

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E  
AMBIENTAL**

**ACÁCIO SZAWARSKI**

**USO DE ÁGUA DA CHUVA EM UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL**

Florianópolis, SC  
2014



**ACÁCIO SZAWARSKI**

**USO DE ÁGUA DA CHUVA EM UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso  
submetido ao Programa de Graduação  
em Engenharia Sanitária e Ambiental  
da Universidade Federal de Santa  
Catarina para a obtenção do Grau de  
Engenheiro em Engenharia Sanitária e  
Ambiental.

Orientadora: Prof. Dr<sup>a</sup> Nádía Bernardi  
Bonumá

Florianópolis, SC  
2014



ACÁCIO SZAWARSKI

**USO DE ÁGUA DA CHUVA EM UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL**

Trabalho submetido à Banca Examinadora como parte dos requisitos para Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental – TCC II.

**Banca Examinadora**



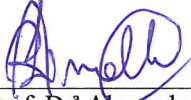
---

Prof. Dr.ª Nádia Bernardi Bonumá  
(Orientadora)



---

Prof. Dr. Pedro Luiz Borges Chaffe  
(Membro da Banca)



---

Prof. Dr.ª Alexandra Finotti  
(Membro da Banca)

Florianópolis (SC)  
março / 2014



*A minha esposa Tânia Regina,  
pelo amor e dedicação*





## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer a todas as pessoas que, de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

À todos os professores da Engenharia Sanitária que sempre procuraram transmitir os conhecimentos com dedicação e esmero. Em especial a Prof. Nádia que aceitou ser minha orientadora.

À minha família, principalmente à lembrança dos meus pais, Floriano e Sofia, que sempre me motivaram.

À todos os meus colegas de curso, pela amizade.



*“Na época da chuva,  
Deus nos manda água em abundância.  
Nós ficamos alegres, mas  
deixamos tudo correr embora.  
Então vem a época da seca e nós brigamos com Deus,  
quando só temos água suja e passamos sede.”*

**Lavrador da região do semiárido**



## RESUMO

A utilização de sistemas de aproveitamento de água da chuva deveria ser prática usual nas edificações. Porém este procedimento não é observado com frequência no âmbito da construção civil. Diante do cenário de escassez de água potável que estamos vivenciando nas últimas décadas, faz-se urgente buscar alternativas que minimizem e racionalizem o uso deste recurso. O presente trabalho buscou demonstrar a viabilidade no uso de água da chuva em descarga de bacias sanitárias em um edifício residencial de alto padrão na cidade de Florianópolis – SC. Para alcançar este objetivo, foi acompanhado todo o processo construtivo do edifício como também a utilização do sistema de água da chuva pelos moradores. Os resultados obtidos demonstram que há viabilidade técnica e econômica na implantação deste sistema.

**Palavras-chave:** Água da chuva. Demanda de água. Desperdício de água potável. Fontes alternativas de água. Água da chuva em descargas sanitárias.



## ABSTRACT

The use of rainwater catchment systems should be a standard practice in buildings. However, this procedure is not observed frequently within the framework of the construction industry. Given the scarcity of drinking water scenarios we are experiencing in the last decades, it is urgent to find alternatives to minimize and rationalize the use of this resource. This study sought to demonstrate the feasibility in using rainwater for sanitary discharges in a high standard residential building in the city of Florianópolis - SC. To achieve this objective, the entire construction process of the building, as well as the use of the water system of the rainwater, was accompanied by residents. The results obtained show that there is technical and economic feasibility in the implementation of this system.

**Keywords:** Rainwater. Water demand. Waste of drinking water. Alternative water sources. Rainwater for sanitary discharges





## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Água no planeta.....	25
Figura 2 - Distribuição de água doce.....	26
Figura 3 - Distribuição de água doce no Brasil.....	26
Figura 4 - Av. dos Dourados, Florianópolis.....	29
Figura 5- Água bruta utilizada em irrigação, Antonio Carlos SC.....	32
Figura 6 – Uso da água no Brasil.....	34
Figura 7 - Suprimento de água potável, Florianópolis.....	35
Figura 8 – Evolução da demanda urbana máxima.....	36
Figura 9 – Demandas médias para abastecimento urbano.....	37
Figura 10 – Consumo de água per capita.....	38
Figura 11 – Volume faturado de água.....	38
Figura 12 – Consumo per capita.....	39
Figura 13 – Uso da água em edificações.....	40
Figura 14 – Fluxograma uso racional da água em edificações.....	42
Figura 15 – Sistema de aproveitamento de água pluvial.....	46
Figura 16 – Reservatório em inóx.....	50
Figura 17 – Reservatório em polietileno.....	51
Figura 18 – Edifício onde foi desenvolvido o trabalho.....	56
Figura 19 – Pavimento tipo.....	57
Figura 20 – Hidrometros individuais.....	59
Figura 21 - Válvula solenóide e componentes.....	60
Figura 22 - Válvula solenóide e componentes (obra).....	60
Figura 23 - Bóia e mangueira de sucção (obra).....	61
Figura 24 - Bóia e mangueira de sucção.....	61
Figura 25 – Freio d’água.....	62
Figura 26 - Sifão-ladrão.....	63
Figura 28 - Filtro com 2 entradas de água.....	64
Figura 29 - Filtro com 2 entradas de água (obra).....	65
Figura 30 - Demanda mensal de água potável per capita.....	71
Figura 31 – Bacia sanitária 3 e 6 litros.....	72
Figura 32 – Estação meteorológica.....	73
Figura 33 – Precipitação mensal, série de 10 anos.....	74
Figura 34 – Precipitações anuais, série de 10 anos.....	74
Figura 35 – Terraço (cobertura) para captação de água da chuva.....	75
Figura 36 – Orifícios para captação de água da chuva.....	76
Figura 37 – Calha para condução de água da chuva.....	76
Figura 38 – Comparativo de demandas.....	78



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Parametros de água da chuva .....	47
Tabela 2 - Consumo de água apartamento tipo 1 .....	67
Tabela 3 - Consumo de água apartamento tipo 2 .....	68
Tabela 4 - Consumo de água apartamento tipo 3 .....	69
Tabela 5 - População do edifício .....	70
Tabela 6 - Consumo de água potável da edificação .....	70
Tabela 7 - Dados estação meteorológica, INMET 83897 .....	73
Tabela 8 - Volume médio mensal.....	77
Tabela 9 – Dias atendidos para demanda calculada .....	79
Tabela 10 – Dias atendidos para medição individual .....	80
Tabela 11 – Dias atendidos para medição global .....	81
Tabela 12 - Relação de material .....	82



## **LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS**

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ABRH Associação Brasileira de Recursos Hídricos  
ANA Agência Nacional de Águas  
CASAN Companhia Catarinense de Águas e Saneamento  
CETESB Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo  
CONAMA Conselho Nacional do Meio Ambiente  
IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
INMET Instituto Nacional de Meteorologia  
MMA Ministério do Meio Ambiente  
ONU Organização das Nações Unidas  
PMC Prefeitura Municipal de Curitiba  
PMF Prefeitura Municipal de Florianópolis



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>21</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>23</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	23
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	23
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>25</b>
3.1 A DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA NO PLANETA E NO BRASIL ....	25
3.2 EFEITOS DA URBANIZAÇÃO SOBRE A BACIA HIDROGRÁFICA.....	27
3.3 CONSERVAÇÃO DA ÁGUA .....	31
3.4 OFERTA DE ÁGUA NOS CENTROS URBANOS.....	33
3.5 DEMANDAS DE ÁGUA PARA USO URBANO .....	36
<b>3.5.1 Avaliação da demanda de água em edificações .....</b>	<b>39</b>
<b>3.5.2 Conservação e uso racional da água nas edificações .....</b>	<b>41</b>
3.6 FONTES ALTERNATIVAS DE ÁGUA PARA EDIFICAÇÕES ..	43
3.7 USO DE ÁGUA NÃO-POTÁVEL EM EDIFICAÇÕES .....	43
3.8 APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL .....	44
<b>3.8.1 Padrões de qualidade da água da chuva.....</b>	<b>46</b>
<b>3.8.2 Análise da demanda para uso de água não potável em edificações .....</b>	<b>47</b>
<b>3.8.3 Normas vigentes para uso de água da chuva em edificações.</b>	<b>48</b>
<b>3.8.4 Cálculo do volume do reservatório para armazenar água da chuva .....</b>	<b>49</b>
<i>3.8.4.1 Métodos de dimensionamento do reservatório.....</i>	<i>51</i>
<b>3.8.5 Cálculo do reservatório de autolimpeza .....</b>	<b>53</b>
<b>3.8.6 Tratamento da água de chuva .....</b>	<b>cloro</b> <b>54</b>
<b>4 METODOLOGIA .....</b>	<b>55</b>
4.1 LOCAL DE ESTUDO .....	55
4.2 PONTOS ATENDIDOS NOS APARTAMENTOS .....	56
4.3 DETERMINAÇÃO DA DEMANDA DE ÁGUA PARA AS BACIAS SANITÁRIAS.....	58
<b>4.3.1 Cálculo da demanda segundo a bibliografia .....</b>	<b>58</b>
<b>4.3.2 Determinação da demanda com medição individual.....</b>	<b>58</b>
<b>4.3.3 Determinação da demanda individual, com medição global ..</b>	<b>58</b>
4.4 COMPONENTES DO SISTEMA EMPREGADO.....	59

4.5 ESQUEMA VERTICAL DO SISTEMA EMPREGADO .....	65
<b>5 RESULTADOS .....</b>	<b>67</b>
5.1 DEMANDA INDIVIDUAL.....	67
5.2 DEMANDA DE ÁGUA POTÁVEL NO EDIFÍCIO.....	70
5.3 CONSUMO DE ÁGUA NÃO POTÁVEL DO EDIFÍCIO.....	71
5.4 PRECIPITAÇÃO EM FLORIANÓPOLIS .....	72
5.5 ÁREA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA.....	75
5.6 VOLUME DOS RESERVATÓRIOS.....	77
5.7 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	78
<b>5.7.1 Demanda prevista e demanda calculada.....</b>	<b>78</b>
<b>5.7.2 Eficiência do sistema – dias atendidos.....</b>	<b>79</b>
<b>5.7.3 Análise do custo de implantação do sistema de água da chuva .....</b>	<b>81</b>
5.8 VARIÁVEL MAIS IMPORTANTE PARA O SISTEMA .....	83
5.9 DIFICULDADES ENCONTRADAS NA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA .....	83
5.10 MELHORIAS QUE PODEM SER IMPLEMENTADAS NO SISTEMA .....	85
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>87</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>89</b>



## 1 INTRODUÇÃO

As cidades brasileiras, de acordo com Tucci (2005) sofreram nas últimas décadas, principalmente após os anos 70, um aumento populacional significativo, principalmente nas periferias e região metropolitana dos grandes centros. A concentração da população em pequenos espaços gera impactos sobre os ecossistemas, terrestres e aquáticos e a própria população com inundações, doenças e perdas de qualidade de vida.

Áreas com eminente risco ambiental são geralmente as que recebem o grande contingente de ocupação irregular. Estas áreas são desprovidas de infraestrutura e as ocupações ocorrem sem qualquer padrão ou premissa técnica gerando invariavelmente impactos ambientais.

O saneamento básico não é implementado de forma adequada, sendo que esgotos domésticos e efluentes industriais são lançados diretamente nos cursos d'água, gerando altos níveis de degradação e comprometendo a qualidade das águas para abastecimento.

As perdas de água tratada que ocorre entre a produção e o ponto de consumo, atingiu média nacional de 37,5% em 2010, conforme estudo do instituto TRATA BRASIL. Essas perdas estão relacionadas com vazamentos, furto, ligações clandestinas, falta e erro de leitura e provocam redução de faturamento das empresas, diminuindo assim os investimentos que poderiam ser feitos no sistema de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto sanitário.

Um dos problemas ambientais que afetam diretamente a população é a escassez de água potável, tanto em quantidade como também em qualidade. É praticamente impossível atender a crescente demanda sem que sejam implantadas políticas de uso racional e busca por fontes alternativas.

Problemas com a água são encontrados no mundo inteiro, a diferença está em como os problemas são enfrentados. Segundo Tomaz (1999) medidas para conservação da água estão sendo implantadas na América do Norte, Europa e Japão, essas medidas consistem em utilização de equipamentos economizadores de água, redução perdas, reuso da água e utilização de água da chuva.

Segundo Fendrich e Oliynik (2002) as cidades precisam promover a utilização e infiltração das águas pluviais, para garantir os sistemas de abastecimento, e que essas experiências e conhecimentos sejam compartilhados com outras cidades ao redor do mundo.

A escassez de água esta se tornando um entrave para o desenvolvimento dos grandes centros, para contornar este problema devem ser implementadas políticas públicas para a conscientização da população na importância do uso racional e implantação de projetos que utilizem fontes alternativas.

O uso da água da chuva para fins não potáveis são inúmeros, podemos encontrar diversas aplicações para o uso da água da chuva, como por exemplo, a utilização em torres de resfriamento, lavagem de roupas, rega de jardim, limpeza de pisos, descarga de bacias sanitárias dentre outros.

Segundo o MMA, os desafios para o setor da construção, visando minimizar os impactos ambientais são diversos, sendo necessário: otimização do consumo de materiais e energia, redução de resíduos gerados, preservação do ambiente natural e melhoria da qualidade de vida dos indivíduos e das comunidades. E para que esses objetivos sejam alcançados, recomenda, dentre outros, a gestão ecológica da água.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho foi analisar a implantação de um sistema de aproveitamento de água da chuva em um edifício residencial de alto padrão, em Florianópolis.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar as dificuldades encontradas na implantação do um sistema
- Verificar qual variável é mais importante para o sistema.
- Fazer um comparativo entre a demanda prevista e a demanda real
- Verificar a eficiência do sistema
- Apresentar medidas para tornar o sistema mais eficiente



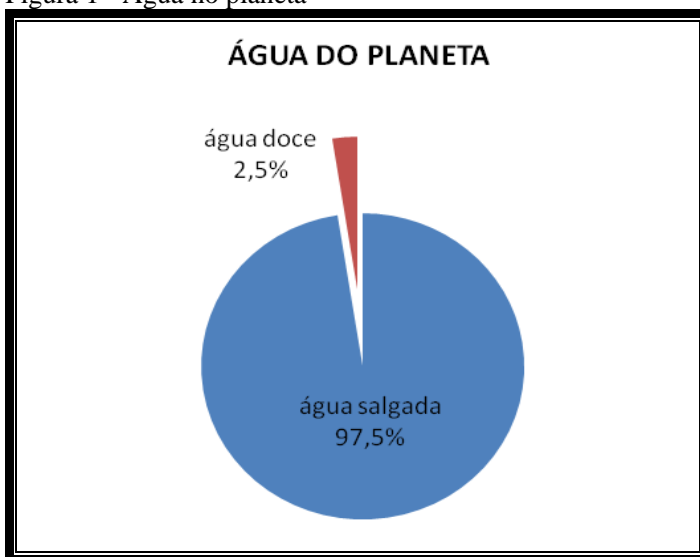
### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 A DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA NO PLANETA E NO BRASIL

A distribuição da água doce no planeta ocorre de maneira irregular, os países quem detém as maiores reservas de água fresca, segundo o Portal do Geólogo, são Brasil, Rússia, China e Canadá.

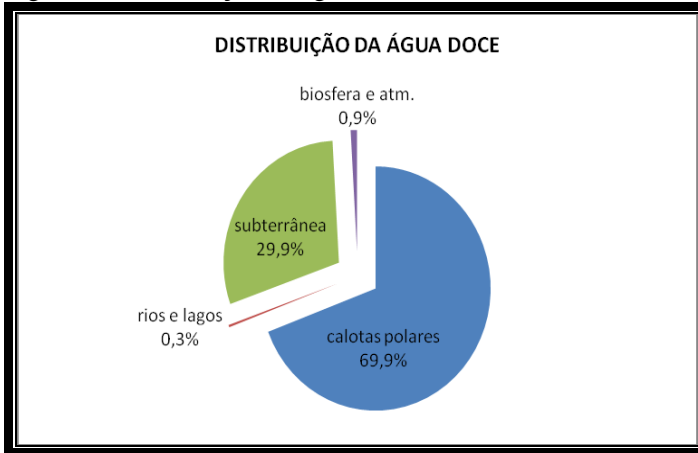
A figura 1. apresenta uma distribuição percentual da água encontrada no planeta, observa-se que do total geral apenas 2,5% refere-se a água doce, enquanto que na figura 2. há uma distribuição percentual da água doce nas regiões que pode ser encontrada.

Figura 1 - Água no planeta



Fonte: Sabesp

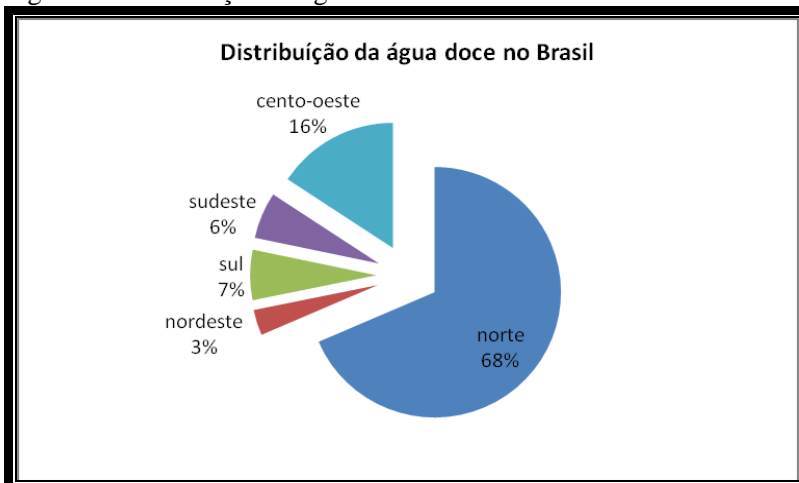
Figura 2 - Distribuição de água doce



Fonte: Sabesp

O Brasil possui cerca de 12% da água superficial do planeta, porém a grande variação climática confere ao país uma distribuição desigual em seu território. A região da bacia amazônica é a menos habitada do País e concentra a maior oferta de água (70%), sendo que a maioria da população está concentrada ao longo do litoral, distante dos grandes rios, resultando na menor oferta deste recurso (ANA, 2002).

Figura 3 - Distribuição de água doce no Brasil



Fonte: ANA, 2005.

Segundo a publicação *Ciranda das águas*, o mapa do consumo doméstico de água no Brasil apresenta a média nacional de consumo por dia de 150 litros per capita, 40 litros acima do recomendado pela ONU, de 110 litros. Porém em estados do Nordeste brasileiro, como Pernambuco, a média é de 85 litros por pessoa, bem abaixo do índice aceitável. Nos grandes centros urbanos, entretanto, o consumo oscila entre 250 e 400 litros (SENRA; DUAILIBI; FRIEDRICH, 2011).

Esses mesmos índices, quando referenciados nas classes sociais mais abastadas, comparam-se ou superam os dos países ricos, evidenciando que, ao contrário das populações tradicionais e na contramão da história, ainda encaramos e tratamos a água e os demais bens da natureza como recursos inesgotáveis e passíveis de serem desperdiçados, degradados, apropriados por alguns em detrimento da sociedade como um todo.

Seguindo com as considerações do *Ciranda das águas*, as regiões de grande densidade demográfica, como São Paulo e Rio de Janeiro, já podem ser consideradas de déficit hídrico, não só pelo crescimento populacional, mas também pelos índices de desperdício (SENRA; DUAILIBI; FRIEDRICH, 2011).

O Informe 2011 do Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos revelou estabilidade nos quadro geral do País. Considerando valores médios de Índice de Qualidade da Água (IQA), com dados de 2009, 71% dos pontos de monitoramento de água bruta é considerada boa, 4% das águas são ótimas, 16% são regulares. Os corpos d'água classificados como ruins totalizam 7% e péssimos 2%, estando estes localizados principalmente próximos às regiões metropolitanas de São Paulo, Curitiba, Belo Horizonte, Porto Alegre, Rio de Janeiro e Salvador. Em algumas bacias foi possível associar melhorias na qualidade das águas a investimentos realizados em tratamento de esgotos.

### 3.2 EFEITOS DA URBANIZAÇÃO SOBRE A BACIA HIDROGRÁFICA

A partir da segunda metade do século XX, principalmente após os anos 70, observa-se um crescimento intensivo da população nas áreas urbanas, principalmente nas grandes cidades brasileiras, provocando uma demanda crescente por habitações e serviços básicos.

Os recursos empregados em infraestrutura, ou seja, abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto sanitário,

drenagem urbana, gerenciamento de resíduos sólidos não foram suficientes para garantir um crescimento sustentável à malha urbana.

De acordo com Tucci (2005) o crescimento urbano nos países em desenvolvimento tem sido realizado de forma insustentável, com deterioração da qualidade devida e do meio ambiente. Esse processo é ainda mais significativo na América Latina, onde a população urbana é 77% do total.

Os programas sociais do governo são insuficientes para fazer frente à demanda da população desprovida de recursos financeiros que chegam aos grandes centros. Este contingente populacional, como pode ser observado na maioria das cidades brasileiras, irá ocupar áreas de risco, ou seja, áreas de encosta ou várzeas dos corpos d'água. Estas áreas oferecem risco, tanto quanto a segurança das habitações, sujeitas a enchentes e deslizamentos de encostas como também risco ao ambiente, pois invariavelmente irão poluir os corpos d'água com esgotamento sanitário e resíduos sólidos.

O uso e ocupação da bacia hidrográfica no espaço urbano seguem apenas as leis de zoneamento, determinadas pelo plano diretor do município, sem que haja consideração com as características naturais da bacia. Este procedimento, na maioria dos casos, resultará em danos ambientais e materiais.

Segundo Tucci (2005) o planejamento urbano é realizado, praticamente, para atender à cidade formal. Quanto à cidade informal, são analisadas apenas tendências de ocupação. Os principais problemas relacionados com a infra-estrutura de água no ambiente urbano são os seguintes:

- abastecimento de água;
- saneamento de efluentes cloacais;
- controle da drenagem urbana;
- controle das inundações ribeirinhas.

A urbanização também produz impactos sobre a quantidade e qualidade das águas pluviais, apresentando muitas vezes cargas de poluentes similares aos esgotos sanitários, acarretando a transmissão de doenças de vinculação hídrica, principalmente quando ocorrem as inundações.

A falta de um eficiente projeto de manejo das águas pluviais deixa o sistema viário comprometido quando da ocorrência de precipitações mais elevadas, como pode ser observado na figura 4.



Figura 4 - Av. dos Dourados, Florianópolis



Fonte: Acervo do autor – janeiro 2011.

Inundações são conseqüências imediatas da ocupação desordenada da bacia hidrográfica, o crescimento populacional e a freqüência das inundações possuem uma relação direta, pois cada vez mais são ocupadas as regiões de várzea.

Conforme descrito em Gestão de Águas Pluviais – Saneamento para Todos (TUCCI, 2005), a legislação de proteção de mananciais aprovada na maioria dos estados brasileiros protege a bacia hidrográfica utilizada para abastecimento das cidades. Nessas áreas, é proibido qualquer uso do solo urbano que possa comprometer a qualidade da água de abastecimento. Entretanto, por conta do crescimento das cidades, essas áreas foram pressionadas à ocupação, tendo por motivação o valor imobiliário da vizinhança e a falta de interesse do proprietário em proteger a área, já que, além de ela ter perdido valor em decorrência da legislação, ainda obrigava o proprietário a pagar impostos sobre ela. Essas áreas foram então invadidas pela população de baixa renda, trazendo, como conseqüência imediata, o aumento da poluição. Aliás, muitos proprietários incentivaram a invasão com a intenção de vender a propriedade ao poder público. A principal lição que

se pode tirar desse cenário é que, ao se declarar de utilidade pública a bacia hidrográfica do manancial, ela deveria ser adquirida, concomitantemente, pelo poder público, ou se deveria estabelecer um valor econômico para a propriedade por meio da geração de mercado indireto para a área, ou ainda criar benefícios para o proprietário, para compensar a proibição pelo uso delas e incentivá-lo a preservá-la.

Muitas cidades brasileiras, dentre elas Florianópolis, pela falta de rede coletora e tratamento de esgoto, são implantadas nas residências e edifícios, sistema individual de tratamento de esgoto, constituído de tanque séptico, filtro anaeróbio e sumidouro ou valas de infiltração. Este sistema, muitas vezes, tende a contaminar o lençol freático, em função da pouca camada de solo encontrada entre o fundo dos sumidouros ou valas e a parte superior do nível d'água.

Durante o processo de urbanização todo o ambiente vai sendo transformado, a cobertura vegetal é retirada, movimentos de terra planificam a topografia, provocando uma interferência drástica nos processos hidrológicos.

A cobertura vegetal funciona como um regulador do sistema hidrológico, quando é retirada verifica-se: aumento do escoamento superficial, erosão do solo, carreamento de materiais provocando assoreamento, redução na evapotranspiração, redução na capacidade de armazenamento dos mananciais e recarga dos aquíferos.

O escoamento das águas está adaptado a topografia natural, quando ocorrem interferências nesta área, quer seja no aterro de áreas baixas, ocupação de encostas, planificação para loteamentos ou abertura de ruas como consequência teremos aumento do escoamento, inundações e assoreamento de mananciais.

Na maioria das cidades observa-se o processo de planificação de áreas, os rios e córregos sofrem alterações em suas características originais, sendo comum a linearização com a retirada dos meandros ou mudança de curso, quando não ocorre a total canalização. Todas estas alterações provocam aumento da velocidade de escoamento provocando muitas vezes grandes inundações a jusante da área urbanizada, e esta, muitas vezes já em processo de ocupação.

Os critérios adotados para uso do solo possuem influência direta no percentual das áreas impermeabilizadas, estes critérios devem estar definidos nas leis que regulamentam o zoneamento das cidades, ou seja, nos planos diretores e código de obras. O plano diretor aponta o caminho para o desenvolvimento urbano, onde devem estar claro quais áreas serão protegidas por apresentarem fragilidade ambiental, qual a taxa de ocupação em função da área dos lotes, e quais áreas não devem

ser ocupadas por apresentarem risco. A taxa de ocupação permitida deve garantir o perfeito manejo das águas pluviais e deve ser compatível com o sistema de drenagem implantado. A impermeabilização do solo provoca um aumento na vazão máxima, antecipação do pico e o aumento do escoamento superficial, que irão provocar inundações, que resultarão em perdas econômicas, sociais e políticas.

Infelizmente o que se observa em muitas cidades brasileiras é a ausência de um plano diretor, ou os existentes são cópias de planos de outras cidades que muitas vezes não refletem a situação local.

O processo de urbanização de uma bacia hidrográfica deve envolver uma equipe multidisciplinar onde sejam avaliadas todas as características da bacia, gestão dos recursos hídricos e plano diretor.

### 3.3 CONSERVAÇÃO DA ÁGUA

A escassez da água vem tornando-se um limitador para o desenvolvimento e crescimento das populações. O uso racional da água deve se tornar uma diretriz no setor de saneamento básico, pois a água é essencial para a vida, ela sustenta toda a fauna e a flora, é responsável por grande parte da produção de energia, produção agrícola e desenvolvimento industrial.

Muitos países estão na vanguarda de estudos e programas de conservação e uso racional da água, dentre eles o Japão, Alemanha, Estados Unidos, Singapura e Austrália.

O Brasil possui 12% das reservas de água doce e superficial do planeta (ANA; FIESP; SINDUSCON-SP; DMA, 2005), porém ainda não implantou uma política de uso racional e sustentável e a escassez deste recurso nos grandes centros é notória. Verifica-se no país que muitos recursos de água doce não podem ser mais utilizados, pois estão contaminados, e o grau desta poluição torna inviável economicamente os processos de tratamento.

O uso indiscriminado da água doce nos processos de irrigação, produção industrial, perdas na rede de distribuição e consumo humano excessivo contribuem para o estresse hídrico (ANA; FIESP; SINDUSCON-SP; DMA, 2005).

De acordo com o Programa de Modernização do Setor de Saneamento, as perdas de água reais e aparentes nos sistemas públicos de abastecimento no Brasil são de aproximadamente 40% do volume total produzido. Associado a esse importante volume de água perdido ao longo das atividades de captação, tratamento, transporte e distribuição,

encontra-se um significativo desperdício de energia necessária ao transporte da água.

Os dados da ANA mostram que, dos 840 mil litros retirados dos mananciais brasileiros por segundo, 69% são utilizados para a irrigação, diante de 11% para o consumo urbano, 11% para o consumo animal, 7% para as indústrias e 2% para a população rural. Ainda segundo a ANA, as maiores perdas de água se concentram na produção de alimentos; somente na irrigação, o desperdício chega a 50%.

A figura 5. Demonstra o grande volume de água utilizado na irrigação de plantio de grama, na região metropolitana de Florianópolis.

Figura 5- Água bruta utilizada em irrigação, Antonio Carlos SC



Fonte: Acervo do autor – novembro 2011.

Poucas cidades brasileiras apresentam políticas de uso racional da água, dentre elas estão Curitiba e Maringá no Paraná, e algumas cidades do estado de São Paulo, apresentam iniciativas nesta direção.

Estima-se que os percentuais de perda de água variam entre 20% a 40%, o Atlas Brasil da ANA considera uma perda de 40%, do total de água tratada nas estações das concessionárias, nestas perdas estão considerados os vazamentos visíveis, invisíveis, furtos de água, leitura deficiente, estes índices além de proporcionarem perdas econômicas e conseqüentemente diminuição nos recursos de investimento no sistema diminuem a oferta para o consumidor.

O Atlas Brasil, propõe que sejam tomadas medidas de redução das perdas médias totais (reais e aparentes) ao patamar de 30% até o ano de 2025.

### 3.4 OFERTA DE ÁGUA NOS CENTROS URBANOS

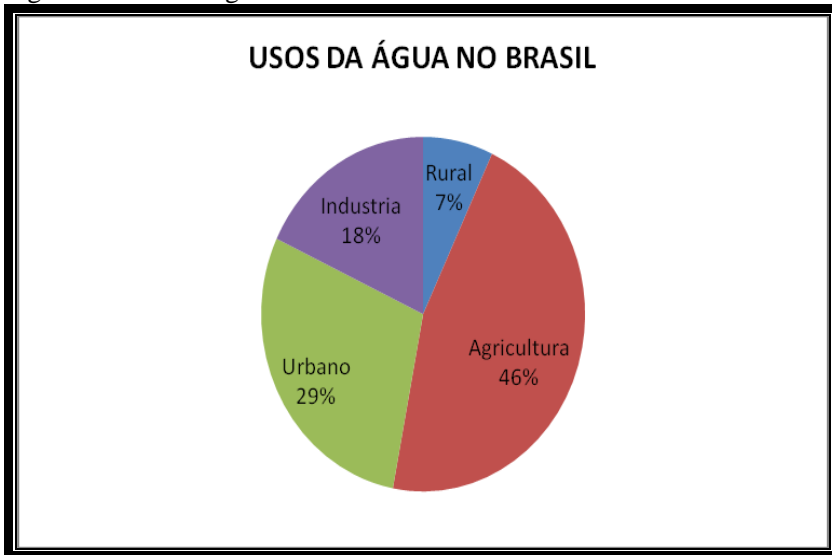
O Brasil é um dos países mais ricos em se tratando de recursos hídricos, porém a grande variação climática confere ao país uma distribuição desigual em seu território.

A população urbana brasileira é abastecida tanto por águas superficiais com por águas subterrâneas.

A garantia de oferta de água para todos os centros urbanos brasileiros deve ser prioritária, de acordo com o Atlas Brasil - Abastecimento Urbano de água (ANA, 2010), e registra que por ser a água necessidade básica da população, e considerada estratégica, tendo em vista as perspectivas de desenvolvimento de País e que é preciso reconhecer e lidar com a grande diversidade geoclimática, socioeconômica e de distribuição da população no território nacional e com as conseqüências do intenso processo de urbanização ocorrido nas últimas décadas.

A figura 6 apresenta a o uso da água no Brasil, onde se destaca o uso na agricultura, com quase 50% do consumo de água doce no país.

Figura 6 – Uso da água no Brasil



Fonte: ANA, 2007.

A escassez da água vem tornando-se um limitador para o desenvolvimento e crescimento das populações. O uso racional da água deve se tornar uma diretriz no setor de saneamento básico, pois a água é essencial para a vida, ela sustenta toda a fauna e a flora, é responsável por grande parte da produção de energia, produção agrícola e desenvolvimento industrial.

A água é um recurso finito e sua distribuição ocorre de maneira desigual sob a superfície do planeta, isto faz com que a oferta deste recurso na maioria das vezes não seja suficiente para suprir a demanda. Segundo dados da OMS mais de 1,1 bilhão de habitantes não têm acesso à água de qualidade e há alguns países em que o consumo superou a capacidade natural de reposição.

Segundo o Atlas Brasil (ANA, 2010) – Abastecimento Urbano de água (2010), a escassez hídrica de algumas regiões e a adversidade das condições de suprimento de água à população urbana brasileira vem sendo objeto de estudos há anos, sem que, até o momento, tenham sido implantadas soluções globais, que permitam equacionar em definitivo os freqüentes déficits de abastecimento. A sustentabilidade e a segurança hídricas são condicionantes ao desenvolvimento econômico e social do País. Enfrentar os sérios problemas de acesso à água, que atingem mais

severamente a população de baixa renda dos pequenos municípios e das periferias dos grandes centros urbanos, é fundamental para que se continue avançando no caminho de crescimento ambientalmente responsável. A secessão de eventos críticos dos últimos anos, no Brasil e no mundo, realça a gravidade desses problemas.

Políticas públicas devem ser implantadas visando soluções para as demandas presentes e futuras para todas as cidades brasileiras. O Atlas Brasil, (ANA, 2010) apresenta projeções de demanda até o ano de 2025, sugerindo obras e ações para equacionar os déficits observados, quantificando os custos das intervenções e, além disso, indicando os arranjos institucionais mais adequados para a viabilização técnica e financeira dos empreendimentos.

Muitas cidades brasileiras, já apresentam falta de água, principalmente na época do verão, como por exemplo, a cidade de Florianópolis que além de não atender a demanda da população neste período, está com seu crescimento comprometido em função da não viabilidade de oferta de água para novos projetos em determinadas regiões.

Conforme pode ser observado na figura 7. a população foi obrigada a comprar água de revendedores particulares, em função das falhas de abastecimento público, provocadas pela grande demanda que ocorreu durante o mês de Janeiro de 2014.

Figura 7 - Suprimento de água potável, Florianópolis



Fonte: Acervo do autor – janeiro 2014.

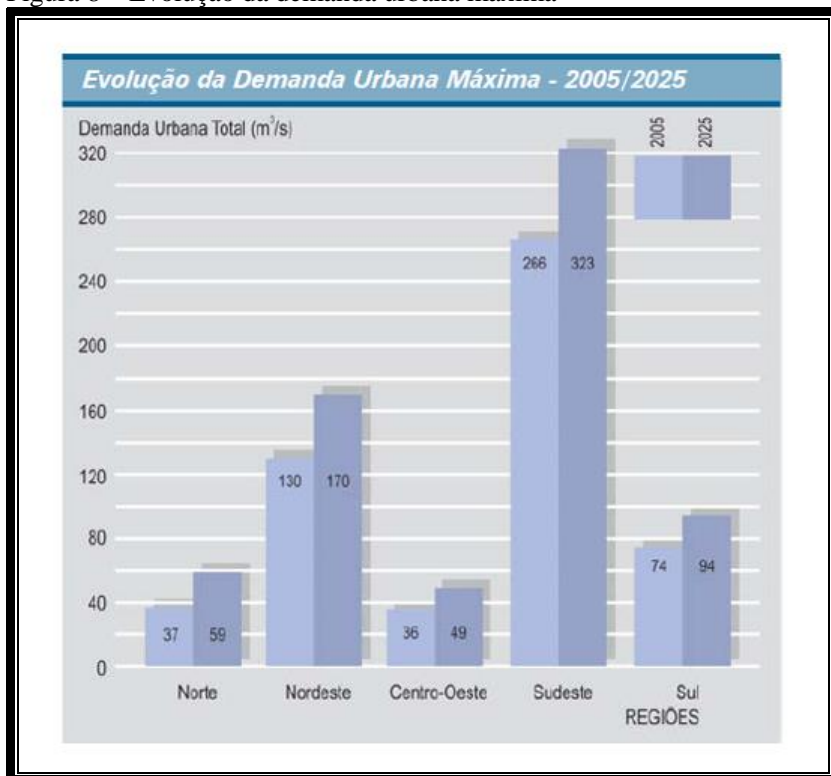
### 3.5 DEMANDAS DE ÁGUA PARA USO URBANO

A ANA (2010) apresentou resultados de avaliação onde demonstra que 55% dos municípios brasileiros possuirão abastecimento de água deficitário em 2015 decorrente de problemas com a oferta de água do manancial (superficial e/ou subterrâneo), em quantidade e/ou qualidade, ou com a capacidade dos sistemas produtores, ou, ainda, por ambas as razões.

Ressalta-se que Santa Catarina possui menos da metade (46%) de seus municípios com sistema satisfatório de abastecimento de água.

A demanda por água potável, segundo as projeções da ANA, pode ser observada na figura 8.

Figura 8 – Evolução da demanda urbana máxima



Fonte: ANA, 2010.



Segundo as projeções da ANA haverá um aumento da demanda por água de água potável para abastecimento urbano em torno de 28% até o ano 2025, com base nos dados de 2005.

Na figura 9. observa-se a evolução da demanda por região do Brasil, com base no ano de 2005 e previsões para 2015 e 2025.

Figura 9 – Demandas médias para abastecimento urbano

<i>DEMANDAS MÉDIAS PARA ABASTECIMENTO URBANO</i>						
Ano	Demanda por Região Geográfica (m <sup>3</sup> /s)					Total Brasil (m <sup>3</sup> /s)
	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul	
2005	34	115	33	247	65	494
2015	45	136	39	275	75	570
2025	54	151	44	298	83	630

Fonte: ANA, 2010.

O uso urbano da água, esta subdividido nos seguintes setores:

- CONSUMO RESIDENCIAL

Compreende o uso em residências uni-familiar, conjuntos habitacionais e edifícios multi-familiares

- CONSUMO COMERCIAL

Compreende o uso em edifícios comerciais, restaurantes, lojas, hospitais, hotéis, motéis, lavanderias, auto-posto, lava-rápido, etc

- CONSUMO PÚBLICO

Compreende o uso em edifícios públicos, escolas, saúde pública, parques, etc.

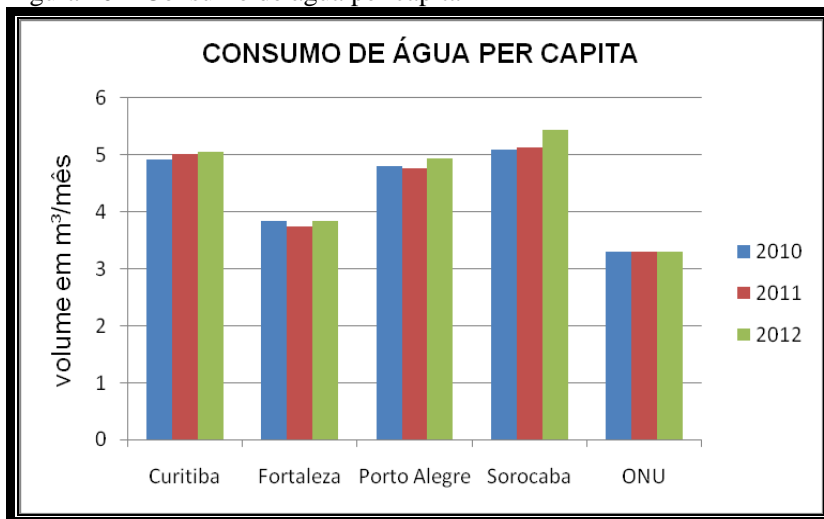
- CONSUMO INDUSTRIAL

Compreende o uso em processos industriais, alimentação de caldeiras, água para resfriamento, etc.

Segundo a ONU, casa pessoa necessita de 3,3 m<sup>3</sup>/pessoa/mês (cerca de 110 litros/dia).

Segundo os dados do site [www.cidadessustentaveis.org.br/indicadores](http://www.cidadessustentaveis.org.br/indicadores) os volumes mensais per capita de consumo de água tratada das cidades de Curitiba, Fortaleza, Porto Alegre, Sorocaba são demonstrados no gráfico da figura 10.

Figura 10 – Consumo de água per capita



Fonte: Cidades Sustentáveis, 2014.

Segundo os dados da CASAN obtidos no site [www.casan.com.br](http://www.casan.com.br) os volumes anuais de água tratada ofertada para a população nos anos de 2004 a 2012, estão descritos no quadro da figura 11.

Figura 11 – Volume faturado de água

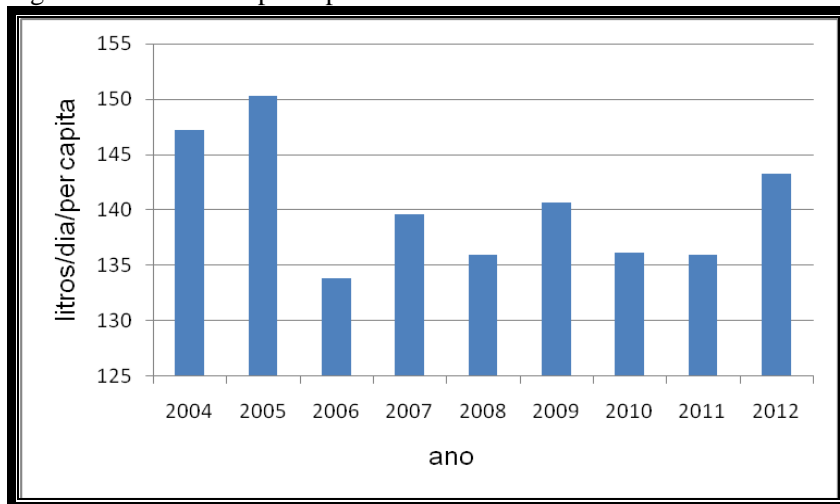
Volume faturado de água: <b>168 milhões de m<sup>3</sup></b>		Water billed volume: <b>168 million m<sup>3</sup></b>							
Crescimento de <b>5,87%</b> em relação a 2011		Growth of <b>5.87%</b> compared to 2011							
Ligações cadastradas: <b>702.308</b> ligações de água		Water indexed connections: <b>702,308</b> connections							
VOLUME FATURADO DE ÁGUA 2004-2012 (EM 1.000 m <sup>3</sup> ) / WATER BILLED VOLUME 2004-2012 (IN 1.000 m <sup>3</sup> )									
Categoria Category	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Residencial Residential	139.696	126.179	117.760	117.235	114.163	118.065	119.247	123.082	129.728
Comercial Commercial	16.104	16.001	14.731	14.035	13.774	13.789	14.163	14.927	14.922
Industrial Industrial	4.220	3.425	3.415	3.104	2.921	2.865	2.928	3.080	3.024
Pública Public	7.624	5.716	6.165	8.610	14.594	15.210	15.486	17.938	20.693
Total	167.644	151.322	142.071	142.984	145.451	149.929	151.823	159.026	168.367

Fonte: CASAN, 2014,

A CASAN atendeu em 2012 uma população de 2,48 milhões de catarinenses em um total de 67% dos municípios.

O gráfico da figura 12. representa o consumo residencial diário per capita entre os anos 2004 a 2012 conforme dados da CASAN.

Figura 12 – Consumo per capita



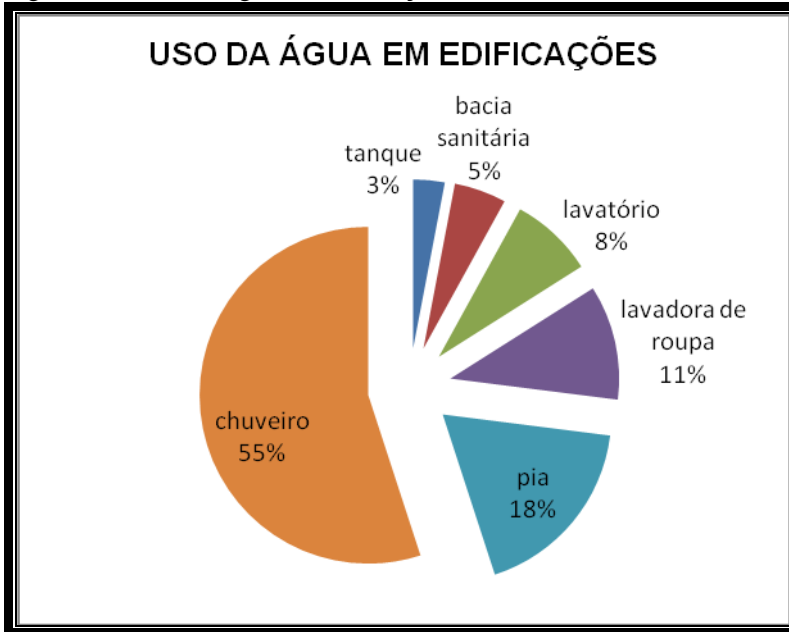
Fonte: CASAN indicadores operacionais: 2004 a 2012.

### 3.5.1 Avaliação da demanda de água em edificações

Em uma residência o consumo de água é influenciado por diversos fatores como o clima da região, a renda familiar, o número de habitantes, as características culturais da comunidade e a forma de gerenciamento do sistema de abastecimento, que englobam a micromedidação e o valor da tarifa. Estima-se um consumo médio de água nas residências de 200 litros/hab/dia, com grandes oscilações, que podem ir de 50 litros/hab/dia a 600 litros/hab/dia (TSUTIYA, 2005).

A água utilizada em uma edificação poderia ser classificada em duas classes: água potável e água não-potável. A água potável seria destinada a higiene pessoal e preparação de alimentos e a não potável para lavagem de roupa, descarga sanitária, rega de jardins, limpeza de calçadas, etc. conforme pode ser observado na figura 13.

Figura 13 – Uso da água em edificações



Fonte: Rocha, Barreto e Ioshimoto, 1999.

Na avaliação de demanda, conforme descrito no manual de Conservação e Reuso da Água em Edificações (ANA, 2005) a medição setorizada é uma ferramenta de gestão de consumo de água que, uma vez estabelecida, permite monitorar o comportamento dessa grandeza ao longo da vida útil da edificação.

Para a otimização do consumo de água, é importante que o projeto dos sistemas hidráulicos prediais e o sistema para usos específicos (sistemas especiais) sejam concebidos dentro de premissas específicas. Para tal, devem ser consideradas as seguintes atividades:

- análise documental - levantamento e análise de todos os documentos e informações disponíveis que possam auxiliar no entendimento da edificação sob a ótica do uso da água;
- reconhecimento das necessidades de qualidade da água específica para cada uso contido na edificação, devendo ser feito questionário contendo informações específicas de usos, usuários e sistemas prediais.

Existem questões de ordem pessoal quanto ao uso da água que devem ser consideradas quando se faz uma análise de demanda de água

em edificações, tais como: vazão da ducha, número de banhos diários e tempo que o usuário leva para tomar banho, por exemplo, a utilização de uma ducha de 12litros/min. para um banho de 10 minutos haverá um consumo de água de 120 litros, o que provavelmente levará a consumo acima da média prevista.

### **3.5.2 Conservação e uso racional da água nas edificações**

A utilização racional da água em edificações faz parte de programas de algumas cidades brasileiras, Curitiba foi a pioneira, implantado um programa em 23/09/2003, sendo seguida por São Paulo em 2005 e Campinas em 2006. Segundos esses programas, as novas edificações devem apresentar medidas que vise à conservação, uso racional como também a utilização fontes alternativas para captação de água, principalmente na captação e uso das águas pluviais. Os programas visam também à conscientização da população sobre a importância da conservação da água.

A prefeitura municipal de Curitiba através da lei 10785/2003 estabelece que:

- no licenciamento de construções no município, fica obrigatório que no projeto de instalações hidráulicas seja prevista a implantação de mecanismo de captação de águas pluviais, nas coberturas das edificações, as quais deverão ser armazenadas para posterior utilização em atividades que não exija o uso de água tratada.

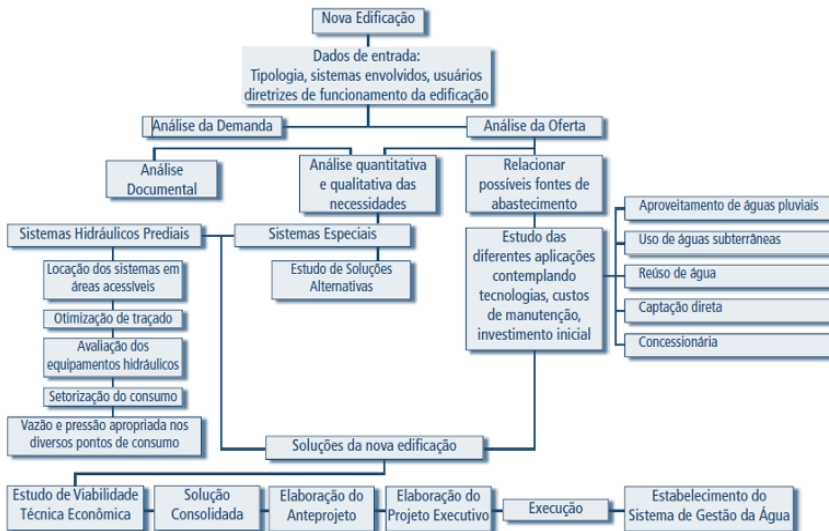
- em habitações coletivas é obrigatório o uso de hidrômetros para medição individualizada de água.

- deverá ser apresentado Termo de Responsabilidade do proprietário e responsável técnico, à utilização de dispositivos redutores do consumo de água, tais como: bacias sanitárias de volume reduzido de descarga e torneiras dotadas de arejadores.

Para a implantação de um PCA e uma edificação nova, segundo a ANA em seu manual de conservação e reuso da água em edificações, inicia-se com a etapa de avaliação técnica preliminar, na qual se realiza a avaliação da demanda e oferta de água para proposição de soluções viáveis técnica e economicamente, seguindo o fluxograma abaixo (ANA, 2005).

O manual de Conservação e Reuso da Água em Edificações, apresenta um fluxograma para o uso racional da água, conforme apresentado na figura 144.

Figura 14 – Fluxograma uso racional da água em edificações



Fonte: ANA, 2005.

O uso racional da água nas edificações requer a implantação de medidas que vão desde a elaboração dos projetos hidráulicos passando por gestão e conscientização dos usuários.

A medição é uma ferramenta de gestão de consumo de água que, uma vez estabelecida, permite monitorar o comportamento dessa grandeza ao longo da vida útil da edificação.

Para otimizar o consumo de água, é importante que o projeto dos sistemas hidráulicos prediais e o sistema prévio específico sejam concebidos dentro de premissas específicas para tal.

- reconhecimento das necessidades de qualidade da água específica para cada uso contido na edificação.

- garantir a vazão e pressão apropriada nos diversos pontos de consumo, de forma que eliminem possíveis desperdícios. Uma redução de pressão de 30 m.c.a. para 17 m.c.a. pode resultar em economia de 30% do consumo de água.

- a especificação de louças, metais sanitários e equipamentos hidráulicos é um dos fatores que determina o maior ou menor consumo de água em uma edificação, ao longo de sua vida útil.

- traçados otimizados com redução de curvas e conexões, reduzem a perda de carga e pontos de vazamento.

- atendimento às normas técnicas, observando principalmente os intervalos de pressão de utilização dos equipamentos e tubulações.
- instalação de equipamentos, metais e louças conforme especificado pelo fabricante.

Um dos passos iniciais para a construção de edifícios mais sustentáveis começa com o uso racional da água, ou seja, a não utilização de água potável para fins não-potáveis. Diversos selos de certificação de qualidade, dentre eles, Leed, Aqua, Gbtool e o Selo Azul da Caixa, possuem em seus critérios de análise a comprovação do uso racional da água.

### 3.6 FONTES ALTERNATIVAS DE ÁGUA PARA EDIFICAÇÕES

A busca por fontes alternativas de água não potável para edificações deverá observar os seguintes aspectos:

- Tipo da fonte
- Captação direta de mananciais (próximo a edificação)
- Águas subterrâneas (quando o subsolo está abaixo do nível do lençol freático)
- Águas pluviais
- Efluente tratado (águas cinzas)
- Análise da oferta
- Avaliação quantitativa (garantia de continuidade do fornecimento)
- Avaliação qualitativa (garantia de qualidade necessária a cada uso)
- Análise de viabilidade
- Avaliação custo/benefício
- Aceitação dos usuários
- Instalação
- Saúde e segurança

### 3.7 USO DE ÁGUA NÃO-POTÁVEL EM EDIFICAÇÕES

Segundo o manual de Conservação e Reuso da água em edificações (ANA; FIESP; SINDUSCON-SP; DMA, 2005) quando da utilização de água não potável em edificações, algumas exigências mínimas, devem ser observadas:

- a) Rega de jardim e lavagem de pisos
  - não deve apresentar mau cheiro

- não deve conter componentes que agridam as plantas ou que estimulem o crescimento de pragas
- não deve ser abrasiva
- não deve manchar as superfícies
- não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais a saúde humana
- b) Água para descarga em bacias sanitárias
  - não deve apresentar mau cheiro
  - não deve ser abrasiva
  - não deve manchar as superfícies
  - não deve deteriorar os materiais sanitários
  - não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais a saúde humana

### 3.8 APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL

A oferta de água potável nos grandes centros esta cada vez mais comprometida em função de diversos fatores, dentre eles podemos destacar: o esgotamento e poluição dos recursos hídricos, distâncias entre captação e ponto de consumo, tratamento e distribuição.

A busca por métodos que visem à preservação da quantidade e qualidade da água potável ofertada passa necessariamente por métodos de reuso e fontes alternativas.

Fontes alternativas são as que não estão sob concessão de órgãos públicos ou que não sofrem cobrança pelo uso ou, ainda, que fornecem composição diferente da água potável fornecida pelas concessionárias. Recomenda-se que no meio urbano a decisão de usar fontes alternativas de água passe prioritariamente pelo critério de menor impacto ao ambiente, procurando-se a água que está disponível naturalmente sem intervenção direta nos mananciais (ANA, 2005).

O reuso substitui a água potável e garante maior oferta para o consumo da população.

As fontes alternativas e reuso de água presentes em uma edificação são:

- reaproveitamento de águas cinzas;
- recuperação de águas negras;
- retirada de água do lençol freático
- aproveitamento de águas pluviais

Para o aproveitamento destas fontes se faz necessário um projeto que envolva:

- rede coletora



- reservatório de retenção
- tratamento
- bombas de recalque
- rede de distribuição
- sistema de controle
- controle da qualidade

Dentre as fontes citadas, o aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis, traz benefícios diretos sobre:

- sistema de drenagem urbana
- diminuição do escoamento superficial com influencia diretamente sobre o pico de cheia
- os reservatórios de retenção compensam a área impermeabilizada ocupada pela construção
- diminuição das tubulações de drenagem
- consumo de água potável
- utilização em descarga de bacia sanitária
- rega de jardim
- limpeza de pisos e calçadas

O aproveitamento de água da chuva é prática comum ao longo da historia humana, teve certo declínio com o fornecimento de água tratada a partir do século XX, porém frente à escassez presente nas últimas décadas, tornou-se objeto de estudo principalmente em países desenvolvidos. O Brasil apresenta programas de coleta de água da chuva em regiões áridas e semi-áridas.

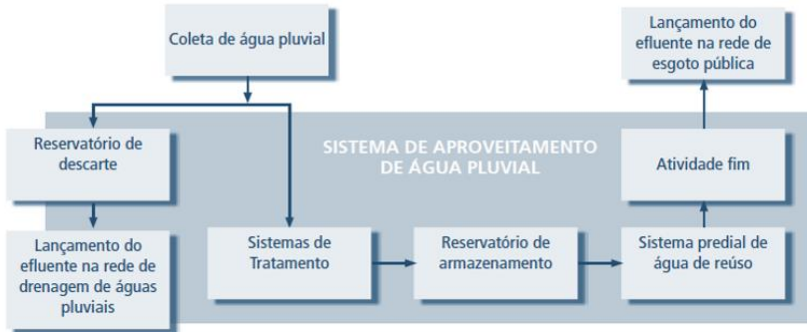
A utilização de água da chuva torna-se viável em regiões com elevada precipitação e escassez de abastecimento.

O custo de implantação de um sistema de aproveitamento de água da chuva é relativamente baixo quando comparado com o custo total de construção da edificação, principalmente em edifícios residenciais e comerciais, e a manutenção é similar ao sistema de água potável. O retorno do investimento ocorrerá em curto prazo, principalmente quando instalado em local de grande precipitação atmosférica, mesmos sem considerar os benefícios ambientais e sobre a drenagem urbana.

A água da chuva apresenta vantagens quando comparada ao reuso de águas servidas, pois apresentam sistema de operação e tratamento mais simples, salientando apenas que estas fornecem um volume constante ao longo do ano e que o sistema de aproveitamento de águas pluviais sofrerá déficit no período de estiagem.

O fluxograma da figura 15. apresenta um sistema de aproveitamento de água pluvial.

Figura 15 – Sistema de aproveitamento de água pluvial



Fonte: ANA, 2005.

### 3.8.1 Padrões de qualidade da água da chuva

A água da chuva apesar de ser potável, torna-se imprópria para consumo quando entra em contato com a área de coleta e durante a precipitação quando faz a limpeza da atmosfera, por esta razão se faz necessário e implementação de processos de tratamento.

A utilização de água da chuva, ANA (2005), requer que sejam implantados sistema de gestão que envolva quantidade e qualidade, para que não comprometam a saúde dos usuários nem a vida útil dos sistemas envolvidos.

As classes de reúso segundo ANA (2005) são as seguintes:

- Classe 1
  - descarga em bacia sanitária
  - fins ornamentais
  - lavagem de piso
  - lavagem de roupa
  - lavagem de veículos
- Classe 2
  - lavagem de agregados da construção civil
  - preparação de concreto
  - compactação de solo
  - controle de poeira
- Classe 3
  - irrigação de áreas verdes
  - rega de jardim

A água pluvial deve ser coletada em áreas impermeáveis e passar por tratamentos que atendam os níveis de qualidade conforme a classe de uso.

Os padrões sanitários mínimos que dever ser atendidos para água de reuso classe 1, uso em edificações são apresentados na tabela 1.

Tabela 1 – Parametros de água da chuva

Parâmetros	Concentrações
Coliformes fecais <sup>1</sup>	Não detectáveis
pH	Entre 6,0 e 9,0
Cor (UH)	≤ 10 UH
Turbidez (UT)	≤ 2 UT
Odor e aparência	Não desagradáveis
Óleos e graxas (mg/L)	≤ 1 mg/L
DBO <sup>2</sup> (mg/L)	≤ 10 mg/L
Compostos orgânicos voláteis <sup>3</sup>	Ausentes
Nitrato (mg/L)	< 10 mg/L
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	≤ 20 mg/L
Nitrito (mg/L)	≤ 1 mg/L
Fósforo total <sup>4</sup> (mg/L)	≤ 0,1 mg/L
Sólido suspenso total (SST) (mg/L)	≤ 5 mg/L
Sólido dissolvido total <sup>5</sup> (SDT) (mg/L)	≤ 500 mg/L

1. Esse parâmetro é prioritário para os usos considerados.

2. O controle da carga orgânica biodegradável evita a proliferação de microrganismos e cheiro desagradável, em função do processo de decomposição, que podem ocorrer em linhas e reservatórios de decomposição.

3. O controle deste composto visa evitar odores desagradáveis, principalmente em aplicações externas em dias quentes.

4. O controle de formas de nitrogênio e fósforo visa evitar a proliferação de algas e filmes biológicos, que podem formar depósitos em tubulações, peças sanitárias, reservatórios, tanques etc.

5. Valor recomendado para lavagem de roupas e velculos.

Fonte: ANA, 2005.

### 3.8.2 Análise da demanda para uso de água não potável em edificações

A estimativa da demanda é fator determinante para o funcionamento de um sistema de aproveitamento de água da chuva. Esta informação será utilizada no cálculo do volume do reservatório e na determinação da área de coleta da água da chuva.

Para estimativas de consumo, segundo Tomaz (1999), temos:

#### Uso Interno

Uma pessoa utiliza a bacia sanitária de 4 a 6 vezes por dia

Uma bacia sanitária consome cerca de 6 a 15 litros por descarga

#### Uso Externo

Rega de jardim 2,0 litros por metro quadrado

Lavagem de calçadas 2,0 litros por metro quadrado

### 3.8.3 Normas vigentes para uso de água da chuva em edificações

Os projetos de utilização de água da chuva devem atender as diversas normas da ABNT que fornecem parâmetros e critérios para instalações prediais.

#### - **NBR 5626/1998 – Instalação predial de água fria**

- O uso doméstico da água prevê a possibilidade de uso de água potável e de água não potável

- A água não potável pode ser utilizada para:

- Limpeza de bacias sanitárias e mictórios;

- Para combate a incêndios;

- Para outros usos onde o requisito de potabilidade não se faça necessário

- Deve-se evitar a conexão cruzada, a instalação de água potável, deverá ser totalmente separada da instalação de água potável.

- O projeto deve permitir meios de impedir o refluxo e a retrossifonagem da fonte particular para a rede pública

- Os reservatórios devem preservar as qualidades da água armazenada

#### - **NBR 10844/1989 – Instalação predial de águas pluviais**

- A determinação da intensidade pluviométrica “i” para fins de projeto, deve ser feita a partir da fixação de valores adequados para a duração de precipitação e o período de retorno. Tomam-se como base dados pluviométricos locais.

- Utilizar período de retorno de 5 anos, para coberturas e/ou terraços

- A duração de precipitação deve ser fixada em 5min.

- No cálculo da área de contribuição, devem-se considerar os incrementos devidos à inclinação da cobertura e às paredes que interceptem água de chuva que também deva ser drenada pela cobertura.

- A vazão de projeto deve ser calculada pela equação 1:

$$Q = (I * A) / 60$$

[eq. 1]

onde:

Q = Vazão de projeto, em L/min

I = Intensidade pluviométrica, em mm/h

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

- Chuva intensa para Florianópolis:
- duração de 5 minutos e período de retorno 5 anos = 120 mm/h
- **NBR 15527/2007 – Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos**
  - Água de chuva, é a água resultante de precipitações atmosféricas coletada em coberturas, telhados, onde não haja circulação de pessoas, veículos ou animais.
  - Água não potável, é a água que não atende a Portaria nº 518 do Ministério da Saúde
  - Escoamento inicial é a água proveniente de área de captação suficiente para carregar a poeira, fuligem, folhas, galhos e detritos.
  - No estudo deve constar o alcance do projeto, a população que utiliza a água de chuva e a determinação da demanda a ser definida pelo projetista do sistema.
  - Incluem-se na concepção os estudos das séries históricas e sintéticas das precipitações da região onde será feito o projeto de aproveitamento de água da chuva.
  - Devem ser instalados dispositivos para remoção de detritos, que podem ser: grades e telas
  - Pode ser instalado no sistema de aproveitamento da água da chuva um dispositivo para o descarte da água de escoamento inicial. É recomendado que tal dispositivo seja automático.
  - O dispositivo de descarte de água deve ser dimensionado pelo projetista. Na falta de dados, recomenda-se o descarte de 2mm da precipitação inicial.
  - As tubulações e demais componentes devem ser claramente diferenciados das tubulações de água potável.
  - O volume dos reservatórios deve ser dimensionado com base em critérios técnicos, e devem garantir:
    - a água armazenada fique protegida da incidência direta da luz solar e do solar
    - não permita a entrada de insetos e roedores
    - apresentar dispositivo para limpeza e extravasor
    - possuir abertura para ventilação e inspeção

### **3.8.4 Cálculo do volume do reservatório para armazenar água da chuva**

O reservatório é um item imprescindível no sistema de aproveitamento de água pluvial e suas dimensões devem ser obtidas em função da área disponível para implantação.

Segundo Plínio Tomaz, um dos grandes problemas para utilização da água da chuva é determinar o volume do reservatório, pois este depende de das condições de captação, da demanda que se quer, da precipitação local e do intervalo dos dias de seca.

Os reservatórios podem ser confeccionados em diversos materiais, as figuras 16 e 17 apresentam reservatórios em inox e polietileno, no mercado encontram-se também em fibra de vidro e pré moldado em concreto. Porém é prática usual em edificações a moldagem dos reservatórios *in loco*, estes são confeccionados em concreto armado nos volumes determinados pelos cálculos.

Figura 16 – Reservatório em inóx



Fonte: Acervo do autor

Figura 17 – Reservatório em polietileno



Fonte: Acervo do autor

#### 3.8.4.1 Métodos de dimensionamento do reservatório

Existem na bibliografia vários métodos para determinar o volume.

##### - Método de Azevedo Neto (NBR 15527/2007)

Este é um método prático, onde o volume é obtido pela equação 2:

$$V = 0,42 * P * A * T \quad [\text{eq. 2}]$$

onde:

P= precipitação média anual (mm)

A= área de coleta (m<sup>2</sup>)

T= número de meses de seca

V= volume do reservatório (litros)

##### - Método Prático Alemão (NBR 15527/2007)

O volume é obtido, utilizando o menor dos valores das equações 3 e 5:

$$V = 6\% * Va \quad [\text{eq. 3}]$$

onde:

$$Va = C * A * P - Pd * A * d \quad [\text{eq. 4}]$$

Va= volume máximo aproveitado (litros)

C = coeficiente de runoff

V = volume do reservatório (litros)

A = área do telhado (m)

P = precipitação média anual (mm)

Pd= precipitação descartada (mm)

d = dias do ano com precipitação

$$V = 6\% * D \quad [\text{eq. 5}]$$

onde:

V = volume do reservatório (litros)

D = demanda anual (litros)

### - Método de Rippl (hidrologia)

Calcula o volume necessário para garantir uma vazão regularizada durante o período mais crítico de estiagem. Está baseado no diagrama de massa do sistema que corresponde à integral de um hidrograma, utiliza as equações 6 e 7,

$$Vm = \sum_{m=1}^n (Dm - Va) \quad [\text{eq. 6}]$$

$$V = \sum_{m=1}^n (Vm) \quad [\text{eq. 7}]$$

para  $Vm > 0$ , onde:

Vm= volume do reservatório no mês “m” (litros)

Dm= demanda de consumo no mês “m” (litros)

Va = volume aproveitado da chuva (litros)

V = volume do reservatório (litros)



### - Método Prático Australiano

Para a determinação do volume é necessário obter uma série histórica mensal de precipitação. Faz um balanço de massa entre as variáveis. Utiliza uma análise entre chuva total do mês em conjunto com a demanda total, para determinar o melhor volume de armazenamento. O volume do reservatório é obtido por tentativas, então segundo recomendação da NBR 15527/2007 os índices de confiança devem estar entre 90% a 99% m equação 10. No início do dimensionamento, considera-se o reservatório vazio. Para este cálculo utiliza-se as equações 8 e 9.

$$Vc = A * C * (P - Pd) \quad [\text{eq. 8}]$$

$$Vm = V(m - 1) + Vc - Dm \quad [\text{eq.9}]$$

onde:

C = coeficiente de runoff

Vc = volume de chuva no mes (litros)

A = área do telhado (m)

P = precipitação média anual (mm)

Pd= precipitação descartada (mm)

Vm= volume mensal (litros)

Dm= demanda mensal (litros)

V(m-1)= volume no início do mês

Para o cálculo dos índices de confiança, utiliza-se a equação 10.

$$C = 1 - \left( \frac{Md}{M} \right) \quad [\text{eq.10}]$$

onde:

C = confiança

Md = Meses que o reservatório não atendeu a demanda

M = Meses da série considerada

### 3.8.5 Cálculo do reservatório de autolimpeza

Faz-se necessário a utilização de um reservatório de autolimpeza quando da utilização de água da chuva, mesmo para fins não potáveis, pois conforme encontramos na literatura, a composição da

água da chuva varia de acordo com a localização geográfica, com as condições meteorológicas, com a presença ou não de vegetação e também com a presença de cargas poluidoras e proximidade do mar. A área de captação também apresenta impurezas, tais como, folhas, poeira, fezes de animais, partículas do telhado, tintas etc. Então se deve descartar um volume inicial da chuva.

O volume descartado é função de vários fatores, como por exemplo, qualidade da água da chuva, tempo de estiagem, dentre outros.

Não existe uma fórmula única para determinação deste volume, usam-se então regras práticas, dentre elas:

- descartar 10 a 20 minutos da chuva inicial
- descartar 40 litros para cada 100m de área de captação
- descartar um volume de 0,8 a 1,5 litros/m<sup>2</sup> da área de captação

O reservatório de autolimpeza poderá ter grades para retirada de material indesejável.

Deverá ser instalado dreno de fundo para limpeza e descarte da água para a galeria de águas pluviais ou área de infiltração.

### **3.8.6 Tratamento da água de chuva cloro**

Quando a água da chuva for utilizada em bacias sanitárias há a necessidade de clorar a água devido a respingos nos órgãos genitais.

- 0,5 mg/L a 3mg/L.
- uso de hipoclorito de sódio (residual)
- deverá ser estudadas alternativas: hipoclorito de cálcio e ultravioleta

## 4 METODOLOGIA

Para alcançar o objetivo deste trabalho foi necessário acompanhar toda a execução de um edifício residencial, verificando todas as etapas da construção: planejamento, elaboração de projetos, especificação de materiais, cronogramas, dificuldades encontradas na execução e implantação do sistema.

Este trabalho foi possível de ser realizado, pois neste edifício, foram projetadas e executadas duas rede de distribuição de água, uma com água potável, atendendo pia de cozinha, máquina de lavar louça, tanque e máquina de lavar roupa, pia de churrasqueira, lavatórios e chuveiros e outra de água não potável, atendendo as bacias sanitárias.

### 4.1 LOCAL DE ESTUDO

Este trabalho foi desenvolvido em um edifício residencial, localizado no bairro Agronômica, Florianópolis SC. Trata-se de um edifício com área construída de 12.998,32m<sup>2</sup>, sendo composto por 39 apartamentos e cada unidade contendo 5 bacias sanitárias, sendo 3 suítes, banheiro de serviço e lavabo. O período de observação estendeu-se durante toda a construção, 3 anos, e posteriormente 1 ano após a ocupação do edifício.

Figura 18 – Edifício onde foi desenvolvido o trabalho

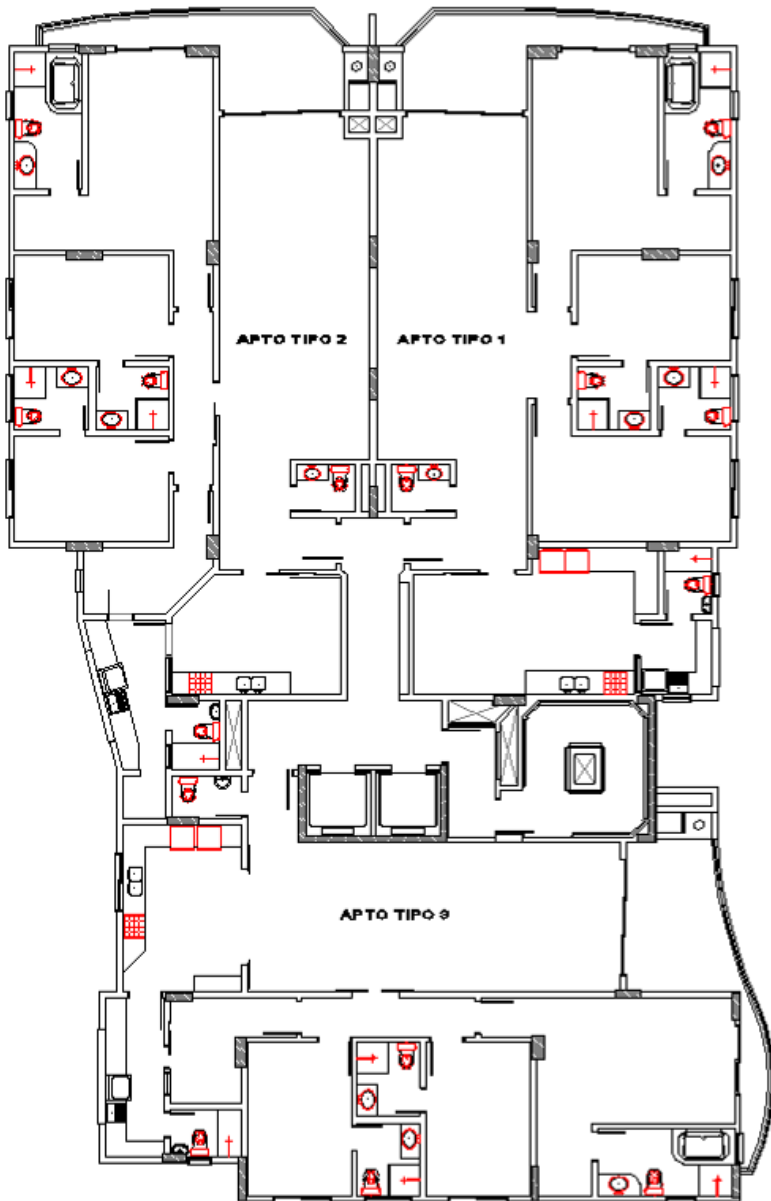


Fonte: Acervo do autor – janeiro 2014.

#### 4.2 PONTOS ATENDIDOS NOS APARTAMENTOS

Todos os apartamentos possuem 5 banheiros, sendo 3 apartamentos por andar e 13 pavimentos, totalizando 195 bacias sanitárias.

Figura 19 – Pavimento tipo



Fonte: Projeto arquitetônico do edifício

## 4.3 DETERMINAÇÃO DA DEMANDA DE ÁGUA PARA AS BACIAS SANITÁRIAS

### 4.3.1 Cálculo da demanda segundo a bibliografia

- Calcular a população:

População máxima da edificação = 2 pessoas por dormitório =  $2*3*3*13=234$  pessoas,

- Determinar o consumo per capita para uso das bacias para todo o edifício

A bibliografia recomenda uma frequência de 4 a 6 vezes por dia, adotou-se 5 usos.

O volume das bacias utilizadas no edifício é de 3 e 6 litros.

Então para o cálculo do consumo adotou-se volume=6 litros e frequência=5 usos

**Dic =  $6*5 = 30$  litros/pessoa/dia**

Então a demanda diária para água nas bacias sanitárias será:

**Dec =  $234*6*5 = 7.020$  litros**

### 4.3.2 Determinação da demanda com medição individual

- Para a elaboração do trabalho foram instalados 3 hidrômetros de 3/4" com vazão de 1,5m<sup>3</sup>/h a 3,0m<sup>3</sup>/h, para medição do consumo nas bacias sanitárias. Em todos os andares do edifício, há um nicho para os hidrômetros, onde estão instalados os hidrômetros para medição da água potável.

- Foram efetuadas medições no período de 27 de janeiro de 2014 a 10 de fevereiro de 2014, totalizando 14 medições seguidas.

- Foram medidos os valores diários de consumo de água da chuva e água potável, em 3 apartamentos, todos situados no mesmo pavimento.

- Foram medidos os valores diários de consumo de água potável, para comparar com os valores encontrados nas bibliografias.

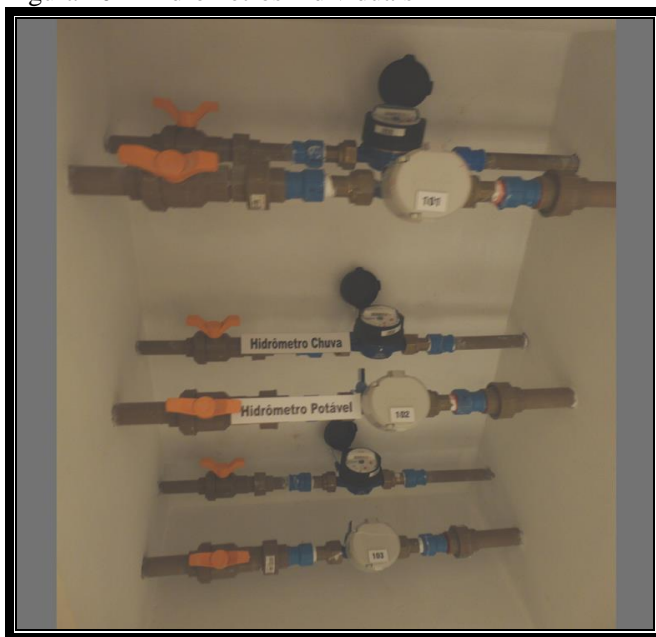
### 4.3.3 Determinação da demanda individual, com medição global

- Para a elaboração do trabalho foi instalado 1 hidrômetro de 1", com vazão de 3,5m<sup>3</sup>/h a 7,0m<sup>3</sup>/h, para medição do consumo nas bacias sanitárias. Este hidrômetro foi instalado no barrilete de alimentação das bacias sanitárias.

- Foram efetuadas duas medições no período de 21 de janeiro de 2014 e 20 de fevereiro de 2014, totalizando 30 dias de consumo.

A localização dos hidrômetros, em todos os pavimentos, localiza-se no hall dos elevadores, e sempre no andar superior aos apartamentos, pois desta forma a alimentação ocorre pelo teto do apartamento, evitando o fenômeno do sifão invertido, ou seja, os hidrômetros do 1º pavimento estão localizados no 2º pavimento.

Figura 20 – Hidrometros individuais



Fonte: Acervo do autor– janeiro 2014.

#### 4.4 COMPONENTES DO SISTEMA EMPREGADO

##### - Alimentação suplementar do reservatório inferior

O reservatório inferior recebe água diretamente da rede da concessionária, esse controle é efetuado por uma válvula solenóide, que libera o fluxo quando o nível deste reservatório atinge a altura mínima de 40cm e interrompe o sistema quando atinge a altura máxima de 60cm a contar do fundo. A figura 21 apresenta uma válvula solenóide, com bóia, e tubulações de entrada e saída de água, a figura 22 refere-se a solenóide instalada no edifício onde foi desenvolvido o trabalho.

Figura 21 - Válvula solenóide e componentes



Fonte: Acervo do autor– janeiro 2014.

Figura 22 - Válvula solenóide e componentes (obra)



Fonte: Acervo do autor– janeiro 2014.

### - Sucção de água no reservatório inferior

A sucção acontece 15cm abaixo da superfície para minimizar a entrada de lama no sistema. Isto foi possível com a instalação de uma mangueira, com uma das extremidades instalada na tubulação de sucção das bombas e a na outra extremidade ocorre a sucção, onde há uma peneira para entrada de água com uma bóia para permitir a sucção superior. A figura 23 apresenta um sistema de sucção, composto por bóia, filtro e mangueira. Na figura 24 temos o sistema de sucção em detalhe.



Figura 23 - Bóia e mangueira de sucção (obra)



Fonte: Acervo do autor – janeiro 2014.

Figura 24 - Bóia e mangueira de sucção



Fonte: Acervo do autor – janeiro 2014.

**- Entrada de água da chuva no reservatório inferior**

O freio d'água foi instalado na entrada de água da chuva no reservatório, pois assim minimiza a turbulência e auxilia a oxigenação da água, pois a entrada ocorre no fundo do reservatório. A figura 25 apresenta dois modelos de freio d'água.

Figura 25 – Freio d'água



Fonte: Acervo do autor – janeiro 2014.

**- Extravasador do reservatório inferior**

Utilizou-se um sifão-ladrão para fazer o extravasamento do reservatório, este dispositivo dificulta a entrada de insetos e roedores no reservatório. A figura 26 apresenta em detalhe o extravasador e a 27 a peça instalada em um reservatório inferior.

Figura 26 - Sifão-ladrão



Fonte: Acervo do autor– janeiro 2014.

Figura 27 - Sifão-ladrão (obra)



Fonte: Acervo do autor – janeiro 2014.

### - Filtro na entrada de água no reservatório

Utilizou-se um filtro com grade e tela, apesar de não haver vegetação no local. Este filtro apresenta 2 entradas de 100mm, uma saída de 100mm para descarte e uma saída de 100mm que será conduzida até o reservatório, conforme pode ser observado nas figuras 28 e 29.

Figura 28 - Filtro com 2 entradas de água



Fonte: Acervo do autor – janeiro 2014.

Figura 29 - Filtro com 2 entradas de água (obra)



Fonte: Acervo do autor– janeiro 2014.

#### 4.5 ESQUEMA VERTICAL DO SISTEMA EMPREGADO

A alimentação das bacias sanitárias ocorre por gravidade, foram utilizadas duas tubulações de PVC 40mm, uma alimenta do 13º pavimento até o 8º pavimento e outra do 7º ao 1º pavimento.

A água é recalçada até o reservatório superior por um conjunto motobomba de 5CV.

No recalque foi utilizada tubulação de PPR 40mm e na sucção PPR 50mm.

Para condução da água captada na cobertura foram empregados 2 tubos de PVC 100mm.



## 5 RESULTADOS

### 5.1 DEMANDA INDIVIDUAL

Os valores da demanda individual, apresentados nas tabelas 2, 3 e 4 foram obtidos conforme descrito no item 4.3.2

Tabela 2 - Consumo de água apartamento tipo 1

dia	APARTAMENTO TIPO 1 - 4 PESSOAS					
	água potável			água não potável		
	leitura	consumo	per capita	leitura	consumo	per capita
		m <sup>3</sup>	litros		m <sup>3</sup>	litros
27/jan	419,31			2,1		
28/jan	420,82	1,51	377,5	2,27	0,17	42,5
29/jan	421,54	0,72	180	2,41	0,14	35
30/jan	422,28	0,74	185	2,53	0,12	30
31/jan	423,1	0,82	205	2,67	0,14	35
01/fev	424,17	1,07	267,5	2,8	0,13	32,5
02/fev	425,18	1,01	252,5	2,97	0,17	42,5
03/fev	426,04	0,86	215	3,13	0,16	40
04/fev	426,98	0,94	235	3,25	0,12	30
05/fev	428,03	1,05	262,5	3,39	0,14	35
06/fev	428,94	0,91	227,5	3,52	0,13	32,5
07/fev	429,77	0,83	207,5	3,63	0,11	27,5
08/fev	430,95	1,18	295	3,94	0,31	77,5
09/fev	432,11	1,16	290	4,21	0,27	67,5
10/fev	433,01	0,9	225	4,46	0,25	62,5

Demanda média de água não potável = 42,143 litros/pess/dia

Demanda média de água potável = 244,64 litros/pess/dia

Demanda média total de água = 286,783 litros/pess/dia

Fonte: Dados do autor

Tabela 3 - Consumo de água apartamento tipo 2

dia	APARTAMENTO TIPO 2 - 4 PESSOAS					
	água potável			água não potável		
	leitura	consumo	per capita	leitura	consumo	per capita
leitura	m <sup>3</sup>	litros		m <sup>3</sup>	litros	
27/jan	455,44			0,37		
28/jan	456,69	1,25	312,5	0,45	0,08	20
29/jan	458,37	1,68	420	0,56	0,11	27,5
30/jan	458,88	0,51	127,5	0,65	0,09	22,5
31/jan	459,99	1,11	277,5	0,72	0,07	17,5
01/fev	460,92	0,93	232,5	0,75	0,03	7,5
02/fev	461,79	0,87	217,5	0,79	0,04	10
03/fev	462,08	0,29	72,5	0,97	0,18	45
04/fev	462,79	0,71	177,5	1,05	0,08	20
05/fev	464,03	1,24	310	1,14	0,09	22,5
06/fev	465,62	1,59	397,5	1,24	0,1	25
07/fev	467,14	1,52	380	1,31	0,07	17,5
08/fev	468,11	0,97	242,5	1,44	0,13	32,5
09/fev	469,07	0,96	240	1,52	0,08	20
10/fev	470,02	0,95	237,5	1,65	0,13	32,5
Demanda média de água não potável = 22,86 litros/pess/dia						
Demanda média de água potável = 260,36 litros/pess/dia						
Demanda média total de água = 283,22litros/pess/dia						

Fonte: Dados do autor



Tabela 4 - Consumo de água apartamento tipo 3

APARTAMENTO TIPO 3 - 2 PESSOAS						
dia	água potável			água não potável		
leitura	leitura	consumo	per capita	leitura	consumo	per capita
		m <sup>3</sup>	litros		m <sup>3</sup>	litros
27/jan	192,34			1,33		
28/jan	193,02	0,68	340	1,46	0,13	65
29/jan	193,71	0,69	345	1,57	0,11	55
30/jan	193,89	0,18	90	1,6	0,03	15
31/jan	194,56	0,67	335	1,72	0,12	60
01/fev	195,19	0,63	315	1,8	0,08	40
02/fev	195,79	0,6	300	1,9	0,1	50
03/fev	196,32	0,53	265	2,06	0,16	80
04/fev	196,8	0,48	240	2,16	0,1	50
05/fev	197,61	0,81	405	2,24	0,08	40
06/fev	197,92	0,31	155	2,35	0,11	55
07/fev	198,17	0,25	125	2,44	0,09	45
08/fev	198,71	0,54	270	2,51	0,07	35
09/fev	199,26	0,55	275	2,6	0,09	45
10/fev	199,85	0,59	295	2,72	0,12	60
Demanda média de água não potável = 49,64 litros/pess/dia						
Demanda média de água potável = 268,214 litros/pess/dia						
Demanda média total de água = 317,854 litros/pess/dia						

Fonte: Dados do autor

Os consumos de água potável nos três apartamentos estão dentro de um valor esperado para este tipo de apartamento (alto padrão). Porém o consumo de água não potável está muito elevado no apartamento tipo 1 e tipo 3. No apartamento tipo 1 cada ocupante estaria utilizando 7 vezes por dia a bacia sanitária, e no apto tipo 3 estaria usando 8 por dia.

Fazendo uma média de consumo no pavimento obteremos

$$\text{Dim} = (4 \cdot 42,143 + 4 \cdot 22,86 + 2 \cdot 49,64) / 10 = \mathbf{35,93 \text{ litros/pessoa/dia}}$$

Calculando a demanda para todo o edifício, considerando uma população de  $10 \cdot 13 = 130$  pessoas

$$\text{Dem} = 35,93 \cdot 130 = \mathbf{4.670 \text{ litros/dia}}$$

Cálculo da demanda mensal de água não potável:

- Utilizando os dados obtidos no item 4.3.1, teremos  $D_m = 30 \cdot 7020 = 210m^3$

- Utilizando os dados obtidos no item 5.1, teremos  $D_m = 30 \cdot 4670 = 140m^3$

## 5.2 DEMANDA DE ÁGUA POTÁVEL NO EDIFÍCIO

Trata-se de uma edificação nova, no total são 39 apartamentos, porem apenas 29 estão ocupados, conforme planilha, onde resulta uma população atual de 76 pessoas.

Tabela 5 - População do edifício

apto	peessoas	apto	peessoas	apto	peessoas	apto	peessoas
101	4	402	vago	703	vago	1101	vago
102	4	403	vago	801	vago	1102	3
103	2	501	vago	802	4	1103	4
201	2	502	3	803	3	1201	vago
202	3	503	3	901	4	1202	4
203	vago	601	2	902	vago	1203	4
301	vago	602	3	903	vago	1301	2
302	vago	603	4	1001	vago	1302	4
303	4	701	vago	1002	vago	1303	4
401	vago	702	3	1003	3		

Fonte: Dados do autor

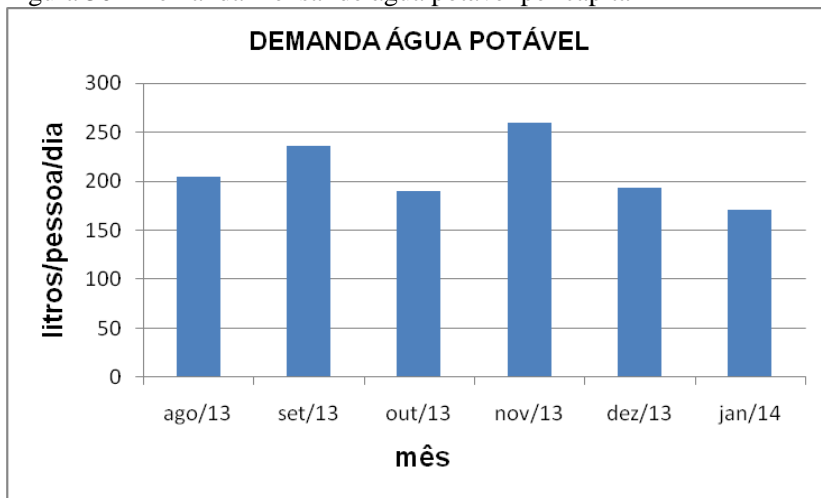
Trata-se de uma edificação nova, no total são 39 apartamentos, porem apenas 29 está ocupado, conforme planilha, onde resulta uma população atual de 76 pessoas.

Tabela 6 - Consumo de água potável da edificação

mês	consumo (m <sup>3</sup> )	população	litros/pessoa/dia
ago/13	482	76	205
set/13	538	76	236
out/13	447	76	190
nov/13	593	76	260
dez/13	454	76	193
jan/14	402	76	171

Fonte: Dados do autor

Figura 30 - Demanda mensal de água potável per capita



Fonte: Dados do autor

### 5.3 CONSUMO DE ÁGUA NÃO POTÁVEL DO EDIFÍCIO

Na época da execução do edifício não foram instalados medidores de consumo de água da chuva, sendo instalado apenas no mês de Janeiro de 2014 um medidor geral no barrilete que alimenta as duas prumadas de água da chuva.

A leitura obtida dia 21 de janeiro de 2014 era de 0001,45 e dia 20 de fevereiro foi de 72,23 resultando um consumo de 70,78m<sup>3</sup> ou 70780 litros.

Utilizando uma população de 76 pessoas (ver item anterior) obteremos um consumo de água não potável de **31,04 litros/pessoa/dia**. Este consumo está elevado se for considerado a utilização correta das bacias sanitárias, que são de 3 e 6 litros conforme figura 31, instaladas em todo o edifício.

**Dig = 31,04 litros/pessoa/dia**

Figura 31 – Bacia sanitária 3 e 6 litros



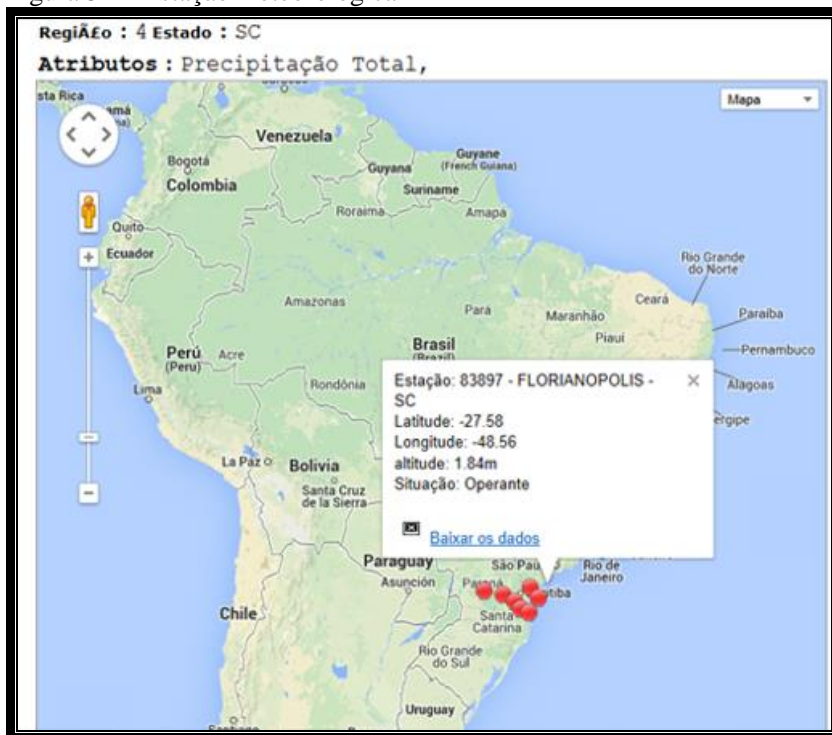
Fonte: Acervo do autor, 2014.

#### 5.4 PRECIPITAÇÃO EM FLORIANÓPOLIS

Para a determinação da precipitação foi utilizado uma serei histórica de 10 anos, obtida no site do INMET, Instituto Nacional de Meteorologia, [www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br), estação e dados, BDMEP – dados históricos.

A estação utilizada foi a nº 83897, em Florianópolis, conforme figura 32.

Figura 32 – Estação meteorológica



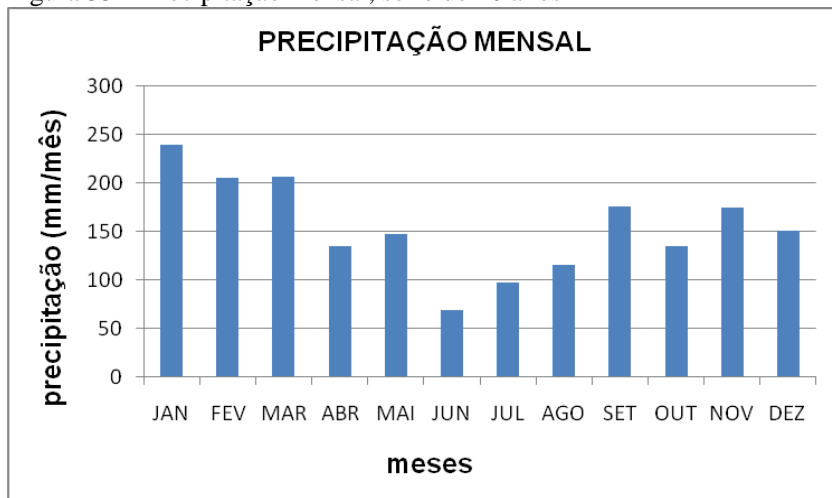
Fonte: INMET, 2014.

Tabela 7 - Dados estação meteorológica, INMET 83897

PRECIPITAÇÕES MENSAIS MEDIDAS NA ESTAÇÃO 83897 - INMET											
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	mm/mês
JAN	375,3	211,9	183,2	87,3	354,9	216,7	223	296,4	353,5	92,6	239,48
FEV	196	238,1	174,2	140,1	436,8	141,8	174,1	284,8	73,7	197,2	205,68
MAR	207,8	134	67,8	213,7	243	219,6	267,2	284,9	110,4	324,9	207,33
ABR	127,8	164,3	68,1	41,2	207,8	314,2	123,5	52,3	80,7	167,2	134,71
MAI	204,2	202	49,2	142	71,9	81,8	443	111,8	118	54	147,79
JUN	92,5	31	35,2	6,9	68,6	33,9	85,4	81	140,8	121,4	69,67
JUL	83,1	76	41,4	174,3	8,9	114,9	96,2	125,1	162	91,9	97,38
AGO	28,5	163,6	56,5	89,7	60,7	127,8	67	371,9	60,7	130,6	115,7
SET	127,8	307,1	44	137	230,4	219,1	156,4	256,6	64,2	224,4	176,7
OUT	134,7	202,7	95,9	147,8	286,5	100,7	134	79,7	107,4	65,7	135,51
NOV	130,1	89	242,4	102,8	614,9	121,3	156,3	87,5	103,4	107,9	175,56
DEZ	260,6	90,6	83,7	141,4	304,5	112,5	114,7	228,1	86,8	90,9	151,38

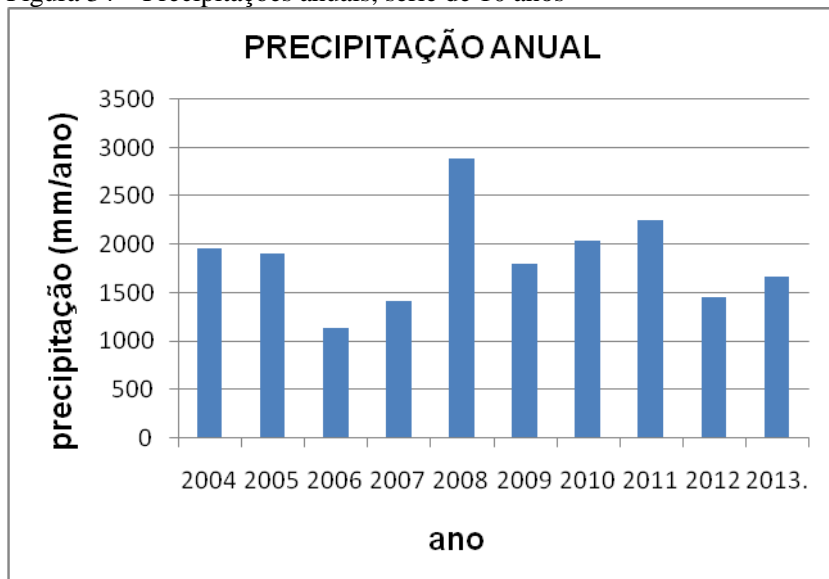
Fonte: Adaptado de INMET pelo autor

Figura 33 – Precipitação mensal, série de 10 anos



Fonte: Adaptado de INMET pelo autor

Figura 34 – Precipitações anuais, série de 10 anos



Fonte: Adaptado de INMET pelo autor

Os gráficos e planilhas foram elaborados, com base nas informações do INMET.

Fazendo a média histórica anual, utilizando os dados da série de 10 anos, obtemos uma precipitação média anual de **1547,41mm/ano**.

### 5.5 ÁREA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA

O edifício apesar de apresentar uma área de 12.998,32m<sup>2</sup>, trata-se de uma obra vertical, sendo que a área destinada para coleta de água da chuva que atende as condições previstas em norma é de **apenas 197m<sup>2</sup>**. Considerado apenas a área em planta, pois as paredes são paralelas e possuem a mesma altura.

Figura 35 – Terraço (cobertura) para captação de água da chuva



Fonte: Acervo do autor – janeiro 2014.

A água é captada em uma superfície revestida com material cerâmico, ver figura 35, neste piso há inclinação para as laterais da platibanda, onde foram instaladas aberturas para passagem da água, conforme figura 36. Do lado externo da platibanda existem calhas, ver figura 37, que conduzem a água captada para duas tubulações de PVC

100mm, que finalmente são conduzidas até o subsolo do edifício onde há o sistema de filtragem e armazenamento.

Foi considerada neste trabalho uma perda de 10% em função da evaporação, água retida nas imperfeições das superfícies e perdas no processo de filtragem que ocorre na entrada do reservatório inferior.

Figura 36 – Orifícios para captação de água da chuva



Fonte: Acervo do autor – janeiro 2014.

Figura 37 – Calha para condução de água da chuva



Fonte: Acervo do autor – janeiro 2014.



Definida a área de captação e as precipitações, calculamos o volume médio de água da chuva que pode ser captado, então:

$$V = 0,9 * A * P = 0,9 * 197 * 1,54741 = 274 \text{m}^3/\text{ano (volume médio anual)}$$

V = volume (m<sup>3</sup>)

A = área (m<sup>2</sup>)

P = precipitação anual (m)

Cálculo dos volumes médios mensais:

$$V = 0,9 * A * P$$

V = volume (m<sup>3</sup>)

A = área (m<sup>2</sup>)

P = precipitação mensal (m)

Tabela 8 - Volume médio mensal

Mês	Precipitação mm	Perdas	Área m <sup>2</sup>	Volume m <sup>3</sup>
jan	239,48	0,9	197	42
fev	205,68	0,9	197	36
mar	207,33	0,9	197	37
abr	134,71	0,9	197	24
mai	147,79	0,9	197	26
jun	69,67	0,9	197	12
jul	97,38	0,9	197	17
ago	115,7	0,9	197	21
set	176,7	0,9	197	31
out	135,51	0,9	197	24
nov	175,56	0,9	197	31
dez	151,38	0,9	197	27

Fonte: Dados do autor

## 5.6 VOLUME DOS RESERVATÓRIOS

Neste edifício foram projetados e executados dois reservatórios para armazenamento da água da chuva, sendo: um reservatório superior (anexo as caixas de água potável) e um reservatório inferior (situado no subsolo).

- Volume instalado dos reservatórios:

- Superior =  $6,8\text{m}^3$

- Inferior =  $16,0\text{m}^3$

Total =  $22,8\text{m}^3$

O volume dos reservatórios, não atende a demanda de água, porém está compatível com a área de captação e altura de precipitação.

## 5.7 ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 5.7.1 Demanda prevista e demanda calculada

- **demanda individual calculada** (conf. item 4.3)

Dic = 30 litros/pessoa/dia

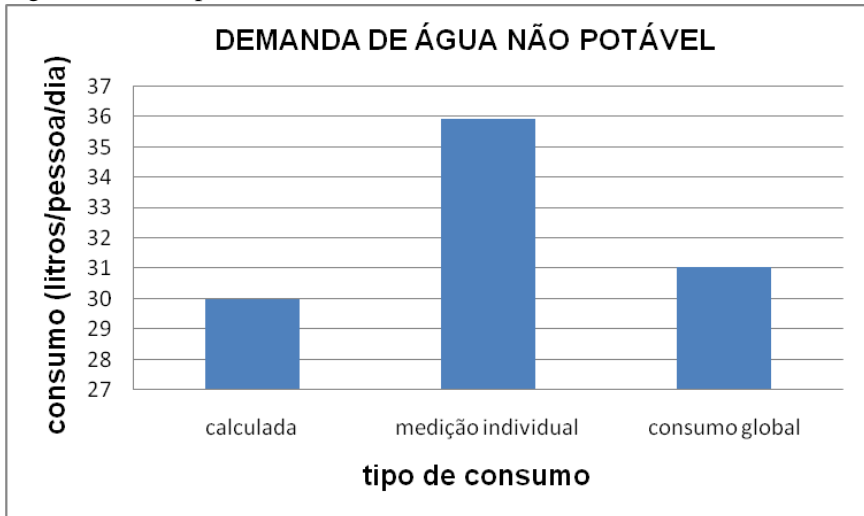
- **demanda com medição individual** (conf. ítem 4.3)

Dim = 35,93 litros/pessoa/dia

- **demanda individual global** (conf. item 4.5)

Dig = 31,04 litros/pessoa/dia

Figura 38 – Comparativo de demandas



Fonte: Dados do autor

### 5.7.2 Eficiência do sistema – dias atendidos

Considerando o valor de R\$ 9,2192/m<sup>3</sup> para consumo superior a 50m<sup>3</sup> mensais, informado pela CASAN, com o uso de água da chuva nas descargas das bacias sanitárias, gera uma economia anual de:

Economia anual = R\$ 9,2192/m<sup>3</sup> x 328m<sup>3</sup> (tabela 8) = **R\$ 3.023,90**

Para obtermos o número de dias que a água da chuva atende a descarga das bacias sanitárias utilizamos: o volume mensal da tabela 8, a demanda mensal e a quantidade de dias do mês, sendo:

Dias atendidos = (oferta mensal)/demanda diária

#### - Demanda Calculada – dias atendidos

Tabela 9 – Dias atendidos para demanda calculada

		Demanda				
Mês	dias	per capita	pop.	demanda	oferta	dias
		l/pessoa/dia		m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	atendidos
jan	31	30	130	121	42	10,8
fev	28	30	130	109	36	9,2
mar	31	30	130	121	37	9,5
abr	30	30	130	117	24	6,2
mai	31	30	130	121	26	6,7
jun	30	30	130	117	12	3,1
jul	31	30	130	121	17	4,4
ago	31	30	130	121	21	5,4
set	30	30	130	117	31	7,9
out	31	30	130	121	24	6,2
nov	30	30	130	117	31	7,9
dez	31	30	130	121	27	6,9

Fonte: Dados do autor

Total de dias atendidos no ano = **84,1 dias**

**- Demanda com medição individual – dias atendidos**

Tabela 10 – Dias atendidos para medição individual

		demanda				
mês	dias	per capita	pop.	demanda	oferta	dias
		l/pessoa/dia		m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	atendidos
jan	31	35,93	130	145	42	9,0
fev	28	35,93	130	131	36	7,7
mar	31	35,93	130	145	37	7,9
abr	30	35,93	130	140	24	5,1
mai	31	35,93	130	145	26	5,6
jun	30	35,93	130	140	12	2,6
jul	31	35,93	130	145	17	3,6
ago	31	35,93	130	145	21	4,5
set	30	35,93	130	140	31	6,6
out	31	35,93	130	145	24	5,1
nov	30	35,93	130	140	31	6,6
dez	31	35,93	130	145	27	5,8

Fonte: Dados do autor

Total de dias atendidos no ano = **70,2 dias**

### - Demanda global – dias atendidos

Tabela 11 – Dias atendidos com medição global

		demanda				
mês	dias	per capita	pop.	demanda	oferta	dias
		l/pessoa/dia		m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	atendidos
jan	31	31,04	130	125	42	10,4
fev	28	31,04	130	113	36	8,9
mar	31	31,04	130	125	37	9,2
abr	30	31,04	130	121	24	5,9
mai	31	31,04	130	125	26	6,4
jun	30	31,04	130	121	12	3,0
jul	31	31,04	130	125	17	4,2
ago	31	31,04	130	125	21	5,2
set	30	31,04	130	121	31	7,7
out	31	31,04	130	125	24	5,9
nov	30	31,04	130	121	31	7,7
dez	31	31,04	130	125	27	6,7

Fonte: Dados do autor

Total de dias atendidos no ano = **81,3 dias**

### 5.7.3 Análise do custo de implantação do sistema de água da chuva

Para obtermos o valor empregado no edifício para a implantação do sistema de água da chuva, fizemos um levantamento quantitativo e financeiro dos materiais e mão de obra utilizada.

Tabela 12 - Relação de material

MATERIAL	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL	FORNECEDOR
aço - kg	1100	R\$ 3,50	R\$ 3.850,00	Casas da água
adaptador 25mm x 3/4"	546	R\$ 0,84	R\$ 458,64	Casas da água
adaptador 40mm x 1 1/2"	4	R\$ 5,09	R\$ 20,36	Casas da água
adaptador 50mm x 1 1/2" PPR	12	R\$ 9,10	R\$ 109,20	Casas da água
automático de nível - superior e inferior	2	R\$ 62,59	R\$ 125,18	Santa Rita
bombas SCHNEIDER TRI ME-AL 2350 5CV	2	R\$ 2.468,18	R\$ 4.936,36	Santa Rita
bucha de redução 32x25mm	39	R\$ 0,80	R\$ 31,20	Casas da água
bucha de redução 50x40mm	2	R\$ 2,60	R\$ 5,20	Casas da água
cap soldável 32mm	2	R\$ 1,54	R\$ 3,08	Casas da água
concreto fck 250MPA - m³	15	R\$ 265,00	R\$ 3.975,00	Supermix
fição # 1,5 - 100m	2	R\$ 49,70	R\$ 99,40	Santa Rita
fição # 2,5 - 100m	1	R\$ 71,85	R\$ 71,85	Santa Rita
fit isolante 19mm x 20m	2	R\$ 8,70	R\$ 17,40	Santa Rita
fit veda rosca 18mm x 50m	10	R\$ 11,55	R\$ 115,50	Casas da água
hidrometro 1" (vazão 3,5 a 7,0 m³/h)	1	R\$ 372,00	R\$ 372,00	Casas da água
hidrometro 3/4" (vazão 1,5 a 3,0 m³/h)	39	R\$ 16,40	R\$ 639,60	Casas da água
joelho 90° 100mm	16	R\$ 5,25	R\$ 84,00	Casas da água
Joelho 90° soldável 25mm	546	R\$ 0,64	R\$ 349,44	Casas da água
Joelho 90° soldável 40mm	4	R\$ 4,35	R\$ 17,40	Casas da água
Joelho 90° soldável 50mm	2	R\$ 4,56	R\$ 9,12	Casas da água
joelho azul com bucha de latão 25mm x 1/2"	195	R\$ 4,70	R\$ 916,50	Casas da água
Joelho PPR 40mm	8	R\$ 7,52	R\$ 60,16	Casas da água
luva de PPR 40mm	7	R\$ 5,45	R\$ 38,15	Casas da água
luva soldável 25mm	156	R\$ 0,74	R\$ 115,44	Casas da água
luva de correr de esgoto 100mm	40	R\$ 11,93	R\$ 477,20	Casas da água
madeira - m³	8	R\$ 300,00	R\$ 2.400,00	Casas da água
mão de obra - elétrica (quadros)	1	R\$ 500,00	R\$ 500,00	Projeto sul
mão de obra - forma e ferragem	60	R\$ 150,00	R\$ 9.000,00	Projeto sul
mão de obra - hidráulica - (pontos)	390	R\$ 25,00	R\$ 9.750,00	Projeto sul
plug 1/2" branco	195	R\$ 0,60	R\$ 117,00	Casas da água
portas (res. superior e inferior)	2	R\$ 220,00	R\$ 440,00	Alooa
quadros para bombas	1	R\$ 565,35	R\$ 565,35	Santa Rita
registro de gaveta 1 1/2" - bruto	5	R\$ 59,90	R\$ 299,50	Casas da água
registro de gaveta 1 1/4" - bruto	2	R\$ 47,60	R\$ 95,20	Casas da água
registro de gaveta 3/4"	195	R\$ 22,90	R\$ 4.465,50	Casas da água
registro de gaveta 3/4" - bruto	39	R\$ 23,58	R\$ 919,62	Casas da água
registro globo pvc 40mm	2	R\$ 20,20	R\$ 40,40	Casas da água
te de redução 32x25mm	12	R\$ 5,25	R\$ 63,00	Casas da água
te de redução 40x32mm	27	R\$ 7,50	R\$ 202,50	Casas da água
Te PPR 50mm	2	R\$ 9,10	R\$ 18,20	Casas da água
te soldável 25mm	156	R\$ 0,06	R\$ 9,36	Casas da água
tubo PPR 40mm - 4,0m	22	R\$ 45,12	R\$ 992,64	Casas da água
tubo PPR 50mm - 4,0m	3	R\$ 67,00	R\$ 201,00	Casas da água
tubo pvc 100mm esgogo - 6m	30	R\$ 46,43	R\$ 1.392,90	Casas da água
tubo pvc 25mm água - 6m	351	R\$ 12,61	R\$ 4.426,11	Casas da água
tubo pvc 32mm água - 6m	2	R\$ 37,63	R\$ 75,26	Casas da água
tubo pvc 40mm água - 6m	11	R\$ 49,93	R\$ 549,23	Casas da água
tubo pvc 50mm água - 6m	2	R\$ 56,07	R\$ 112,14	Casas da água
união PPR 50mm	2	R\$ 61,65	R\$ 123,30	Casas da água
união soldável 25mm	78	R\$ 5,94	R\$ 463,32	Casas da água
união soldável 40mm	2	R\$ 14,21	R\$ 28,42	Casas da água
válvula retenção vertical - 1 1/2"	1	R\$ 59,30	R\$ 59,30	Casas da água
filtro	1	R\$ 1.295,00	R\$ 1.295,00	Ecohabit
bóia + filtro + mangueira	1	R\$ 440,00	R\$ 440,00	Ecohabit
sifão ladrão	1	R\$ 198,00	R\$ 198,00	Ecohabit
freio d'água	1	R\$ 110,00	R\$ 110,00	Ecohabit
sistema de realimentação automática	1	R\$ 383,78	R\$ 383,78	Ecohabit

Fonte: Dados do autor

O valor total do investimento resultou em **R\$ 56.633,41** sendo este valor com base nos preços praticados no mês de março de 2014.

Fazendo uma análise deste valor, com o custo unitário básico, fornecido pelo Sindicato da Construção Civil da Grande Florianópolis para edifício residencial com mais de 16 pavimentos alto padrão, para o mês de março de 2014.

Custo da construção = CUB x Área da construção

Custo da construção = R\$ 1.494,47/m<sup>2</sup> x 12.998,32m<sup>2</sup> = **R\$ 19.425.599,29**

Destes valores resulta que o sistema de água da chuva corresponde a **0,29%** do custo total da construção do edifício.

Outra análise a ser considerada é o valor correspondente ao sistema de água da chuva que incidirá sobre cada apartamento, então, dividindo-se o valor do investimento pelo número de apartamentos, 39 unidades, resulta em aproximadamente **R\$ 1.452,00/apartamento**.

## 5.8 VARIÁVEL MAIS IMPORTANTE PARA O SISTEMA

A área de captação foi determinante para a eficiência do sistema de aproveitamento de água a chuva. A área disponível, que atende as recomendações de norma, é de apenas 197m<sup>2</sup>.

## 5.9 DIFICULDADES ENCONTRADAS NA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA

### - Planejamento

Decisão administrativa de implantar o sistema de uso da água da chuva, principalmente para alimentar bacias sanitárias.

Conscientização sobre a importância do uso da água da chuva.

Falta de normas municipais para nortear a execução dos projetos.

Preocupação que a água da chuva venha a manchar as louças sanitárias, após decorrido 1 ano da entrega da obra, este efeito não se manifestou.

A água da chuva, por ser bruta e com muitas impurezas, provocasse entupimento principalmente nos engates de tomada de água das bacias sanitárias, não se observou este fenômeno.

Avaliação da quantidade de água da chuva para fazer frente à demanda.

Decisão entre utilizar a água para limpeza de calçadas e rega de plantas e/ou nas descargas sanitárias.

### Análise do custo/benefício

Decisão de executar o sistema, mesmo sabendo que as áreas de coleta e espaço para o reservatório seriam insuficientes para atender a demanda.

Falta de informação sobre outros edifícios, com as mesmas características, assim teria sido possível planejar melhor a implantação do sistema.

### - Execução

No projeto arquitetônico não estava previsto espaço para a instalação dos reservatórios, todas as áreas disponíveis estavam destinadas a outros fins, como garagens, circulação, rampas, escadas, etc.

Executar um projeto que fosse facilmente reversível ao sistema de abastecimento tradicional.

Falta de mão de obra qualificada, sabendo da proibição de cruzamento entre água potável e água da chuva.

Maior controle na execução das tubulações, principalmente nas das águas pluviais, para evitar, por falta de conhecimento a mistura das águas.

Absorver os custos de material e mão de obra, pois o sistema de aproveitamento não estava previsto no orçamento original da obra

As novas bombas de recalque, válvula solenóide, bóias automáticas, necessitam de novos circuitos elétricos.

O sistema hidráulico é independente, então ocorre um significativo acréscimo de tubos e conexões, aumentando a probabilidade de vazamentos.

Pela falta de espaço e pouco volume de água captado, não foi executado o reservatório de descarte.

O reservatório superior está dividido em 3 células, sendo: 2 para água potável e 1 para água da chuva. Para evitar que as águas se misturem, os 3 reservatórios devem ser impermeabilizados.

### - Operação

Com a instalação dos hidrômetros de medição de água da chuva, haverá um aumento no trabalho de zeladoria, dobrará o número de medições.

Caso o sistema não fosse deficitário, não haveria necessidade de medições para cobrança, apenas leitura para gestão do uso da água.

O sistema apresenta o dobro de bombas que um sistema convencional, este fato gerará aumento no custo de manutenção.

O tratamento da água do reservatório deverá ser clorado, é necessário informação para executar o trabalho com eficiência.



## 5.10 MELHORIAS QUE PODEM SER IMPLEMENTADAS NO SISTEMA

### **- Instalar um reservatório para água de descarte**

Instalar um reservatório de aproximadamente 200litros para fazer o descarte da chuva inicial.

### **- Fazer uma gestão da água da chuva**

Instalar hidrômetros em todos os apartamentos, já existe no local destinado para tal instalação. Assim será possível verificar os pontos de consumo que estão fora da média.

Informar a todos os moradores a importância do uso correto dos acionamentos das bacias sanitárias.

Fazer o controle qualitativo da água do reservatório.

### **- Alteração no reservatório inferior**

Mudar a posição da visita na cisterna, ou seja, fazer abertura superior, assim haverá um aumento de 8,0m<sup>3</sup> no volume de reservado.



## 6 CONCLUSÃO

O aproveitamento de água da chuva em uma construção residencial de alto padrão pode servir como um bom mecanismo de divulgação de idéias para o uso racional da água. O cenário diário da falta de água, experiência própria ou na mídia, começa a produzir nas pessoas uma análise crítica sobre o uso de água potável como veículo de transporte para esgotamento sanitário.

A medição individualizada e a posterior análise dos resultados, comparativo de consumo, é ferramenta indispensável na gestão predial da água. Observou-se, neste trabalho, que o consumo nas bacias sanitárias é elevado, mesmo com os modelos de vazão racional utilizados atualmente. Falta conhecimento e informação para o uso correto destes aparelhos sanitários.

A decisão de implantar um sistema de água da chuva para utilizar na descarga das bacias sanitárias, foi extremamente válido como experiência profissional. As dificuldades encontradas, principalmente com relação aos espaços disponíveis para coleta e armazenamento, foram motivadoras para a busca de soluções e integração de toda a equipe de trabalho.

O sistema implantado apesar de ser deficitário, principalmente em função da pequena área de coleta, trouxe ganhos ambientais e culturais, pois é extremamente importante que os métodos construtivos sejam atualizados para atender as demandas da sociedade.

Inicialmente o volume do reservatório parecia ser o grande entrave para o perfeito atendimento da demanda, porém, demonstrou-se neste caso que a área de coleta se tornou a variável mais significativa.

Como sugestão de pesquisa futura poderia ser estudada nova área para a captação das águas pluviais em edificações verticais, pois nestas obras restringir a área de coleta apenas à cobertura, como foi observado no trabalho, não será suficiente para suprir de maneira satisfatória a demanda prevista.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Instalação predial de água fria**: NBR 5626. Rio de Janeiro, 1998.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Instalação predial de água pluvial**: NBR 10844. Rio de Janeiro, 1989.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Água da chuva – aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos**: NBR 15527. Rio de Janeiro, 2007.

ANA; FIESP; SINDUSCON-SP; DMA. **Conservação e reuso da água em edificações**. São Paulo: Editora Gráfica, 2005

ANA. **Atlas Brasil abastecimento urbano de água**. Brasília: Editoração eletrônica CONAP, 2010.

ANA. Estado das águas no Brasil. Brasília: Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas, 2003.

BAPTISTA, Márcio; NASCIMENTO, Nilo; BARRAUD, Sylvie. **Técnicas compensatórias em drenagem urbana**. Porto Alegre: ABRH, 2005.

CARLOS, G. S.; OLIVEIRA, S. C.; MORUZZI R. B. Calculo do volume do reservatório de sistema de aproveitamento de água de chuva. In: Simpósio Nacional de sistemas prediais, 10, 2007. **Anais...** São Carlos, 2007.

CASAN – Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. Disponível em: <[www.casan.com.br](http://www.casan.com.br)>. Acesso em: 10 fev. 2014

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n° 54**, de 28 de novembro de 2005.

CURITIBA. **Lei 10785**, de 18 de Setembro de 2003.

FENDRICH, Roberto; OLIYNIK, Rogério. **Manual de utilização das águas pluviais (100 Maneiras práticas)**. Curitiba: Livraria do Chain editora, 2002.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <[www.inmet.org.br](http://www.inmet.org.br)>. Acesso em: 10 fev. 2014

RIGHETTO, Antonio Marossi. **Hidrologia e recursos hídricos**. São Carlos: EESC/USP, 1998.

SÃO PAULO. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais**: aspectos tecnológicos; fundamentos. São Paulo: SMDU, 1998.

MOTA, Suetônio. **Preservação e conservação de recursos hídricos**. Rio de Janeiro: ABES, 1995.

MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: <[www.mma.gov.br/urbanismo-sustentavel](http://www.mma.gov.br/urbanismo-sustentavel)>. Acesso em: 10 fev. 2014

NERILO, Nerilton; MEDEIROS, Péricles Alves; CORDEIRO, Ademar. **Chuvvas intensas no estado de Santa Catarina**. Ed. da UFSC, 2002.

ROCHA, A. L.; BARRETO, D.; IOSHIMOTO, E. **Caracterização e monitoramento do consumo de água**. São Paulo, 1999.

SENRA, J. B.; DUAİLÍBI, M.; FRIEDRICH, N. M. **Ciranda das águas**. Itaipu Binacional, SRHU/MMA, Instituto Ecoar para Cidadania. 2011

SINDUSCON-SC – Sindicato da indústria da construção civil da grande Florianópolis. Disponível em: <[www.sinduscon-florianopolis.org.br](http://www.sinduscon-florianopolis.org.br)>. Acesso em: 10 fev. 2014

TOMAZ, Plínio. **Conservação da Água**. Guarulhos: Parma, 1999.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis em áreas urbanas**. São Paulo: Navegar editora, 2003.

TOMAZ, Plínio. **Previsão de consumo de água**. São Paulo: Navegar editora, 2000.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de água**. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005.

TUCCI, Carlos E. M.; PORTO, Ruben La Laina; BARROS, Mário T. **Drenagem urbana**. Porto Alegre: UFRGS –ABRH, 1995.

TUCCI, Carlos E. M. **Gestão de águas pluviais urbanas**. Brasília: Grafic a, 2005.

WILKEN, Paulo Sampaio. **Engenharia de drenagem superficial**. São Paulo: Companhia de tecnologia de saneamento ambiental, 1978.