande sazonalidade nos períodos secos e chuvosos. No semi-árido nordestino as precipitações situam-se na faixa de 250 mm/ano a 600 mm/ano.

---

<sup>4</sup> TOMAZ, (2005).

<sup>5</sup> TOMAZ, (2005)

A tabela 1 abaixo apresenta a distribuição da disponibilidade hídrica no Brasil, e pode-se observar que na região Norte tem o maior percentual de vazão/ano, porém é nesta região que ocorre escassez de água potável para a população.

TABELA 1 Disponibilidade hídrica no Brasil

<b>Regiões</b>	<b>Vazão (Km<sup>3</sup>/ano)</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
Norte	3.845,5	68,5
Centro-Oeste	878,7	15,7
Sul	365,4	6,5
Sudeste	334,2	6,0
Nordeste	186,2	3,3
<b>TOTAL</b>	<b>5.610,0</b>	<b>100,0</b>

Fonte: Tomaz (2005), p21.

### 2.3 Balanço Hídrico

O termo Balanço Hídrico é uma expressão da continuidade aplicada ao Ciclo Hidrológico em uma determinada bacia hidrográfica ou determinada região. De acordo com Galvani (2008), O balanço de água no solo, conhecido e reconhecido, nacional e internacionalmente como balanço hídrico, é a contabilização da água que entra e sai do solo. A variação de armazenamento de água num volume considerado ( $\Delta ARM$ ), por intervalo de tempo, representa o balanço entre a entrada e a saída da água do sistema.

Como o volume de chuva é medido em milímetros, ou seja, em litros de água por m<sup>2</sup> de superfície, para facilitar a contabilização do balanço hídrico, adota-se também uma área superficial de 1 m<sup>2</sup> para o volume de controle.

### 2.4 Ciclo hidrológico

O ciclo da água, conhecido cientificamente como o ciclo hidrológico, refere-se à troca contínua de água na hidrosfera, entre a atmosfera, a água do solo, águas superficiais, águas subterrâneas das plantas. A água se move perpetuamente através de cada uma destas regiões. Conforme Braga et al, (2005) podemos resumir o ciclo hidrológico através das seguintes etapas:

- Detenção: parte da precipitação fica retida na vegetação, depressões do terreno e construções. Essa massa de água retorna à atmosfera pela ação da evaporação ou penetra no solo pela infiltração;
- Escoamento Superficial: constituído pela água que escoar sobre o solo, fluindo para locais de altitude inferiores, até atingir um corpo d água como rio, lago ou oceano. A água que compõe o escoamento superficial pode também sofrer infiltração para camadas superiores do solo, ficar retida ou sofrer evaporação;
- Infiltração: a água infiltrada pode sofrer evaporação, ser utilizada pela vegetação, escoar ao longo da camada superior do solo ou alimentar o lençol de água subterrânea;
- Escoamento Subterrâneo: constituído por parte da água infiltrada na camada superior do solo, sendo bem mais lento que o escoamento superficial. Parte deste escoamento alimenta os rios e os lagos, além de ser responsável pela manutenção destes corpos durante época de estiagem;
- Evapotranspiração: parte da água existente no solo que é utilizada pela vegetação e é eliminada pelas folhas na forma de vapor;

f) Evaporação: em qualquer das fases descritas anteriormente, a água pode voltar à atmosfera na forma de vapor, reiniciando o ciclo hidrológico;

g) Precipitação: a água que cai sobre o solo ou sobre um corpo de água.

De acordo com Carvalho e Silva (2004), o ciclo hidrológico é impulsionado fundamentalmente pela energia solar associada à gravidade e à rotação terrestre. É o fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, impulsionado, ligado ao movimento e à troca de água nos seus diferentes estados físicos, que ocorre na hidrosfera, entre os oceanos, as calotas de gelo, as águas superficiais, as águas subterrâneas e a atmosfera. Ainda conforme os autores, este movimento permanente deve-se ao sol, que fornece a energia para elevar a água da superfície terrestre para a atmosfera (evaporação), e a gravidade, que faz com que a água condensada se caia (precipitação) e que, uma vez na superfície, circule através de linhas de água que se reúnem em rios até atingir os oceanos (escoamento superficial) ou se infiltre nos solos e nas rochas, através dos seus poros, fissuras e fraturas (escoamento subterrâneo). Nem toda a água precipitada alcança a superfície terrestre, já que uma parte, na sua queda, pode ser interceptada pela vegetação e volta a se evaporar.

A água que se infiltra no solo é sujeita a evaporação direta para a atmosfera e é absorvida pela vegetação, que através da transpiração a devolve à atmosfera. Este processo chamado evapotranspiração ocorre no topo da zona não saturada, ou seja, na zona onde os espaços entre as partículas de solo contêm tanto ar como água.

A água que continua a infiltrar-se e atinge a zona saturada, entra na circulação subterrânea e contribui para um aumento da água armazenada (recarga dos aquíferos). O topo da zona saturada corresponde ao nível freático. No entanto, a água subterrânea pode ressurgir à superfície através das nascentes e alimentar as linhas de água ou ser descarregada diretamente no oceano.

A quantidade de água e a velocidade com que circula nas diferentes fases do ciclo hidrológico são influenciadas por diversos fatores como, por exemplo: a cobertura vegetal, a altitude, a topografia, a temperatura, o tipo de solo e a geologia.

Através do ciclo hidrológico a água se constitui em um recurso renovável que quando reciclada por meio de sistemas naturais, é um recurso limpo e seguro que através da atividade antrópica<sup>6</sup> é deteriorada a níveis diferentes de poluição.

A qualidade e a quantidade de água disponível podem sofrer alterações em decorrência de causas naturais e também antrópicas. O desenvolvimento econômico e a complexidade da organização das sociedades humanas produziram inúmeras alterações no ciclo hidrológico e na qualidade da água, (ALVES, 2009).

Da água precipitada uma parte cai diretamente sobre a superfície líquida, outra escoar pela superfície do solo até atingir rios, lagos, reservatórios e oceanos. Outra parte pode retornar imediatamente à atmosfera por evaporação das superfícies líquidas, do terreno e das plantas ou escoar no interior do solo.

Uma fração da água que iniciou a infiltração retorna a superfície do solo por capilaridade, evaporação ou é absorvida pelas raízes dos vegetais sendo posteriormente transpirada. O remanescente da água infiltrada constitui a água subterrânea, parte dela é

---

<sup>6</sup> Alterações causadas por ação do homem.

descarregada na superfície da terra. E aí ocorre a evaporação de toda a parte líquida, formando as nuvens, criando a precipitação e começa tudo de novo, formando um ciclo interminável.

## 2.5 Tratamento da Água de Chuva

Os processos de tratamento da água podem ser classificados em físico, químico e biológico.

Segundo Philippi (2005), os processos físicos são utilizados para separar sólidos presentes na água, podendo também ser empregados para equalizar e homogeneizar um efluentes.

São considerados tratamentos biológicos aqueles que dependem da ação de microorganismos aeróbicos ou anaeróbicos, para transformar a matéria orgânica sólida dissolvida em suspensão através da respiração e alimentação em sais minerais, gás carbônico, água e outros, (PHILIPPI, 2005).

Para Philippi (2005), a utilização de produtos químicos no tratamento aumenta a eficiência de remoção de impurezas, modificando o estado ou estrutura da substância o que alteram suas características químicas.

Tratar água proveniente de chuva, coletada de áreas como telhados e pisos, além de ajudar a preservar o meio ambiente, poderá reduzir os custos com água tratada. A água a ser tratada é canalizada para um reservatório, onde deverá ter previamente um tratamento físico para separação de sólidos (folhas, galhos, etc.). O equipamento conduzirá esta água que passará por um filtro de areia para remoção de sólidos finos e posteriormente por um sistema de desinfecção onde recebe o tratamento químico, (figura 1). Após estes processos a água estará apta para uso e poderá ser armazenada em reservatórios secundários (ALFAMEC, 2009).

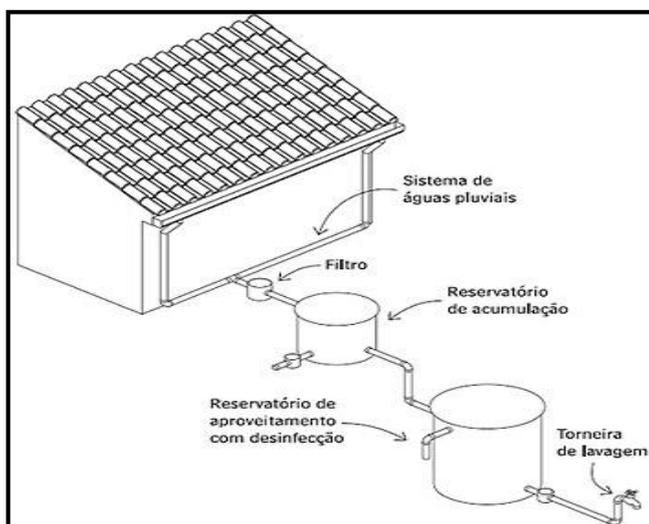


Figura 1 - Tratamento de água da chuva.

Fonte: [www.deco.ind.br](http://www.deco.ind.br)

## 3. Metodologia

Este estudo é caracterizado como pesquisa exploratória, pois se inicia com o levantamento das condições atuais da empresa estudada. Segundo GIL (2002), o objetivo do desenvolvimento de pesquisas exploratórias é proporcionar a visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato.

### 3.1 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada através de entrevista com o engenheiro civil responsável técnico pelo projeto de implantação do sistema, através de levantamento de campo da área de contribuição, através de pesquisas, na internet, dos índices pluviométricos e custos com uso de água tratada, e a capacidade do sistema pela análise documental do projeto.

### 3.2 Índices Pluviométricos

Os dados referentes à precipitação da região estudada foram obtidos através do SIMGE<sup>7</sup>, órgão governamental que monitora e divulga este índice, analisando os mapas climatológicos mensais dos últimos cinco anos. A seguir a figura de um dos mapas analisados.

### 3.3 Consumo de água no shopping

O consumo médio mensal foi informado durante o levantamento de campo através de entrevista com o engenheiro Ricardo Cláudio Gallo, pois a administração do shopping não permitiu a pesquisa documental das notas emitidas pela concessionária fornecedora de água tratada, COPASA.

### 3.4 Área de contribuição ou de captação

A área de contribuição foi calculada em conformidade com a norma ABNT NBR 10844/89 e com base nos desenhos do projeto. Estes foram disponibilizados em extensão dwg<sup>8</sup> apenas com referência de escala, sem cotas necessárias para calcular a área de contribuição. Sendo assim, através do programa AutoCAD foram incluídas as cotas no projeto, e para certificar que a escala informada estava correta foram realizadas *in-loco* por amostragem algumas medidas e essas foram comparadas com as incluídas no projeto. Dessa forma garantindo a confiabilidade dos cálculos.

### 3.5 Vazão de escoamento superficial

De modo bem simplificado, vazão de escoamento é o produto de intensidade de chuva pela área de contribuição e também foi calculada conforme a NBR 10844/89, pela fórmula:

$$Q = \frac{I \cdot A}{60}$$

Onde: Q = vazão do projeto, em L/min. I = intensidade pluviométrica, em mm/h. A = área de contribuição, em m<sup>2</sup>

A vazão de projeto possibilitou verificar o volume potencial médio de água armazenado e determinar o custo médio que está sendo economizado pelo shopping.

### 3.6 Custo economizado com o uso do sistema.

Para determinar o valor médio mensal economizado pelo Shopping com a utilização do sistema instalado foi utilizado a capacidade nominal calculada do sistema e o valor em m<sup>3</sup> conforme a Resolução 004, de 23 de março de 2011 da Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais – ARSAE-MG.

<sup>7</sup> SIMGE – Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas gerais.

<sup>8</sup> dwg – extensão de arquivos gerados softwares para desenhos, como por exemplo Auto Cad.

## 4. Resultados

### 4.1 Custo de implantação e consumo médio

Conforme o Engenheiro civil, responsável técnico pelo projeto, o custo da implantação do sistema de captação de águas pluviais foi aproximadamente de R\$ 55.000,00 e o consumo médio de utilização de água para abastecimento do shopping estudado é de 60.000 m<sup>3</sup>

### 4.2 Índice pluviométrico

Os índices pluviométricos considerados foram os dos últimos 60 meses retroativos a partir de maio de 2011. Os valores foram interpretados a partir dos mapas consultados no site do SIMGE e compilados na tabela 4 abaixo.

TABELA 4  
Índice pluviométrico

Meses/Anos	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Média
Janeiro	x	350	275	300	225	250	280
Fevereiro	x	150	150	200	75	75	130
Março	x	125	100	250	250	300	205
Abril	x	10	80	60	80	60	58
Maio	x	10	10	30	40	5	19
Junho	5	5	10	30	5	x	10
Julho	10	10	10	5	5	x	6
Agosto	20	5	5	30	5	x	9
Setembro	90	5	5	100	40	x	30
Outubro	175	100	100	300	150	x	130
Novembro	200	125	125	200	350	x	160
Dezembro	275	225	225	500	250	x	240
Média total	110,71	93,33	91,25	167,08	122,92	138,00	120,54

### 4.2 Cálculo da área de contribuição

Todas as medidas necessárias para calcular as áreas de contribuição por telhado foram apuradas e foram feitos os cálculos que estão expostos na tabela 5 a seguir:

TABELA 5  
Resultado dos cálculos das áreas de contribuição por telhado<sup>9</sup>

Telhados	Variáveis (m)				Área (m <sup>2</sup> )
	a	b	h	h/2	
1	2,00	30,57	0,20	0,10	64,20
2	4,00	30,57	0,20	0,10	125,34
3	4,00	30,57	0,20	0,10	125,34
4	4,00	10,95	0,20	0,10	44,90
5	4,00	41,51	0,20	0,10	170,19
6	4,00	41,51	0,20	0,10	170,19
7	4,00	55,64	0,20	0,10	228,12

<sup>9</sup> A tabela 5 deve ser analisada em conjunto com os Anexos A e B – Desenho do telhado com a distribuição em detalhes das áreas de contribuição.

8	4,00	22,25	0,20	0,10	91,23
9	4,00	24,25	0,20	0,10	99,43
10	4,00	28,25	0,20	0,10	115,83
11	2,00	28,25	0,20	0,10	59,33
12	4,00	4,00	0,20	0,10	16,40
13	4,00	5,75	0,20	0,10	23,58
14	4,00	14,12	0,20	0,10	57,89
15	4,00	14,12	0,20	0,10	57,89
16	2,00	14,12	0,20	0,10	29,65
17	6,00	36,75	0,20	0,10	224,18
18	4,00	36,75	0,20	0,10	150,68
Área Total					1.854,33

## 4.2 Cálculo da vazão escoada

Após apuração da área de contribuição e com a média da precipitação hidrológica dos últimos cinco anos foram feitos os cálculos da vazão média mensal que são apresentadas na tabela 6 a seguir:

TABELA 6  
Resultado dos cálculos da vazão por telhado

Telhado (Projeto)	Variáveis m				Área m <sup>2</sup>	Índice médio Pluviométrico mm/h	Vazão L/min
	a	b	h	h/2			
1	2	30,57	0,2	0,1	64,20	120,54	128,97
2	4	30,57	0,2	0,1	125,34	120,54	251,80
3	4	30,57	0,2	0,1	125,34	120,54	251,80
4	4	10,95	0,2	0,1	44,90	120,54	90,19
5	4	41,51	0,2	0,1	170,19	120,54	341,91
6	4	41,51	0,2	0,1	170,19	120,54	341,91
7	4	55,64	0,2	0,1	228,12	120,54	458,30
8	4	22,25	0,2	0,1	91,23	120,54	183,27
9	4	24,25	0,2	0,1	99,43	120,54	199,74
10	4	28,25	0,2	0,1	115,83	120,54	232,69
11	2	28,25	0,2	0,1	59,33	120,54	119,18
12	4	4	0,2	0,1	16,40	120,54	32,95
13	4	5,75	0,2	0,1	23,58	120,54	47,36
14	4	14,12	0,2	0,1	57,89	120,54	116,31
15	4	14,12	0,2	0,1	57,89	120,54	116,31
16	2	14,12	0,2	0,1	29,65	120,54	59,57
17	6	36,75	0,2	0,1	224,18	120,54	450,37
18	4	36,75	0,2	0,1	150,68	120,54	302,71
Média geral					1.854,33		3725,35

Tomando-se o mesmo procedimento foi calculada a vazão com a precipitação média (120,54 mm/h). Sendo assim o volume de chuva com este índice foi de 0,062m<sup>3</sup>/s.

## 4.3 Capacidade do sistema instalado

Conforme o projeto, e conferência *in loco*, estão instalados 26 reservatórios de 2,5m<sup>3</sup> cada. Sendo assim a capacidade do sistema instalado é de 65m<sup>3</sup>.

#### 4.4 Valor economizado com o uso do sistema

O cálculo do valor economizado com o sistema foi feito com base na vazão média mensal dos últimos cinco anos considerando-se a classe de consumo: comercial; intervalo de consumo: acima de 100m<sup>3</sup>; tarifa de aplicação: Água e EDT, (já que seria tarifada desta forma se consumida da COPASA), a tabela 6 a seguir.

TABELA 6  
Valor médio economizado por ano (últimos 5 anos)

Meses	Vazão média mm/h	Valor Tarifa água R\$	Valor Tarifa esgoto R\$	Valor total tarifa R\$	Valor Economizado R\$
Janeiro	280	6,297	4,723	11,02	3.085,60
Fevereiro	130	6,297	4,723	11,02	1.432,60
Março	205	6,297	4,723	11,02	2.259,10
Abril	58	6,297	4,723	11,02	639,16
Mai	19	6,297	4,723	11,02	209,38
Junho	10	6,297	4,723	11,02	110,20
Julho	6	6,297	4,723	11,02	66,12
Agosto	9	6,297	4,723	11,02	99,18
Setembro	30	6,297	4,723	11,02	330,60
Outubro	130	6,297	4,723	11,02	1.432,60
Novembro	160	6,297	4,723	11,02	1.763,20
Dezembro	240	6,297	4,723	11,02	2.644,80
Total					14.072,54

#### 5 Conclusão.

Analisando os resultados conclui-se que o investimento inicial será pago em 4 anos, pois a economia média apurada é de aproximadamente R\$ 14.000,00 reais por ano.

A precipitação média calculada de 0,062m<sup>3</sup>/s possibilita completar a capacidade do sistema em 17 minutos, porém como este volume é médio o reservatório poderá não estar completo em algumas estações do ano e estará saturada em outras épocas.

Com a contenção da água pluvial na bacia diminui o impacto causado por enchentes, além disso é um projeto que contribui para a sustentabilidade e o uso racional da água, recurso escasso nos dias de hoje.

Como o principal objetivo do sistema é a conservação do estacionamento, este sistema está devidamente dimensionado, porém notou-se que a capacidade do sistema pode ser ampliada em função da precipitação calculada, podendo ser utilizado para outras finalidades.

Sob o aspecto social, a implantação do sistema trouxe ao empreendimento uma visão de organização que produz serviços respeitando o meio ambiente e agindo com sustentabilidade e responsabilidade ambiental.