

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**ADRIANO BORGES CANDEIA SEGUNDO**

**SISTEMA DE REAPROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS:  
elaboração de projeto para indústria de fabricação de painéis metalúrgicas**

SÃO LUÍS – MA

2017

ADRIANO BORGES CANDEIA SEGUNDO

**SISTEMA DE REAPROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS: elaboração de projeto para indústria de fabricação de painéis metalúrgicas**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Maranhão para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Rogério Frade da Silva Souza

SÃO LUÍS – MA  
2017

Candeia Segundo, Adriano Borges.

Sistema de reaproveitamento de águas pluviais: elaboração de projeto para indústria de fabricação de painéis metalúrgicos. / Adriano Borges Candeia Segundo. – São Luís, 2017.

87f.

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual do Maranhão, 2017.

Orientador: Prof. Me. Rogério Frade da Silva Souza.

1. Projeto. 2. Sustentabilidade. 3. Reuso 4. Recursos hídricos. I. Título.

CDU 624:502.131.1

ADRIANO BORGES CANDEIA SEGUNDO

**SISTEMA DE REAPROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS: elaboração de projeto para indústria de fabricação de painéis metálgicas**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Maranhão para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em 26 / 06 / 2017

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Me. Rogério Frade da Silva Souza (orientador)  
Universidade Estadual do Maranhão

---

Prof. Me. Ronaldo Sérgio de Araújo Coêlho  
Universidade Estadual do Maranhão

---

Prof. Esp. José de Ribamar Rodrigues Fernandes  
Universidade Estadual do Maranhão

Dedico este trabalho a Francisco de Assis de  
Morais Guedes.

## **AGRADECIMENTO**

A Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

Aos meus pais e irmãos, por serem a minha base estrutural para a concretização deste sonho.

A minha melhor amiga e namorada, pelo apoio incondicional.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

## RESUMO

Tendo em vista que a água é um recurso limitado e imprescindível à vida, questões sobre conservação, preservação e sustentabilidade dos recursos hídricos vêm sendo cada vez mais destacadas na atualidade. As técnicas de aproveitamento de água pluvial são soluções sustentáveis que contribuem para o uso racional da água, proporcionando a conservação dos recursos hídricos para as gerações vindouras.

Este trabalho tem por finalidade a elaboração de um projeto para a captação e o aproveitamento da água da chuva em uma indústria do setor metalúrgico, localizada na cidade de Patos, estado da Paraíba, Nordeste do Brasil.

Palavras-chave: Projeto. Sustentabilidade. Reuso. Recursos hídricos.

## **ABSTRACT**

Bearing in mind that water is a limited resource and indispensable to life, issues about conservation, preservation and sustainability of water resources have been more highlighted nowadays. The Rainwater reuse techniques are sustainable solutions that contribute to rational water use, providing water resources conservation for future generations.

The aim of this work is a project to rainwater harvesting and utilization in a metallurgical sector industry located, in Patos city, Paraíba State, Northeast Brasil.

Key words: Project. Sustainability. Reuse

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Ciclo hidrológico .....	04
Figura 2 -	Influência da qualidade do sistema de saneamento na saúde.....	16
Figura 3 -	Esquema de sistema aproveitamento de água de chuva.....	37
Figura 4 -	Dimensões de uma cobertura do tipo duas águas.....	38
Figura 5 -	Dispositivo de descarte de águas iniciais .....	40
Figura 6 -	Área de Estudo .....	43
Figura 7 -	Localização em mapa das cidades Patos-PB e São Gonçalo – PB.....	46
Figura 8 -	Ábaco para a determinação de diâmetro de condutores verticais .....	48
Gráfico 1 -	Distribuição hídrica doce e salgada na terra.....	06
Gráfico 2 -	Distribuição da água dulcícola da Terra.....	07
Quadro 1 -	Classificação da qualidade da água de acordo com o uso.....	10
Quadro 2 -	Doenças relacionadas à água ou de transmissão hídrica .....	15
Quadro 3 -	Doenças transmitidas por bactérias, vírus, protozoários e helmintos .....	17
Quadro 4 -	Classificação das águas doces .....	20
Quadro 5 -	Comparação do volume de reservatório para diversos métodos de cálculo .....	41
Quadro 6 -	Frequência de manutenção das instalações do sistema .....	42

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Parâmetros de aproveitamento de água da chuva para uso não potável.....	10
Tabela 2 -	Composição hídrica de agentes poluentes.....	14
Tabela 3 -	Resultados dos cálculos de área de captação dos galpões.....	45
Tabela 4 -	Resultado das vazões de projeto.....	47
Tabela 5 -	Determinação do diâmetro interno das calhas.....	47
Tabela 6 -	Diâmetro dos condutores verticais ou tubos de queda .....	48
Tabela 7 -	Diâmetros dos condutores horizontais de cada galpão.....	49
Tabela 8 -	Estimativa de consumo diário predial .....	49
Tabela 9 -	Estimativa de consumo diário predial .....	40
Tabela 10 -	Diâmetro da tubulação extravasora em função do diâmetro da tubulação do alimentador predial .....	52
Tabela 11 -	Diâmetro da tubulação de limpeza em função da capacidade do reservatório .....	52
Tabela 12 -	Diâmetro de tubulação de vazão .....	53
Tabela 13 -	Perda de carga na tubulação de recalque.....	55
Tabela 14 -	Perda de carga na tubulação de sucção .....	56
Tabela 15 -	Valor de acréscimo a ser adotado ao conjunto motor-bomba .....	57

## LISTA DE SIGLAS

ABES	Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas
CREA-PR	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
FUNASA	Fundação Nacional da Saúde
NBR	Norma Brasileira
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PMBOK	Project Management Body of Knowledge
PNCDA	Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNRH	Programa Nacional de Recursos Hídricos
SRH	Secretaria de Recursos Hídricos

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>01</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>03</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral</b>	<b>03</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>03</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>04</b>
<b>3.1</b>	<b>Ciclo hidrológico</b>	<b>04</b>
<b>3.2</b>	<b>Disposição hídrica mundial e brasileira</b>	<b>06</b>
<b>3.3</b>	<b>Potabilidade da água</b>	<b>08</b>
<b>3.4</b>	<b>Tratamento de água</b>	<b>11</b>
<b>3.5</b>	<b>Poluição e contaminação da água</b>	<b>13</b>
<b>3.6</b>	<b>Água e saúde</b>	<b>16</b>
<b>3.7</b>	<b>Usos da água</b>	<b>17</b>
<b>3.8</b>	<b>Legislação e normas referentes à água</b>	<b>21</b>
<b>3.9</b>	<b>Sustentabilidade</b>	<b>26</b>
<b>3.10</b>	<b>Reuso da água</b>	<b>31</b>
<b>3.11</b>	<b>Definições relacionadas ao reuso da água</b>	<b>33</b>
<b>3.12</b>	<b>Projetos e sua importância</b>	<b>35</b>
3.12.1	Sistemas de reuso de águas pluviais	36
3.12.2	Instalações	36
3.12.3	Captação	37
3.12.4	Filtragem e autolimpeza	39
3.12.5	Armazenagem	40
3.12.6	Distribuição	41
3.12.7	Manutenção	41
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>43</b>
<b>4.1</b>	<b>Área de estudo</b>	<b>43</b>
<b>4.2</b>	<b>Procedimentos metodológicos</b>	<b>44</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>45</b>
<b>5.1</b>	<b>Área de contribuição</b>	<b>45</b>
<b>5.2</b>	<b>IDF e vazão de projeto</b>	<b>46</b>
<b>5.3</b>	<b>Calhas</b>	<b>47</b>

<b>5.4</b>	<b>Condutores verticais ou tubos de queda</b>	<b>47</b>
<b>5.5</b>	<b>Condutores horizontais</b>	<b>48</b>
<b>5.6</b>	<b>Reservatório inferior</b>	<b>49</b>
<b>5.7</b>	<b>Reservatório superior</b>	<b>51</b>
<b>5.8</b>	<b>Estação elevatória</b>	<b>52</b>
<b>5.9</b>	<b>Cálculo das perdas de carga</b>	<b>54</b>
<b>5.10</b>	<b>Dimensionamento do ramal e sub-ramal</b>	<b>57</b>
<b>5.11</b>	<b>Levantamento de custo e da economia do sistema</b>	<b>58</b>
<b>5.12</b>	<b>Orçamento do sistema de reaproveitamento de água pluvial</b>	<b>61</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>64</b>
<b>6.1</b>	<b>Proposta para novos trabalhos</b>	<b>64</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>65</b>
	<b>APÊNDICES</b>	<b>72</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>77</b>

## CAPÍTULO 1

---

---

### Introdução

Apesar da sua grande preciosidade, a água é um recurso escasso. De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU, 2013), do total hídrico disponível no planeta, 97,5% é salgado e apenas 2,5% é doce. Desta última, temos que apenas 0,3% está disponível para o consumo, sendo encontrado de forma comum em lagos e rios. Os outros 2,2% estão dispostos em lençóis freáticos e aquíferos, nas calotas polares e geleiras.

Estudiosos do mundo inteiro advertem para a possibilidade da crise do século XXI ter a água como centro, ocasionado pelo aumento do consumo e pela deterioração de mananciais devido ao crescimento, muitas vezes sem planejamento, das áreas urbanizadas. O desenvolvimento urbano brasileiro não foge a essa regra, produzindo um aumento expressivo da frequência de inundações, da produção de sedimentos e na deterioração da qualidade da água. As ações públicas atuais estão voltadas indevidamente para medidas estruturais com visão pontual, assim como a população, que espera que essas medidas solucionem inteiramente os problemas citados. O prejuízo acaba sendo dobrado, uma vez que o problema não é resolvido apesar do alto consumo de recursos públicos (TUCCI, 1999).

Além disso, a água não está distribuída de forma igualitária em todas as regiões. Logo, essa desigualdade, aliada às demandas crescentes do uso e à degradação da qualidade hídrica provocada pelo homem, pode vir a agravar ainda mais o conflito sobre o uso da água. Principalmente em países em que a falta de recurso hídrico já é um problema há muitos anos, como Emirados Árabes Unidos e Israel. Com isso, cresce a necessidade da utilização de novas técnicas visando a um melhor aproveitamento de água. Neste contexto, a engenharia busca incessantemente novos métodos e tecnologias para solucionar os problemas hídricos, sempre se adaptando ao contexto social para fornecer uma melhor qualidade de vida à população.

Segundo Cordeiro e Robles Júnior (2011), a qualidade da construção civil está avançando tecnologicamente no campo da engenharia civil, e a rápida evolução dos métodos e processos executivos obrigam a uma especialização crescente, acarretando uma organização cada vez mais complexa nas obras. Tendo em vista estes avanços tecnológicos, é importante ressaltar as novas modalidades sustentáveis que surgem para suprir a demanda hídrica populacional.

Para o uso não potável, uma das maneiras de suprir a grande demanda da população é realizando o método de captação e aproveitamento de água da chuva. A água coletada tem qualidade para uso em muitas atividades. Para a aplicação do sistema é necessário o estudo de viabilidade técnica de implantação.

Segundo Nogueira (2003), as águas das chuvas são consideradas esgoto pela legislação brasileira, pois elas usualmente vão dos telhados e dos pisos para as bocas de lobo, de onde carregam impurezas dissolvidas ao serem arrastadas para um rio, de onde pode ser captada para tratamento e posterior consumo.

Coletar água de chuva não é apenas conservar a água, mas também a energia, considerando o consumo necessário para a operação de uma estação de tratamento de água, o bombeamento e as operações correlatas de distribuição entre reservatórios (GONÇALVES, 2006).

O reúso planejado da água faz parte da Estratégia Global para a Administração da Qualidade da Água, proposta pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 2005). A OMS prevê o alcance simultâneo de três importantes elementos que são a proteção da saúde pública, a manutenção da integridade dos ecossistemas e o uso sustentado da água (UFMG et al., 2005).

Além de ser uma fonte alternativa de utilização hídrica em relação à água potável, através de um sistema de reaproveitamento de água pluvial pode-se obter uma maior conservação dos recursos hídricos disponíveis, reduzir o risco de enchentes e erosões em áreas urbanas, propiciar melhoria no nível de sustentabilidade ambiental e socioeconômica da atividade industrial e obter uma água com baixa concentração de poluentes.

O nível de complexidade da instalação do sistema de reaproveitamento de água pluvial é considerado baixo, e o fato da redução do consumo de água tratada refletir na redução da tarifa a ser paga também deve ser levado em consideração.

Este trabalho será uma pesquisa bibliográfica sobre as técnicas relativas ao reaproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis, apresentando a elaboração de um projeto para reaproveitamento de águas pluviais com fins não potáveis em uma indústria de painéis metalúrgicas, situada na cidade de Patos, mesorregião do Sertão do estado da Paraíba.

## CAPÍTULO 2

---

---

### Objetivos

#### 2.1 Objetivo geral

Realizar um estudo sobre o assunto reaproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis, bem como elaborar projeto de reuso para uma indústria metalúrgica, situada na cidade de Patos, estado da Paraíba.

#### 2.2 Objetivos específicos

- realizar um estudo sobre o reaproveitamento de água com fins não potáveis, ressaltando aspectos técnicos, legislação ambiental, dentre outros;
- coletar dados disponíveis da estrutura física da indústria de painéis metalúrgicos tais como projetos, especificações técnicas, memorial descritivo, entre outros;
- coletar dados sobre a atividade desenvolvida na indústria, enfocando as diversas possibilidades de aproveitamento das águas pluviais para fins não potáveis;
- elaborar o projeto de sistema de reaproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis, incluindo calhas, condutores verticais, tubulação, reservatórios, bombeamento, entre outros;
- identificar a redução de custos gerada a partir da implantação do sistema de reaproveitamento de água.

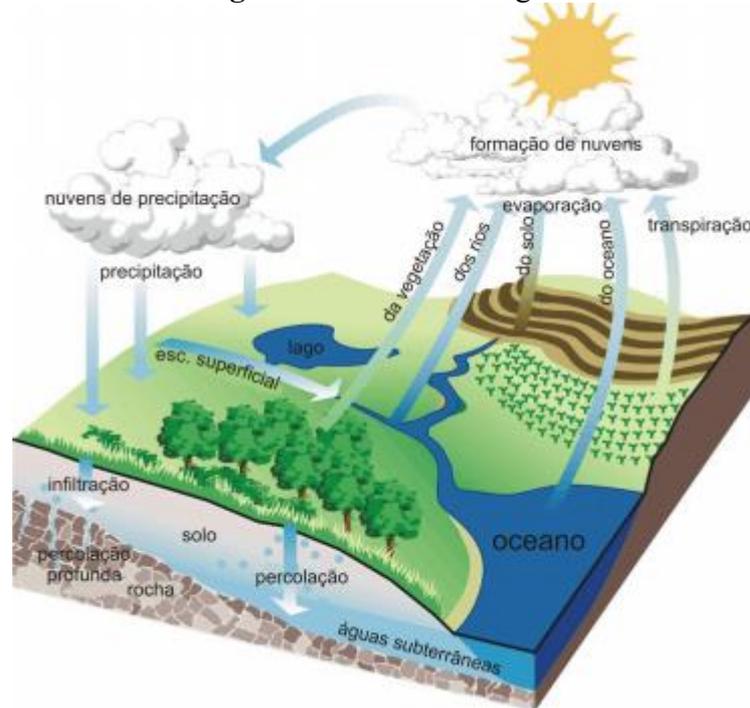
## CAPÍTULO 3

### Revisão de literatura

#### 3.1 Ciclo hidrológico

A água, existente em praticamente todo o planeta, na atmosfera, na superfície dos continentes, nos mares, oceanos e subsolo, encontra-se, nos seus diferentes estados físicos, em permanente circulação, desenvolvendo um processo denominado “ciclo hidrológico” (SANTOS et al., 2001), conforme apresentado na Figura 1.

**Figura 1** - Ciclo hidrológico



Fonte: PAZ, 2004<sup>1</sup>

O ciclo hidrológico é o processo cíclico e contínuo de transporte das águas da Terra, interligando atmosfera, continentes e oceanos. Trata-se de um processo complexo, que tem como fonte de energia o sol, contendo muitos subciclos. Como praticamente todo o

<sup>1</sup> PAZ, Adriano Rolim da. **Hidrologia aplicada**. 2004. (Apostila da disciplina ministrada na Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, para o curso de graduação em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia na unidade de Caxias do Sul). Disponível em: <[http://www.ct.ufpb.br/~adrianorpaz/artigos/apostila\\_HIDROLOGIA\\_APLICADA\\_UERGS.pdf](http://www.ct.ufpb.br/~adrianorpaz/artigos/apostila_HIDROLOGIA_APLICADA_UERGS.pdf)>. Acesso em: 18 abr. 2017.

abastecimento de água doce é resultante da precipitação proveniente da evaporação das águas marítimas, o ciclo hidrológico pode ser entendido basicamente como o processo de transferência da água dos mares para os continentes e seu retorno aos mares (TUCCI, 2000).

O vapor d'água, que tem origem na evaporação das águas dos mares, é transportado para os continentes pelo movimento das massas de ar. Se o vapor for resfriado até o seu ponto de orvalho, ele condensa na forma de pequenas gotas visíveis, vindo a constituir as nuvens, as quais, em condições meteorológicas favoráveis, avolumam-se e, sob a ação da gravidade, precipitam-se.

À medida que as chuvas caem, parte delas é interceptada pela vegetação e evaporada. Parte da precipitação que atinge a superfície do solo é devolvida para a atmosfera por evaporação, a partir das superfícies líquidas, do solo e da vegetação, e da transpiração dos seres vivos. O restante retorna aos mares por vias superficiais, subsuperficiais e subterrâneas.

Portanto, é possível resumir o ciclo hidrológico por meio dos seguintes processos:

- 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 altitudes inferiores, até atingir um corpo d'água como um rio, lago ou oceano. A água que compõe o escoamento superficial pode também sofrer infiltração para as 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 subterrâneo;
- Escoamento subterrâneo – constituído por parte da água infiltrada na camada superior do solo, sendo bem mais lento que o escoamento superficial. Parte desse escoamento alimenta os rios e os lagos, além de ser responsável pela manutenção desses corpos durante épocas de estiagem;
- Evapotranspiração – parte da água existente no solo que é utilizada pela vegetação e eliminada pelas folhas na forma de vapor;
- Evaporação – em qualquer das fases descritas anteriormente, a água pode voltar para a atmosfera na forma de vapor, reiniciando o ciclo hidrológico;
- Precipitação – água que cai sobre o solo ou sobre um corpo d'água.

Diante do exposto, a evapotranspiração é definida pelo conjunto de processos físicos (evaporação) e fisiológicos (transpiração) responsáveis pela transformação da água precipitada na superfície terrestre em vapor atmosférico (TUCCI; BELTRAME, 2000). Todavia, a transferência da água de ecossistemas naturais (floresta, área cultivada), onde o teor de umidade do solo não é limitante, ocorre devido à intensidade do potencial hídrico e às diferenças de padrões meteorológicos prevalentes no local e/ou região (REICHARDT, 1990; TUCCI, 2000).

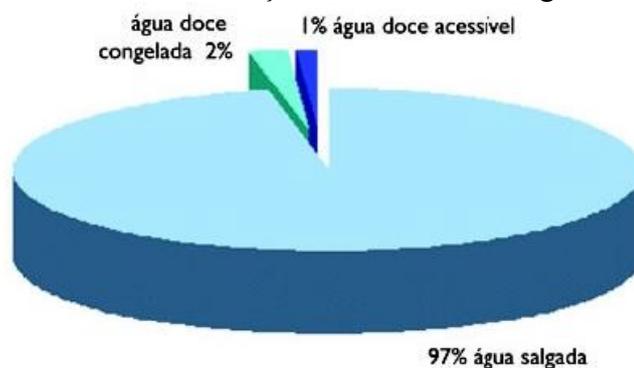
### 3.2 Disposição hídrica mundial e brasileira

A água é de longe a substância mais abundante do globo terrestre, cobrindo cerca de 71% da sua superfície (VIVACQUA, 2005). Esse valor percentual pode estar na forma líquida, sólida ou gasosa, cuja a distribuição dos volumes estocados nos principais reservatórios de água da terra.

Do volume total de água no planeta, é estimado que apenas 2,5% sejam de água doce, sendo que grande parte desse volume não está facilmente acessível. Apenas 0,266% deste total encontra-se em lagos, rios e reservatórios, estando o restante distribuído na biomassa e na atmosfera sob a forma de vapor. Assim, estima-se que somente 0,007% de toda a água doce do planeta encontra-se em locais de simples acesso para o consumo humano (UNIÁGUA, 2006).

Do volume total de água, 97% formam os oceanos e mares e 3% formam rios, lagos, aquíferos subterrâneos, geleiras e outras fontes de água doce, conforme a Gráfico 1.

**Gráfico 1 - Distribuição hídrica doce e salgada na terra**



Fonte: FRANCISCO, 2017<sup>2</sup>

<sup>2</sup> FRANCISCO, Wagner de Serqueira. A distribuição da água no planeta. 2017. Disponível em: <<http://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/a-distribuicao-agua-no-planeta.htm#>>. Acesso em: 18 abr. 2017.

Entre os 3% de água doce existente, a maior parte está sob forma de gelo, água subterrânea, rios e lagos e outros reservatórios. Conforme o Gráfico 2, por mais que se tenha grande quantidade em volume de água doce, a maior parte encontra-se inacessível e de elevado custo para sua captação, tornando mais oportuno à captação da água de superfície.

**Gráfico 2 - Distribuição da água dulcícola da Terra**



O Brasil possui uma disponibilidade hídrica estimada em 35 mil e 732 m<sup>3</sup>/hab/ano, sendo considerado um país “rico em água”. Além disso, em relação ao potencial hídrico mundial, o Brasil conta com 12% da quantidade total de água doce no mundo (TOMAZ, 2001).

A disponibilidade hídrica do Brasil encontra-se, na maior parte, distribuída em bacias hidrográficas. As principais bacias hidrográficas são do Rio Amazonas, do Tocantins-Araguaia, do São Francisco, do Atlântico Norte Nordeste, do Uruguai, do Atlântico Leste, do Atlântico Sul e Sudeste, dos Rios Paraná e Paraguai (ANEEL, 2007).

Apesar de o Brasil apresentar grande disponibilidade de recursos hídricos, eles não estão distribuídos uniformemente pelo país, havendo um grande desequilíbrio entre oferta de água e demanda.

<sup>3</sup> Estatística publicada no site Brasil Escola da uol. 2015. Disponível em <<http://s3.static.brasilecola.uol.com.br/img/2015/02/distribuicao-da-agua.jpg>>. Acesso em: 18 abr. 2017.

Verifica-se que no Brasil as regiões mais populosas são justamente as que possuem menor disponibilidade de água, por outro lado, onde há muita água, ocorre baixo índice populacional. Como exemplo, pode-se citar a Região Sudeste do Brasil, que dispõe de um potencial hídrico de apenas 6% do total nacional, porém conta com 43% do total de habitantes do país. Por outro lado, a Região Norte, que compreende a Bacia Amazônica, apresenta 69% de água disponível, contando com apenas 8% da população brasileira (GHISI, 2006).

### **3.3 Potabilidade da água**

Verificar a potabilidade da água significa analisá-la para saber se o seu consumo é seguro, ou seja, se a ingestão da água pode ou não trazer riscos à saúde do consumidor. Toda água destinada ao consumo humano deve obedecer aos padrões de qualidade estabelecidos na Portaria n. 2.914, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

Existem certos parâmetros relacionados à qualidade da água que devem ser analisados para que a mesma possa ser tratada de acordo com o uso que será dado. Os principais parâmetros a serem analisados de acordo com a CONAMA e com as normas NBR 15527 e NBR 13969, que regem a qualidade da água para os fins não potáveis, são:

#### **a) Turbidez**

Característica física da água decorrente da presença de substâncias em suspensão, ou seja, sólidos suspensos finamente divididos ou em estado coloidal. Também definido como a medida da redução da transparência ou a dificuldade de um feixe de luz atravessar certa quantidade de água. É um parâmetro que afeta diretamente a cor da água.

#### **b) pH**

Potencial Hidrogeniônico, uma escala logarítmica que mede o grau de acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma determinada solução. A água da chuva já é ligeiramente ácida devido a uma pequena quantidade de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) dissolvido na atmosfera, com um pH próximo de 5,6, tornando-se corrosivo para a maioria dos metais, para o calcário e outras substâncias. No Brasil chuvas com pH inferior a 5,0 são consideradas ácidas.

### **c) Coliformes**

São grupos de micro-organismos (bactérias) usados como indicadores de contaminação de algum corpo d'água. Seu estudo/análise pode estabelecer um parâmetro indicador da existência de possíveis microrganismos patogênicos. É um importantíssimo parâmetro biológico e também está subdividido em Coliformes Totais que estão associados à decomposição de matéria orgânica em geral e que podem ou não necessitar de oxigênio e Coliformes Fecais ou Termotolerantes, que estão associados a fezes de um animal de sangue quente.

### **d) Sólidos**

Sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado. Os métodos empregados para a determinação de sólidos são gravimétricos (utilizando-se balança analítica ou de precisão).

Para que se possa aproveitar todo o benefício da coleta e utilização da água da chuva de forma segura é preciso estabelecer os padrões de qualidade que a mesma deve atender, devendo este ser de acordo com os usos a que a mesma for destinada.

Desenvolver normas e estabelecer critérios de uso e conservação da água da chuva nas edificações é extremamente necessário nos dias atuais, tendo em vista as grandes vantagens trazidas por esse sistema, como a conservação da água, através da redução do consumo de água potável nas edificações e o controle de enchentes, auxiliando os sistemas de drenagem.

A NBR 15527/2007 (ABNT, 2007) descreve acerca do aproveitamento da água de chuva, se aplica a usos não potáveis em que essas águas captadas em uma cobertura urbana podem ser utilizadas após tratamento adequado como, por exemplo, 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.

A NBR 13.969/1997 (ABNT, 1997) descreve acerca do reuso de esgoto doméstico tratado, indicando o seu uso para fins que exigem qualidade de água não potável e sanitariamente segura, tais como irrigação dos jardins, lavagem de pisos e dos veículos automotivos, na descarga dos vasos sanitários, na manutenção paisagísticas dos lagos e canais com água, na irrigação dos campos agrícolas e pastagens.

Na Tabela 1 é descrito os parâmetros de qualidade que as águas de chuva devem ter para serem aproveitadas de acordo com a NBR 15527 e NBR 13969.

No Quadro 1, a descrição de classes de acordo com o uso desejado NBR 13969.

**Tabela 1** – Parâmetros de aproveitamento de água da chuva para uso não potável

PARAMETROS	ABNT NBR 15527:2007	ABNT NBR 13.969:1997			
	VALOR	VALOR			
		classe 1	classe 2	classe 3	classe 4
pH	6,0 a 8,0	6,0 a 8,0	-	-	-
Turbidez (UNT)	< 2,0 , para usos menos restritivos < 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	-
SDT (mg/L)	-	< 200	-	-	-
Cloro Residual (mg/L)	0,5 a 3,0	0,5 a 1,5	< 0,5	-	-
OD (mg/L de O <sub>2</sub> )	-	-	-	-	> 2,0
Coliformes Fecais (NMP/100mL)	totais e termotolerantes ausência em 100 ml	< 200	< 500	< 500	< 5000

Fonte: NBR15527/2007 e NBR13969/1997

Notas: OD – Oxigênio Dissolvido

SDT – Sólidos Dissolvidos Totais

NMP – Número Mais Provável

UNT – Unidade de Turbidez

**Quadro 1** - Classificação da qualidade da água de acordo com o uso

CLASSE DE USO	USO DA ÁGUA
Classe 1	Lavagem de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador, incluindo chafarizes;
Classe 2	Lavagens de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes;
Classe 3	Reuso nas descargas dos vasos sanitários;
Classe 4	Reuso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual.

Fonte: NBR 13969, 1997

Cabe aos órgãos competentes institucionalizar, regulamentar e promover o aproveitamento de água no Brasil, apoiando pesquisas que estudem as vantagens e problemáticas do aproveitamento da água da chuva, fazendo com que a prática se desenvolva de acordo com princípios técnicos adequados, seja economicamente viável e socialmente aceita e segura.

### 3.4 Tratamento de água

No tratamento convencional de água, após a coagulação ocorrem os processos de floculação e decantação. Como estas três etapas são desenvolvidas em série, o desempenho insatisfatório de uma das etapas compromete a qualidade do funcionamento das demais, comprometendo a produção de água que atenda aos padrões de potabilidade. Como exemplo, podemos considerar que se a velocidade de sedimentação dos flocos é baixa, o processo de decantação é comprometido e torna-se ineficiente, sobrecarregando a etapa de filtração (HELLER & PÁDUA, 2006).

Perante a incapacidade de remoção satisfatória das impurezas presentes nas águas destinadas ao abastecimento humano pela sedimentação simples, o tratamento convencional em ETA's utiliza substâncias coagulantes, que reagem com a alcalinidade do meio, seja ela natural ou adicionada, formando polímeros com valor de carga superficial positiva (hidróxidos). Estes atraem as cargas negativas dos colóides em suspensão formando partículas de maior tamanho, denominadas flocos e que apresentam velocidade de sedimentação superior (MACEDO, 2007).

**Clarificação.** O processo de clarificação de água consiste na manutenção de condições físico-químicas tais, que sólidos suspensos na água são removidos por uma sedimentação, sendo necessário trabalhar em conjunto com as cargas das partículas para se obter um resultado da sedimentação satisfatório. Para clarificar a água é necessário neutralizar as cargas negativas das partículas em suspensão e promover a aglutinação das partículas para aumentar o tamanho.

**Coagulação.** O processo de coagulação consiste nas reações das impurezas presentes na água com os compostos hidrolisados formados pela adição de agentes coagulantes. Ela corresponde a uma etapa indispensável à remoção satisfatória das partículas suspensas, coloidais, dissolvidas e outros contaminantes, responsáveis pela turbidez, cor, odor e sabor nas águas para abastecimento.

**Floculação.** A floculação é um processo fundamentalmente físico e consiste no transporte das espécies hidrolizadas, para que haja contato com as impurezas presentes na água, formando partículas maiores denominadas flocos. É um processo rápido e depende essencialmente do pH, da temperatura, da quantidade de impureza. Nesta etapa há a necessidade de agitação relativamente lenta, para que ocorram choques entre as partículas.

**Decantação.** A decantação é um fenômeno físico natural e corresponde a etapa de deposição das impurezas, aglutinadas em flocos no processo nas etapas anteriores do tratamento da água (coagulação e floculação), devido a ação da força gravitacional.

A implementação destas unidades é justificada em ETA's nas quais a água submetida ao tratamento apresenta concentrações de sólidos (dissolvidos, coloidais e/ou suspensos) elevadas, como etapa preliminar ao processo de filtração. O projeto destas unidades deve considerar a taxa de aplicação superficial, que está diretamente relacionada com a velocidade de sedimentação das partículas suspensas.

**Filtração.** A filtração consiste na remoção de partículas suspensas e coloidais presentes na água que escoam através de um meio poroso. Nas ETA's, a filtração é um processo final de remoção de impurezas, logo, principal responsável pela produção de água com qualidade condizendo com o padrão de potabilidade. Na filtração ocorre a remoção das partículas em suspensão e até mesmo parte da carga bacteriana. Esta etapa pode envolver fenômenos físicos, químicos e, às vezes, biológicos.

Para realizar a remoção de tais impurezas da água é necessário analisar o tipo de material que se deseja separar, como também, o tipo de filtro que será o mais adequado para tal processo. Deste modo, é possível verificar a velocidade com que a água passa pelo mesmo e denominar qual filtro será mais apropriado: o filtro lento ou o filtro rápido.

**Fluoretação.** A fluoretação, que não é considerada uma forma de tratamento, corresponde a adição de flúor, em geral na forma de ácido fluorsilícico, fluorsilicato de sódio, fluoreto de sódio ou fluoreto de cálcio, com a finalidade de prevenir a decomposição dos esmaltes dos dentes.

Esta medida representa uma ótima relação custo benefício, pois a adição de flúor a níveis que obtenham a máxima proteção contra a cárie (1,0 a 1,2 mg/L), representa um custo bastante reduzido. Cerca de US\$ 0,8 por pessoa/ano e de US\$ 0,03 por pessoa/ano nos EUA e na cidade de São Paulo, respectivamente.

**Desinfecção.** A desinfecção na água tem o objetivo de corrigir e prevenir. Este método busca eliminar os organismos patogênicos que possam estar presentes na água. Para

isso, é mantido um desinfetante na água fornecida à população, para prevenir algum tipo de contaminação posterior.

A desinfecção é realizada por meio de dois tipos de agentes: o físico e o químico. Dentre os agentes físicos estão a luz solar, o calor e a radiação ultravioleta, já os agentes químicos englobam o ozônio e peróxido de hidrogênio, permanganato de potássio, ácido peracético, iodo, íons metálicos, ferratos, processos oxidativos avançados, dióxido de cloro, derivados clorados (orgânicos e inorgânicos) e bromo.

Para serem usados nas ETA's, os desinfetantes devem apresentar as seguintes características:

- destruir microrganismos patológicos;
- oferecer condições seguras de transporte, armazenamento, manuseio e aplicação na água;
- determinar sua concentração na água, por meio de experimentos laboratoriais;
- produzir residual persistente na água, assegurando sua qualidade contra eventuais contaminações nas diferentes partes do abastecimento;
- não ser tóxico ao ser humano ou aos animais;

### **3.5 Poluição e contaminação da água**

Poluição é o acréscimo ao ar, à água, ao solo ou ao alimento que ameace a saúde, a sobrevivência ou as atividades dos seres humanos ou de outros organismos vivos (MILLER JR., 2012). Contaminação é a presença, num ambiente, de seres patogênicos, que provocam doenças, ou substâncias, em concentração nociva ao ser humano (NASS, 2002).

O problema da poluição da água é tão sério que dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) dão conta de que atualmente 30% da população não tem acesso à água potável e que 40% vive sem saneamento básico. Em decorrência dessa situação, diarreias e malária causam a morte de três milhões de pessoas ao ano, sendo 90% de crianças com menos de cinco anos. O problema tende a se agravar com a crescente migração para os arredores das cidades, sendo já dois bilhões o número de residentes em favelas ou assentamentos irregulares.

A composição hídrica de agentes poluentes, consiste na presença de sólidos dissolvidos, na Tabela 2 está expressa alguns sólidos. As doenças com vetores hídricos e seus devidos sintomas estão expressos no Quadro 2.

**Tabela 2 - Composição hídrica de agentes poluentes**

<b>Exemplo de Composição de Águas Doces Naturais e Água de Mar (mg/litro)</b>												
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
<b>Cálcio</b>	0.8	0.65	40.7	1.68	14	22	241	144	6.5	3.11	4540	400
<b>Magnésio</b>	1.2	0.14	7.2	0.24	13	17	7200	55	1.1	0.7	160	1350
<b>Sódio</b>	9.4	0.56	1.4	0.16	8	14	83,600	~27	~37	3.03	2740	10,500
<b>Potássio</b>	-	0.11	1.2	0.31	-	0.5	4070	~2	~3	1.09	32.1	380
<b>Bicarbonato</b>	4	-	114	5.4	104	129	251	622	77	20	55	28
<b>Sulfato</b>	7.6	2.2	36	1.3	4.7	1.3	16,400	60	15	1.0	1	185
<b>Cloretos</b>	17	0.57	1.1	0.06	8.5	33	140,000	53	17	0.5	12,600	19,000
<b>Sílica</b>	0.3	-	3.7	0.7	24	30	48	22	103	16.4	8.5	3
<b>SDT</b>	38	4.7	207	10	120	180	254,000	670	222	36	20,338	35,000
<b>pH</b>	5.5	-	-	6.9	7.7	7.0	7.4	-	6.7	6.2	6.5	-

Notas: SDT – Sólidos Dissolvidos Totais. pH é a medida da acidez - um pH menor que 7 significa uma água ácida. (-) indica que o componente da água não foi detectado ou não foi analisado. (~) aproximadamente. (1) Água de chuva. (2) Água de chuva. (3) Água do Rio Reno nos Alpes. (4) Rio em Rochas Graníticas. (5) Queda de água em estação chuvosa. (6) Queda de água em estação seca. (7) Água de lago. (8) Água de subsolo. (9) Água de subsolo. (10) Água de subsolo. (11) Água de subsolo. (12) Água de mar.

Fonte: Site Naturaltec<sup>4</sup>,2015

Há vários tipos de doenças que podem ser causadas pela água, ou seja, provocadas por organismos ou outros contaminantes disseminados diretamente por meio da água. Em locais com saneamento básico deficiente - falta de água tratada e/ou de rede de esgoto ou de alternativas adequadas para a deposição dos dejetos humanos -, as doenças podem ocorrer devido à contaminação da água por esses dejetos ou pelo contato com o esgoto despejado nas ruas ou nos córregos e rios. A falta de água também pode causar doenças, pois sua escassez impede uma higiene adequada. Incluem-se também na lista de doenças de transmissão hídrica aquelas causadas por insetos que se desenvolvem na água.

São inúmeros os contaminantes: microrganismos como bactérias, vírus e parasitas, toxinas naturais, produtos químicos, agrotóxicos, metais pesados etc. É muito

<sup>4</sup> Informações sobre Agentes de poluição e tratamentos retiradas do site da empresa Naturaltec – Tratamento de Água e Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.naturaltec.com.br/Tratamento-Agua-Poluicao.html>>. Acesso em: 8 maio 2017.

importante conhecer essas doenças e a forma como elas afetam a saúde dos grupos populacionais, onde são adquiridas e quais ações e cuidados ajudam a preveni-las ou reduzir suas ocorrências.

**Quadro 2 - Doenças relacionadas à água ou de transmissão hídrica**

<b>Principais doenças por água contaminada</b>		
<b>Doenças</b>	<b>Agentes</b>	<b>Sintomas</b>
Cólera	Vibrio cholerae	Afeta apenas os seres humanos; sua transmissão vem diretamente dos dejetos fecais de doentes; contaminação por ingestão, principalmente de água contaminada. Causa diarreia, vômitos, rápida desidratação, acidose, câimbras musculares e colapso respiratório.
Amebíase	Entamoeba histolytica	Esta ameba se alimenta do bolo alimentar e sua presença causa disenteria aguda, febre, calafrios e diarreia sanguinolenta.
Gastroenterite	Rota Vírus	Vírus que causa diarreia, vômitos, levando a desidratação grave.
Hepatite	Vírus de Hepatite A	Vírus que ataca o fígado causando febre, mal-estar geral, falta de apetite e icterícia.
Disenteria Bacilar	Bactéria Shigella	Fezes com sangue e pus seguido de vômitos e cólicas.
Poliomielite	Enterovirus poliovirus	Comum em crianças ("paralisia infantil"); através de contato fecal/oral derivado de condições sanitárias inadequadas; contaminação fecal de água e alimentos.
Febre Tifóide	Salmonella typhi	Doença contagiosa causada por bactéria; causa febre intermitente, mal-estar, manchas rosas pelo tronco, tosse e prisão de ventre.
Febre Paratifóide	Salmonella paratyphi	Transmite-se pelas fezes, mãos contaminadas, roupas, alimentos e água. Sintomas comuns são: dor de cabeça, mal-estar, fadiga, boca amarga, febre, calafrios, indisposição gástrica, diarreia e aumento do baço
Ascariíase	Ascaris lumbricoides	A infecção dos vermes ocorre por ingestão de seus ovos presentes na água e alimentos, principalmente verduras

Fonte: Site Naturaltec, 2015

O controle da transmissão de doenças deve ser feito pelas seguintes ações:

- Educação sanitária;
- Melhoria da higiene pessoal, doméstica e dos alimentos;
- Utilização e manutenção adequadas das instalações sanitárias;
- Saneamento ambiental;

- Tratamento da água;
- Tratamento e disposição adequada dos resíduos (lixo e esgoto);
- Medidas de controle de vetores.

Além dos microrganismos patogênicos, a água, por sua capacidade de dissolver quase todos os compostos químicos, pode carregar substâncias como zinco, magnésio, cálcio ou elementos radioativos, que, dependendo da concentração, podem ser nocivas à saúde. Todos têm direito à saúde, logo todos têm direito ao acesso à água de qualidade.

Definição de saúde e saneamento da Organização Mundial de Saúde (OMS):

Saúde - “Estado de completo bem-estar físico, mental e social e não apenas a ausência de doença ou enfermidade” (OMS, 2005);

Saneamento - “Controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeito nocivo sobre o seu bem-estar físico, mental ou social”. (OMS, 2005).

**Figura 2** - Influência da qualidade do sistema de saneamento na saúde



Fonte: OMS, 2005

### 3.6 Água e saúde

Doenças de transmissão hídrica são aquelas em que o veículo que leva o agente infeccioso é a água. A excreção de pessoas ou animais infectados atinge a água, causando a contaminação. Essas doenças podem ser causadas por bactérias, fungos, vírus, protozoários e helmintos.

**Quadro 3** - Doenças transmitidas por bactérias, vírus, protozoários e helmintos

<b>Microorganismo</b>	<b>Doenças</b>
Bactérias	Febre tifóide Salmoneloses Shigelose (disenteria bacilar) Gastroenterites Cólera
Vírus	Gastroenterites virais Hepatite A e E Doenças respiratórias Conjuntivites
Protozoários	Amebíase Giardiase Criptosporidiose
Helmintos	Verminoses Esquistossomose

Fonte: CETESB, 2004

De acordo Ribeiro et al. (2002), a grande ocupação e exploração de regiões próximas às praias tem gerado problemas de contaminação dos ambientes aquáticos e terrestres, expondo os frequentadores desses locais a problemas de saúde.

Segundo Brites (2007), a contaminação da água do mar gerada pelo despejo de esgoto pode contaminar o usuário com microrganismos patogênicos que podem estar presentes nas fezes humanas e causar doenças como a hepatite e a cólera. Para evitar esses problemas, medidas de saneamento básico, como a fiscalização dos emissores e o tratamento do esgoto doméstico, devem ser adotadas.

De acordo com Ribas e Dziejcz (2006), através do tratamento de esgoto se evita a transmissão de doenças pela água para o homem e se minimiza os impactos ambientais, dentre eles a contaminação da água do mar.

### 3.7 Usos da água

Segundo Sezerino e Bento, (SEZERINO e BENTO, 2005,)

Três grandes aspectos vinculados à água promovem diferentes usos, quais sejam:

I – Elemento ou componente físico da natureza: promove a manutenção da umidade do ar, da relativa estabilidade do clima na Terra e da beleza de algumas paisagens; geração de energia; meio para navegação, pesca e lazer; transporte de resíduos, despejos líquidos e sedimentos;

II – Ambiente para a vida aquática: promove o ambiente para a vida dos organismos aquáticos;

III – Fator indispensável à manutenção da vida terrestre: promove a irrigação dos solos, dessedentação de animais, abastecimento público e industrial.

No Brasil, o CONAMA classifica as águas doces, salinas e salobras em nove diferentes classes estabelecidas em função de diferentes destinações, conforme segue:

#### ÁGUAS DOCES

- Classe especial: águas destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

- Classe 1: águas destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho);
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que se desejam ingeridas cruas sem remoção de película;
- e) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

Classe 2: águas destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário (esqui aquático, natação ou mergulho);
- d) à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas;
- e) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana;

Classe 3: águas destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à dessedentação de animais.

Classe 4: águas destinadas:

- a) à navegação;
- b) à harmonia paisagística;
- c) à os usos menos pobres;

#### AGUAS SALINAS:

Classe 5: águas destinadas:

- a) à recreação de contato primário;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

Classe 6: águas destinadas:

- a) à navegação comercial;
- b) à harmonia paisagística;
- c) à recreação de contato secundário.

#### AGUAS SALOBRAS:

Classe 7: águas destinadas:

- a) à recreação de contato primário;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

Classe 8: águas destinadas:

- a) à navegação comercial;
- b) à harmonia paisagística;

c) à recreação de contato secundário. (BRASIL, CONAMA, 1986).

O objetivo dessa classificação é possibilitar a determinação dos usos preponderantes, adequação dos controles de poluição e criar instrumentos para avaliar a evolução da qualidade dos corpos d'água. De acordo com a Resolução (BRASIL, 1986), a classificação do corpo d'água é dada não necessariamente com o estado atual do corpo hídrico, mas também de acordo com o nível de qualidade que se pretende para o corpo hídrico a fim de atender as necessidades da população local.

Além da necessidade biológica da ingestão de água, o ser humano a utiliza para higiene, preparação de alimentos, atividades econômicas, recreativas ou como transporte e para geração de energia.

A Resolução CONAMA n. 357, de 2005 (BRASIL, 2005) dispõe sobre a classificação dos corpos de água e dá diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

A água utilizada para consumo é a água doce, que é classificada da seguinte forma:

**Quadro 4 - Classificação das águas doces**

<b>CLASSES DE ÁGUA</b>	<b>DESTINAÇÃO</b>
Classe especial	Abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção; preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
Classe 1	Abastecimento doméstico após tratamento simplificado; proteção das comunidades aquáticas; recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho); irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que são ingeridas cruas sem remoção de película; criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.
Classe 2	Abastecimento doméstico, após tratamento convencional; proteção das comunidades aquáticas; recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho); irrigação de hortaliças e plantas frutíferas; criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana;
Classe 3	Abastecimento doméstico, após tratamento convencional; irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; dessedentação de animais.
Classe 4	Navegação; harmonia paisagística; usos menos exigentes.

Fonte: Resolução CONAMA nº 357, 2005

Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados direta ou indiretamente nos corpos d'água após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos na Resolução CONAMA n. 357, de 2005.

Nas águas de classe especial, é vedado o lançamento de efluentes ou disposição de resíduos domésticos, agropecuários, de aquicultura, industriais e de quaisquer outras fontes poluentes, mesmo que tratados.

### 3.8 Legislação e normas referentes à água

No Brasil, a primeira legislação a abordar o uso da água foi o Código das Águas, de 1934, instituído pelo Decreto Federal n. 24.643, que considerava a água um recurso inesgotável, portanto, passível de utilização abundante. Pelo Código das Águas, os desvios das águas dos rios passaram a depender da outorga de concessões. O código definiu os vários tipos de água do Território Nacional, os critérios para seu aproveitamento, os requisitos relacionados às autorizações para derivação, além de abordar a questão relacionada à contaminação dos corpos d'água (MIERZWA, 2002; CUNHA, 2008).

No entanto, o documento assegurava o uso gratuito de qualquer rio ou nascente e ainda previa propriedade particular de corpos d'água, valorizando o uso dos rios para produção de energia elétrica.

A crise econômica do fim do século XIX e início do século XX, que determinou a passagem do modelo econômico agrário para o industrial, foi o estopim para a aprovação do Código das Águas, que já tramitava no Congresso desde 1907. A industrialização demandou maior utilização de energia elétrica e as diretrizes da lei atendiam aos aspectos relacionados à geração de energia. Portanto, foram preteridos os meios para impedir o desequilíbrio hídrico e os conflitos quanto ao uso da água (LEITE, 2003; CETESB, 2010).

Mesmo voltado para a priorização da energia elétrica, o Código das Águas revelou uma mudança de conceitos relativos ao uso e a propriedade da água, acompanhando as mudanças econômicas e sociais que se deram no Brasil e no mundo e abrindo espaço para o estabelecimento de uma Política Nacional de Gestão de Águas. Encontram-se no Código das Águas os primeiros dispositivos legais que possibilitariam, na atualidade brasileira, o uso de instrumentos de gestão que possibilitassem a cobrança pelo uso da água (CETESB, 2010).

Quanto ao reuso de águas, a prática já começava a crescer em diversos países, porém, sem controle de qualidade quanto à produção de efluentes microbiológicos seguros. Assim, em 1971, a OMS reconheceu definitivamente a importância dos riscos à saúde relacionados à reutilização de águas residuária (PASCHOALATO et al., 2004).

No âmbito internacional, em 1972, foi realizada a 1ª Conferência Internacional para o Meio Ambiente Humano, promovida pelas Nações Unidas, na Suécia. Esse encontro determinou que a questão ambiental, a partir de então, seria parte integrante das relações políticas, econômicas e sociais. De acordo com Malinowski (2006), a conferência foi um

marco importante e desde então vários eventos nacionais e internacionais foram realizados para tratar do tema meio ambiente.

Posteriormente, em 1973, a OMS publicou *Reuse of Effluents: Methods of Wastewater Treatment and Public Health Safeguards*, cujas diretrizes enfocavam métodos de tratamento de efluentes, visando à proteção da saúde pública. Mais tarde, em 1989, essas diretrizes foram atualizadas após estudos epidemiológicos, com o título *Health Guidelines for the Use of Wastewater in Agriculture and Aquaculture* e novos critérios foram propostos para o uso da água e seu reuso na agricultura e aquicultura.

No Brasil, apesar dos avanços na área ambiental, apenas em 1981, com a instituição da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), através da lei n. 6.983, e a criação do Conselho Nacional de Meio Ambiente, o país passou a contar com um arcabouço legal e com o ordenamento institucional necessário para o tratamento das questões ambientais. A PNMA estabelecia como princípios norteadores das ações governamentais para o meio ambiente: “incentivos ao estudo e pesquisa de tecnologias orientadas para o uso nacional e a proteção dos recursos ambientais”, além da “racionalização do uso da água” (BRASIL, 2006).

Conforme observado, não existem normas e padrões específicos para regulamentar e direcionar o reuso de águas residuárias e isso se deve à falta de tradição quanto à aplicação dessa prática. A legislação apenas estabelece limites máximos de impureza para cada destino específico da água. Esses limites, chamados de padrões de qualidade, foram estabelecidos em 1986 pela Resolução CONAMA n. 20 que define quatro classes e mais uma especial, e classifica as águas como doces, salobras e salinas, estabelecendo parâmetros físico-químicos para cada classe dos corpos d'água, de acordo com a utilização que deve ser dada às mesmas. Apesar de a resolução definir padrões para o lançamento de efluentes, vale ressaltar que as regras estabelecidas não satisfazem os problemas que eventualmente podem aparecer no reuso de águas residuárias (MIERZWA, 2002; PASCHOLATO et al., 2004; VIVACQUA, 2005).

A Resolução CONAMA n. 357, de 2005 - que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e as diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições padrões de lançamento de efluentes, trata de classificar as águas em quatro classes e estipula parâmetros de qualidade de acordo com as classes - substituiu a Resolução n. 20. Porém, nenhuma das duas contemplou o reuso. Mas ainda imperavam no Brasil as diretrizes do Código de Águas (1934), que mesmo considerado avançado para a época, deixava

transparecer o comportamento da população e dos legisladores em considerar a água como um bem inesgotável, de utilização farta e abundante.

Somente com a Constituição Federal de 1988, instalou-se a consciência de que os recursos hídricos são finitos. De acordo com a Constituição, compete à União legislar e instituir um sistema nacional para gerenciar os recursos hídricos, cujos direitos constitucionais serão divididos com os estados e municípios onde os cursos d'água se encontram.

A Constituição também instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH), através da lei n. 9.433, em 1997. Pela PNRH a água é reconhecida como um recurso natural limitado, como um bem de domínio público e dotado de valor econômico. Portanto, a cobrança pelo seu uso configura-se em um poderoso instrumento de gestão, em que é aplicado o princípio do poluidor-pagador, o qual possibilitará a conscientização do usuário. A lei determina que o montante arrecadado com a cobrança pelo uso da água será aplicado, prioritariamente, na bacia hidrográfica em que foi gerado (SETTI, 2000).

Segundo a CETESB (2010), a legislação hídrica brasileira foi inspirada no modelo francês e representa um exemplo ambicioso de gestão do uso dos rios. De acordo com a legislação, as decisões sobre os usos dos rios em todo o país serão tomadas pelos Comitês de Bacias Hidrográficas, que são constituídos por representantes da sociedade civil, do estado e dos municípios.

De acordo com a Agência Nacional de Águas (2003), a política ambiental brasileira tem como um dos objetivos fazer a união entre desenvolvimento econômico e proteção ambiental. Assim, foram criados, em 1993, o Ministério do Meio Ambiente e, em 1995, a Secretaria de Recursos Hídricos (SRH/MMA), frente à importância da água como recurso ambiental. Uma das funções da secretaria era o acompanhamento, junto ao Congresso Nacional, do projeto de lei da Política Nacional e do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos.

Em 1997, foi promulgada a lei n. 9.433, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos com base na atual visão mundial sobre gestão de águas. Essa lei trouxe importantes conceitos para a gestão dos recursos hídricos no Brasil, entre eles, a adoção da bacia hidrográfica como unidade de gerenciamento e planejamento, a gestão descentralizada e participativa, a água considerada de domínio público, recurso finito e dotada de valor econômico (MALINOWSKI, 2006).

A lei n. 9.433, conhecida como Lei das Águas, apresenta fundamentação legal para a racionalização do uso da água e requisitos jurídicos para o reuso de água como alternativa viável na preservação e conservação ambiental. A lei tem como um de seus objetivos a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, com vistas ao desenvolvimento sustentável. Define também como conteúdo dos planos de recursos hídricos, as metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis.

A partir da instituição da Lei das Águas, a legislação hídrica brasileira passou a ser considerada uma das mais modernas quanto ao planejamento do uso dos recursos hídricos. Além disso, essa lei se destaca pelo intenso envolvimento de entidades da sociedade civil na gestão das águas. Foram criados mais de 130 Comitês de Bacia em todo o Brasil, além de 22 Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos (GOCKEL, 2007).

A Lei das Águas também instituiu duas ferramentas importantes de gestão hídrica: a outorga e a cobrança pelo uso da água. A outorga consiste em uma permissão dada pelo poder público a um determinado usuário da água pelo seu uso. Esse instrumento permite controlar a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos disponíveis, bem como garantir uma distribuição uniforme a todos os usuários. A cobrança pelo uso da água é aplicada como forma de valorizá-la, caracterizando-a como bem econômico, o que estimula a conscientização da necessidade de conservação e preservação desse recurso, evitando o desperdício. Na gestão dos recursos hídricos, a cobrança pelo uso da água representa um dos instrumentos mais contundentes, pois auxilia no equilíbrio entre a oferta e a demanda na bacia hidrográfica (BERNARDI, 2003; BORGES, 2003).

De acordo com Granziera (1993), a cobrança como instrumento para a valorização dos recursos hídricos é um ato que, em alguns países, pode ser de difícil aceitação, pois culturalmente o conceito de que a água é um bem gratuito está profundamente enraizado. Assim, no dia a dia, ao se consumir a água de forma irracional, esquece-se o alto custo e os intrincados processos pelos quais a água passa desde sua captação e armazenamento até sua distribuição.

Tal procedimento recai tanto sobre quem capta quanto sobre quem polui com esgotos e efluentes líquidos. Precisam pagar pelo uso da água, as indústrias, as hidrelétricas, as companhias de abastecimento de água e tratamento de esgoto, a agropecuária e outras atividades econômicas que captam água ou lançam efluentes. O valor a ser pago é resultante de um acordo entre os usuários de cada bacia hidrográfica e o Comitê de Bacia. No Brasil, a

cobrança começou em 2003, nas bacias do rio Paraíba do Sul e em 2006, nas bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. No ano de 2010 ela foi aprovada também para a bacia do rio São Francisco.

Outra tentativa de promover o uso racional da água se deu em 1997, através do Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA), que instituiu planejamento de ações de conservação e propôs tecnologias aos sistemas públicos de abastecimento, bem como aos sistemas prediais de água e esgoto (BORGES, 2003).

Ainda em 1997, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) lançou a Norma n. 13.969, que dispõe sobre providências e cuidados, bem como fornece instruções a respeito do esgoto de origem doméstica. A norma determina que esse tipo de esgoto deve ser reutilizado para fins que não haja exigência de água potável, desde que seja sanitariamente segura. Os usos possíveis seriam: irrigação de jardins, lavagem de pisos e veículos, descarga de vasos sanitários, manutenção paisagísticas dos lagos e canais com água (ABNT, 1997).

Outra lei importante é a lei n. 9.605, de 1998, a chamada Lei da Natureza ou dos Crimes Ambientais, cujo texto declara como crime o ato de causar poluição hídrica em cursos de água de abastecimento público. A Lei dos Crimes Ambientais forneceu o incentivo decisivo para o reuso, quando instituiu a obrigação de se tratar os efluentes. No ano de 2002, por meio da lei n. 9.984, a Agência Nacional de Águas (ANA) é criada, representando mais um marco dentro de todo um conjunto legal e institucional, cujo objetivo é o uso racional da água. A ANA tinha como competência a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 2006).

No Brasil, ainda não há normalização específica para os sistemas de reuso da água. O que se tem praticado é a adoção dos padrões internacionais ou mesmo a adoção de orientações técnicas produzidas por instituições privadas (CREA-PR, 2010).

Para uma prática segura de reuso, os padrões a serem estabelecidos devem englobar parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, os quais ainda podem sofrer influência de crenças e preconceitos que a população possa ter sobre a questão, o que pode até determinar negativamente a aceitação da água de reuso. Um exemplo disso são as especificações publicadas no manual elaborado pela FUNASA, que trata, entre outros aspectos, da grande importância aos aspectos estéticos da água reciclada. De acordo com o manual, para um reuso vinculado ao adorno arquitetônico, exige-se grau de transparência, ausência de cor, odor, espuma ou qualquer outra substância ou componentes flutuantes (FUNASA, 2004).

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) publicou a Resolução n. 54, em 2005, que estabelece os critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água (FIRJAN, 2006). Mesmo ainda não tendo critérios estabelecidos, nem legislações específicas para o reuso, é possível dizer que no Brasil já existem ações que podem servir como base para a formulação de um aparato legal sobre o tema. As leis existentes sobre lançamento de esgotos e qualidade da água potável, bem como a divisão da água em classes podem balizar e fornecer subsídios para a elaboração de critérios, padrões e códigos de prática adaptados às características nacionais.

Outro ponto importante é o monitoramento da prática. Hespanhol (2003) recomenda que os projetos e programas de reuso de água passem por constantes avaliações e sejam monitorados no decorrer de seu desenvolvimento, principalmente quanto ao atendimento às determinações da legislação ou normalização correspondente.

### **3.9 Sustentabilidade**

A noção de sustentabilidade emerge em um campo multidisciplinar marcado pela preocupação com o meio ambiente e os destinos do planeta (LENZI, 2006). Trata-se de uma temática polêmica que vem sendo discutida em diversas esferas da sociedade, no meio acadêmico e, mais recentemente, em situações informais e cotidianas, tendo como protagonista o cidadão comum que, atento aos problemas ecológicos, compartilha da preocupação com a devastação da natureza.

Tecer os múltiplos desdobramentos históricos da preocupação com o meio ambiente não é uma tarefa fácil. A linha entre a confiabilidade depositada na chamada história oficial (devidamente registrada em documentos) e a incorporação de dados e informações considerados informais é muito tênue. No que diz respeito à noção de sustentabilidade, essa construção histórica é ainda mais complexa, pois, além de relativamente recente, ela não tem uma origem facilmente rastreável, visto que as iniciativas e práticas que a caracterizam estão espalhadas por locais e tempos diversos, sendo amplamente marcadas por iniciativas de pouca visibilidade. Assim, ao tomar como tarefa percorrer essa história, o que se pretende é acompanhar a emergência de várias preocupações e práticas ligadas ao cuidado com o meio ambiente em diversas partes do mundo, evidenciando a disparidade de sua emergência (FOUCAULT, 1996).

Dessa forma, o termo sustentabilidade surgiu a respeito dos recursos renováveis e foi adotado pelo movimento ecológico. O conceito refere-se à existência de condições ecológicas necessárias para dar suporte à vida humana em um nível específico de bem-estar através de futuras gerações, isto é sustentabilidade ecológica e não desenvolvimento sustentável.

De acordo com Ayres (2008), a sustentabilidade é um conceito normativo sobre a maneira como os seres humanos devem agir em relação à natureza, e como eles são responsáveis para com o outro e as futuras gerações. Nesse contexto, observa-se que a sustentabilidade é condizente ao crescimento econômico baseado na justiça social e eficiência no uso de recursos naturais (LOZANO, 2012). Muitas vezes a sustentabilidade é vista em dois níveis diferentes: sustentabilidade fraca ou sustentabilidade forte. A sustentabilidade fraca pode ser interpretada como a extensão do bem-estar econômico (NEUMAYER, 2003). Portanto, o capital econômico produzido pelas gerações atuais poderá compensar as perdas de capital natural para as gerações futuras (FIORINO, 2011). Sendo assim, na sustentabilidade fraca é exigido que o valor do capital natural seja preservado, por exemplo, no caso dos recursos não-renováveis, a extração passe a ser compensada por um investimento em recursos renováveis substitutos de valor equivalente (por exemplo, parques eólicos para substituir os combustíveis fósseis na geração de energia elétrica).

Surgido na década de 1980, o termo Desenvolvimento Sustentável emergiu da relação entre preservação do planeta e atendimento das necessidades humanas. O Relatório Brundtland explica o mesmo termo de forma simples, como desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades. Essa definição é duradoura, porque é flexível, podendo existir interpretações (PRUGH; ASSADOURIAN, 2003).

Em essência, o desenvolvimento sustentável é multidimensional, incorpora diferentes aspectos da sociedade, buscando a proteção ambiental e manutenção do capital natural para alcançar a prosperidade econômica e a equidade para as gerações atuais e futuras (KELLY et al., 2004).

Para outros pesquisadores, o desenvolvimento sustentável é visto como: a manutenção dos processos ecológicos essenciais à preservação da diversidade genética, a utilização sustentável das espécies e ecossistemas a igualdade de oportunidades para as gerações futuras. Um processo de mudança em que a exploração dos recursos, a direção dos

investimentos, a orientação tecnológica e mudança institucional são feitas de acordo com o futuro, considerando as necessidades presentes (HOVE, 2004).

O que hoje se chama de desenvolvimento sustentável tem evoluído como um conceito integrador, trata-se de um processo variável de mudança que busca como objetivo final a sustentabilidade em si. No mesmo contexto, a sustentabilidade é a capacidade de um sistema humano, natural ou misto, em resistir ou se adaptar à mudança endógena ou exógena, por tempo indeterminado (DOVERS; HANDMER, 1992),

O tema ecodesenvolvimento foi tratado pela primeira vez pelo Clube de Roma, uma organização formada em 1968, por iniciativa do italiano Aurélio Peccei, cujo objetivo é de examinar o complexo de problemas que desafiavam a humanidade e a pobreza em meio à riqueza à degradação do meio ambiente, à perda de confiança nas instituições, ao crescimento urbano descontrolado, à insegurança no emprego, à alienação da juventude, à rejeição de valores tradicionais e à inflação e outras rupturas econômicas e monetárias.

O Clube de Roma reuniu vários cientistas, pedagogos, economistas, humanistas, industriais e funcionários públicos, cujo objetivo era de debater a crise atual e futura da humanidade (KRÜGER, 2001).

Em 1972 foi publicado o primeiro relatório denominado *The Limits to Growth* (Os Limites do Crescimento), que defendia a necessidade de se conquistar um equilíbrio global baseado em limitar o crescimento populacional e o desenvolvimento econômico dos países menos desenvolvidos e em atentar-se para os problemas ambientais. Tal relatório causou enorme impacto entre a comunidade científica, por apresentar cenários catastróficos de como seria o planeta, caso persistisse o padrão de desenvolvimento vigente na época. A partir daí outros relatórios alertavam com frequência para a necessidade de se mudar o padrão de desenvolvimento vigente (MARGOLIN, 1998).

Segundo Ferreira (2003), o ecodesenvolvimento pode ser visto como: “uma perspectiva sistêmica de análise e intervenção aberta à harmonização dos aspectos simultaneamente ambientais, sociais, econômicos, culturais e políticos da dinâmica dos sistemas sociais” (FERREIRA, 2013, p. 112).

Em 1987 a Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento, criada em 1983 e coordenada pela ex-primeira ministra norueguesa Gro Harlem Brundtland, produziu, sob o patrocínio da ONU, o relatório *Our Common Future* (Nosso Futuro Comum), também conhecido como Relatório de Brundtland. O documento apresentava uma lista de ações a

serem tomadas pelos Estados e definia metas a serem realizadas em nível internacional, tendo como agentes as diversas instituições multilaterais.

De forma mais detalhada, o Relatório de Brundtland, segundo a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento propôs:

[...] estratégias ambientais de longo prazo para obter um desenvolvimento sustentável por volta do ano 2000 e daí em diante, recomendar maneiras para que a preocupação com o meio ambiente se traduza em maior cooperação entre os países em desenvolvimento e entre países em estágios diferentes de desenvolvimento econômico e social e leve à consecução de objetivos comuns e interligados que considerem as inter-relações de pessoas, recursos, meio ambiente e desenvolvimento; considerar meios e maneiras pelos quais a comunidade internacional possa lidar mais eficientemente com as preocupações de cunho ambiental; ajudar a definir noções comuns relativas a questões ambientais de longo prazo e os esforços necessários para tratar com êxito os problemas da proteção e da melhoria do meio ambiente, uma agenda de longo prazo para ser posta em prática nos próximos decênios, e os objetivos a que aspira a comunidade mundial (Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1991).

Já a Conferência de Estocolmo foi designada na época como “abordagem do ecodesenvolvimento” e posteriormente renomeada para “desenvolvimento sustentável com os preceitos do ecodesenvolvimento”.

[...] o fator diferenciador entre ecodesenvolvimento e desenvolvimento sustentável reside a favor deste último quanto à sua dimensão, globalizante, tanto desde o lado do questionamento dos problemas ambientais como a ótica das reações e soluções formuladas pela sociedade. Ele não se refere especificamente ao problema limitado de adequações ecológico de um processo social, mas a uma estratégia para sociedade que deve levar em conta tanto à viabilidade econômica quanto a ecológica. Num sentido abrangente, a noção de que a sustentabilidade leva à necessária redefinição das relações sociedades humanas/natureza, portanto uma mudança substancial do próprio processo civilizatório, introduzindo o desafio de pensar a passagem do conceito para ação (OLIVEIRA FILHO, 2004, p. 23).

Em 1992 foi realizada no Rio de Janeiro a Conferência Mundial sobre Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável, denominada Eco 92 ou Rio 92. Ela foi considerada como um marco global das discussões sobre o assunto, pois teve a participação de vários representantes governamentais do mundo. O principal resultado foi a elaboração de dois documentos: A Carta da Terra, que foi rebatizada como Declaração do Rio, e a Agenda 21.

Segundo Oliveira Filho, a Agenda 21 trata-se:

Problemas da atualidade e almeja preparar o mundo para os desafios do século XXI. Ela reflete o consenso global e compromisso político em seu mais alto nível, objetivando o desenvolvimento e o compromisso ambiental. A Declaração do Rio visa estabelecer acordos internacionais que respeitem os interesses de todos e proteja a integridade do sistema global de ecologia e desenvolvimento. A partir desse momento, começa a existir de maneira globalizada uma preocupação no que diz respeito à Gestão Ambiental e o Desenvolvimento Sustentável tanto por parte das entidades governamentais das organizações públicas e privadas como dos consumidores deste mercado global (OLIVEIRA FILHO, 2004, p. 6).

A Agenda 21 é um documento que trata uma série de compromissos acordados pelos 170 países presentes, os quais assumiram o desafio de incorporar em suas políticas públicas, princípios do desenvolvimento sustentável.

Outro documento de grande valor escrito na Rio 92 com uma grande participação de organizações não governamentais e representantes da sociedade civil foi “A Carta da Terra”. O documento traz importantes ressalvas sobre o meio ambiente e foi retificado pela Unesco e aprovado pela ONU em 2002. Ele ressalva:

[...] estamos diante de um momento crítico na história da Terra, numa época em que a humanidade deve escolher seu futuro. À medida que o mundo torna-se cada vez mais interdependente e frágil, o futuro enfrenta ao mesmo tempo grandes perigos e grandes promessas. Para seguir adiante, devemos reconhecer que, no meio de uma magnífica diversidade de culturas e formas de vida, somos um destino comum. Devemos somar forças para gerar uma sociedade sustentável global baseada no respeito pela natureza, nos direitos humanos universais, na justiça econômica e numa cultura da paz. Para chegar a este propósito é imperativo que nós, os povos da Terra, declaremos nossa responsabilidade uns para com os outros com a grande comunidade da vida e com as futuras gerações (A Carta da Terra, 2002).

No ano de 2002 ocorreu uma conferência em Johannesburgo, na África do Sul, a maior conferência mundial sobre o tema: Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável. O evento ficou conhecido como Rio+10. Nesse encontro foi elaborado o Protocolo de Quioto, segundo o qual países com maior nível de industrialização, que geram maior impacto no meio ambiente e que utilizam mais recursos naturais geradores de resíduos poluentes devem ser tributados e responsabilizados com maior rigor no que diz respeito à responsabilidade da não preservação do planeta para gerações futuras.

A Cúpula Mundial do Desenvolvimento Rio+10 chegou à conclusão que o desenvolvimento sustentável tem três pilares também denominados de triple-bottom line, ou seja, o econômico, o social e o ambiental.

No ano de 2012, ocorreu a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, a Rio+20, foi assim conhecida por marcar os vinte anos de realização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92). Esse evento contribuiu para definir a agenda do desenvolvimento sustentável para as próximas décadas.

O objetivo da conferência foi a renovação do compromisso político com o desenvolvimento sustentável, por meio da avaliação do progresso e das lacunas na implementação das decisões adotadas pelas principais cúpulas sobre o assunto e do tratamento de temas novos e emergentes.

A conferência teve dois temas principais: a economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza e a estrutura institucional para o desenvolvimento sustentável.

A Rio+20 foi composta por três momentos. Nos primeiros dias aconteceu a III Reunião do Comitê Preparatório, no qual se reuniram representantes governamentais para negociações dos documentos adotados na conferência. Em seguida, foram programados os Diálogos para o Desenvolvimento Sustentável. Por fim, ocorreram o Segmento de Alto Nível da Conferência, para o qual foi confirmada a presença de diversos Chefes de Estado e de Governo dos países-membros das Nações Unidas.

### **3.10 Reuso da água**

O reuso da água é benéfico por reduzir a demanda de águas de superfície e subterrâneas, além de proteger o meio ambiente, economizar energia, reduzir investimentos em infraestrutura e proporcionar melhoria dos processos industriais. O uso eficiente da água representa uma efetiva economia para consumidores, empresas e sociedade de um modo geral.

A escassez e o mau uso dos recursos hídricos fizeram com que a ONU considerasse a água como o principal tema do século 21 e declarasse 2003 como o ano internacional da água. A proteção da água potável deve ser assegurada para garantir que ela não se torne, num futuro próximo, um produto de luxo. E foi justamente por isso que a Unesco propôs que a década de 2005 a 2015 fosse dedicada à busca de soluções para futuras escassez hídrica (ELY, 2010).

Algumas aplicações para reuso da água ou da água reciclada incluem entre outros possíveis, os industriais, a irrigação de lavouras, a irrigação de parques e jardins, campos de futebol, sistemas decorativos aquáticos, reserva de proteção contra incêndios, lavagem de trens e ônibus públicos, gramados, árvores e arbustos decorativos ao longo de avenidas e jardins de escolas e universidades.

A captação da água da chuva é uma prática muito difundida em países como a Austrália e a Alemanha, aonde novos sistemas vêm sendo desenvolvidos, permitindo a captação de água de boa qualidade de maneira simples e bastante eficiente em termos de custo-benefício. Conforme Aquastock (2005), a utilização de água de chuva traz várias vantagens:

- Redução do consumo de água da rede pública e do custo de fornecimento da mesma;
- evita a utilização de água potável onde ela não é necessária como, por exemplo, na descarga de vasos sanitários, irrigação de jardins, lavagem de pisos etc;
- os investimentos de tempo, atenção e dinheiro são mínimos para adotar a captação de água pluvial na grande maioria dos telhados, e o retorno do investimento ocorre a partir de dois anos e meio;
- faz sentido ecológica e financeiramente não desperdiçar um recurso natural escasso em toda a cidade e disponível em abundância em todos os telhados;
- ajuda a conter as enchentes, represando parte da água que teria de ser drenada para galerias e rios;
- encoraja a conservação de água, a autossuficiência e uma postura ativa perante os problemas ambientais da cidade.

Algumas cidades brasileiras já transformaram em lei a captação da água pluvial. Em Curitiba, Paraná, por exemplo, a Lei Municipal n. 10.785, de 18 de setembro de 2003,

Cria no Município de Curitiba, o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações – PURAE [...]

Art. 1º. O Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações – PURAE tem como objetivo instituir medidas que induzam à conservação, uso racional e utilização de fontes alternativas para captação de água nas novas edificações, bem como a conscientização dos usuários sobre a importância da conservação da água.

[...] Art. 7º. A água das chuvas será captada na cobertura das edificações e encaminhada a uma cisterna ou tanque, para ser utilizada em atividades que

não requeiram o uso de água tratada, proveniente da Rede Pública de Abastecimento, tais como:

rega de jardins e hortas,

lavagem de roupa;

lavagem de veículos;

lavagem de vidros, calçadas e pisos.

Art. 8º. As Águas Servidas serão direcionadas, através de encanamento próprio, a reservatório destinado a abastecer as descargas dos vasos sanitários e, apenas após tal utilização, será descarregada na rede pública de esgotos (CURITIBA, 2003).

Em São Paulo, a Lei Estadual n. 12.526, de 2 de janeiro de 2007,

Estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais. [...] Art. 1º - É obrigatório a implantação de sistema para a captação e retenção de águas pluviais, coletadas por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos, em lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500m<sup>2</sup> (quinhentos metros quadrados) [...] (SÃO PAULO, 2007).

Existe ainda a norma NBR-15527, Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos, (ABNT, 2007). Essa norma prevê, entre outras coisas, os requisitos para o aproveitamento da água pluvial coletada em coberturas de áreas urbanas e aplicada a usos não potáveis, em que as águas podem ser utilizadas após o tratamento adequado.

### **3.11 Definições relacionadas ao reuso da água**

O reuso pode ser definido como uso de água residuária ou água de qualidade inferior tratada ou não.

O artigo 2º da Resolução n. 54, de 28 de novembro de 2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) possui as seguintes definições:

I- água residuária: esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratados ou não;

II – reuso de água: utilização de água residuária;

III – água de reuso: água residuária, que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas;

IV – reuso direto de água: uso planejado de água de reuso, conduzida ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos;

V – produtor de água de reuso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que produz água de reuso;

VI – distribuidor de água de reuso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que distribui água de reuso; e

VII – usuário de água de reuso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que utiliza água de reuso (CNRH, 2005).

De maneira geral, o reuso da água pode ocorrer de forma direta ou indireta, por meio de ações planejadas ou não. De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS, 1973) tem-se:

– Reuso indireto: ocorre quando a água já utilizada, uma ou mais vezes para uso doméstico e industrial, é descarregada nas águas superficiais ou subterrâneas e utilizada novamente à jusante, de forma diluída;

– Reuso direto: é o uso planejado e deliberado de esgotos tratados para certas finalidades, como uso industrial, irrigação, recarga de aquífero e água potável;

– Reciclagem interna: é o reuso da água internamente às instalações industriais, tendo como objetivo a economia de água e o controle de poluição.

Já a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES) adota uma classificação de reuso de água em duas grandes categorias: potável e não potável. Essa classificação é amplamente adotada por sua praticidade e facilidade.

Reuso potável:

- Reuso potável direto: quando o esgoto recuperado, por meio de tratamento avançado, é diretamente reutilizado no sistema de água potável.
- Reuso potável indireto: caso em que o esgoto, após tratamento, é disposto na coleção de águas superficiais ou subterrâneas para diluição, purificação natural e subsequente captação, tratamento e finalmente utilizado como água potável.

Reuso não potável: Esse tipo de reuso apresenta um potencial muito amplo e diversificado. Por não exigir níveis elevados de tratamento, vem se tornando um processo viável economicamente e, conseqüentemente, com rápido desenvolvimento. Em função da diversidade de uso, pode ser classificado em:

- Reuso não potável para fins agrícolas: embora quando se pratica essa modalidade de reuso haja como subproduto, recarga do lençol subterrâneo, o objetivo dela é a irrigação de plantas alimentícias, tais como árvores frutíferas, cereais etc, e plantas não alimentícias, tais como pastagens e forrações, além de ser aplicável para dessedentação de animais.
- Reuso não potável para fins industriais: abrange os usos industriais de refrigeração, águas de processo para utilização em caldeiras etc.
- Reuso não potável para fins recreacionais: classificação reservada à irrigação de plantas ornamentais, campos de esportes, parques e também para enchimento de lagos ornamentais etc.
- Reuso não potável para fins domésticos: são considerados aqui os casos de reuso de água para a rega de jardins para descargas sanitárias e utilização desse tipo de água em grandes edifícios.
- Reuso para manutenção de vazões: a manutenção de vazões de cursos de água promove a utilização planejada de efluentes tratados, visando a uma adequada diluição de eventuais cargas poluidoras a eles carregadas, incluindo-se fontes difusas, além de propiciar uma vazão mínima na estiagem.

A presença de substâncias químicas e organismos patogênicos na água destinada ao reuso é a preocupação central de seus potenciais consumidores. A remoção dos contaminantes dependerá da eficiência dos sistemas de tratamento, cuja tecnologia, por sua vez, dependerá da qualidade desejada para a água a ser produzida para reuso.

Os riscos associados às práticas de reuso têm relação com os contaminantes presentes na água recuperada, uma vez que os efluentes possuem produtos químicos tóxicos e microrganismos patogênicos em níveis muito acima dos suportados pelo homem.

### **3.12 Projetos e sua importância**

Atualmente, algumas empresas, entendendo os aspectos competitivos do mercado, preocupam-se não apenas com o monitoramento das atividades de seus produtos, mas com todos os meios envolvidos durante sua realização. Na incessante busca pela obtenção de resultados quantitativos e qualitativos, muitas empresas utilizam uma estrutura voltada para projetos, apresentando a empresa muitas vezes uma forte correlação com os investimentos que se fazem necessários para manter a organização competitiva.

Projeto é um empreendimento único, que deve apresentar início e fim claramente definidos e que, conduzido por pessoas, possa atingir seus objetivos, respeitando os parâmetros de prazo, custo e qualidade (MENEZES, 2001).

Para Vargas (2009), projeto é um empreendimento não repetitivo, caracterizado por uma sequência clara e lógica de eventos, com início, meio e fim, que se destina a atingir um objetivo claro e definido, sendo conduzido por pessoas dentro de parâmetros predefinidos de tempo, custo, recursos envolvidos e qualidade.

Segundo Heldman (2006), projeto é um empreendimento temporário, com datas de início e término definidas, que tem por finalidade criar um bem ou serviço único e que está concluído quando suas metas e objetivos foram alcançados e aprovados pelos stakeholders.

Já de acordo com o PMBOK® (2009), um projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. A sua natureza temporária indica início e término definidos. Por definição, cada projeto cria um produto, serviço ou resultado exclusivo e devido a esse caráter de exclusividade pode haver incertezas quanto aos resultados gerados.

### **3.12.1 Sistemas de reuso de águas pluviais**

Os sistemas de aproveitamento de águas pluviais são constituídos por tecnologias simples e se implementados no projeto de edificação, geram um baixo custo de instalação. Quando o uso da água é do gênero “não potável”, o que representa a maioria dos casos, o custo adicional fica por conta do reservatório, pois o resto do sistema utiliza instalações que já estariam na edificação.

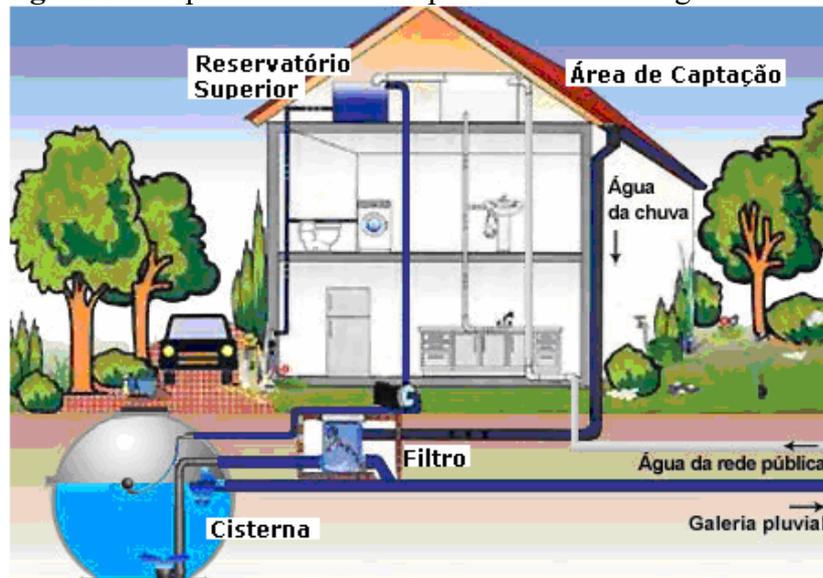
Os próximos itens descrevem instalações básicas de um sistema de captação e armazenagem de águas pluviais, assim como a manutenção necessária e recomendada por normas.

### **3.12.2 Instalações**

As instalações de um sistema de reuso de águas pluviais podem ser divididas em quatro partes: captação, filtragem, armazenagem e distribuição. Na Figura 3 é apresentado um esquema representativo do sistema para uma edificação residencial simples. Na referida figura, a captação é realizada no telhado, e a água é conduzida até o reservatório pelas calhas.

Antes do fluxo de água entrar para o reservatório, opcionalmente, pode existir um sistema para remover as águas iniciais, que carregam a sujeira do telhado. A água, então, é armazenada na cisterna, onde fica disponível para uso. O funcionamento das partes do sistema será apresentado nos próximos itens.

**Figura 3** - Esquema de sistema aproveitamento de água de chuva



Fonte: BELLA CALHA, 2007

### 3.12.3 Captação

A captação é a forma mais tradicional que ocorre na cobertura das edificações, por ser a maneira mais simples de captar águas da chuva. Porém, outras alternativas de captação como, por exemplo, pisos de estacionamento também podem ser utilizadas sem que o funcionamento do sistema precise ser muito alterado.

#### Área de captação

A oferta potencial de água da chuva para uma determinada área de captação pode ser obtida através da fórmula: “ $S=A.R.Cr$ ” (p. 51). Onde “S” é volume potencial de captação anual, em metros cúbicos ( $m^3$ ); “A” é área de captação do telhado, em metros quadrados ( $m^2$ ); “R” é chuva média anual para o local, em milímetros (mm); “Cr” é Coeficiente de Runoff.

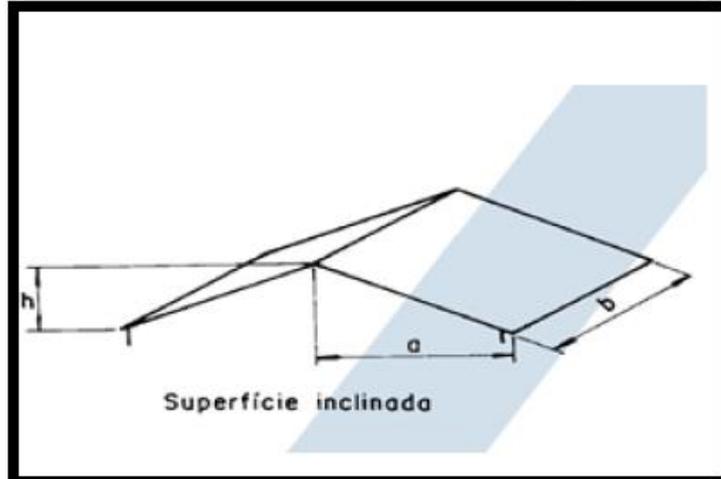
O Coeficiente de Runoff mede a porcentagem de água que cai no telhado e que efetivamente é armazenada no sistema e desconta a parte da água perdida por evaporação e por absorção da superfície de captação. O valor dele é em função do material da superfície de captação.

Conforme a NBR 10.844 (ABNT, 1989), a área de captação para um telhado, como representado, é dada pela fórmula:

$$A = \left( a + \frac{h}{2} \right) \times b$$

Em que “A” é área inclinada (m<sup>2</sup>); “a” é a base (m); “b” é a largura (m); “h” é a altura do telhado (m).

**Figura 4 – Dimensões de uma cobertura do tipo duas águas**



Fonte: ABNT, 1989

- Materiais utilizados

Ruskin (2001) afirma que não são muitos os possíveis materiais para a captação de água no telhado. O autor apresenta uma lista dos mais utilizados:

- Aço galvanizado corrugado;
- Chapas de liga de alumínio;
- Chapas de fibrocimento corrugado;
- Telhas de barro;
- Telhas de madeira;
- Neoprene/hypolon;
- Fibra de vidro (RUSKIN, 2001, p. 14).

O autor ainda afirma que coberturas de materiais tóxicos como cimento-amianto e metais pesados não devem ser utilizadas em sistemas para uso de água com fins potáveis. Além disso, coberturas pintadas ou revestidas com materiais cuja composição seja desconhecida devem ser evitadas no caso de um sistema de água potável.

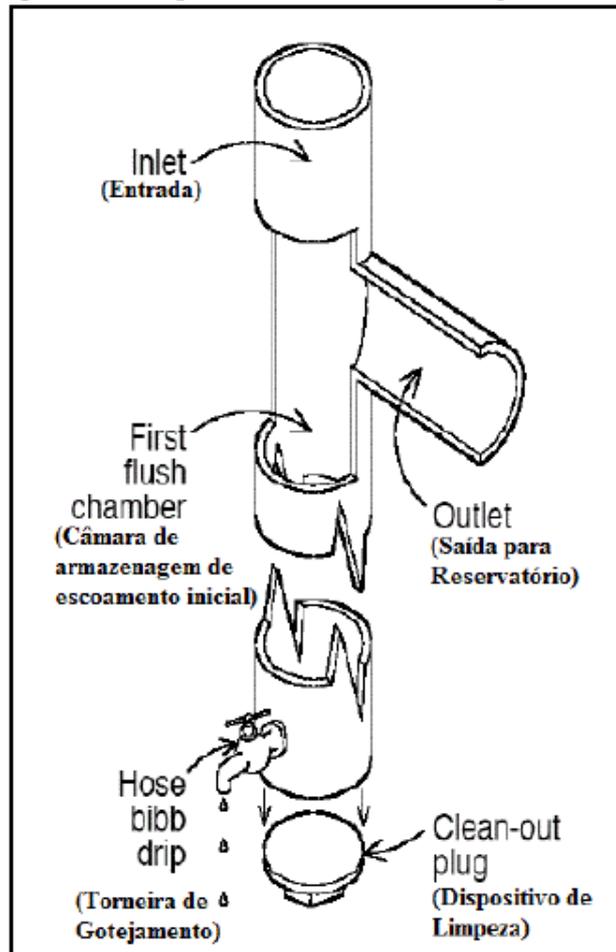
### 3.12.4 Filtragem e autolimpeza

O sistema necessita de algum tipo de filtragem que contenha, principalmente, os sólidos, suspensos que são carregados pela chuva da cobertura até os condutores de descida. Macomber (2001) sugere o uso de telas de proteção nas calhas de captação. Porém, essa solução exige limpeza regular das sujeiras que são acumuladas nas calhas. Segundo a autora, uma possível solução para evitar o acúmulo é a instalação da tela, se possível, na mesma inclinação do telhado.

Além das sujeiras maiores, as águas iniciais carregam as impurezas contidas na superfície de captação, acumuladas durante o período sem chuvas. Antes de a água captada ir para o reservatório de armazenagem, é importante que haja um sistema de descartes das águas iniciais, para o escoamento inicial não ir para o reservatório.

A Figura 5 representa um sistema básico de descarte do escoamento inicial. Na parte superior da tubulação, a vazão vinda do telhado alimenta o sistema. A câmara de armazenagem do escoamento inicial retém o volume inicial projetado. Quando a câmara está cheia, o fluxo passa a alimentar o reservatório atrás do cano lateral de saída. Na parte inferior, é instalada uma torneira para esvaziar a câmara e, embaixo, um dispositivo de limpeza do cano.

**Figura 5 - Dispositivo de descarte de águas iniciais**



Fonte: TEXAS, 1997

### 3.12.5 Armazenagem

O volume do reservatório de armazenagem da água captada é o fator mais importante no projeto de um sistema de reuso de águas pluviais. O reservatório representa, na maioria dos casos, o item de maior custo do sistema. Além disso, o volume do reservatório define a capacidade do sistema de regular a disponibilidade das chuvas.

Existem diversos métodos utilizados para o dimensionamento do reservatório. Leuck (2008) calcula, utilizando os dados de um determinado projeto, os volumes obtidos através de diversos métodos propostos na literatura. Os cálculos foram feitos baseados em uma área de captação de 100m<sup>2</sup>, que seria o valor aproximado de uma residência de tamanho padrão. Os outros dados utilizados pelo autor são o Coeficiente de Runoff e a média histórica de chuvas para uma dada região. Os resultados são apresentados no Quadro 5.

**Quadro 5** - Comparação do volume de reservatório para diversos métodos de cálculo

<b>Métodos Utilizados</b>	<b>Vol. do Reserv. [m<sup>3</sup>]</b>
Prosab	12
Método de Rippl	49.92
Método da Simulação	54.92
Método Azevedo Neto	16.97
Método Prático Alemão	2.68
Método Prático Inglês	6.74
Método Prático Australiano	-

Fonte: LEUCK, 2008

O Método Prático Australiano não apresenta resultado por ser incompatível com as variáveis utilizadas no cálculo. O volume do reservatório no projeto deve levar em consideração, além da otimização do aproveitamento, os aspectos econômicos do sistema.

Conforme Tomaz (2003, p. 103) os custos do reservatório podem variar entre US\$ 105 e US\$178 por metro cúbico de capacidade. A faixa de preço serve de referência para reservatórios apoiados de PVC e reservatórios de concreto armado.

### **3.12.6 Distribuição**

As instalações de distribuição da água do reservatório para os pontos de consumo devem ser projetadas da mesma forma que as instalações prediais de água potável. Porém, conforme a NBR 15.527, as tubulações provenientes do reservatório de águas pluviais devem ser claramente identificadas em relação às demais tubulações da edificação. Além disso, os pontos de consumo devem ter um aviso de que a água não é potável (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007).

### **3.12.7 Manutenção**

A NBR 15.527 (ABNT, 2007), que normatiza o aproveitamento de águas da chuva captadas em cobertura, apresenta diversas recomendações para a manutenção do sistema:

4.3.6 Os reservatórios devem ser limpos e desinfetados com solução de hipoclorito de sódio, no mínimo uma vez por ano, de acordo com a ABNT NBR 5.626.[...]

4.3.9 A água da chuva reservada deve ser protegida contra a incidência direta da luz solar e do calor, bem como de animais que possam adentrar o reservatório através da tubulação de extravasão.

5.2 Quando da utilização de produtos potencialmente nocivos à saúde humana na área de captação, o sistema deve ser desconectado, impedindo a entrada desses produtos no reservatório de água da chuva. A reconexão deve ser feita somente após lavagem adequada, quando não haja mais risco de contaminação pelos produtos utilizados.

A norma também recomenda uma frequência de manutenção das instalações (Quadro 6). As partes do sistema necessitam de algum tipo de manutenção ou limpeza em intervalos diferentes, enquanto o reservatório necessita apenas de uma limpeza anual. Para os reservatórios de descarte do escoamento inicial, a norma recomenda limpezas mensais.

**Quadro 6** - Frequência de manutenção das instalações do sistema

<b>Componente</b>	<b>Frequência de manutenção</b>
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal
	Limpeza trimestral
Dispositivo de descarte do escoamento inicial	Mensal
Calhas, condutores verticais e horizontais	Semestral
Dispositivos de desinfecção	Mensal
Bombas	Mensal
Reservatório	Limpeza e desinfecção anual

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007

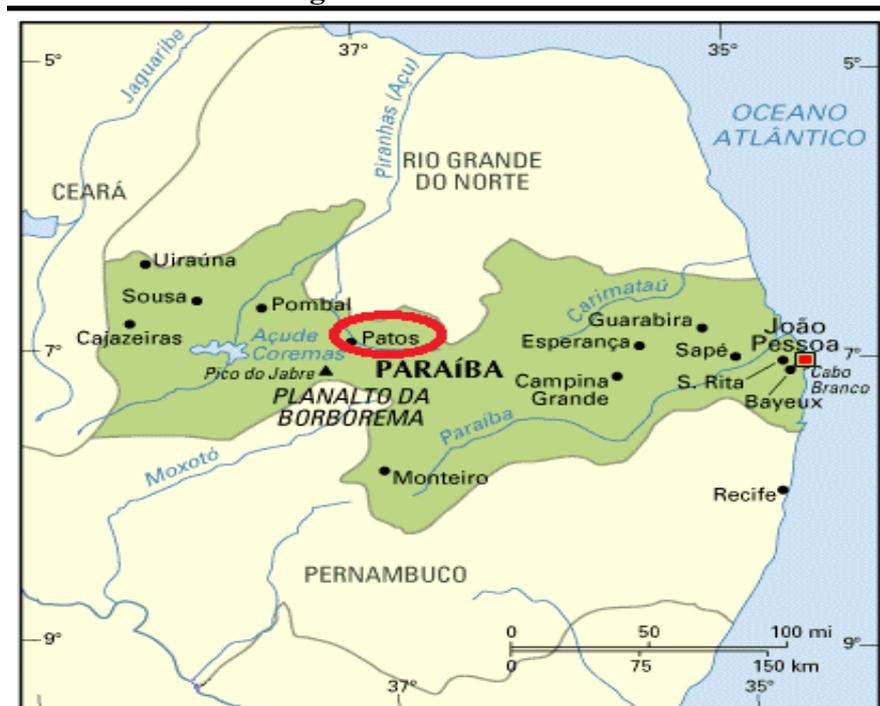
## CAPÍTULO 4

### Material e métodos

#### 4.1 Área de estudo

O objeto de estudo é uma indústria sediada na cidade de Patos, localizada na mesorregião do estado da Paraíba, nas coordenadas  $6^{\circ}59'46.47''\text{S}$  e  $37^{\circ}11'51.22''\text{W}$ . A cidade está a 307 km da capital João Pessoa, no centro do estado, com importantes vetores viários de interligação da Paraíba aos estados do Rio Grande do Norte, Pernambuco e Ceará.

**Figura 6 - Área de Estudo**



Fonte: GOOGLE, 2017, adaptada pelo autor

Patos, com potencial de consumo de mais de um bilhão de reais em 2012, entrou no mapa das 20 cidades do interior do país com as maiores taxas de consumo. Segundo pesquisa realizada pelas empresas McKinsey e da Geomarketing Escopo (2012), ela está inserida entre as cidades de interior que mais crescem em todo o Brasil, conquistando a 16ª colocação no ranking dos 20 municípios que devem apresentar maior consumo entre 2010 e 2020. O levantamento realizado pelo instituto americano teve por objetivo, mapear o consumo e as novas perspectivas de mercado e a capital do sertão paraibano (AVELAR, 2012).

A cidade de Patos está na 3ª posição entre as cinco cidades que têm 53% de concentração das empresas no estado da Paraíba, com 3,49% dos 53% (6.562 empresas), perdendo somente para João Pessoa e Campina Grande, respectivamente (AVELAR, 2012).

## 4.2 Procedimentos metodológicos

O desenvolvimento deste estudo baseia-se em pesquisa bibliográfica, de campo e elaboração de projeto sobre o assunto.

A pesquisa bibliográfica sobre o sistema de reaproveitamento de água pluvial para fins não potáveis foi realizada em livros, artigos, apostilas, dissertações, teses, normas técnicas, manuais e websites que discorrem sobre o tema.

A pesquisa de campo permitiu a coleta de dados, visando à análise da viabilidade de implantação do sistema de reaproveitamento de água pluvial para fins não potáveis. A elaboração do projeto fora feita para uma indústria de painéis metalúrgicos situada na cidade de Patos, Paraíba, na qual foram feitas entrevistas e aplicados questionários com questões abertas e fechadas aos prepostos da indústria (engenheiros, técnicos etc.).

Este estudo trata-se é uma pesquisa descritiva, a qual, segundo Perovano (2014), visa a identificação e análise das características, fatores ou variáveis que se relacionam com o fenômeno ou processo em questão. Dessa forma, após a coleta de dados, uma análise das relações entre as variáveis contribui para uma posterior determinação dos efeitos resultantes no empreendimento. Numa abordagem quantitativa, o estudo traduz em números as informações obtidas a partir da análise dos dados, alcançando uma conclusão consolidada.

A elaboração de projeto de reaproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis, tem por intuito propiciar um melhor nível de sustentabilidade da atividade desenvolvida, bem como reduzir os custos de uma indústria.

Por fim, a redução de custos é analisada por meio de planilhas de consumo, comparando-se custo atual e o custo com o sistema proposto, por meio da elaboração de planilhas.

## CAPÍTULO 5

---

### Resultados e discussão

#### 5.1 Área de contribuição

No cálculo da área de contribuição, deve se considerar os incrementos devidos à inclinação da cobertura. As superfícies encontradas no lote são do tipo inclinadas, como ilustrado na Figura 5, e calculada pela Fórmula 1 que segue:

$$A = \left( a + \frac{h}{2} \right) \times b$$

Onde:

A = área inclinada (m<sup>2</sup>)

a = base (m)

b = largura (m)

h = altura do telhado (m)

Através da fórmula 1, foram calculados as áreas de captação respectivas a cada galpão pertencente ao objeto de estudo e os resultados listados na Tabela 3 a seguir:

**Tabela 3** - Resultados dos cálculos de área de captação dos galpões

	Galpão 1	Galpão 2	Galpão 3	Galpão 4	Galpão 5	Galpão 6
Área de captação (m <sup>2</sup> )	504	957,6	315	525	525	315

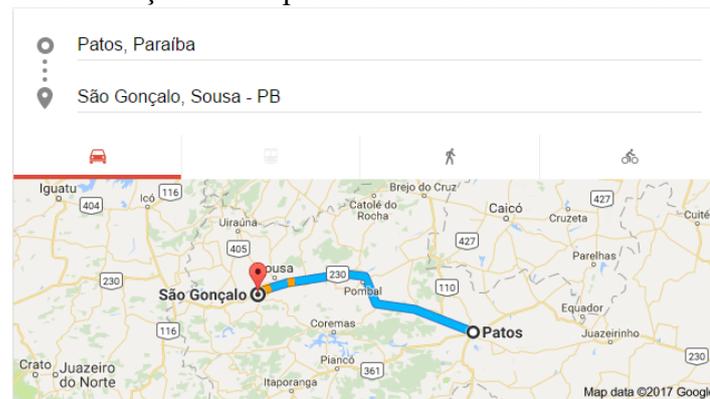
Fonte: Autor, 2017

A área de contribuição total é de 3141,6 m<sup>2</sup>.

## 5.2 IDF e Vazão de projeto

Por falta de dados hidrológicos na região, adota-se a intensidade pluviométrica da região mais próxima do local de estudo. Baseado no Anexo A – Tabela 5 da NBR 10844/1989, foram obtidos os valores hidrológicos de São Gonçalo, situada a 140km da cidade de Patos, como ilustrado na Figura 7.

**Figura 7** – Localização em mapa das cidades Patos-PB e São Gonçalo -PB



Fonte: GoogleMaps

Utilizou-se o Método Racional para o cálculo da vazão de projeto.

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

Onde:

Q = Vazão de projeto, em L/min

I = Intensidade pluviométrica, em mm/h

A = Área de contribuição, em m<sup>2</sup>

Vazões de Projeto (Q) calculadas com base no Método Racional foram expressas na Tabela 4.

**Tabela 4 - Resultado das vazões de projeto**

	<b>Intensidade pluviométrica (mm/h)</b>	<b>Área de contribuição (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Vazão de projeto (L/min)</b>
<b>Galpão 01</b>	152	504	638,4
<b>Galpão 02</b>	152	957,6	1212,96
<b>Galpão 03</b>	152	315	798
<b>Galpão 04</b>	152	525	665
<b>Galpão 05</b>	152	525	665
<b>Galpão 06</b>	152	315	798

Fonte: Autor, 2017

### 5.3 Calhas

A largura de cada calha é dimensionada conforme o comprimento do telhado, que é a medida da direção de escoamento. A Tabela 5 descreve o diâmetro interno das calhas de cada área dimensionada de acordo com a declividade (m/m) de 2% e a vazão de projeto (L/min).

**Tabela 5 - Determinação do diâmetro interno das calhas**

<b>Vazão de projeto (L/min)</b>	<b>Declividade 2%</b>	<b>Diâmetro Interno (mm)</b>
638,4	757	150
1212,96	1634	200
798	1634	200
665	757	150
665	757	150
798	1634	200

Fonte: Autor, 2017

### 5.4 Condutores verticais ou Tubos de queda

O Dimensionamento dos condutores verticais foi feito a partir dos seguintes dados:

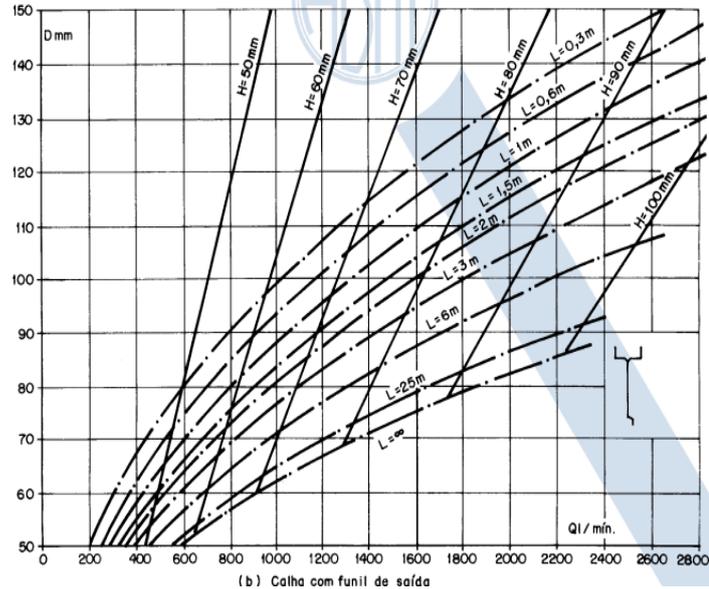
Q = vazão de projeto (L/min);

L = comprimento do condutor vertical (m);

H = Altura da lâmina d'água (mm);

Como a calha escolhida fora a com funil de saída, utilizou-se o ábaco, Figura 8, contido na NBR 10844/1989.

**Figura 8** – Ábaco para a determinação de diâmetro de condutores verticais



Fonte: NBR 10844, 89

A medida de pé direito é de 6 metros e meio, portanto utilizaremos a medida “L” igual a 6 metros. A Tabela 6 expressa o resultado dos diâmetros dos tubos de queda obtidos com auxílio do ábaco de determinação de diâmetro de condutores verticais e calha com funil de saída Figura 8.

**Tabela 6** - Diâmetro dos condutores verticais

Calhas	Q(L/min)	L(m)	D(mm) ábaco	D(mm) adotado
Galpão 1	638,4	6	65	75
Galpão 2	1212,96	6	78	100
Galpão 3	798	6	69	75
Galpão 4	665	6	59	75
Galpão 5	665	6	59	75
Galpão 6	798	6	69	75

Fonte: Autor, 2017

## 5.5 Condutores horizontais

Os condutores horizontais devem ser projetados, sempre que possível, com declividade uniforme, com valor mínimo de 0,5%. O dimensionamento dos condutores

horizontais de seção circular deve ser feito para escoamento com lâmina de altura igual a 2/3 do diâmetro interno (D) do tubo. As vazões para tubos de vários materiais e inclinações usuais estão indicadas na NBR 10844/1989.

Com auxílio da tabela contida na NBR 10844 - Capacidade de condutores horizontais de seção circular (vazões em L/min.), fora gerado a Tabela 7 que contém os valores dos Diâmetro (D) adotados para os respectivos galpões.

**Tabela 7 - Diâmetros dos condutores horizontais de cada galpão**

<b>Vazão de projeto (L/min)</b>	<b>Diâmetro adotado (mm)</b>
638,4	150
1212,96	200
798	150
665	150
665	150
798	150

Fonte: Autor, 2017

## 5.6 Reservatório inferior

No lote existem dois reservatórios inferiores com capacidade de 20 m<sup>3</sup> cada (4m x 2,5m x 2m). A capacidade de armazenagem hídrica resultante é de 40m<sup>3</sup> ou 40.000 litros, onde um reservatório será destinado ao armazenamento de água pluvial e o outro ao armazenamento de água potável.

A água de reuso pluvial, será destinada apenas ao abastecimento das bacias sanitárias e torneiras para limpeza do pátio. Portanto, fora obtido os valores expressos na Tabela 8 e Tabela 9 com base na quantidade de litros de água gastos por atividade.

**Tabela 8 - Estimativa de consumo diário predial**

<b>TIPO DO PRÉDIO</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>CONSUMO DIÁRIO (L/dia)</b>
Serviço Industrial		
Fábricas (uso pessoal)	Por operário	70

Fonte: ABNT NBR 5626,1998

**Tabela 9 - Estimativa de consumo diário predial**

TIPO DE CONSUMIDOR	UNIDADE	CONSUMO DIÁRIO (L/dia)
Serviço Industrial		
Limpeza hídrica do terreno	Por m <sup>2</sup>	0,1 L / m <sup>2</sup>

Fonte: TOMAZ, 2003

Cálculo do consumo hídrico do lote:

- Vazão média de consumo humano

70 litros x 50 operários x 30 dias = 105000 litros / mês

- Vazão média de consumo para limpeza semanal (x1 por mês)

2 litros x 2818,07 m<sup>2</sup> x 4 = 5636,14 litros / mês

- Consumo total mensal e diário

105.000 + 5636,14 = 110.636,14 litros / mês ou 3687,87 litros / dia

Cálculo do volume de água de chuva que pode ser aproveitado:

$$V = P \times A \times C \times \eta \text{ first flush}$$

Sendo:

V= volume da cisterna em litros;

P= precipitação média mensal (mm);

C= coeficiente de runoff do telhado (adimensional);

= 0,95 η first flush = rendimento do dispositivo de carga de lavagem do sistema=0,85;

A= área do telhado em projeção (m<sup>2</sup>);

C x η first flush = 0,95 x 0,85=0,80

$$V = 779,3 \text{ mm/ano} \times 3141,6 \text{ m}^2 \times 0,8$$

$$V = 1958,59 \text{ m}^3/\text{ano}$$

$$V = 163,21 \text{ m}^3/\text{mês}$$

$$V = 5,44 \text{ m}^3 / \text{dia}$$

Para contemplar algumas variações de pluviosidade, será adotado o volume de capacitação pluvial diária no valor de 6m<sup>3</sup> por dia. Logo, o reservatório inferior existente de 20m<sup>3</sup> possui capacidade de armazenamento superior a 3 vezes o volume de captação.

A reserva técnica de incêndio (RTI) deve ser prevista para permitir o primeiro combate durante determinado tempo, após este tempo considera-se que o Corpo de Bombeiros mais próximo atuará no combate, utilizando a rede pública, caminhões-tanque ou fontes

naturais. Em muitos municípios costuma-se adotar 20% do volume do consumo diário (CD) para a reserva técnica de incêndio. Logo, tem-se:

$$\text{Volume do reservatório} = 20\% \text{ Consumo Diário}$$

$$\text{Volume do reservatório} = 0,2 \cdot (4m^3)$$

$$\text{Volume do reservatório} = 0,8 m^3$$

Com base nos resultados obtidos para o volume do reservatório inferior, fica comprovado que o volume do reservatório inferior existente ( $20m^3$ ) é mais que suficiente para o sistema, e ainda possui capacidade para contemplar as variações meteorológicas que possa existir no local.

### 5.7 Reservatório superior

A capacidade dos reservatórios não pode ser inferior ao consumo diário calculado e recomenda-se que não seja superior a 3 vezes o mesmo. Tudo vai depender da região onde o projeto está sendo implantado. O dimensionamento do reservatório superior será calculado para um abastecimento hídrico do lote por dois dias. Sendo assim:

Consumo diário: 3687,87 litros / dia

Consumo diário adotado: 4000 litros/dia

Capacidade do reservatório superior: 2 dias x Consumo diário

Capacidade do reservatório superior: 8000 litros ou  $8m^3$

A tubulação de extravasão dos reservatórios superiores é aquela destinada a escoar eventual excesso de água dos reservatórios onde foi superado o nível de transbordamento. Para o cálculo do diâmetro de extravasão, utiliza-se a Tabela 10:

**Tabela 10** - Diâmetro da tubulação extravasora em função do diâmetro da tubulação do alimentador predial

Tubulação do alimentador predial				Tubulação extravasora			
Diâmetro Nominal		Diâmetro externo PVC rígido		Diâmetro Nominal		Diâmetro externo PVC rígido	
(mm)	(ref.)	Soldável (mm)	Roscável (mm)	(mm)	(ref.)	Soldável (mm)	Roscável (mm)
15	1/2	20	21	15	1/2	25	26,5
20	3/4	25	26,5	20	3/4	32	33,2
25	1	32	33,2	25	1	40	42
32	1.1/4	40	42	32	1.1/4	50	48
40	1.1/2	50	48	40	1.1/2	60	60

Fonte: COELHO, 2012

O diâmetro da tubulação extravasora é igual a 20mm.

A tubulação de limpeza é destinada ao esvaziamento do reservatório, para permitir a sua limpeza e manutenção. É prática se utilizar para o cálculo das tubulações de limpeza dos reservatórios superiores os valores que seguem a Tabela 11:

**Tabela 11** - Diâmetro da tubulação de limpeza em função da capacidade do reservatório

Diâmetro		Capacidade do reservatório em litros
PVCS	PVCR	
32	33,2	Até 1.800
40	42	1.801 até 3.000
50	48	3.001 até 5.000
60	60	5.001 até 11.000
75	75,5	11.001 até 19.000
85	88,3	19.001 até 30.000
110	113,1	acima de 30.000

Fonte: COELHO, 2012

## 5.8 Estação elevatória

A vazão de recalque deverá ser, no mínimo, igual a 20% de Consumo Diário, expressa em m<sup>3</sup>/h. Para o Consumo Diário de aproximadamente 4m<sup>3</sup>, a Vazão de Recalque (Qr) será no mínimo, igual a 0,8 m<sup>3</sup>/h.. Fazendo o cálculo pela fórmula, temos:

$$Q = \frac{V}{T}$$

Onde:

Q = Vazão de recalque

V = Volume de abastecimento

T = Período de funcionamento em horas

$$Q = \frac{V}{T}$$

$$Q = \frac{8.000 \text{ litros}}{4 \text{ horas}}$$

$$Q = 2000 \text{ Litros/h}$$

Encontrada a vazão de 2000 Litros/h, deve-se converter para a unidade m<sup>3</sup>/h, resultando no valor de 5,55. 10<sup>-4</sup>m<sup>3</sup>/s ou 2 m<sup>3</sup>/h.

Para dimensionar a tubulação basta verificar na Tabela 12 a vazão adotada para a instalação, neste caso foi de 2000 litros por hora, ou seja, 2 m<sup>3</sup>/h.

**Tabela 12 - Diâmetro de tubulação de vazão**  
**Sugestão de Diâmetro de Tubulação de Vazão**

Sugestão de Diâmetro de Tubulação de Vazão										
Sucção										
Vazão (m <sup>3</sup> /h)		0 a 1,5	1,5 a 3	3 a 6,5	6,5 a 8,5	8,5 a 16	16 a 25	25 a 35	35 a 65	65 a 120
Diâmetro	Polegadas	3/4	1	1. 1/4	1. 1/2	2	2 . 1/2	3	4	5
	Milímetros	25	32	40	50	60	75	85	110	140
Recalque										
Vazão (m <sup>3</sup> /h)		0 a 1,5	1,5 a 3	3 a 6,5	6,5 a 8,5	8,5 a 18	18 a 35	35 a 60	60 a 120	120 a 250
Diâmetro	Polegadas	3/4	1	1. 1/4	1. 1/2	2	2 . 1/2	3	4	5
	Milímetros	25	32	40	50	60	75	85	110	140

Fonte: Schneider, 2015

No caso da Bomba Centrífuga da marca Schneider com capacidade de elevação de 2000 litros/hora, este valor está entre as Vazões de 1,5 a 3 m<sup>3</sup>/h tanto para a Sucção quanto para o Recalque.

Deve ser previsto, no mínimo, para o diâmetro da tubulação de sucção, um diâmetro nominal imediatamente superior ao da tubulação de recalque (CÔELHO, 2013). Logo o diâmetro da tubulação de sucção a ser adotado será de 40mm.

Para que a tubulação tenha um valor econômico comprovado, deve-se submeter ao cálculo da velocidade econômica para comprovação, em que a velocidade econômica (v) fica entre 0,5 e 4,0 metros por segundo (m/s).

$$V = \frac{(4 \cdot Q)}{\pi \cdot D \cdot r^2}$$

Onde:

V = Velocidade econômica

Q = Vazão em m<sup>3</sup>/s

Dr = Diâmetro de recalque, em metros.

$$V = \frac{4 \cdot 5,5 \cdot 10^{-4}}{\pi \cdot 0,032^2}$$

$$V = 0,68 \frac{m}{s}$$

Valor econômico comprovado:  $0,5 < 0,68 < 4$  m/s.

Cálculo da altura mínima da válvula de pé com crivo.

A válvula deve estar mergulhada a uma altura mínima de:

$$h = 2,5 Ds + 0,1$$

Onde:

h = altura mínima, em metros;

Ds = diâmetro de sucção, em metros;

$$h = 2,5 \cdot (0,4) + 0,1$$

$$h = 1,1 \text{ m}$$

A altura mínima de 1,1 m deve ser adotada para evitar a formação de vórtices e entradas de ar.

## 5.9 Cálculo das perdas de carga

Sendo a perda de carga contínua de recalque determinada por:

$$hf = 10,645 \cdot \left(\frac{Q}{c}\right)^{1,852} \cdot \frac{L}{Dr^{4,87}}$$

$$hf = 10,645 \cdot \left(\frac{5,55 \cdot 10^{-4}}{130}\right) \cdot \frac{15}{0,032}$$

$$hf = 0,35 \text{ m. c. a (Metro coluna de água)}$$

Sendo a perda de carga continua de sucção determinada por:

$$hf = 10,645 \cdot \left(\frac{Q}{c}\right)^{1,852} \cdot \frac{L}{D_S^{4,87}}$$

$$hf = 10,645 \cdot \left(\frac{5,55 \cdot 10^{-4}}{130}\right) \cdot \frac{1,1}{0,04}$$

$$hf = 0,0085 \text{ m.c.a (metro coluna de água)}$$

Tem-se ainda que calcular a perda de carga nas peças de ligação, onde é mensurado por um “L” equivalente. Sendo esses valores definidos por uma tabela específica, de acordo com o material do conduto.

Transforma-se então, o valor de perda de carga continua de  $hf=$  (m.c.a) em perda de carga metro a metro  $j=$  (m/m).

**Tabela 13** – Perda de carga na tubulação de recalque

Recalque			
Peça	Qtd	L equivalente	Qtd*L equivalente
Válvula de retenção leve	1	6,4	6,4
Curva de 90°	2	1,6	3,2
Registro de gaveta	1	0,7	0,7
Saída da canalização	1	3,2	3,2
Válvula de retenção	1	4,9	4,9
<b>TOTAL</b>			<b>18,4</b>

Fonte: Autor, 2017

$$j = \frac{hf}{l}$$

$$j = \frac{0,35}{15}$$

$$j = 0,023 \frac{m}{m}$$

$$Hf = 18,4 \cdot 0,023$$

$$Hf = 0,4232 \text{ m.c.a}$$

**Tabela 14** – Perda de carga na tubulação de sucção

Sucção			
Peça	Qtd	L equivalente	Qtd*L equivalente
Válvula de pé e crivo	1	30	30
Curva de 90°	1	1,6	1,6
registros de gaveta aberto	2	0,4	0,8
<b>TOTAL</b>			<b>32,4</b>

Fonte: Autor, 2017

$$j = \frac{hf}{l}$$

$$j = \frac{0,0085}{1,1}$$

$$j = 0,0077 \frac{m}{m}$$

$$Hf = 32,4 \cdot 0,0077$$

$$Hf = 0,2495 \text{ m.c.a}$$

Define-se então, que a altura manométrica é a soma entre a diferença de cotas acrescido das perdas de carga localizadas e contínuas.

$$H_{man} = 1,1 + 5 + 0,35 + 0,0085 + 0,4232 + 0,2495$$

$$H_{man} = 7,1312$$

Adotando um rendimento de 70% para a bomba e supondo que o líquido transportado seja a água, temos a seguinte potência:

$$Pot(cv) = \frac{10^3 \cdot QH}{75 \cdot n}$$

Onde:

Pot(cv) = potência da bomba, em cavalo vapor;

Q = vazão de projeto, em metros cúbicos por segundo;

H = altura manométrica, em metros;

N = rendimento da bomba, em porcentagem;

$$Pot(cv) = \frac{10^3 \cdot (5,55 \cdot 10^{-4}) \cdot 7,1312}{75,070}$$

$$Pot(cv) = 0,75 \text{ cv}$$

Determinado o valor da potência do conjunto motor-bomba em 0,75, é necessário um acréscimo de potência para que o sistema trabalhe com uma folga, sendo assim, a Tabela 15 apresenta a relação entre potência calculada e acréscimo de potência.

**Tabela 15** - Valor de acréscimo a ser adotado ao conjunto motor-bomba

POTÊNCIA CALCULADA (CV)	ACRÉSCIMO DE POTÊNCIA %
Até 2 CV	50
2 < P ≤ 5 CV	30
5 < P ≤ 10 CV	20
10 < P ≤ 20 CV	15
Acima de 20 CV	10

Fonte: JUSTINO, NOGUEIRA, 2012

Adotado um acréscimo de 50% a bomba, o novo valor da potência da bomba será igual a 1,125 cv.

## 5.10 Dimensionamento do ramal e sub-ramal

- **Cálculo das vazões nos pontos de utilização**

### Bacias sanitárias com caixa acopladas

Pela ABNT NBR 5626, temos que o peso relativo de cada bacia sanitária deste tipo é igual a 0,3. O projeto possui 8 unidades de bacias sanitárias, logo o peso relativo total será igual a 2,4.

$$Q = 0,3 \sqrt{\sum P}$$

$$Q = 0,3 \cdot \sqrt{2,4}$$

$$Q = 0,46 \text{ L/s}$$

### Torneiras de lavagem em geral

Pela ABNT NBR 5626, temos que o peso relativo de cada torneira deste tipo é igual a 0,4. O projeto possui 3 unidades de torneiras, logo o peso relativo total será igual a 1,2.

$$Q = 0,3\sqrt{\Sigma P}$$

$$Q = 0,3\sqrt{1,2}$$

$$Q = 0,33 \text{ L/s}$$

- **Cálculo do diâmetro econômico**

#### Bacias sanitárias

$$D = 0,54 \cdot Q^{0,43}$$

$$D = 0,54 \cdot 0,46^{0,43}$$

$$D = 0,3867 \text{ m}$$

O Diâmetro da tubulação utilizada: 40 mm (comercial)

#### Torneiras do galpão

$$D = 0,54 \cdot Q^{0,43}$$

$$D = 0,54 \cdot 1,2^{0,43}$$

$$D = 0,3352 \text{ m}$$

O Diâmetro da tubulação utilizada: 40 mm (comercial)

## 5.11 Levantamento de custos e da economia do sistema

O atual modelo de fornecimento hídrico é feito por caminhões com capacidade de transporte de 16m<sup>3</sup> ou 16000 litros de água, sendo o valor médio de cada compra R\$ 220,00. Sendo considerado o consumo diário de aproximadamente 4m<sup>3</sup> ou 4000 litros, calcula-se a quantidade necessária de caminhões por ano:

$$\text{Consumo diário} = 4.000 \text{ litros}$$

$$\text{Consumo anual} = 4.000 \times 360 = 1.440.000 \text{ litros}$$

$$1 \text{ caminhão} = 16.000 \text{ litros}$$

$$\text{Quantidade de caminhões} = \frac{\text{Consumo anual}}{\text{Volume de 1 caminhão}} = \frac{1.440.000}{16.000} = 90 \text{ caminhões}$$

O valor total gasto anualmente com compra de água fornecida por caminhões:

$$\text{Valor gasto(atual)} = 90 \cdot \text{R\$ } 220,00 = \text{R\$ } 19.800,00$$

Com a instalação do sistema de reaproveitamento de águas pluviais está previsto uma captação de  $1958,59 m^3/\text{ano}$ , sendo este volume captado suficiente para abastecer a indústria nos meses chuvosos. Porém, na cidade de Patos-PB existe um período de 3 meses, compreendido entre setembro, outubro e novembro nos quais a quantidade de chuva é nula ou praticamente nula. Sendo assim, fora adotado em projeto a quantidade de caminhões necessários para o abastecimento hídrico neste período de seca.

*Período de seca = 3 meses ou 90 dias*

$$\text{Quantidade de caminhões} = \frac{\text{Consumo diário} \times 90}{\text{Volume de 1 caminhão}} = \frac{360.000}{16.000} = 22,5 \text{ caminhões}$$

**Valor adotado = 23 caminhões**

Cálculo do valor gasto para a quantidade de caminhões comprados no período de seca:

$$\text{Valor gasto}(seca) = 23 \cdot R\$ 220,00 = R\$ 5.060,00$$

Valor anual economizado apenas com a compra de água:

$$\text{Valor economizado} = R\$ 19.800,00 - 5.060,00$$

$$\text{Valor economizado} = \mathbf{R\$ 14.740,00}$$

Para ser definido o valor total a ser economizado anualmente pelo proprietário da fábrica, deve-se somar aos gastos hídricos, os gastos de manutenção do sistema, contido no orçamento item **5.12**. Sendo o valor de manutenção do sistema fixado na planilha orçamentária igual a R\$ 10.181,60, o valor economizado anualmente é igual a:

$$\text{Valor economizado}(anual) = \text{Valor gasto}(atual) - \text{Valor manutenção do sistema}$$

$$\text{Valor economizado}(anual) = 19.800 - 8189,60$$

$$\text{Valor economizado}(anual) = \mathbf{R\$ 11.610,40}$$

Com o valor economizado (anual) devidamente calculado, é possível agora determinar o tempo de rentabilidade do projeto de reaproveitamento de água pluvial. O cálculo será feito com base no valor de implantação do sistema (R\$ 55.101,44), contido no Anexo (orçamento).

$$\textit{Rentabilidade} = \frac{\textit{Valor de implantação do sistema}}{\textit{Valor economizado(anual)}}$$

$$\textit{Rentabilidade} = \frac{55.101,44}{11.610,40}$$

$$\textit{Rentabilidade} = 4 \textit{ Anos e 9 meses}$$

O investimento total no sistema de reaproveitamento de água pluvial se pagará totalmente no **ano 4** entre os **meses 8 e 9**, resultando no total economizado de R\$ 55.150,48.

## 5.12 Orçamento do sistema de reaproveitamento de água pluvial

CÓD	ITEM	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	P. UNIT.	P. TOTAL
	<b>1</b>	<b>CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA</b>				
	<b>1.1</b>	<b>CALHAS</b>				
12618		CALHA PLUVIAL DE PVC, DIAMETRO ENTRE 119 E 170 MM, COMPRIMENTO DE 3 M, PARA DRENAGEM PREDIAL	m	206	R\$ 34,86	R\$ 7.181,16
94230		CALHA DE BEIRAL, SEMICIRCULAR DE PVC, DIAMETRO ABAIXO DE 200 MM, INCLUINDO CABECEIRAS, EMENDAS, BOCAIS, SUPORTES E VEDAÇÕES, EXCLUINDO CONDUTORES, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_06/2016	m	75	R\$ 56,36	R\$ 4.227,00
				<b>SUBTOTAL ITEM 1.1</b>		<b>R\$ 11.408,16</b>
	<b>1.2</b>	<b>CONDUTORES VERTICAIS</b>				
91174		FIXAÇÃO DE TUBOS VERTICAIS DE PPR DIÂMETROS MAIORES QUE 40 MM E MENORES QUE 75 MM COM ABRAÇADEIRA METÁLICA RÍGIDA TIPO D 3", FIXADA EM PERFILADO EM ALVENARIA. AF_05/2015	m	144	R\$ 1,86	R\$ 267,84
91175		FIXAÇÃO DE TUBOS VERTICAIS DE PPR DIÂMETROS MAIORES QUE 75 MM COM ABRAÇADEIRA METÁLICA RÍGIDA TIPO D 3", FIXADA EM PERFILADO EM ALVENARIA. AF_05/2015	m	72	R\$ 3,04	R\$ 218,88
				<b>SUBTOTAL ITEM 1.2</b>		<b>R\$ 486,72</b>
	<b>1.3</b>	<b>CONDUTORES HORIZONTAIS</b>				
91169		FIXAÇÃO DE TUBOS HORIZONTAIS DE PPR DIÂMETROS MAIORES QUE 75 MM COM ABRAÇADEIRA METÁLICA RÍGIDA TIPO D 3", FIXADA EM PERFILADO EM LAJE. AF_05/2015	m	380,4	R\$ 3,46	R\$ 1.316,18
				<b>SUBTOTAL ITEM 1.3</b>		<b>R\$ 1.316,18</b>
	<b>1.4</b>	<b>CAIXA DE PASSAGEM</b>				
83447		CAIXA DE PASSAGEM 40X40X50 FUNDO BRITA COM TAMPA	unid.	26	R\$ 136,18	R\$ 3.540,68
				<b>SUBTOTAL ITEM 1.4</b>		<b>R\$ 3.540,68</b>
	<b>1.5</b>	<b>SISTEMA DE FILTRAGEM</b>				
73612		INSTALACAO DE CLORADOR	unid.	1	R\$ 343,20	R\$ 343,20
73694		INSTALACAO DE BOMBA DOSADORA	unid.	1	R\$ 124,24	R\$ 124,24
73695		INSTALACAO DE AGITADOR	unid.	1	R\$ 63,90	R\$ 63,90
73873/005		LEITO FILTRANTE - COLOCACAO DE ANTRACITO NOS FILTROS	m³	20	R\$ 63,62	R\$ 1.272,40
				<b>SUBTOTAL ITEM</b>		<b>R\$</b>

				<b>1.5</b>		<b>1.803,74</b>
	<b>1.6</b>	<b>SISTEMA DE BOMBEAMENTO</b>				
00000732		BOMBA CENTRIFUGA MOTOR ELETRICO TRIFASICO 0,99HP DIAMETRO DE SUCCAO X ELEVACAO 1" X 1", DIAMETRO DO ROTOR 145 MM, HM/Q: 14 M / 8,4 M3/H A 40 M / 0,60 M3/H	unid.	1	R\$ 858,95	R\$ 858,95
				<b>SUBTOTAL ITEM 1.6</b>		<b>R\$ 858,95</b>
	<b>1.7</b>	<b>RESERVATÓRIO SUPERIOR</b>				
73888/001		ASSENTAMENTO TUBO PVC COM JUNTA ELASTICA, DN ATÉ 50 MM - (OU RPVC, OU PVC DE FOFO, OU PRFV) - PARA AGUA.	m	16,1	R\$ 1,26	R\$ 20,29
17.1.11		Guarda-corpo em tubo de aço galvanizado 1 1/2"	m	10,58	R\$ 274,42	R\$ 2.903,36
INFRAER O		Escada tipo marinho com proteção, fornecimento e instalação - incluso pintura	unid.	1	R\$ 19.495,51	R\$ 19.495,51
INFRAER O		CAIXA D'AGUA FIBRA DE VIDRO PARA 4000 LITROS, COM TAMPA	unid.	2	R\$ 1.359,75	R\$ 2.719,50
INFRAER O		Boia de acionamento automático 10A/250V - fornecimento e instalação	unid.	2	R\$ 64,82	R\$ 129,64
INFRAER O		Fornecimento e instalação de para-raios para reservatórios	unid.	1	R\$ 2.462,24	R\$ 2.462,24
INFRAER O		Concreto usinado e bombeado fck=35MPa, inclusive colocação, espalhamento e adensamento mecânico	m³	5,03	R\$ 570,58	R\$ 2.870,02
INFRAER O		3 Armação aço CA-50, diâmetro 6,3 (1/4") a 12,5mm (1/2") - fornecimento, corte (perda 10%), dobra e colocação	kg	405,04	R\$ 7,10	R\$ 2.875,78
INFRAER O		Formas em madeira compensada resinada 14mm para estrutura, reaproveitamento 3 vezes, corte / montagem / escoramento / desforma	m²	14,76	R\$ 81,46	R\$ 1.202,35
				<b>SUBTOTAL ITEM 1.7</b>		<b>R\$ 34.678,69</b>
	<b>1.8</b>	<b>RAMAL E SUB-RAMAL</b>				
89355		TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 40MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	m	12,2	R\$ 10,90	R\$ 132,98
89356		TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	m	48,6	R\$ 12,97	R\$ 630,34
89357		TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 60MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	m	12,8	R\$ 19,14	R\$ 244,99
				<b>SUBTOTAL ITEM 1.8</b>		<b>R\$ 1.008,31</b>
					<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 55.101,44</b>
	<b>2</b>	<b>CUSTO DE MANUTENÇÃO DO SISTEMA (ANUAL)</b>				
		CAMINHÃO PIPA 16.000 LTS	unid.	23	R\$	R\$

					220,00	5.060,00
00002696		ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRAULICO	h	96	R\$ 11,85	R\$ 1.137,60
00000246		AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRAULICO	h	96	R\$ 8,90	R\$ 854,40
00002436		ELETRICISTA	h	96	R\$ 11,85	R\$ 1.137,60
					<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 8.189,60</b>

Fonte: Autor, 2017

## CAPÍTULO 6

---

---

### **Conclusão**

Neste trabalho realizou-se o estudo de captação e aproveitamento de água da indústria metalúrgica Alumínio São Paulo, na qual vislumbrou-se a utilização desse sistema em virtude das dimensões do telhado que possui elevada área para possível captação de água da chuva. Calculou-se a demanda hídrica do lote e verificou-se que a precipitação seria suficiente para atender a demanda estudada de água. Segundo informações do proprietário, o consumo diário da fábrica tem em média 4.000 litros/dia, valor este comprovado por cálculos durante este projeto.

Com a implantação do sistema de captação e aproveitamento de água da chuva a redução prevista dos gastos será de R\$ 14.740,00 anualmente, apenas com os gastos de caminhões para abastecimento hídrico. Sendo assim, fora obtido que o sistema se pagará com 4 anos e 9 meses, totalizando um valor de R\$ 51.150,48.

Além das vantagens econômicas que a implantação deste sistema pode trazer, existem vantagens ao meio ambiente, pois toda a água captada ajuda a minimizar a ocorrência de enchentes e falta de água, sem falar do consumo indevido de água tratada, a qual possui um custo relativamente elevado.

Portanto, com o presente estudo constatou-se que a implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial na indústria metalúrgica Alumínio São Paulo, mostrou-se tecnicamente e economicamente viável, pois proporcionaria grande potencial de economia de água potável, trazendo benefícios financeiros em médio prazo e benefícios ambientais imediatos por preservar os recursos hídricos da região.

### **6.1 Proposta para novos trabalhos**

Trabalhos complementares podem ser desenvolvidos sobre etapas não exploradas neste estudo, por não ser objetivo deste projeto. O tema é muito amplo e com vasta área de auxílio à sociedade, o que exigiria um tempo maior para elaboração de um projeto mais complexo em concordância ao exigido no normativo que os rege.

Neste caso, a elaboração de um projeto de drenagem para aproveitamento de água pluvial com fins não potável seria uma forma de dar continuidade a este trabalho.

## REFERÊNCIAS

- ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em abril de 2017.
- AQUASTOCK: Água da Chuva. Sistema de Reaproveitamento da Água da Chuva. Disponível em: <<http://www.engeplasonline.com.br>> Acesso em: 21 mai. 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527: Água de chuva:** aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Rio de Janeiro: 2007. 8 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969: Tanques sépticos:** unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos. Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: 1997. 60 p.
- AVELAR, Damião. Patos é o 16º consumo do país. **Jornal da Paraíba** [on line], 9 set. 2012. Disponível em: <[http://www.jornaldaparaiba.com.br/economia/noticia/90966\\_patos-e-16o-consumo-do-pais](http://www.jornaldaparaiba.com.br/economia/noticia/90966_patos-e-16o-consumo-do-pais)>. Acesso em: 17 abr. 2017.
- AYRES, R. U. Sustainability economics: where do we stand? **Ecological Economics**, Hidalgo v. 67, n. 2, p. 281-310, 2008.
- BERNARDI, C. C. **Reuso de água para irrigação**. Dissertação (Especialização em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada) – Instituto Superior de Administração e Economia, Fundação Getúlio Vargas/ECOBUSINESS SCHOOL, 2003.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energias. Ministério do Meio Ambiente. Decreto n. 24.643, de 10 de julho de 1934. Decreta o Código das Águas. **Coleção das Leis do Brasil**, 1934, v. 4, p. 679. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d24643.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm)>. Acesso em: 01 abr. 2017.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. Resolução n. 20, de 18 de junho de 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>>. Acesso em 18 abr. 2017.
- BRASIL. Lei n. 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, seção 1, p. 470, v. 135, n. 6, 09 jan. 1997.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 3. ed. rev. Brasília: Funasa, 2004.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em 14 fev. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução n. 54, de 28 de novembro de 2005, estabelece critérios gerais para reuso de água potável. **Diário Oficial da União**, Brasília, 9 de março de 2006.

BRASIL. Ministério do Meio ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Plano Nacional de Recursos Hídricos**. Síntese Executiva. Brasília: MMA, 2006. Disponível em: <<http://www.mi.gov.br/documents/10157/3675235/PLANO+NACIONAL+DE+RECURSOS+HIDRICOS.pdf/a8a83f9a-5e31-4da1-96b4-4edafe55c5cf>>. Acesso em: 15 fev. 2017.

BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria n. 2914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)>. Acesso em 10 jan. 2017.

BRITES, A. D. **Esgoto, petróleo e metais pesados ameaçam águas**. 2007. Disponível em: <<http://educacao.uol.com.br/biologia/ult1698u84.jhtm>>. Acesso em: 12 fev. 2017.

BORGES, L. Z. **Caracterização da água cinza para promoção da sustentabilidade dos recursos hídricos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) - Universidade Federal do Paraná, 2003.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Histórico da legislação hídrica no Brasil. 2010. Disponível em: <<http://empresaspublicas.imprensaoficial.com.br/balancos/cetesb/cetesb2012.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2017.

CHERNICHARO, C. A. de L.; RUTKOWSKI, E. W.; VOLSHAN JUNIOR, I.; CASSINI, S. T. A. (Coords) **Qualidade da água e padrões de potabilidade: abastecimento de água: guia do profissional em treinamento**. Belo Horizonte: ReCESA, 2007. 80p. Disponível em: <<http://nucase.desa.ufmg.br/wp-content/uploads/2013/04/AA-QAPP.2.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2017.

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA DO PARANÁ. CREA-PR. **Uso e reúso da água**. 2010. (Série de Cadernos Técnicos da Agenda Parlamentar). Disponível em: <<file:///C:/Users/Adriano%20Segundo/Downloads/uso%20e%20reuso%20da%20agua%20-%20CREA.pdf>> . Acesso em: 13 mar. 2017.

CORDEIRO, Roberto Batista; ROBLES JÚNIOR, Antônio. Custos e benefícios com o reuso da água em condomínios residenciais: um desenvolvimento sustentável. In: **CICLO DE DEBATES EM ECONOMIA INDUSTRIAL, TRABALHO E TECNOLOGIA**, 9., 2011, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Pontifícia Universidade Católica, 2011. Disponível em: <[www.pucsp.br/eitt/downloads/ix\\_ciclo/IX\\_Ciclo\\_2011\\_Artigo\\_Roberto\\_Baptista.pdf](http://www.pucsp.br/eitt/downloads/ix_ciclo/IX_Ciclo_2011_Artigo_Roberto_Baptista.pdf)> Acesso em: 10 nov. 2016.

CUNHA, V. D. **Estudo para proposta de critérios de qualidade da água para reuso urbano**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento) - Escola Politécnica da Universidade São Paulo, 2008.

CUNHA, Ananda Helena Nunes; OLIVEIRA, Thiago Henrique de; FERREIRA, Rafael Batista; MILHARDES, André Luiz Mendes; SILVA, Sandra Máscimo da Costa e. O reuso de água no Brasil: a importância da reutilização de água no país. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v.7, n.13, p. 1225-1248, 2011. Disponível em:

<<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011b/ciencias%20ambientais/o%20reuso.pdf>> .

Acesso: 10 nov. 2016.

CURITIBA. Lei municipal n. 10.785, de 18 de setembro de 2003. Disponível em:

<<https://leismunicipais.com.br/a/pr/c/curitiba/decreto/2006/29/293/decreto-n-293-2006-regulamenta-a-lei-n-10785-03-e-dispoe-sobre-os-criterios-do-uso-e-conservacao-racional-da-agua-nas-edificacoes-e-da-outras-providencias-2006-03-22.html>>. Acesso em: 17 abr. 2017.

DOVERS, S. R.; HANDMER, J. W. Uncertainty, sustainability and change. **Global Environmental Change**, Canberra, v. 2, n. 4, p. 262-276, 1992.

ELY, L. Recursos hídricos na mira dos negócios. **Jornal do Comércio**, Porto Alegre (RS), 04 ago. 2010. Disponível em: <<http://jcrs.uol.com.br/site/noticia.php?codn=35986>>. Acesso em: 29 fev. 2017.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. FIRJAN. **Manual de conservação e reuso da água na indústria**. Rio de Janeiro. 2006. Disponível em:

<<http://firjan.org.br>>. Acesso em: 16 fev. 2017.

FERREIRA, Luiz Alberto. **Formação técnica para ecodesenvolvimento**: uma avaliação do ensino técnico agrícola em Santa Catarina no período 1992-2002. 112f. Tese (Doutorado em Ciências Humanas, Sociedade e Meio Ambiente). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

FIORINO, D. J. Explaining national environmental performance: approaches, evidence, and implications. **Policy Sciences**, Washington, v. 44, n. 4, p. 367-389, 2011.

FOUCAULT, M. **Microfísica do poder**. Rio de Janeiro: Graal, 1996.

GHISI, E.; TRÉS, A. C. R. **Netuno**. Aproveitamento de águas pluviais no setor residencial.. Programa computacional, 2006. Disponível em: <<http://www.labee.ufsc.br>>. Acesso em 18 fev. 2017

GOCKEL, L. Água: uma década de lei. **Revista do Terceiro Setor**, jan. 2007.

Disponível em: <<http://arruda.rits.org.br>>. Acesso em: 18 fev. 2017.

GONÇALVES, Orestes Marraccini; OLIVEIRA, Lúcia Helena de. Sistemas prediais de águas pluviais. **Texto técnico**, São Paulo. 2006. Disponível em:

<<http://www.allquimica.com.br/arquivos/websites/artigos/A-000432006528143945.pdf>>

Acesso em: 18 nov. 2016.

GRANZIERA, M. L. M. Direito de águas e meio ambiente. São Paulo: Editora Ícone, 1993.

HELDMAN, K. **Gerência de projetos**: guia para o exame oficial do PMI. 3. ed. rev. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: UFMG, 2006.

HESPANHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. **Bahia Análise & Dados**, Salvador, v. 13, n. especial, p. 411-437, 2003.

HOVE, H. Critiquing sustainable development: a meaningful way of mediating the development impasse? **Undercurrent**, Washington, v. 1, n. 1, 2004.

KELLY, R.; SIRR, L.; RATCLIFFE, R. Futures thinking to achieve sustainable development at local level in Ireland. **Foresight**, Dublin, v. 6, n. 2, p. 80-90, 2004.

KRÜGER, E. L. Uma abordagem sistêmica da atual crise ambiental. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, n. 4, p. 37-43, jul/dez 2001.

LEITE, A. M. F. **Reuso de água na gestão integrada de recursos hídricos**. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental) - Universidade Católica de Brasília, 2003.

LENZI, C. L. **Sociologia ambiental: risco e sustentabilidade na modernidade**. Bauru: Edusc, 2006.

LEUCK, M.F. **Avaliação econômica do impacto de medidas individualizadas de conservação de água em Porto Alegre**. 2008. 177f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

LOZANO, R. Towards better embedding sustainability into companies' systems: an analysis of voluntary corporate initiatives. **Journal of Cleaner Production**, v. 25, n. 0, p. 14-26, 2012.

MACEDO, J. A. B. **Águas & Águas**. 3. ed. Belo Horizonte: CRQ – MG, 2007.

MACHADO, Flávia Olaia. **Gerenciamento sustentável das águas pluviais**. 2004. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsAIDIS/PuertoRico29/olaya.pdf>>. Acesso em: 18 nov 2016.

MACOMBER, P. S. H. Guidelines on rainwater catchment systems for Hawaii. College of tropical agriculture and human resources. Manoa: University of Hawaii at Manoa, 2001. Disponível em: <[https://www.ctahr.hawaii.edu/hawaiirain/Library/Guides&Manuals/HI\\_Guidelines\\_2010.pdf](https://www.ctahr.hawaii.edu/hawaiirain/Library/Guides&Manuals/HI_Guidelines_2010.pdf)>. Acesso em 09 abr. 2017

MALINOWSKI, A. **Aplicação de metodologia para a estruturação de diretrizes para o planejamento do reuso de água no meio urbano**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) - Universidade Federal do Paraná, 2006.

MARGOLIN, Victor. O design e a situação mundial. Arcos – design, cultura material e visualidade, v. 1. Rio de Janeiro: UERJ/ESDI, 1998. Disponível em: <[http://www.esdi.uerj.br/arcos/imagens/artigo\\_victor\(40a49\).pdf](http://www.esdi.uerj.br/arcos/imagens/artigo_victor(40a49).pdf)>. Acesso em: 14 abr 2017.

MENEZES, L. C. de M. **Gestão de projetos**. São Paulo: Atlas, 2001.

MIERZWA, J. C. **O uso racional e o reuso como ferramentas para o gerenciamento de águas e efluentes na indústria: estudo de caso da Kodak Brasileira**. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica e Sanitária) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2002.

MILLER JR., G. Tyler. **Ciência Ambiental**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

NEUMAYER, E. The determinants of aid allocation by regional multilateral development banks and united nations agencies. **International Studies Quarterly**, v. 47, n. 1, p. 101-122, 2003.

NASS, D. P. **O Conceito de Poluição**. Revista Eletrônica de Ciências. Número 13, Novembro de 2002. Disponível em: <[http://www.cdcc.usp.br/ciencia/artigos/art\\_13/poluicao.html](http://www.cdcc.usp.br/ciencia/artigos/art_13/poluicao.html)>. Acesso em 23 de Ago. 2013.

NOGUEIRA Paulo Ferraz, **Definição de águas das chuvas pela legislação brasileira como esgoto**. 2003. Disponível em: <<http://www.anppas.org.br/encontro4/cd/ARQUIVOS/GT12-421-145-20080424085416.pdf>> Acesso em: 08 Dez. 2016

OLIVEIRA FILHO, Jaime E. Gestão ambiental e sustentabilidade um novo paradigma econômico para as organizações modernas. **Domus on line: Revista de Teoria Política, Social e Cidadania**, Salvador, v. 1, n.1, p. 98-113, jan/jun. 2004. Disponível em: <[HTTP//FBB.br/downloads/domus\\_jaime.pdf](http://FBB.br/downloads/domus_jaime.pdf)>. Acesso em: 25 jan. de 2014.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Reuso planejado da água e sua efetiva qualidade nos programas relativos ao meio ambiente**. 2005. Disponível em: <<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Reuso%20Da%20%20C1gua%20Pluvial%20Em%20Edifica%20E7%20Residenciais.pdf>> Acesso em: 09 Dez. 2016

ORGANIZAÇÃO NACIONAL DAS NAÇÕES UNIDAS. ONU. **Distribuição do volume total de água no planeta**. 2003. Disponível em: <<http://www.ebc.com.br/noticias/meio-ambiente/2013/03/onu-aponta-carencia-e-ma-distribuicao-de-agua-para-uso>>. Acesso em: 08 nov. 2016.

PASCHOALATO, C. F. P. R.; MELLIS, G. V.; CIRINO, T. M. A. O enquadramento legal específico para o reuso de águas residuárias de ETE frente ao Conama 20. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, 29., 2004, Paraná.

PESSARELLO, R. G. **Estudo exploratório quanto ao consumo de água na produção de obras de edifícios: avaliação e fatores influenciadores**. Monografia (MBA em Tecnologia e Gestão da Produção de Edifícios) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, Inc. Um Guia do Conhecimento do Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®). 4ª ed. Newtown Square, Pennsylvania: PMI, 2009.

PRUGH, T.; ASSADOURIAN, E. What is sustainability, anyway? **World Watch**, v. 16, n. 5, p. 10-21, 2003.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1990.

RIBAS, E. S.; DZIEDZIC, M. Qualidade das águas no Estado do Paraná. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA EM ENGENHARIA, 21., 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UNIJUI, 2006.

RIBEIRO, E. N. et al. Avaliação de indicadores de balneabilidade em ambientes costeiros de Vitória/ES. In: SIMPÓSIO ÍTALO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 6., 2002, Vitória. **Anais...** Vitória: [s.n.], 2002.

RUSKIN, T. T. Coleta de água em cisternas – 2ª parte. **Revista Água-Latinoamérica**, p. 22-266, set. 2001

SABESP. **Água no planeta**. Disponível em:

<<http://site.sabesp.com.br/site/interna/subHome.aspx?secaoId=95>>. Acesso em: 17 fev. 2017.

SANTOS, I.; FILL, H. D.; SUGAI, M. R. V. B.; BUBA, H.; KISHI, R. T.; MARONE, E.; LEUTERT, L. F. **Hidrometria aplicada**. Curitiba: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, LATEC, 2001.

SÃO PAULO. Lei estadual n. 12.526, de 2 de janeiro de 2007. Disponível em:

<<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2007/lei-12526-02.01.2007.html>>. Acesso em: 17 abr. 2017.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo. Coordenadoria de Controle de Doenças. Centro de Vigilância Epidemiológica. **Doenças relacionadas à água ou de transmissão hídrica**. 2009. Disponível em:

<[ftp://ftp.cve.saude.sp.gov.br/doc\\_tec/hidrica/doc/dta09\\_pergresp.pdf](ftp://ftp.cve.saude.sp.gov.br/doc_tec/hidrica/doc/dta09_pergresp.pdf)>. Acesso em: 28 abr. 2017.

SETTI, A. A. Gestão de recursos hídricos: aspectos legais, econômicos e sociais. In: SILVA, Demétrius David da; PRUSKI, Fernando Falco (Ed). **Gestão de recursos hídricos**. Brasília: Editora UFV, 2000.

SEZERINO, Pablo Heleno; BENTO, Alessandra Pillizzaro. Qualidade da água e controle de poluição. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2005. (Apostila do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Curso de Especialização de Recursos Hídricos).

TOMAZ, P. **A economia de água para empresas e residências**. Um estudo atualizado sobre o uso racional da água. São Paulo, Navegar Editora, 2001a.

TOMAZ, P. **Água da chuva**: aproveitamento de água da chuva para áreas urbanas e fins não potáveis. São Paulo: Navegar Editora, 2003.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia**: ciência e aplicação. 2. ed.. Porto Alegre: Editora Universidade, 2000.

TUCCI, C. E. M.; BELTRAME, L. F. Infiltração e armazenamento no solo: In: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed.. Porto Alegre: Editora Universidade, 2000. p.335-372.

TUCCI, C. E. M. **Impacto do crescimento urbano desordenado na crise hídrica**. 1999. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a07.pdf>> Acesso em: 02 Nov. 2016

UFMG et al., **Limite de alcance do sistema de reaproveitamento de água pluvial**. 2005. Disponível em:

<<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Reuso%20Da%20%20C1gua%20Pluvial%20Em%20Edifica%20E7%20Residenciais.pdf>>. Acesso em: 07 dez. 2016.

UNIÁGUA. Universidade da água. **Água no Planeta**. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://www.uniagua.org.br>>. Acesso em: 6 abr. 2017.

VARGAS, R. **Gerenciamento de projetos: Estabelecendo diferenciais competitivos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.

VIVACQUA, M.C.R. **Qualidade da água do escoamento superficial urbano: revisão visando o uso local**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, 2005.

## APÊNDICE

### APÊNDICE A - Memorial descritivo

#### **Apresentação**

O presente memorial descritivo, refere-se ao projeto de reaproveitamento de águas pluviais do prédio da fábrica de painéis metalúrgicas Alumínio São Paulo, localizado nas coordenadas nas coordenadas 6°59'46.47"S e 37°11'51.22"W, as margens da BR-230 (Rodovia Transamazônica).

#### **Normas técnicas de referência**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;

NBR 5626:1998, Instalação predial de água fria

NBR 10844:1989, Instalações prediais de águas pluviais

NBR 12213:1992, Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público.

NBR 12214:1992, Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público

NBR 12217:1994, Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público

#### **IDF (Curvas de Intensidade-Duração-Frequência) e Vazão de Projeto**

A precipitação pluvial de projeto caracteriza a variabilidade temporal das chuvas intensas, associadas a uma determinada probabilidade de ocorrência. Normalmente, quanto mais intensa, mais rara é a chuva. As precipitações de alta intensidade e de curta duração são os tipos que mais contribuem para a formação de vazões significativas em uma bacia de drenagem urbana, geralmente pequena.

No caso deste projeto a relação entre as curvas IDF (Intensidade-Duração-Frequência) estão associadas a Tabela 5 - Chuvas intensas no Brasil (Duração - 5min), da NBR 10844/89. Nesta tabela 5, são mencionadas intensidades pluviométricas para várias

localidades do Brasil, auxiliando no cálculo do volume de captação, que está diretamente relacionado à vazão de projeto.

Para a localidade do projeto, Patos-PB, os valores adotados foram os da cidade mais próxima: São Gonçalo-PB. Distante à aproximadamente 140km, mas com características geográficas bem semelhantes a cidade de São Gonçalo tem dados de intensidade pluviométrica de 152 mm/h, adotado um período de retorno de 25 anos, já que o lote em questão tem área superior a 100m<sup>2</sup>.

Neste dimensionamento, a Vazão de Projeto fora obtida pelo Método Racional, com valores particulares a cada galpão, tendo variação entre 638,4 L/min e 1212, 96 L/min.

### **Calhas**

São canais destinados a coletar água de coberturas e conduzi-las a um ponto de destino. As calhas apresentam diversas seções, sendo que as mais usadas são a semicircular e a retangular.

Neste projeto foram dimensionadas 52 calhas semicirculares com inclinação de projeto fixada em 2%, tendo-se o devido cuidado de dividi-las em trechos inferiores a 12 metros ou 95m<sup>2</sup> de área de captação. O dimensionamento das calhas fora feito através da Fórmula de Manning-Stricker, e os diâmetros encontrados são respectivamente 150mm e 200mm.

O material utilizado é o PVC, que tem seu coeficiente de rugosidade (n) fixado pela NBR 10844/89, igual a 0,011.

### **Condutores verticais ou tubos de queda**

Os condutores verticais podem ser colocados externamente ou internamente ao prédio, dependendo de considerações de projeto, do uso, da ocupação da edificação e do material dos condutores. O diâmetro interno mínimo dos condutores verticais de seção circular é de 70mm (NBR 10844/89).

O dimensionamento foi feito com base na NBR 10844/89 (Ábaco para a determinação de diâmetro dos condutores verticais), que utiliza como parâmetros as variáveis: vazão de projeto (Q, em L/min); o comprimento (L, em metros); a altura da lâmina d'água (H, em milímetros); já determinadas anteriormente. Os diâmetros encontrados por utilização do ábaco, são caracterizados como mínimos nos galpões 1, 3, 4, 5 e 6. Portanto, para o galpão 02,

será utilizado um diâmetro de 100 mm e para os demais galpões será utilizado o diâmetro de 70 milímetros (75mm diâmetro comercial).

São 36 condutores verticais dispostos ao longo do lote, sendo que 24 unidades possuem diâmetro de 75 mm e as 12 unidades restantes possuem diâmetro de 100mm. Para melhor fixação dos tubos de queda são utilizadas braçadeiras metálicas a cada 1 m de altura, resultando na utilização de 216 unidades.

### **Condutores horizontais**

Os condutores horizontais devem ser projetados, sempre que possível, com declividade uniforme, com valor mínimo de 0,5%. O dimensionamento dos condutores horizontais de seção circular deve ser feito para escoamento da lâmina d'água com altura igual a 2/3 do diâmetro interno do tubo.

Para o dimensionamento fora adotado o valor da declividade em 1%, visto que, esse valor tenderia a maior uniformidade nos diâmetros dos tubos. Com auxílio do Ábaco da NBR 10844/89, Tabela 4 – Capacidade dos condutores horizontais de seção circular (vazões em L/min.), os resultados encontrados utilizam o diâmetro de 200mm para o Galpão 2 e o diâmetro de 150mm para os demais galpões.

### **Reservatório inferior**

No lote existem dois reservatórios inferiores com capacidade de 20 m<sup>3</sup> cada (4m x 2,5m x 2m). A capacidade de armazenagem hídrica resultante é de 40m<sup>3</sup> ou 40.000 litros, onde um reservatório será destinado ao armazenamento de água pluvial e o outro ao armazenamento de água potável.

O consumo diário (CD) de água pluvial calculado é igual a 3537,57 L/dia, sendo adotado para efeitos de cálculo o valor aproximado de 4000 Litros por dia ou 4m<sup>3</sup>. Para os valores de pluviosidade média igual a 1958,59m<sup>3</sup>/ano fora comprovado que o volume do reservatório inferior existente (20m<sup>3</sup>) é mais que suficiente para o sistema de águas pluviais, e ainda possui capacidade para contemplar as variações meteorológicas que possa existir no local.

### **Reservatório superior**

A capacidade do reservatório superior não pode ser inferior ao consumo diário calculado e recomenda-se que não seja superior a 3 vezes o mesmo. Tudo vai depender da região onde o projeto está sendo implantado.

O dimensionamento do reservatório superior foi calculado para um abastecimento hídrico do lote por dois dias. Sendo assim temos que o reservatório superior teve sua capacidade de armazenamento calculada igual a  $8\text{m}^3$ , sendo distribuída em dois reservatório simétricos de  $4\text{m}^3$  cada.

### **Estação elevatória**

Sistema destinado a elevar a pressão da água em uma instalação predial de água fria, quando a pressão disponível na fonte de abastecimento for insuficiente para o abastecimento do tipo direto, ou para suprimento do reservatório elevado no caso do abastecimento do tipo indireto.

A vazão mínima de recalque estipulada fora de 20% do consumo diário, expressa em  $\text{m}^3/\text{h}$ . Para o consumo diário de aproximadamente  $4\text{m}^3$  o valor da vazão mínima de recalque é de  $0,8 \text{ m}^3/\text{h}$ . Sendo assim, a vazão de recalque calculada é igual a  $2 \text{ m}^3/\text{h}$  ou  $5,55 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ .

No caso da Bomba Centrífuga da marca Schneider, utilizada para o projeto, com capacidade de elevação de  $2000\text{m}^3/\text{h}$ , os valores tanto para a tubulação de recalque quanto para sucção foram de 32mm de diâmetro. Porém, o diâmetro de sucção adotado foi o de 40mm, diâmetro comercial imediatamente superior ao diâmetro de recalque.

Para que as tubulações tenham um valor econômico comprovado, deve-se submeter ao cálculo da velocidade econômica, em que a velocidade econômica ( $v$ ) fica entre 0,5 e 4,0 metros por segundo ( $\text{m}/\text{s}$ ). Neste caso, a velocidade ( $v$ ) obtida fora de  $0,68\text{m}/\text{s}$ .

Para evitar a formação de vórtices e entradas de ar, a válvula de pé com crivo deve estar mergulhada a uma altura mínima de 1,1 metros.

### **Barrilete**

Trata-se de uma tubulação ligando as duas seções do reservatório superior, e da qual partem as derivações correspondentes às diversas colunas de alimentação. O barrilete é a solução que adota para se limitarem as ligações ao reservatório. O traçado barrilete depende exclusivamente da localização das colunas de distribuição. Estas por sua vez, devem ser

localizadas de comum acordo com a equipe envolvida no projeto global do edifício (arquiteto, engenheiro do cálculo estrutural, etc.).

Para a distribuição das águas pluviais o barrilete possui duas quedas d'água, onde uma abastece 8 unidades de bacias sanitárias e a outra abastece 3 unidades de torneiras de lavagem em geral.

### **Ramal e sub-ramal**

Ramal é a tubulação derivada da coluna de distribuição e destinada a alimentar os sub-ramais.

Sub-ramal é a tubulação que liga o ramal ao ponto de utilização. Os valores calculados para os sub-ramais existentes no lote são de 32mm de diâmetro, abastecendo dois tipos de pontos de utilização: as torneiras de lavagem em geral com diâmetro de 20mm e as bacias sanitárias com diâmetro de 25 mm.

## **ANEXOS**

## ANEXO A - Chuvas intensas no Brasil (Duração - 5min)

Local	Intensidade pluviométrica período de retorno (anos)		
	1	5	25
1 - Alegrete/RS	174	238	313(17)
2 - Alto Itatiaia/RJ	124	164	240
3 - Alto Tapajós/PA	168	229	267(21)
4 - Alto Teresópolis/RJ	114	137(3)	-
5 - Aracaju/SE	116	122	126
6 - Avaré/SP	115	144	170
7 - Bagé/RS	126	204	234(10)
8 - Barbacena/MG	156	222	265(12)
9 - Barra do Corda/MA	120	128	152(20)
10 - Bauru/SP	110	120	148(9)
11 - Belém/PA	138	157	185(20)
12 - Belo Horizonte/MG	132	227	230(12)
13 - Blumenau/SC	120	125	152(15)
14 - Bonsucesso/MG	143	196	-
15 - Cabo Frio/RJ	113	146	218
16 - Campos/RJ	132	206	240
17 - Campos do Jordão/SP	122	144	164(9)
18 - Catalão/GO	132	174	198(22)
19 - Caxambu/MG	106	137(3)	-
20 - Caxias do Sul/RS	120	127	218
21 - Corumbá/MT	120	131	161(9)
22 - Cruz Alta/RS	204	246	347 (14)
23 - Cuiabá/MT	144	190	230 (12)
24 - Curitiba/PR	132	204	228
25 - Encruzilhada/RS	106	126	158 (17)
26 - Fernando de Noronha/FN	110	120	140 (6)
27 - Florianópolis/SC	114	120	144
28 - Formosa/GO	136	176	217 (20)
29 - Fortaleza/CE	120	156	180 (21)
30 - Goiânia/GO	120	178	192 (17)
31 - Guaramiranga/CE	114	126	152 (19)
32 - Iraí/RS	120	198	228 (16)
33 - Jacarezinho/PR	115	122	146 (11)
34 - João Pessoa/PB Pessoa/PB	115	120	163 (23)
35 - Juaretê/AM	192	240	288 (10)
36 - km 47 - Rodovia Presidente Dutra/RJ	122	164	174 (14)
37 - Lins/SP	96	122	137 (13)

38 - Maceió/AL	102	122	174
39 - Manaus/AM	138	180	198
40 - Natal/RN	113	120	143 (19)
41 - Nazaré/PE	118	134	155 (19)
42 - Niterói/RJ	130	183	250
43 - Nova Friburgo/RJ	120	124	156
44 - Olinda/PE	115	167	173 (20)
45 - Ouro Preto/MG	120	211	-
46 - Paracatu/MG	122	233	-
47 - Paranaguá/PR	127	186	191 (23)
48 - Paratins/AM	130	200	205 (13)
49 - Passa Quatro/MG	118	180	192 (10)
50 - Passo Fundo/RS	110	125	180
51 - Petrópolis/RJ	120	126	156
52 - Pinheiral/RJ	142	214	244
53 - Piracicaba/SP	119	122	151 (10)
54 - Ponta Grossa/PR	120	126	148
55 - Porto Alegre/RS	118	146	167(21)
56 - Porto Velho/RO	130	167	184(10)
57 - Quixeramobim/CE	115	121	126
58 - Resende/RJ	130	203	264
59 - Rio Branco/AC	126	139(2)	-
60 - Rio de Janeiro/RJ (BANGU)	122	156	174(20)
61 - Rio de Janeiro/RJ (IPANEMA)	119	125	160(15)
62 - Rio de Janeiro/RJ (JACARÉPAGUA)	120	142	152(16)
63 - Rio de Janeiro/RJ (JARDIM BOTÂNICO)	122	167	227
64 - Rio de Janeiro/RJ (PRAÇA XV)	120	174	204(14)
65 - Rio de Janeiro/RJ (PRAÇA SAENZ PEÑA)	125	139	167(18)
66 - Rio de Janeiro/RJ (SANTA CRUZ)	121	132	172(20)
67 - Rio Grande/RS	121	204	222(20)
68 - Salvador/BA	108	122	145(24)
69 - Santa Maria/RS	114	122	145(16)
70 - Santa Maria Madalena/RJ	120	126	152(7)
71 - Santa Vitória do Palmar/RS	120	126	152(18)
72 - Santos/SP	136	198	240
73 - Santos-Itapema/SP	120	174	204(21)
74 - São Carlos/SP	120	178	161(10)
75 - São Francisco do Sul/SC	118	132	167(18)

76 - São Gonçalo/PB	120	124	152(15)
77 - São Luiz/MA	120	126	151(21)
78 - São Luiz Gonzaga/RS	158	209	253(21)
79 - São Paulo/SP (Congonhas)	122	132	-
80 - São Paulo/SP (Mirante santana)	122	172	191(7)
81 - São Simão/SP	116	148	175
82 - Sena Madureira/AC	120	160	170(7)
83 - Sete Lagoas/MG	122	182	281(19)
84 - Soure/PA	149	162	212(18)
85 - Taperinha/PA	149	202	241
86 - Taubaté/SP	122	172	208(6)
87 - Teófilo Otoni/MG	108	121	154(6)
88 - Teresina/PI	154	240	262(23)
89 - Teresópolis/RJ	115	140	176
90 - Tupi/SP	122	154	-
91 - Turiaçu/MG	126	162	230
92 - Uaupés/AM	144	204	230(17)
93 - Ubatuba/SP	122	149	184(7)
94 - Uruguaiana/RS	120	142	161(17)
95 - Vassouras/RJ	125	179	222
96 - Viamão/RS	114	126	152(15)
97 - Vitória/ES	102	156	210
98 - Volta Redonda/RJ	156	216	265(13)

Notas: I- Para locais não mencionados nesta Tabela, deve-se procurar correlação com dados dos postos mais próximos que tenham condições meteorológicas semelhantes às do local em questão.

II- Os valores entre parênteses indicam os períodos de retorno a que se referem as intensidades pluviométricas, em vez de 5 ou 25 anos, em virtude de os períodos de observação dos postos não terem sido suficientes.

III- Os dados apresentados foram obtidos do trabalho “Chuvas Intensas no Brasil”, de Otto Pfafstetter - Ministério da Viação e Obras Públicas - Departamento Nacional de Obras e Saneamento - 1957.

Fonte: ABNT NBR 10844:89

## ANEXO B - Coeficientes de rugosidade

Material	n
plástico, fibrocimento, aço, metais não-ferrosos	0,011
ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida	0,012
cerâmica, concreto não-alisado	0,013
alvenaria de tijolos não-revestida	0,015

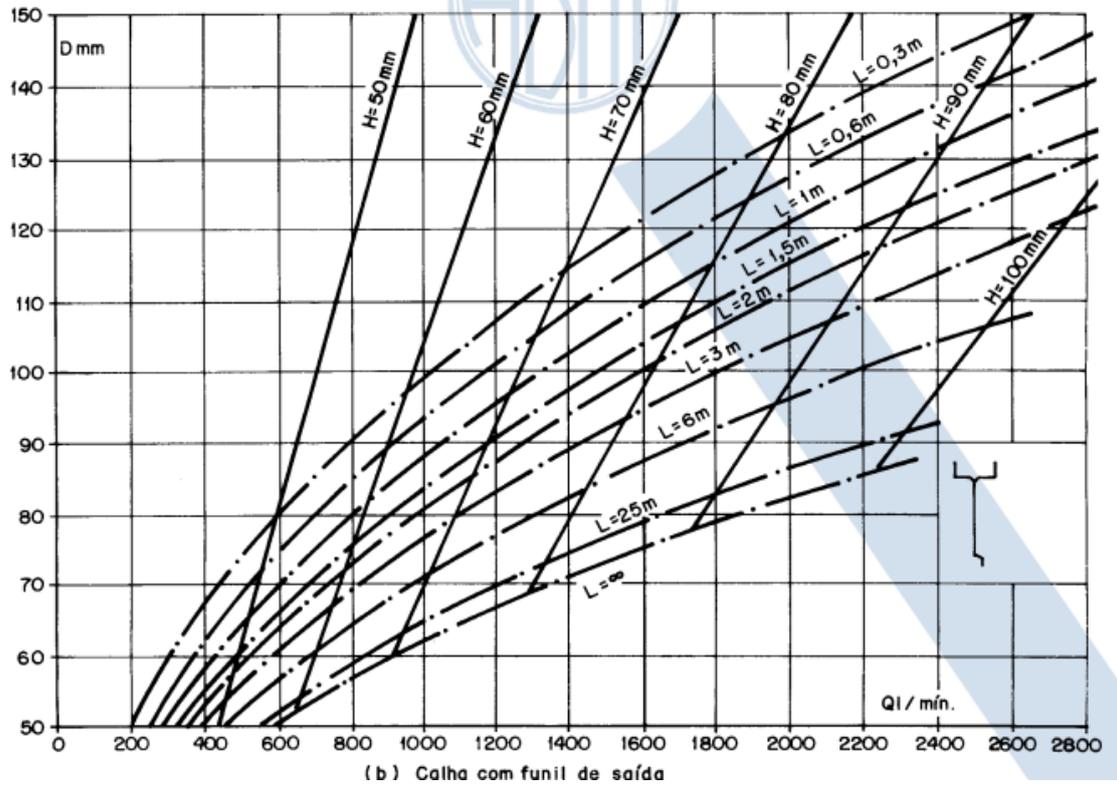
Fonte: ABNT NBR 10844:89

ANEXO C - Capacidades de calhas semicirculares com coeficientes de rugosidade  $n = 0,011$   
(Vazão em L/min)

<b>Diâmetro interno (mm)</b>	<b>Declividades</b>		
	<b>0,50%</b>	<b>1%</b>	<b>2%</b>
100	130	183	256
125	236	333	466
150	384	541	757
200	829	1167	1634

Fonte: ABNT NBR 10844:89

ANEXO D - Ábacos para a determinação de diâmetros de condutores verticais



Fonte: ABNT NBR 10844:89.

## ANEXO E - Média dos últimos 10 anos de precipitação 779,3 mm/ano

<b>Ano</b>	<b>Total Precipitado</b>	<b>Climatologia Anual</b>	<b>Desvio (mm)</b>	<b>Desvio %</b>
2006	867,5	700,8	-166,7	-23,8%
2007	594,2	700,8	106,6	15,2%
2008	1365,7	700,8	-664,9	-94,9%
2009	1529,5	700,8	-828,7	-118,3%
2010	661,5	700,8	39,3	5,6%
2011	888,9	700,8	-188,1	-26,8%
2012	199,1	700,8	501,7	71,6%
2013	379,6	700,8	321,2	45,8%
2014	983,8	700,8	-283	-40,4%
2015	495,7	700,8	205,1	29,3%
2016	606,8	700,8	94	13,4%
	<b>779,3</b>			

Fonte:

<http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/monitoramentoPluviometria.do?metodo=listarAnosChuvadasAnuais>

## ANEXO F - Capacidade de condutores horizontais de seção circular (vazões em L/min.)

	Diâmetro interno (D) (mm)	$n = 0,011$				$n = 0,012$				$n = 0,013$			
		0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
2	75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
3	100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
4	125	370	521	735	1.040	339	478	674	956	313	441	622	882
5	150	602	847	1.190	1.690	552	777	1.100	1.550	509	717	1.010	1.430
6	200	1.300	1.820	2.570	3.650	1.190	1.670	2.360	3.350	1.100	1.540	2.180	3.040
7	250	2.350	3.310	4.660	6.620	2.150	3.030	4.280	6.070	1.990	2.800	3.950	5.600
8	300	3.820	5.380	7.590	10.800	3.500	4.930	6.960	9.870	3.230	4.550	6.420	9.110

Nota: As vazões foram calculadas utilizando-se a fórmula de Manning-Strickler, com a altura de lâmina de água igual a 2-3 D.

Fonte: ABNT NBR 10844:89

## ANEXO G - Estimativa de consumo diário predial.

<b>Descrição</b>	<b>Consumo (Litros/dia)</b>	<b>Unidade</b>
Hospitais	250	Por leito
Cinemas e Teatros	2	Por lugar
Escritórios	50	Per capita
Residências	150	Per capita
Apartamentos	200	Per capita
Edifícios públicos ou comerciais	50	Per capita
Alojamento provisório	80	Per capita
Casas populares	120	Per capita
Casas rurais	120	Per capita
Quartéis	150	Per capita
Cavaliarias	100	Por cavalo
Jardins	1,5	Por m <sup>2</sup>
Escolas - externatos	50	Per capita
Escola - semi-internatos	100	Per capita
Escolas - internatos	150	Per capita
Templos	2	Por lugar
Restaurantes e similares	25	Por refeição
Garagens	50	Por automóvel
Lavanderia	30	Por kg roupa seca
Matadouro - animal de grande porte	300	Por cabeça abatida
Matadouro - animal de pequeno porte	150	Por cabeça abatida
Fábrica em geral (uso pessoal)	70	Por operário
Postos de serviços para automóvel	150	Por veículo
Hoteis (sem refeição e lavagem de roupa)	120	Por hóspede
Mercados	5	Por m <sup>2</sup>
Ambulatórios	25	Per capita
Creches	50	Per capita
Oficinas de costura	50	Per capita
Orfanatos, asilos e berçários	150	Per capita
Salões de conferência e similares	2	Por lugar
Usina de leite	5	Por litro de leite

ANEXO H - Pesos relativos nos pontos de utilização identificados em função do aparelho sanitário e da peça de utilização

Aparelho sanitário		Peça de utilização	Vazão de projeto L/s	Peso relativo	
Bacia sanitária		Caixa de descarga	0,15	0,3	
		Válvula de descarga	1,70	32	
Banheira		Misturador (água fria)	0,30	1,0	
Bebedouro		Registro de pressão	0,10	0,1	
Bidê		Misturador (água fria)	0,10	0,1	
Chuveiro ou ducha		Misturador (água fria)	0,20	0,4	
Chuveiro elétrico		Registro de pressão	0,10	0,1	
Lavadora de pratos ou de roupas		Registro de pressão	0,30	1,0	
Lavatório		Torneira ou misturador (água fria)	0,15	0,3	
Mictório cerâmico		com sifão integrado	Válvula de descarga	0,50	2,8
		sem sifão integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15	0,3
Mictório tipo calha		Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15 por metro de calha	0,3	
Pia		Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,7	
		Torneira elétrica	0,10	0,1	
Tanque		Torneira	0,25	0,7	
Torneira de jardim ou lavagem em geral		Torneira	0,20	0,4	

Fonte: ABNT NBR 5626:98