

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS**

ANDRÉA TESTON

**APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA: UM ESTUDO
QUALITATIVO ENTRE OS PRINCIPAIS SISTEMAS**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

**CURITIBA
2012**

ANDREA TESTON

**APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA: UM ESTUDO
QUALITATIVO ENTRE OS PRINCIPAIS SISTEMAS**

Monografia apresentada para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós Graduação em Construções Sustentáveis, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR.

Orientadora: Prof. Dra. Líbia Patrícia Peralta Agudelo

CURITIBA
2012

ANDREA TESTON

**APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA: UM ESTUDO QUALITATIVO
ENTRE OS PRINCIPAIS SISTEMAS**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de *Especialista* no Curso de Construções Sustentáveis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Orientador(a):

Prof.^a. Dr.^a. Libia Patricia Peralta Agudelo
Professora do II CECONS, UTFPR

Banca:

Profa. Libia Patricia Peralta Agudelo, Dra.
Professora do II CECONS, UTFPR

Profa. Celimar Azambuja Teixeira, Dra.
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR

Profa. Vania Deekee, Msc.
Professora do II CECONS, UTFPR

Curitiba
2012

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

A todos aqueles que buscam uma sociedade mais consciente. Aos meus pais, à minha irmã e ao meu amor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, por todo amor, incentivo e dedicação em todos os dias de minha vida.

Ao André, meu amigo, meu amor, que me acalmou nas horas necessárias. Que, desde a faculdade, me acompanha em noites de estudo e trabalho, de alegrias e realizações.

Agradeço também a minha irmã Sayonara, que além de amiga, prestou-me orientações, leu e corrigiu o meu trabalho. Motivou-me e disponibilizou materiais didáticos importantes.

À minha amiga Denise, que fez parte de mais esta jornada ao meu lado.

À professora Patrícia, orientadora e incentivadora, que corrigiu meus erros e apontou os caminhos a seguir: muito obrigada.

A todos os amigos e colegas de curso e de profissão que tiraram um pouco do seu tempo disponível para responder ao questionário.

Ao Jaime, fornecedor dos filtros Wisy e proprietário da empresa Acquatech, e à Joana, representante da empresa Irrigarden, pelas dúvidas sanadas e pelo tempo disponibilizado a me ajudar.

A banca examinadora que apontará meus erros, encaminhando-me a um caminho melhor.

RESUMO

O ciclo hidrológico sustenta a falsa ideia de que a água é um recurso natural ilimitado e por esse motivo a questão foi negligenciada por muito tempo. Atualmente, entretanto, a preocupação com a água no planeta já ultrapassou os limites de países que sofrem de escassez. Isso resulta em uma busca constante por programas de conservação da água e do uso de fontes alternativas para consumo humano, dentre elas o aproveitamento de água da chuva. O presente trabalho trata do desenvolvimento sustentável da questão hídrica: como a sistemática destruição do meio e o crescimento populacional afetam na qualidade e quantidade de água disponível para consumo humano. Além disso, apresenta as principais bacias hidrográficas do Brasil e do Paraná com as expectativas futuras acerca do abastecimento de água. Na Região Metropolitana de Curitiba, aponta para a necessidade de exploração de novos mananciais até o ano de 2025. Sobre a problemática da água, faz uma revisão dos principais encontros mundiais sobre meio ambiente e desenvolvimento sustentável e quais as suas premissas para a questão hídrica. Apresenta as principais políticas públicas sobre o assunto e as principais leis e normas que regulamentam as questões de conservação da água, com ênfase no aproveitamento de água da chuva. Ao abordar o uso da água em edificações, focaliza no aproveitamento de água da chuva com o objetivo de esclarecer as principais dúvidas de profissionais (determinadas através de questionário) na determinação do sistema a ser utilizado, para uma determinada demanda. Para isto, os sistemas de água de chuva existentes no mercado são divididos em componentes e analisados separadamente nos parâmetros de durabilidade, sustentabilidade, eficiência, manutenção e custo. Como resultado, busca desenvolver diretrizes na escolha do sistema de chuva ideal de acordo com os parâmetros necessários para determinado projeto.

PALAVRAS CHAVE: sustentabilidade, água da chuva, sistemas.

ABSTRACT

The false idea water is an unlimited natural resource is supported by the water cycle, and therefore the issue has been neglected for too long. Nowadays, however, the water problem on the planet has exceeded the boundaries of countries suffering from shortages. It results in a constant search for programs of water conservation and use of alternative sources for human consumption, including the use of rainwater. This paper deals with the development of sustainable water issue: how the systematic destruction of the environment and population growth affect the quality and quantity of water available for human consumption. It also presents the larger watersheds of Brazil and Paraná with expectations about future water supply. At Metropolitan Region of Curitiba, it points to the need to explore new sources until 2025. This paper take a review of major environment and sustainable development world meetings and what their assumptions for the water issue. It presents the main public policies and the main laws and regulations governing about the issues of water conservation, with emphasis on use of rainwater. When it talks about water use in buildings, this paper try to clarify the main doubts of professionals about determining the system of rainwater must being used for a given demand. To do it, the systems of rainwater on the market are divided into components and analyzed separately on the parameters of durability, maintainability, efficiency, maintenance and cost. As a result, it attempts to develop guidelines in choosing the ideal system of rain according to the parameters required for a particular project.

KEYWORDS: sustainable, rainwater, systems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição da água doce superficial no continente americano.....	25
Figura 2: Divisão hidrográfica nacional	26
Figura 3: Disponibilidade hídrica superficial do Brasil e pontos de captação.	28
Figura 4: Participação dos estados na população urbana de cada região brasileira	29
Figura 5: Participação dos estados na demanda média de água em cada região brasileira	29
Figura 6: Bacias hidrográficas do Paraná.....	32
Figura 7: Unidades Aquíferas do Paraná e Bacias Hidrográficas	33
Figura 8: Planejamento de obras para os mananciais do Paraná.....	34
Figura 9: Mapa da mancha urbana e ocupações irregulares – RMC.....	35
Figura 10: Esquema ilustrativo de um sistema de aproveitamento de água de chuva com utilização de cisterna e bombeamento para reservatório superior	46
Figura 11: Esquema ilustrativo do aproveitamento da água de chuva com transporte direto da calha ao reservatório superior.....	46
Figura 12: Esquematização de um sistema de aproveitamento de água de chuva	47
Figura 13: Válvula de descarte dos primeiros minutos de chuva.....	48
Figura 14: Reservatório de auto-limpeza.....	48
Figura 15: Detalhe do gradeamento do filtro.....	49
Figura 16: Sistema de retenção de partículas sólidas	49
Figura 17: (1) Sifão extravasor anti-retorno e (2) Freio aerador	50
Figura 18: Máximo de dias sem chuva por mês - Curitiba.....	58
Figura 19: Funcionamento do sistema “A” com seus componentes	63
Figura 20: Filtro Vortex WWF 100 - Wisy	64
Figura 21: Peças do filtro Vortex WWF 100 - Wisy.....	64
Figura 22: Freio aerador - Wisy	65
Figura 23: Sifão ladrão - Wisy	65
Figura 24: Filtro flutuante - Wisy.....	66
Figura 25: Peças do realimentador automático.....	67
Figura 26: Realimentador automático	67
Figura 27: Cisterna - Fibratec.....	68

Figura 28: Filtro de micras	69
Figura 29: Dosador de cloro instalado na parede.....	69
Figura 30: Fluxograma das instalações hidráulicas para o sistema de captação de água de chuva.....	71
Figura 31: Filtro VF1 – 3P Technik	72
Figura 32: Filtro VF1– 3P Technik com prolongador e instalação	72
Figura 33: Freio d’água – 3P Technik	73
Figura 34: Sifão ladrão – 3P Technik.....	73
Figura 35: Boia mangueira – 3P Technik.....	74
Figura 36: Cisterna – Amanco	75
Figura 37: Caixa d’água – Amanco	75
Figura 38: Sistema de aproveitamento de água de chuva – Casa Eficiente	78
Figura 39: Sistema de retenção de partículas sólidas	79
Figura 40: Dispositivo de descarte dos primeiros milímetros de chuva.....	80
Figura 41: Sugestão de freio d’água utilizando tubos e conexões de PVC	81
Figura 42: Dispositivos instalados na cisterna – (a) sifão extravasor, (b) dispositivo de retirada da água do fundo do reservatório, (c) conjunto de sucção com peneira boia flutuante, (d) freio d’água	82
Figura 43: Dispositivo de proteção contra entrada de roedores	82
Figura 44: Esquema de realimentação de caixa d’água da chuva	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Distribuição de 60% das fontes de água doce	25
Tabela 2: Principais sistemas aquíferos para abastecimento de água.....	27
Tabela 3: Sedes urbanas abastecidas por tipo de manancial	30
Tabela 4: Exigências Legais do PURAE para as tipologias de edificações	39
Tabela 5: Estimativas de consumo residencial de água potável para o Brasil	44
Tabela 6: Exigências mínimas para água não potável para as atividades realizadas nos edifícios.....	51
Tabela 7: Parâmetros de qualidade da água de chuva para usos restritivos não potáveis	54
Tabela 8: Frequência de manutenção	54
Tabela 9: Índice pluviométrico em milímetros - Curitiba	56
Tabela 10: Resultados para o dimensionamento do volume do reservatório	57
Tabela 11: Tipos de tratamento de acordo com a utilização da água	59
Tabela 12: Resumo das características dos componentes do sistema “A”	70
Tabela 13: Resumo das características dos componentes do sistema “B”	76
Tabela 14: Resumo das características dos componentes do sistema “C”	84
Tabela 15: Coeficiente de escoamento superficial	87
Tabela 16: Componentes necessários dependendo do uso	87
Tabela 17: Avaliação comparativa dos sistemas	89
Tabela 18: Comparação dos custos dos sistemas	90
Tabela 19: Resumo da avaliação comparativa dos sistemas	91
Tabela 20: Resumo das vantagens e desvantagens dos sistemas.....	96

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas
APP	Área de Proteção Permanente
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DLDD	Desertification, Land Degradation and Drought
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
NBR	Norma Brasileira
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PCA	Programa de Conservação de Água
PURAE	Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações
RH	Regiões Hidrográficas
RMC	Região Metropolitana de Curitiba
SANEPAR	Companhia de Saneamento do Paraná
SINDUSCON-SP	Sindicato da Construção Civil de São Paulo
SNIRH	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação Ciência e Cultura
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USP	Universidade de São Paulo
WWF	World Wildlife Fund

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 OBJETIVOS.....	14
1.1.1 Objetivo geral.....	14
1.1.2 Objetivos específicos.....	15
1.2 JUSTIFICATIVA.....	15
1.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	16
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	17
2 SUSTENTABILIDADE: A ÁGUA COMO RECURSO NATURAL E SOCIAL.....	18
2.1 A BUSCA PELO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	18
2.2 PROBABILIDADES FUTURAS: O CLIMA E A ESCASSEZ DE RECURSOS HÍDRICOS.....	22
2.3 PRIVILEGIADO POR GRANDES MANANCIAS.....	24
2.4 ÁGUA: UM LIMITE PARA O DESENVOLVIMENTO DE CURITIBA/PARANÁ.....	32
2.5 POLÍTICAS E ESPECTATIVAS DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA.....	36
3. APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA: USOS E SISTEMAS.....	43
3.1 DEMANDA DA ÁGUA EM EDIFICAÇÕES.....	43
3.2 COMPONENTES DO SISTEMA.....	45
3.3 QUALIDADE DA ÁGUA E MANUTENÇÃO DO SISTEMA.....	51
4 AS DIFICULDADES E AS DIRETRIZES PARA A ESCOLHA DO SISTEMA.....	55
4.1 PROFISSIONAIS: PRINCIPAIS DIFICULDADES.....	60
4.2 SISTEMAS ANALISADOS.....	61
4.2.1 SISTEMA “A”.....	62
4.2.2 SISTEMA “B”.....	71
4.2.3 SISTEMA “C”.....	77
4.3 PARÂMETROS ANALISADOS.....	84
4.4 RESULTADOS E DIRETRIZES.....	86
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	93
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	97
APÊNDICE.....	102
ANEXOS.....	103

INTRODUÇÃO

O uso racional da água tem sido uma questão negligenciada ao longo do tempo, principalmente em regiões com grande disponibilidade deste bem natural. Entretanto, ultimamente essas questões têm ultrapassado o limite dos países que sofrem com escassez e passado a ser um tema de discussão pública. Este trabalho aborda a questão do uso racional da água através da utilização de uma fonte renovável em edificações, a água da chuva.

Segundo a UNESCO (2012), é de conhecimento geral que 97,5% da água existente está em mares e oceanos e que somente 2,5% é doce. Destes, apenas 0,3% está disponível. Al Gore *apud* Ramirez (2011, p.12) alerta que “40% da população mundial obtém seu abastecimento de água pelos rios, porém eles estão acabando”.

A ideia de que a água é um recurso natural ilimitado é sustentada pelo ciclo hidrológico. No Brasil, essa ideia fica acentuada, pois é um país que detém uma das maiores reservas de água doce do mundo, contando com cerca de 12% da água potável (SANCHES, 2004).

O ciclo hidrológico, entretanto, necessita de vários fatores para manter o seu equilíbrio. Os ecossistemas proporcionam diversos benefícios essenciais e estão mostrando que a situação está fugindo de controle. Cabe aos tomadores de decisão perceberem que os ecossistemas não consomem água, eles a proveem e a reciclam, e que a extração não sustentável da água destes ecossistemas, diminui esta capacidade. Tomar uma abordagem fragmentada, ou seja, sem levar em consideração as alterações do meio, ao se lidar com o manejo da água, comprometerá a disponibilidade e a sustentabilidade dos recursos hídricos futuramente, tendendo a reduzir o bem-estar econômico e social para baixo dos níveis que já foram alcançados (UNESCO, 2012).

Do mesmo modo o desenvolvimento sustentável não pode ser tratado de forma fragmentada. Desde seu conceito inicial, como sendo aquele que permite o suprimento das necessidades humanas sem comprometer as gerações futuras, o tema envolve as articulações do ser humano com o seu entorno: suas obrigações e as consequências correspondentes (BRITO, 2008).

O desenvolvimento para ser sustentável, necessita do equilíbrio entre o ambiental, o social e o econômico. Pobreza e deterioração ambiental também foram definidas pela comissão Brudtland (formada na Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, em 1987) como um círculo vicioso, sendo cada termo causa e efeito do outro (CASAGRANDE, 2011). Entretanto, existe uma grande dificuldade de se conceituar e

implantar a sustentabilidade, das conferências científicas internacionais aos grandes encontros de chefes de estado (CASAGRANDE, 2004).

Atualmente, a construção civil também passou a almejar o desenvolvimento sustentável, principalmente por ser um dos setores que causa grandes impactos ao meio ambiente através do consumo excessivo de recursos naturais e da geração de resíduos. A necessidade de minimizar este problema fez com que o setor procurasse melhorar seu desempenho ambiental na concepção e construção de seus empreendimentos.

Dentro deste cenário, encontra-se o conjunto de ações voltadas para a conservação da água em edificações (Programa de Conservação da Água – PCA). A Agência Nacional das Águas (ANA) através da publicação Conservação e Reuso de Água em Edificações (SAUTCHUK *et al.*, 2005) explica que a evolução do conceito do uso racional para a conservação consiste na associação da demanda e da oferta de água, de forma que usos menos nobres possam utilizar águas com qualidade inferior. Ou seja, um PCA deve aplicar a racionalização da água através da otimização do uso (gestão da demanda) e da utilização da água com diferentes níveis de qualidade para tarefas específicas (gestão da oferta).

A análise das possibilidades de aplicação de fontes alternativas de água deverá considerar os níveis de qualidade de água necessários, as tecnologias existentes, cuidados e riscos associados à aplicação de “água menos nobre” para “fins menos nobres” e a gestão necessária durante a vida útil da edificação. Além disso, os custos envolvidos na aquisição das tecnologias e ao longo da gestão deverão ser levantados durante a concepção das soluções. (SAUTCHUK *et al.*, 2005, p.47)

Este trabalho trata de uma alternativa para o uso racional deste recurso natural através do aproveitamento da água da chuva. No desenvolvimento desta pesquisa, procura-se esclarecer quais são os principais sistemas de aproveitamento de água pluvial existentes hoje e como estes funcionam, na busca de desenvolver diretrizes para a sua melhor aplicação de acordo com as diversas necessidades e características de consumo.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um estudo comparativo entre os sistemas de aproveitamento de água de chuva existentes no mercado atualmente, através da avaliação de cada componente do sistema, e propor diretrizes para orientar a melhor escolha dependendo das necessidades de cada projeto.

1.1.2 Objetivos Específicos

- a. Esclarecer os principais conceitos acerca do desenvolvimento sustentável e da sistemática destruição do meio ambiente e suas consequências;
- b. Descrever os principais mananciais do Brasil, do Paraná e da Região Metropolitana de Curitiba, apresentando as condições atuais e perspectivas futuras;
- c. Abordar políticas públicas e privadas para a problemática da água, explicitando campanhas e iniciativas, leis e normas;
- d. Através de questionários aos profissionais da área de construção civil (arquitetos e engenheiros), compreender quais as maiores dificuldades acerca dos sistemas de aproveitamento de água de chuva;
- e. Caracterizar os principais sistemas de água de chuva utilizados no mercado atualmente dividindo-os em suas partes. Através da avaliação de cada parte, definir quais podem ser mais eficientes para cada uso, comparando custo, durabilidade e sustentabilidade, indicando diretrizes para a escolha do sistema a ser utilizado.

1.2 JUSTIFICATIVA

O Conselho Econômico e Social das Nações Unidas estabeleceu, em 1958, uma política de gestão para regiões carentes de recursos hídricos afirmando que nenhuma água de boa qualidade deve ser utilizada para usos que possam empregar águas de qualidade inferior, a menos que exista grande disponibilidade (SAUTCHUK *et al.*, 2005).

Atualmente este panorama não se restringe apenas a regiões onde não há disponibilidade suficiente de água potável e regulamentos têm sido criados acerca da conservação da água. Em março de 2000, o Comitê Brasileiro de Construção Civil – CB2 tenta regulamentar a Captação e Uso Local de Águas Pluviais, mas é desativado em dezembro do mesmo ano. Em 2003, a Lei Municipal de Curitiba número 10.785/03 trata da conservação e uso racional da água e da utilização de fontes alternativas para novas edificações, entretanto nada acontece na prática (BEZZERA, 2012). Em 2005 a ANA, a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP) e o Sindicato da Construção Civil de São Paulo (Sinduscon-SP) lançam uma publicação que traz orientações para a implementação de programas de conservação e reuso de água. Desde então, o aproveitamento de águas pluviais vem se tornando obrigatório em várias cidades brasileiras.

Em 2007, o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações instituído pela lei número 10.785/03, em Curitiba, entra efetivamente em vigor através do Decreto 293/06 que afirma:

Art. 1º Na aprovação dos projetos de construção de novas edificações destinadas aos usos a que se refere a Lei nº 9.800/00 e Decreto nº 183/00, deverão apresentar as medidas estabelecidas neste regulamento atendendo as disposições do PURAE - Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações. (CURITIBA, 2006, p. 01)

Entretanto, devido à falta de incentivo e informação aos usuários deste tipo de sistema, muitos não são instalados, especificados e/ou dimensionados corretamente. Observando a dificuldade de aplicação prática dos sistemas de aproveitamento de água de chuva, no que diz respeito à necessidade ou não do uso de determinado item e às dúvidas com relação à eficiência, à durabilidade, ao custo e à sustentabilidade deste, sentiu-se a necessidade do desenvolvimento de um estudo comparativo, que avalie todos estes parâmetros, sintetizando as características de cada um.

1.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a realização deste trabalho foi necessário utilizar-se de uma pesquisa através de um método científico com a finalidade de alcançar o objetivo geral e os específicos. Para isto, foi empregada a pesquisa bibliográfica, que busca explicar e discutir os temas em questão através de referências teóricas publicadas em livros, periódicos, dissertações de mestrado, etc. Ou seja, através de contribuições científicas, essa pesquisa procurou analisar e conhecer os seguintes temas:

- desenvolvimento sustentável;
- destruição do meio ambiente e suas implicações nas reservas hídricas do planeta;
- principais regiões hidrográficas e mananciais do Brasil, do Paraná e da Região Metropolitana de Curitiba (RMC), suas condições atuais e perspectivas futuras;
- principais políticas públicas e privadas sobre a conservação da água, suas normas, leis e expectativas;
- sistemas de aproveitamento de água da chuva (componentes, manutenção, qualidade da água).

Para alcançar o escopo proposto, foi realizada uma coleta de informações acerca das principais dúvidas de profissionais da área de construção civil sobre sistemas de aproveitamento de água de chuva. Esta pesquisa se deu através de um questionário aos

profissionais atuantes na RMC e em algumas cidades onde não é obrigatória a reservação de água pluvial. Desta forma, foi possível determinar, além das principais dúvidas, quanto uma lei influencia na abordagem da questão. Através da pesquisa bibliográfica e da coleta de dados sobre as principais dúvidas dos profissionais, foram determinados os parâmetros que seriam necessários de serem avaliados em cada componente do sistema.

Através de questionários aos fornecedores e de pesquisa bibliográfica foi possível obter dados sobre as características, o funcionamento e a origem dos componentes de cada sistema. Foi elaborada, desta forma, uma tabela de comparação dos parâmetros para cada componente através de pesos, sendo que quanto maior o peso, melhor a avaliação qualitativa do componente. Foi possível, desta forma, obter os resultados que determinaram as diretrizes para a escolha do sistema.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Seguindo a metodologia, a revisão bibliográfica deste trabalho está dividida em três capítulos (capítulos 2, 3 e 4). No primeiro deles, faz-se uma abordagem a respeito da destruição ambiental e suas implicações, do desenvolvimento sustentável e da questão hídrica. São descritas aqui as regiões hidrográficas do Brasil, do Paraná e da RMC e os seus principais mananciais apontando as condições atuais e perspectivas futuras. Apresentam-se, ainda, as principais políticas públicas e privadas a respeito da conservação da água e suas principais leis e normas, enfocando no aproveitamento de água da chuva e na RMC.

No seguinte capítulo é abordado o aproveitamento de água de chuva. Trata-se da demanda de água em edificações e é descrito o funcionamento dos sistemas de aproveitamento água pluvial. Apresentam-se os principais usos, aborda-se sobre qualidade da água necessária dependendo da demanda, demonstrando as exigências da norma acerca do funcionamento, qualidade da água e manutenção do sistema.

No próximo e último capítulo são definidos os sistemas a serem comparados. Apresenta-se o questionário feito aos profissionais de arquitetura e engenharia e seus resultados. Definem-se os parâmetros a serem analisados em cada sistema e são feitas as comparações qualitativas formulando, desta forma, as diretrizes para a escolha do sistema. Em sequência são feitas as considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

2 SUSTENTABILIDADE: A ÁGUA COMO RECURSO NATURAL E SOCIAL

Tanto a destruição ambiental quanto o desenvolvimento sustentável funcionam de forma sistêmica: seus elementos se influenciam mutuamente. Este capítulo faz uma abordagem resumida sobre desenvolvimento sustentável, destruição do meio ambiente e das reservas de água, demonstrando, por exemplo, como o desmatamento pode afetar na qualidade e quantidade de água disponível e esta, na qualidade de vida das pessoas.

Através de revisão bibliográfica, são descritos aqui os principais mananciais do Brasil, do Paraná e da Região Metropolitana de Curitiba (RMC), demonstrando de forma sintetizada o seu posicionamento geográfico, o comprometimento por poluentes, o abastecimento público e a previsão de disponibilidade futura.

Por fim, enfoca nas políticas públicas relacionadas com a questão hídrica e o aproveitamento de água de chuva: o que está sendo feito e discutido pelas autoridades mundiais e locais sobre a problemática da água e quais as legislações que determinam o uso de água pluvial em edificações.

2.1 A BUSCA PELO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL FRENTE À SISTEMÁTICA DESTRUIÇÃO DO MEIO AMBIENTE

Uma nova realidade de fatos ocorridos no meio ambiente tem tornado a questão ambiental como uma emergente prioridade em um novo entendimento que ressalta a importância das relações do mundo. A mudança da observação do problema ambiental e da forma como as relações precisam ser interpretadas, exigem uma nova escala de visão para uma concepção sistêmica (NAIME, 2011), a qual demanda que todos os elementos influenciam ou são influenciados reciprocamente (RATTNER, 2006).

Há muito tempo, a humanidade vem transformando a natureza com suas atividades. O Ex-vice-presidente dos Estados Unidos, Al Gore sustenta a ideia de que as emissões de gases de efeito estufa e determinadas ações do homem causaram um aumento de temperatura entre 1,8°C e 4°C, durante este século. Já o biofísico da Academia de Ciências de Nova Iorque e da Sociedade Americana para a física, Nasif Nahle, afirma que o efeito estufa faz parte de um processo natural da terra, embora o descuido com o planeta seja total culpa do homem, e isto tem um impacto direto no biosistema que a humanidade habita (RAMÍREZ, 2011). Sendo o aquecimento global, culpa do homem ou não, ambos os autores concordam que a

destruição do meio ambiente é sistêmica. É influenciada pelo homem e influencia na qualidade de vida das pessoas.

Portanto, (...) precisamos de uma organização racional da sociedade que seja capaz de evitar a exploração dos recursos naturais até sua exaustão. Contudo, não basta racionalizar o metabolismo entre os homens e a natureza. Concomitantemente, é preciso estabelecer relações sociais que atendam às necessidades básicas e eliminem as carências gritantes que afligem a maioria das sociedades contemporâneas. Porque, em última análise, a dominação irracional sobre a natureza reflete atitudes e comportamentos irracionais dos homens sobre os homens. (RATTNER, 2006, p.01)

Essa extensa transformação do meio, na verdade, possui uma história de quase três séculos. Os territórios da Europa foram vastamente desflorestados pelas potências coloniais e industriais a fim de construir navios e produzir lenha para a incipiente produção industrial, resultando na necessidade de administrar a escassez da madeira. Desta questão surgiu o livro com o título latino de *Sylvicultura Oeconomica*, escrito pelo alemão Carl von Carlowitz, em 1712, onde foi usada a expressão “administração sustentável” pela primeira vez.

É facilmente perceptível, através do comportamento consumista da sociedade atual, que existe uma pressão crescente sobre as condições naturais do planeta (ARRUDA; QUELHAS, 2010). Frente à necessidade de desenvolvimento e observando os impactos sociais, econômicos e ambientais causados por este desejado crescimento da economia, em 1979 foi usado pela primeira vez o termo “desenvolvimento sustentável”. Em 1987 foi assumido pelos governos e organismos multilaterais através do documento *Our Common Future* (também conhecido como Relatório Brundtland), elaborado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (BOFF, 2007). Mas diferente do que ocorreu com o surgimento do ambientalismo (que remonta ao século XVI), quando o pensamento ecológico se situava entre o desenvolvimento ou a proteção do meio ambiente, o objeto de escolha deste pensamento atualmente está em qual tipo de desenvolvimento que se deseja implementar: o sustentável ou o não sustentável (LAYRARGUES, 1997 *apud* ARRUDA; QUELHAS, 2010).

Segundo Casagrande (2011), para o relatório Brundtland a busca do Desenvolvimento sustentável precisa de:

- Um sistema político que assegure a efetiva participação dos cidadãos no processo decisório;
- Um sistema econômico que possa gerar excedentes e *know-how* técnico em bases confiáveis e constantes;
- Um sistema social capaz de resolver tensões causadas por um desenvolvimento não equilibrado;

- Um sistema de produção que respeite a obrigação de preservar a base ecológica do desenvolvimento;
- Um sistema tecnológico que busque constantemente novas soluções;
- Um sistema internacional que estimule padrões sustentáveis de comércio e financiamento;
- Um sistema administrativo flexível e capaz de autocorrigir-se.

Araujo e Mendonça (2009) reafirmam que o atual modelo econômico vem gerando desequilíbrios sociais e que o conceito de desenvolvimento sustentável surge como uma forma de equilibrar as atividades essenciais à qualidade de vida. (ARRUDA; QUELHAS, 2010, p.55)

Da mesma forma que a destruição ambiental acontece sistematicamente, o desenvolvimento sustentável precisa que os poderes político, econômico e social trabalhem juntos para que possa advir de forma eficiente.

Entretanto, existe uma grande dificuldade em se conciliar desenvolvimento com sustentabilidade. O modelo de desenvolvimento atual está concebido de forma insustentável. No início da era industrial os padrões de desenvolvimento foram estabelecidos através da relação de produção e consumo; e os conceitos de preço, valor e custo apresentavam uma lógica nas suas razões e proporções. Hoje, com a globalização da economia esses conceitos não guardam mais relação entre si. O modelo de desenvolvimento está apenas baseado no consumo exagerado e na especulação (CORTEZ, 2012).

Dentro deste parâmetro, Sachs, 2012 afirma que o bem estar humano dependerá do triunfo das evidências científicas e do *know-how* tecnológico sobre a ganância dos homens, a timidez política e a propaganda empresarial anticientífica. Antropoceno é o nome dado pelos cientistas à era atual: um novo período da história em que a humanidade tornou-se a causa das mudanças ambientais, em escala mundial. Ainda, segundo Sachs, 2012:

A humanidade afeta não só o clima da Terra, mas também a química dos oceanos, os habitats terrestres e marinhos de milhões de espécies, a qualidade do ar e da água, e os ciclos de água, nitrogênio, fósforo e outros componentes essenciais que sustentam a vida no planeta.

O mundo está enfrentando uma série de desafios ambientais que representam implicações no desenvolvimento social e econômico. Os mais proeminentes destes desafios são a perda da biodiversidade, a crescente escassez de água doce, o uso indiscriminado dos recursos naturais, os altos níveis de poluição e a mudança climática. A água doce já é escassa em várias partes do mundo e o estresse hídrico está projetado para aumentar, com previsão de que o abastecimento de água estará disponível para apenas 60% da população mundial em 20 anos (POSCHEN *et al*, 2012).

É impossível observar estas alterações do meio sem perceber que com o modelo de desenvolvimento atual a população global, de 7 bilhões de habitantes, já enfrenta sérios problemas sociais e econômicos resultantes deste extermínio desenfreado do meio ambiente. Caso as fontes de danos ambientais (como, por exemplo, os gases do efeito estufa) continuarem a se acumular gerando eventos climáticos extremos, um efeito direto sobre o bem estar social será consequência, com preços mais altos dos alimentos, custos elevados com a saúde, falta de empregos, dentre outros. Por exemplo, o furacão Katrina, nos Estados Unidos em 2005, provocou a perda de 40.000 postos de trabalho em New Orleans (POSCHEN *et al*, 2012).

Uma forma de tentar contornar a situação seria através de uma economia verde: uma economia capaz de manter e restabelecer a qualidade do ambiente, na agricultura, indústria, serviços ou administração. O relatório *Rumo ao Desenvolvimento Sustentável: Oportunidades de trabalho decente e inclusão social em uma economia verde* demonstra que a sustentabilidade ambiental e as economias verdes vêm ganhando força em todos os níveis de desenvolvimento dos países. O aumento da demanda e os investimentos em produtos e serviços ecológicos, bem como sua produção e infraestrutura para produzi-los, conduzirá a uma expansão de algumas indústrias e empresas, resultando no aumento da demanda de trabalho e gerando empregos diretos. Além disso, outras partes da economia, que fornecem insumos para os setores verdes em expansão, também se beneficiam criando empregos adicionais (indiretos). No Brasil, 2,9 milhões de empregos em setores que contribuem para reduzir danos ambientais foram criados em 2010, ou seja, 6,6% dos empregos registrados no país. Basicamente, isto mostra que uma economia verde é tanto necessária, quanto possível (POSCHEN *et al*, 2012).

Recuperar espaços degradados para uma atividade econômica também pode gerar empregos e restabelecer a qualidade do ambiente. Se o Brasil, por exemplo, restaurasse suas áreas de terras degradadas (abandonadas, em processo de erosão ou mal utilizadas) não seria preciso degradar mais nenhum hectare de floresta para a agropecuária. Para isto, segundo o diretor do Departamento de Florestas do Ministério do Meio Ambiente, Fernando Tabagiba, o Ministério está finalizando seu novo plano plurianual, que estabelece uma meta de elaboração, até 2015, de um plano nacional de recuperação de áreas degradadas, a ser feito com políticas integradas a outros setores da sociedade. Ainda, segundo ele, para reduzir a pressão sobre as florestas há a necessidade de se recuperar em torno de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas par uso da pecuária, sendo que cerca de 140 milhões de hectares de terras estão degradadas no país (PLATONOW, 2012).

Em contra partida a esta iniciativa, o novo Código Florestal Brasileiro, segundo o professor e pesquisador José Galizia Tundisi, causa um impacto negativo no meio, provocando um retrocesso no desenvolvimento sustentável. O novo código inclui as florestas ripárias (aquelas derradeiras dos rios) no percentual das áreas de proteção permanente exigidas às propriedades rurais. Isto interfere diretamente na qualidade e quantidade de água, aumentando, conseqüentemente, o custo de tratamento que seria feito naturalmente pela vegetação, raízes e componentes das áreas alagadas e por conseqüência, afetando também a agricultura (que acredita se beneficiar deste novo código). A vegetação tem um papel fundamental no ciclo da água, filtrando materiais em suspensão e metais pesados e retendo-os em suas raízes, colaborando com a qualidade. Além disso, a quantidade de água fica comprometida, pois a reposição dos mananciais subterrâneos é prejudicada com o desmatamento (IHU, 2011).

Em algumas regiões, onde há a preservação dos mananciais, gastam-se no máximo 2 ou 3 reais por 1000 metros cúbicos para tratar a água, enquanto em regiões degradadas gastam-se mais de 300 reais para fazer o mesmo só com substâncias químicas. Essa diferença é o trabalho que a vegetação e as áreas alagadas fazem e que serão retirados pela insanidade do Código Florestal (TUNDISI, 2011 *apud* IHU, 2011).

Quanto mais cedo for iniciada a transição para o desenvolvimento sustentável, mais essa transição poderá ser manejada para evitar os custos econômicos e sociais resultantes do modelo de desenvolvimento atual.

2.2 PROBABILIDADES FUTURAS: O CLIMA E A ESCASSEZ DE RECURSOS HÍDRICOS

É importante definir um manejo de riscos e incertezas dos recursos hídricos. Historicamente os planejadores tomavam suas decisões baseados nas características do ciclo hídrico e da hidráulica, as quais podiam ser descritas por dados estatísticos estáveis. Entretanto, atualmente, há a necessidade de se lidar com probabilidades futuras, incluindo condições extremas que ainda não foram observadas e que, por esse motivo, estão fora dos parâmetros de variabilidade do passado. Isto acontece devido às mudanças no crescimento populacional, alteração dos padrões de consumo da água, do desenvolvimento socioeconômico e às variações de temperatura (UNESCO, 2012).

Dentre tantas fontes de água que já estão sendo comprometidas, as geleiras, estão sendo afetadas pelo fenômeno do aquecimento e, como conseqüência, estão diminuindo suas dimensões drasticamente (RAMÍREZ, 2011). A curto prazo a diminuição das geleiras (que

funcionam como um reservatório), acrescenta água no fluxo, aumentando assim o seu suprimento. Porém, a longo prazo, a previsão é que elas desapareçam como fonte adicional (UNESCO, 2012). Por exemplo, em Lima no Peru, a chuva é muito rara, mas a capital é abastecida pelas águas que descem dos Andes (GOMES; PEREIRA, 2012).

Os desastres provocados pela mudança climática apresentam um grande obstáculo rumo ao desenvolvimento sustentável. A desertificação, degradação do solo e seca (em inglês *desertification, land degradation and drought – DLDD*) afeta, globalmente, 1,5 bilhão de pessoas e está estreitamente associado à pobreza. A falta de água decorrente da DLDD resulta em insegurança alimentar e desnutrição das comunidades principalmente em países em desenvolvimento (UNESCO, 2012). Enquanto alguns países sofrem com as secas, outros são agredidos pelas inundações. Do final de 2010 ao início de 2011, por exemplo, o Chile sofreu com os efeitos da seca, principalmente observados no setor agrícola e provocando uma crise na produção de energia elétrica. De abril de 2010 a maio de 2011, por outro lado, a Colômbia sofreu com o excesso de chuva, tendo 3 milhões de pessoas afetadas (RAMÍREZ, 2011).

Além das dificuldades enfrentadas pela irregularidade climática, a água está distribuída de forma muito desigual no Planeta. Segundo a ONU, mais de 1 bilhão de pessoas, 18% da população mundial, não tem acesso à quantidade mínima aceitável de água segura para o consumo humano (SUASSUNA, 2012). Enquanto alguns países da América Latina detêm entre 10 mil a 100 mil m³/pessoa/ano de água disponível, o Katar detém 54 m³/pessoa/ano e no Kuwait a disponibilidade é praticamente nula (GOMES; PEREIRA, 2012). No Brasil não é diferente. Segundo a OMS (Organização Mundial da Saúde), o país detém 12% de toda a água que escoia no planeta. Entretanto, o norte, onde vivem apenas 7% da população, possui 72% do total desta água e o nordeste (com 28% da população) possui apenas 3%, sendo 2/3 localizados na bacia do rio São Francisco (SUASSUNA, 2012).

Se, por um lado a escassez de água já é um problema social crônico em alguns lugares, por outro, onde a disponibilidade é maior, o desperdício está embasado na falsa premissa de que esse bem é infinito. Uma pesquisa divulgada pela organização não governamental WWF Brasil revelou que o desperdício de água entre os brasileiros é grande. 80% das pessoas consultadas nos 26 estados do país já reconhecem que terão problemas de abastecimento de água e destes, 68% admitem que o desperdício é o principal problema. A pesquisa alerta para o desconhecimento do brasileiro a respeito do real consumo de água no Brasil. Somente 1% das pessoas reconhece que o problema de água também está na zona rural, sendo que a agricultura é o setor que mais consome o insumo (69% da água é usada na irrigação) (GANDRA, 2012). Por exemplo, uma pessoa bebe de 2 a 4 litros de água por dia,

mas são gastos de 2 a 5 mil litros de água para suprir a sua necessidade diária de alimentos (ONU BRASIL, 2012).

A previsão, se nada for feito, é de que em 2025, 5,5 bilhões de pessoas poderão não ter acesso à água limpa e em 2050 apenas 1/4 da população terá água para satisfazer suas necessidades básicas (SUASSUNA, 2012). Isto se deve ao crescente consumo e desperdício. Em 1990 o consumo aproximado de água no planeta foi de 4.130 km³ e em 2000 foi de 18.700 km³, apresentando um acréscimo de 352% em 10 anos (SUASSUNA, 2012). A ONU estima que a população possa atingir 9 bilhões de pessoas até 2050 e estudos indicam que a demanda de água avança duas vezes mais rápido que o crescimento da população mundial. Principalmente devido ao acréscimo do poder aquisitivo das pessoas dos países em desenvolvimento: quanto maior o poder aquisitivo, maior o consumo de itens que necessitam de bastante água para sua produção (SCHMIDLI, 2011). Por este motivo é importante iniciar uma gestão eficiente da água, que envolva todo o ciclo hidrológico. Quanto mais se consome sem os devidos cuidados com a conservação, mais oneroso ficará o tratamento para se conseguir água com qualidade.

Para se conseguir uma gestão eficiente dos recursos hídricos, é necessário o conhecimento das fontes de água: sua localização, relação da oferta e da demanda, qualidade atual dos mananciais e previsões futuras. No Brasil, a Agência Nacional de Águas (ANA), juntamente com outros órgãos, desenvolve estudos e planos que visam fundamentar e orientar a implantação de políticas nacionais de recursos hídricos e o gerenciamento destes.

2.3 PRIVILEGIADO POR GRANDES MANACIAIS

Além de o Brasil ser o país com o rio mais volumoso do planeta, o Amazonas, ainda compartilha com três países vizinhos o maior manancial de água subterrânea do mundo: o Aquífero Guarani, que tem uma extensão de 1,2km², entre os países Uruguai, Paraguai, Argentina e Brasil. O país está entre os nove que detém 60% das fontes de água doce renováveis no mundo, como pode ser verificado na tabela 1.

Tabela 1: Distribuição de 60% das fontes de água doce

Fontes	
Nove países dividem cerca de 60% das fontes renováveis de água doce do mundo (em bilhões de m ³)	
Brasil	6220
Rússia	4059
Estados Unidos	3760
Canadá	3290
China	2800
Indonésia	2530
Índia	1850
Colômbia	1200
Peru	1100
Os 15 países da União Européia	1171

Fonte: ANA, 2012

Considerando apenas o continente americano, o Brasil detém 34,9% da distribuição da água doce superficial (Figura 1).

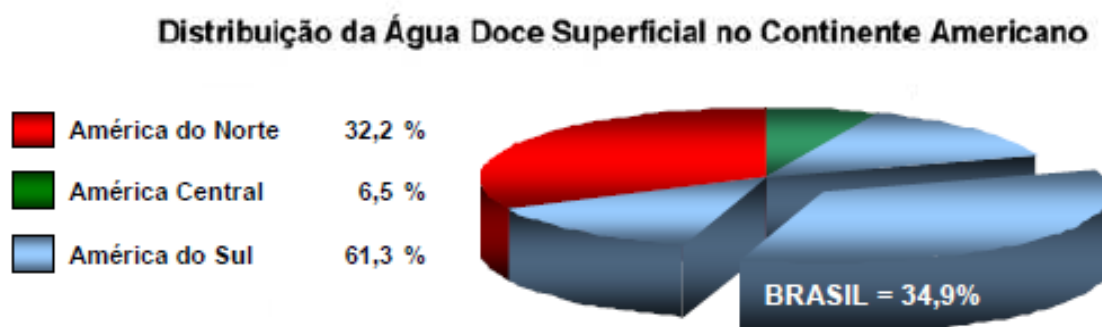


Figura 1: Distribuição de água doce superficial no Continente Americano
Fonte: ANA, 2012

O Brasil é abastecido tanto por águas superficiais quanto por águas subterrâneas. É um dos países mais ricos em abastecimento superficial com vazões médias geradas em torno de 180.000m³/s, sendo que a disponibilidade hídrica, que se caracteriza por vazões com 95% de permanência, é da ordem de 91.000m³/s. O país é dividido em 12 Regiões Hidrográficas (RH), que foram divididas de acordo com divisores de água e não necessariamente por regiões geográficas (Figura 2).



Figura 2: Divisão Hidrográfica Nacional
Fonte: ANA, 2012

Ainda, vale a pena acrescentar que as Bacias Amazônica, do rio Paraguai e do rio Uruguai compreendem áreas consideráveis em território estrangeiro (2,2 milhões de Km², 118 mil Km² e 37 mil Km² respectivamente) o que contribui com adicionais de 86.321m³/s, 595 m³/s e 878 m³/s em termos de vazão média nas bacias (ANA, 2010).

As águas subterrâneas brasileiras se distribuem pelo território do país em diferentes tipos de reservatórios, representados pelos domínios aquíferos: poroso, fraturado-cárstico, fraturado e fraturado vulcânico. Considerando todos os domínios, as reservas de água subterrânea renováveis atingem cerca de 42.300m³/s (ANA, 2010). A tabela 2 apresenta os principais aquíferos para abastecimento urbano, lembrando que a disponibilidade hídrica das reservas subterrâneas é estimada através de um percentual das reservas ativas dos aquíferos, que representam o volume de água renovável no aquífero, para abastecimento urbano.

Tabela 2: Principais sistemas aquíferos para abastecimento de água

<i>PRINCIPAIS SISTEMAS AQUÍFEROS PARA ABASTECIMENTO URBANO DE ÁGUA</i>				
Domínio Hidrogeológico	Contexto Geológico	Sistema Aquífero	Potencialidade do sistema	Nº de Sedes municipais*
Poroso	Bacia do Paraná	Bauru-Caiuá	Muito alta a Alta	361
		Guarani	Muito alta a Alta	56
		Outros	variável	66
	Bacia do Amazonas	Alter do Chão	Muito alta a Alta	30
		Içá	Alta a Média	28
		Outros	variável	31
	Bacia do Parecis	Parecis	Alta a Média	22
	Bacia do Parnaíba	Itapecuru	Alta a Média	107
		Poti-Piauí	Alta a Média	61
		Cabeças	Muito alta a Alta	29
		Outros	variável	126
	Coberturas Cenozóicas	Barreiras	Alta a Média	98
		Depósitos Litorâneos	variável	58
Outros		variável	23	
Outros		variável	98	
Subtotal Poroso				1.194
Fraturado Vulcânico	Bacia do Paraná	Serra Geral	variável	546
Fraturado	Embasamento Cristalino	Fraturado Centro-Sul	variável	272
		Fraturado Semiárido	Baixa a Muito baixa	173
		Fraturado Norte	Baixa a Muito baixa	46
Fraturado-Cárstico	Embasamento Cristalino ou Bacias Sedimentares	BambuÍ-Caatinga	Média	82
		Outros	variável	17
Subtotal Fraturado				1.136
TOTAL				2.330

* O número de sedes por aquífero foi obtido por meio do cruzamento, em Sistema de Informação Geográfica - SIG -, dos pontos de localização das sedes com suas áreas aflorantes, o que significa que os resultados podem ser bastante discrepantes em relação ao real, principalmente no caso dos aquíferos que apresentam confinamento (exemplos: Guarani, Poti-Piauí e Cabeças).

Fonte: ANA, 2010

Entretanto, apesar de abrigar uma das maiores reservas hídricas do planeta, o Brasil enfrenta problemas de escassez. Esta contradição apresenta uma justificativa com características geográficas e históricas. A expansão urbana brasileira aconteceu de forma acelerada, desordenada e recente, sendo que hoje 84% dos brasileiros vivem nas cidades e grande parte está localizada em regiões onde a oferta de água é mais desfavorável (ANDREU, 2012). Enquanto a região hidrográfica de maior escassez (RH Atlântico Nordeste Oriental) apresenta disponibilidade inferior a 100m³/s, na RH Amazônica a disponibilidade alcança vazões de 74.000m³/s (ANA, 2010). A disponibilidade hídrica superficial nacional e a irregularidade na captação de água podem ser verificadas na figura 3.

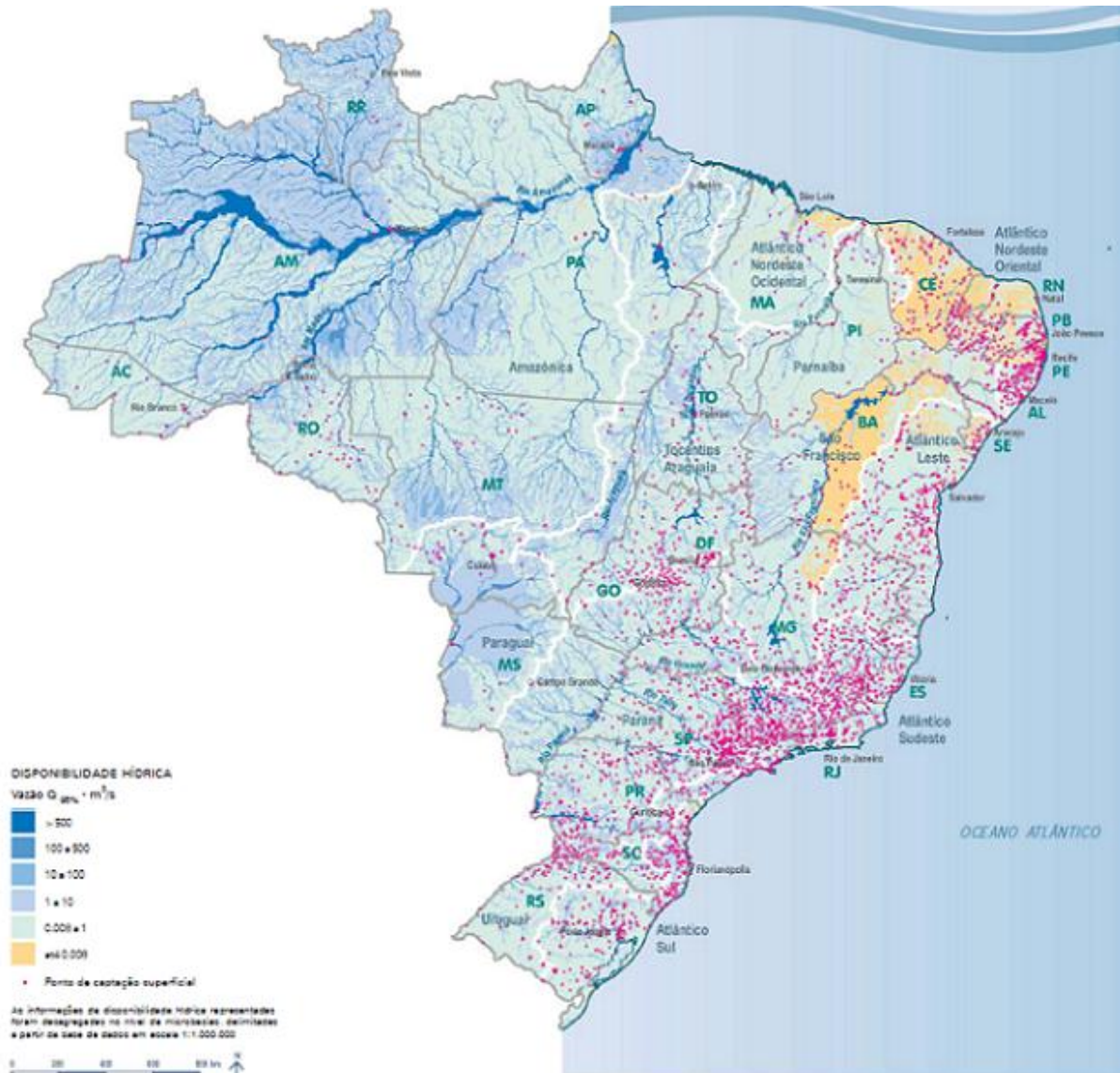


Figura 3: Disponibilidade hídrica superficial do Brasil e pontos de captação.
Fonte: ANA, 2010

A RH Amazônica, com área de 6.974.410Km² (45% do território nacional), concentra 81% da disponibilidade de água do país e baixa concentração demográfica. Portanto, pouco mais da outra metade do território brasileiro possui menos de 20% dos recursos hídricos e apresenta um grande desafio: boa parte da população urbana se encontra em regiões litorâneas, onde 45% da população dividem apenas 3% da água disponível. Por exemplo, a RH do Paraná dispõe apenas de 6% dos recursos hídricos superficiais e abriga 36% dos brasileiros (ANDREU, 2012).

Por este motivo a Agência Nacional de Águas (ANA) fez um estudo das perspectivas de demanda de água nos municípios até 2025: o Atlas Brasil. Através deste estudo busca avaliar a disponibilidade hídrica e a qualidade da água dos mananciais atuais para propor soluções para a garantia de oferta de água a todas as sedes urbanas brasileiras.

A projeção é que em 2025 a população urbana nacional esteja concentrada nas regiões geográficas conforme mostra a Figura 4.

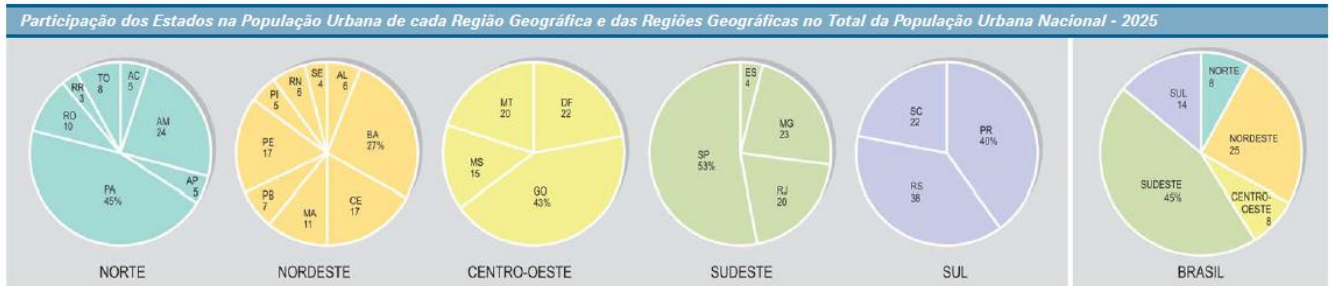


Figura 4: Participação dos estados na população urbana de cada região brasileira.
Fonte: ANA, 2010

De posse das projeções demográficas, o Atlas Brasil apresenta a perspectiva da demanda de água para cada região (Figura 5). Segundo a perspectiva, a demanda média para o país será de $630\text{m}^3/\text{s}$ e máxima de $695\text{m}^3/\text{s}$ em 2025, com destaque às regiões sudeste e nordeste, que juntas correspondem a 71% de toda a demanda projetada (ANA, 2010).

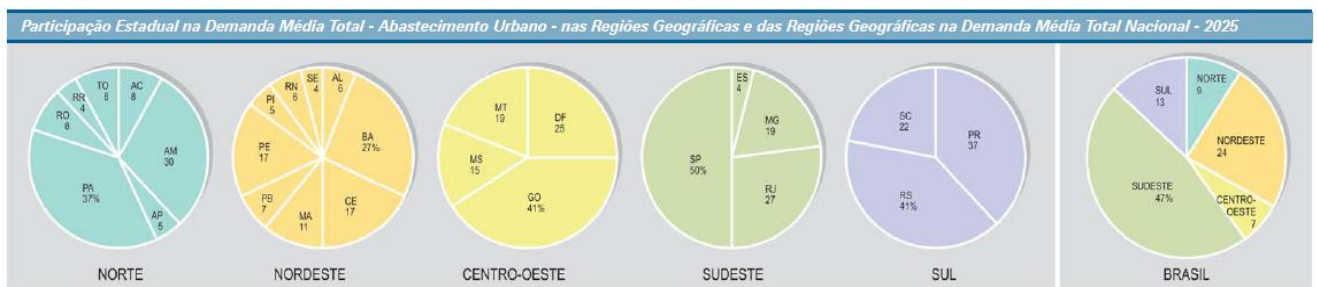


Figura 5: Participação dos estados na demanda média de água em cada região brasileira.
Fonte: ANA, 2010

O Atlas Brasil procurou definir a relação de oferta e demanda para que todos os municípios estejam atendidos com água no ano de 2015. Para isso, fez-se necessário conhecer e verificar as condições dos mananciais brasileiros atualmente. Do total de municípios do país, 47% são abastecidos apenas por mananciais superficiais, 39% por águas subterrâneas e 14% pelos dois tipos (abastecimento misto). A tabela 3 apresenta as sedes municipais com suas respectivas formas de abastecimento (ANA, 2010).

Mais de 75% dos municípios dos estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro, Pernambuco e Paraíba são abastecidos apenas por águas superficiais. Por outro lado, mais de 50% dos municípios, principalmente localizados no oeste dos estados de São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul são abastecidos exclusivamente por águas subterrâneas (ANA, 2010).

Tabela 3: Sedes urbanas abastecidas por tipo de manancial

<i>SEDES URBANAS ABASTECIDAS POR TIPO DE MANANCIAL</i>						
Região Geográfica	Estados	Tipo de Abastecimento			Sem Informação na UF	Total de Municípios na UF
		Misto	Subterrâneo	Superficial		
Norte	AC	2	4	16	0	22
	AM	8	44	10	0	62
	AP	2	4	10	0	16
	PA	13	108	21	1	143
	RO	5	10	37	0	52
	RR	5	9	1	0	15
	TO	10	84	45	0	139
	Sub-total	45	263	140	1	449
Nordeste	AL	11	16	75	0	102
	BA	32	78	307	0	417
	CE	12	64	108	0	184
	MA	11	158	43	5	217
	PB	17	34	165	7	223
	PE	14	17	153	1	185
	PI	8	174	40	2	224
	RN	3	76	85	3	167
	SE	8	20	47	0	75
Sub-total	116	637	1023	18	1794	
Centro-Oeste	DF	1	0	0	0	1
	GO	38	56	152	0	246
	MS	8	62	8	0	78
	MT	20	58	61	2	141
	Sub-total	67	176	221	2	466
Sudeste	ES	7	0	71	0	78
	MG	171	170	512	0	853
	RJ	11	1	77	3	92
	SP	126	331	184	4	645
Sub-total	315	502	844	7	1668	
Sul	PR	89	221	86	3	399
	RS	67	286	134	9	496
	SC	58	68	165	2	293
	Sub-total	214	575	385	14	1188
Total Brasil		757	2.153	2.614	41	5.565

Fonte: ANA, 2010

Do total de mananciais superficiais que abastecem as cidades, um grupo se destaca pelo número de municípios atendidos e pela vazão explorada. Um dos principais é o rio São Francisco que abastece 128 sedes urbanas em cinco estados brasileiros (Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe), com uma vazão total fornecida de $8,5\text{m}^3/\text{s}$. O rio Paraíba do Sul se destaca pela vazão de $60\text{m}^3/\text{s}$ e abastece 36 municípios dos estados do Rio de Janeiro (inclusive na região metropolitana) e São Paulo. O rio Piracicaba e seus afluentes atendem 29 cidades do estado de São Paulo com uma vazão de $40\text{m}^3/\text{s}$. Com vazões exploradas acima de $10\text{m}^3/\text{s}$ destacam-se o rio Jaguaribe, no Ceará e os formadores do Guaíba, no Rio Grande do Sul (ANA, 2010).

Como uma forma de reconhecer o patrimônio hídrico e as nascentes dos grandes rios, o Governo Brasileiro vai tomba as nascentes dos grandes rios Tocantins, São Francisco e Araguaia. O processo de tombamento deve ser iniciado antes do final do ano, como uma forma de agregar valor cultural. Isto nada mais é do que uma maneira de evitar alterações na paisagem, prevenir enchentes e garantir a restauração de mananciais importantes. O tombamento não resulta em desapropriação da terra, como acontece com a criação de um parque nacional. Pelo contrário, os proprietários tem o dever de proteger os recursos e em contra partida poderão ser remunerados pelo serviço ambiental prestado com a conservação (ADEODATO, 2012).

Com relação às águas subterrâneas que são utilizadas pelos municípios como mananciais, destacam-se as do Domínio Hidrogeológico Poroso (51% das sedes abastecidas por águas subterrâneas) e do Fraturado (49%). Dentre os principais aquíferos do Domínio Poroso, destaca-se o Baurú-Caiuá que abastece 361 sedes urbanas nos estados de São Paulo, Paraná, Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais (ANA, 2010).

Cabe ressaltar que esses totais de sedes abastecidas por sistema aquífero foram estabelecidos, em sua maioria, apenas considerando a água de recarga. Desse modo, para o aquífero Guarani, por se tratar de reservatório predominantemente confinado foi indicado o abastecimento de apenas 56 sedes urbanas, apesar de sua importância nacionalmente conhecida (ANA, p.36, 2010).

Tendo conhecimento dos principais mananciais brasileiros, pode-se apresentar os resultados da etapa de avaliação oferta/demanda feita pelo Atlas Brasil. Nesta etapa foram observados o manancial utilizado, sua disponibilidade hídrica e qualidade da água; e a capacidade do sistema de produção, que pode ser integrado (abastecem mais de um município) ou isolado (abastecem apenas uma sede municipal) (ANA, 2010).

Os resultados indicam que 45% dos municípios possuem abastecimento satisfatório até o ano de 2015 e 55% poderão ter abastecimento deficitário até esta data, ou seja 3.059 sedes urbanas requerem investimentos para o aproveitamento de novos mananciais e melhorias nos sistemas de produção de água. Estes investimentos beneficiariam 139 milhões de brasileiros e totalizariam R\$22,2 bilhões. No Paraná, do total de 399 sedes urbanas, 146 requerem investimentos, totalizando R\$ 44 milhões. Além disso, a maioria dos municípios apresenta comprometimento da qualidade da água dos mananciais, exigindo a proteção e preservação dos mesmos, o que necessitaria de investimentos na ordem de R\$47,8 bilhões em coleta e tratamento de esgoto em sedes urbanas à montante das captações. Totalizando-se os investimentos chega-se ao montante de R\$70 bilhões (ANA, 2010).

Ou seja, o problema que requer mais investimentos encontra-se na coleta e tratamento de esgoto: apenas 45,7% dos domicílios brasileiros tem acesso à rede coletora de esgoto. Além disso, do esgoto gerado no país apenas 30,5% recebe tratamento. O estudo Panorama da Qualidade das Águas Superficiais, divulgado em junho de 2012 pela ANA indica que 47% das águas localizadas nas regiões urbanas estão em ruins ou péssimas condições (PEDUZZI, 2012). Além da demanda por investimentos, há a necessidade de melhoria com relação ao acelerado crescimento populacional nos centros urbanos e à ocupação desordenada das cidades, que gera dificuldade de controle e gestão dos recursos hídricos.

2.4 ÁGUA: UM LIMITE PARA O DESENVOLVIMENTO DE CURITIBA/PARANÁ

O estado do Paraná está inserido na RH do Paraná em sua maior parte, sendo que apenas o extremo leste se localiza na RH do Atlântico Sul. É composto de 16 bacias hidrográficas (Figura 6) e 11 unidades aquíferas (Figura 7).

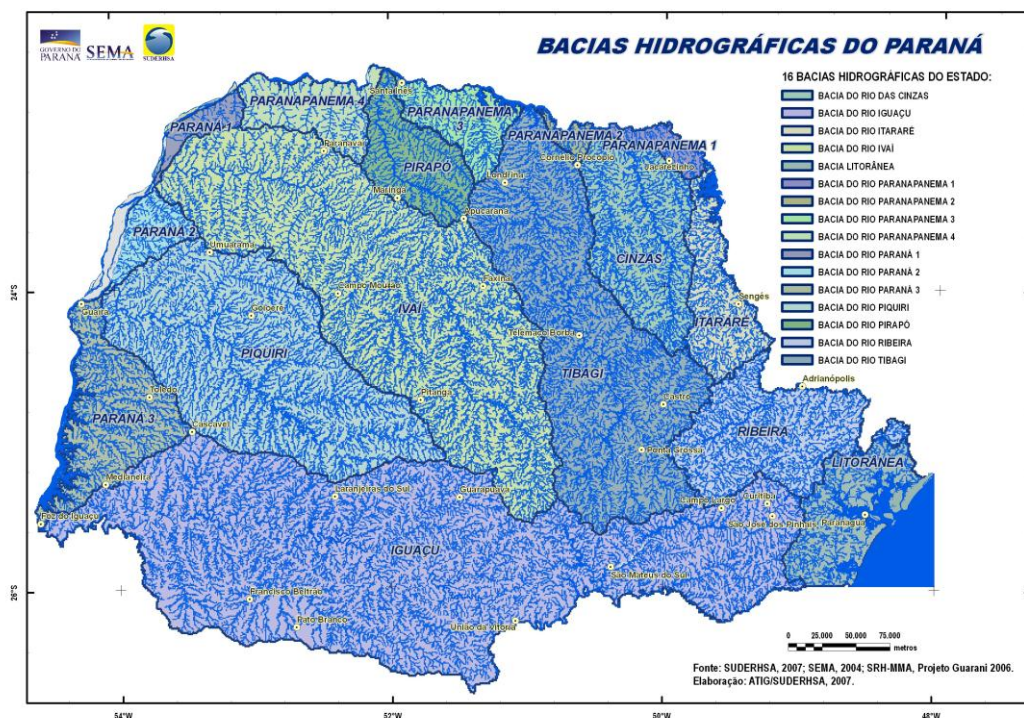


Figura 6: Bacias Hidrográficas do Paraná.
Fonte: INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ, 2012

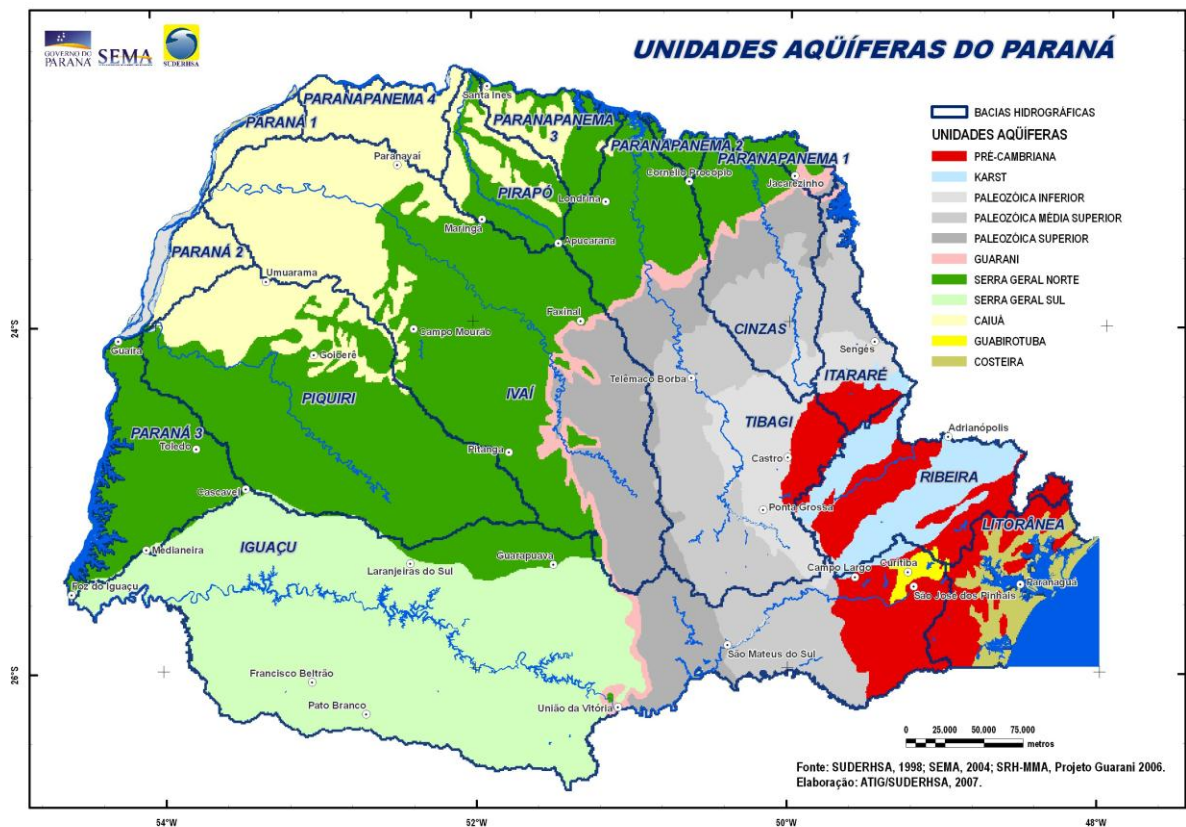


Figura 7: Unidades Aquíferas do Paraná e Bacias Hidrográficas
 Fonte: INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ, 2012

No estado, 22% dos municípios são abastecidos exclusivamente por mananciais superficiais e localizam-se nas regiões leste e sul. 56% são abastecidos somente por águas subterrâneas (predominantemente os aquíferos Serra Geral, Bauru-Caiuá e Guarani) e localizam-se na região noroeste. Os outros 22% são atendidos de forma mista (ANA, 2010).

Segundo o Atlas Brasil (2010), 37% das sedes urbanas paranaenses apresentam algum déficit quanto à oferta de água. Abaixo segue o mapa de planejamento de obras indicadas pelo estudo como necessárias, para o atendimento das demandas futuras no estado (Figura 8).

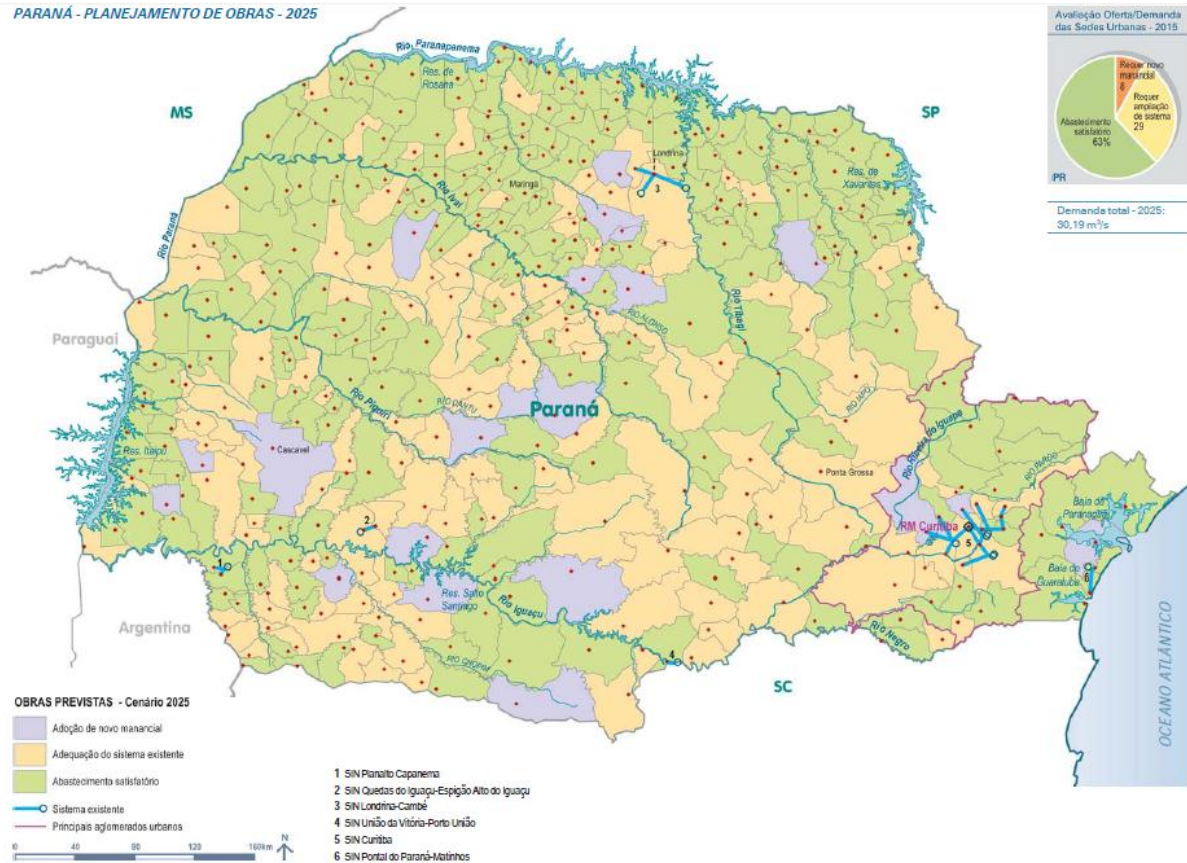


Figura 8: Planejamento de obras para os mananciais do Paraná - 2025.
Fonte: ANA, 2010

Como pode ser observado, será necessária a adoção de novos mananciais em várias localidades do estado, inclusive na Região Metropolitana de Curitiba (RMC), que atualmente é abastecida por três áreas de captação principais: um aquífero subterrâneo (Karst) e duas sub-bacias hidrográficas: Passaúna e o Altíssimo Iguaçu (MONTEIRO, 2005).

A Bacia do Altíssimo Iguaçu possui 565m² e é constituída pelos mananciais: Irai, Iraizinho, do Meio, Piraquara, Palmital, Itaqui e Pequeno. A bacia do Rio Atuba também pertence à do Altíssimo Iguaçu, mas devido aos seu alto grau de degradação, não é utilizada para a captação de água. Esses mananciais se localizam na área de influência da Serra do Mar, que tem a característica de apresentar altíssimos níveis de precipitação pluviométrica e uma posição topográfica favorável, reduzindo os custos operacionais (ANDREOLI *et al*, 1999).

A bacia de drenagem do rio Passaúna ocupa uma área de 145Km² e é protegida por uma Área de Proteção Permanente (APP) desde 1991. Entretanto, é transposta pela BR 277, o que gera riscos de acidentes com cargas tóxicas e pressão de ocupação urbana por parte de Curitiba e Campo Largo (ANDREOLI *et al*, 1999). Segundo o Instituto das Águas do Paraná os rios da bacia do Passaúna apresentam melhores condições que os da bacia do Iguaçu, apesar de que em alguns pontos os índices de coliformes fecais e fósforo apresentam-se altos,

como a jusante do aterro da Cachimba. O aquífero de Karst se localiza ao norte da RMC, se estendendo pelos solos dos municípios de Almirante Tambaré, Campo Largo, Cerro Azul, Colombo e Rio Branco do Sul (MONTEIRO, 2005).

A RMC pode passar a integrar o grupo de regiões pobre em recursos hídricos, em um curto período de tempo. Isto se deve principalmente ao crescimento populacional na área urbana que gera a impermeabilização do solo, o aumento da produção de lixo e esgoto, a remoção florestal e as ocupações irregulares, afetando diretamente a qualidade da água dos mananciais (MONTEIRO, 2005).

Na região das nascentes do Rio Iguaçu (RMC), sem porte nem vazão para diluir a carga poluidora gerada por uma população de quase 3,5 milhões de pessoas, a contaminação é inevitável. Para agravar o problema, 6,30% da mancha urbana da Bacia do Iguaçu são áreas de ocupação irregular, sendo que algumas cidades informam apenas os dados de invasão, ou seja, este número pode ser maior (Figura 9). Isto compromete uma gestão eficiente com relação à coleta e tratamento de esgoto, por exemplo (MARONI, 2011).

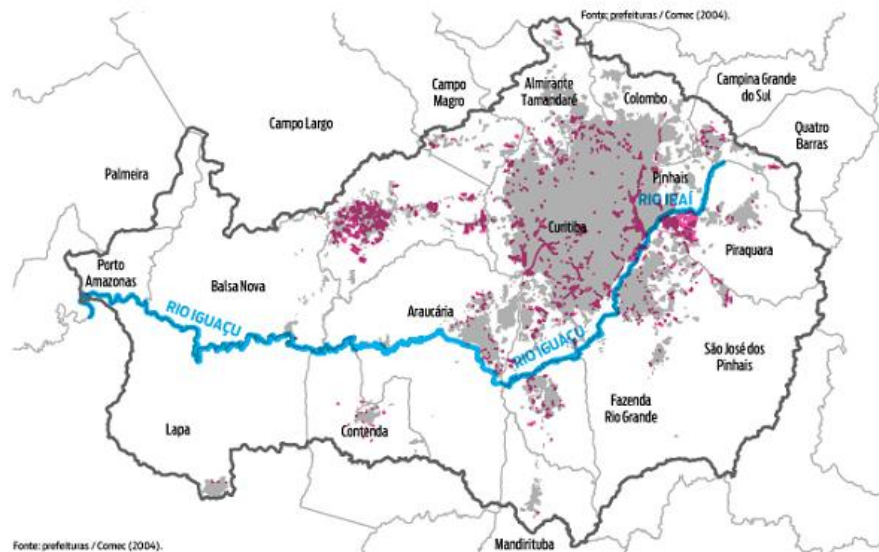
À MARGEM DA LEI

Com exceção de Palmeira e Porto Amazonas, todos os municípios do Alto Iguaçu possuem áreas ocupadas irregularmente nas porções de seus territórios que ficam dentro da bacia.

■ Ocupações irregulares
■ Mancha Urbana

	mancha urbana	área de ocupação irregular	% da mancha urbana que é ocupação irregular
Almirante Tamandaré	25,21	1,01	4,0%
Araucária	36,62	0,53	1,5%
Balsa Nova	3,31	0,03	0,01%
Campina Grande do Sul	5,61	0,15	2,7%
Campo Largo	41,44	13,97	33,7%
Campo Magro	8,42	0,46	5,5%
Colombo	43,93	0,24	0,6%
Contenda	5,76	0,31	5,3%
Curitiba	320,73	11,95	3,7%
Fazenda Rio Grande	14,30	0,77	5,4%
Lapa	6,07	0,01	0,2%
Mandrituba	4,45	0,01	0,2%
Palmeira	0,00	0,00	—
Pinhais	29,44	0,86	2,9%
Piraquara	20,75	7,21	34,8%
Porto Amazonas	0,39	0,0023	0,6%
Quatro Barras	6,81	0,36	5,3%
São José dos Pinhais	56,26	1,76	3,1%
Total Alto Iguaçu	629,48	39,65	6,3%

Fonte: prefeituras / Comec (2004).



Fonte: prefeituras / Comec (2004).

Figura 9: Mapa mancha urbana e ocupações irregulares - RMC.
Fonte: ANA, 2010

Segundo o gerente geral da SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná), Celso Luiz Tomas *apud* Maroni, 2011, se o crescimento populacional da RMC continuar no mesmo ritmo, em 2020 será preciso fazer a captação no Rio Açungui, a 50Km de distância e 500 metros abaixo do nível topográfico de Curitiba. Esse problema implica em maiores custos de operação e implantação dos sistemas.

Além disso, a expansão imobiliária também pressiona os mananciais. De janeiro a junho de 2011, a SANEPAR recebeu cerca de 400 novas consultas de água e esgoto para empreendimentos imobiliários, sem contar os imóveis residenciais simples. A implantação de um grande condomínio pode gerar mudanças na infraestrutura de saneamento de toda uma região da cidade, por exemplo (MARONI, 2011).

Segundo a ANA, 2010, a garantia de oferta de água para a RMC depende do aproveitamento de novos mananciais e melhorias nas capacidades de alguns sistemas produtores até 2025.

Uma solução consiste em organizar melhor o território urbano, evitar a ocupação de algumas áreas dos mananciais, coletar e tratar o esgoto adequadamente e fazer uso de fontes alternativas para abastecimento, como o aproveitamento de água de chuva e o reuso de águas residuais. Contudo, além de investimentos pesados, é necessário também conscientizar a população tanto com medidas para combater o desperdício, quanto para a preservação do meio ambiente, através de políticas públicas.

2.5 POLÍTICAS E ESPECTATIVAS DE CONSERVAÇÃO DA ÁGUA

Atualmente a escassez de água não se restringe mais a regiões áridas e se constitui como um fator limitante para o desenvolvimento urbano, agrícola e industrial. Para restabelecer o equilíbrio entre oferta e demanda de água e garantir a sustentabilidade do desenvolvimento econômico e social, há a necessidade de se utilizar sistemas alternativos para o uso adequado deste bem natural. Para isto é necessário tornar público os condicionantes, benefícios e limitações destes sistemas (SAUTCHUK *et al.*, 2005).

Já em 1992 existia uma preocupação com a necessidade de se utilizar fontes alternativas de água, quando aconteceu no Rio de Janeiro a conferência Eco-92 que teve como resultado a Agenda 21: um programa detalhado de ações para proteger a atmosfera; combater o desmatamento, a perda de solo e a desertificação; prevenir a poluição da água e do ar; deter a destruição das populações de peixes e promover uma gestão segura dos resíduos tóxicos. Além de tratar de assuntos como pobreza, dívida externa dos países em desenvolvimento e

fortalecer o papel de grandes grupos. Ao tratar da questão hídrica a agenda 21 estabelece como objetivo geral:

A água é necessária em todos os aspectos da vida. O objetivo geral é assegurar que se mantenha uma oferta adequada de água de boa qualidade para toda a população do planeta, ao mesmo tempo em que se preservem as funções hidrológicas, biológicas e químicas dos ecossistemas, adaptando as atividades humanas aos limites da capacidade da natureza e combatendo vetores de moléstias relacionadas com a água. Tecnologias inovadoras, inclusive o aperfeiçoamento de tecnologias nativas, são necessárias para aproveitar plenamente os recursos hídricos limitados e protegê-los da poluição. (AGENDA 21, cap.18, 1992)

O capítulo 18 da agenda 21 apresenta métodos de aplicação de critérios no desenvolvimento, manejo e uso dos recursos hídricos. Propõe, dentre outras atividades, a de desenvolver fontes novas e alternativas de abastecimento de água, como dessalinização de água do mar, reposição artificial de águas subterrâneas, aproveitamento de águas residuais e uso de água de pouca qualidade (AGENDA 21, 1992).

Neste mesmo ano, através da publicação Declaração Universal dos Direitos da Água, a ONU chama atenção para o assunto quando determina 22 de março como sendo o Dia Mundial da Água. O texto apresenta uma série de medidas, sugestões e informações cujo objetivo é despertar a consciência ecológica para a questão. Desde então, todo ano, o dia é tomado para discutir um tema. No ano de 2012 o tema discutido foi “A Água e a Segurança Alimentar”, visto que com uma população de 7 bilhões de habitantes no Planeta, é de extrema relevância considerar a negligente utilização deste bem natural finito: 30% da produção de alimentos mundial, que requerem muita água para serem produzidos, nunca são consumidos.

Dez anos depois, além da Cúpula dos Povos (ou Rio+10) realizada em Joanesburgo (África do Sul), que reafirmou os mais importantes princípios da Eco-92, surge outra forma de chamar a atenção para o assunto: através do cálculo da pegada hídrica. O conceito envolve uma metodologia com o objetivo de mostrar a quantidade de água que é alocada durante um processo produtivo. Desta forma, a pegada hídrica abre espaço para discussão em relação à governança da água dentro das empresas. Funciona como uma ferramenta de gestão: como se está utilizando a água e quais ações podem ser tomadas para aumentar a eficiência de seu uso (IHU, 2012).

Além das recomendações elaboradas nas conferências internacionais e das ferramentas de gestão que chamam a atenção para a questão hídrica, em 2001, e neste mesmo ano, 2002, surgiram as primeiras Leis Municipais no Brasil a respeito da conservação da água, em Viçosa/MG e no Recife/PE. Aquela dispõe sobre normas de excesso de consumo de água distribuída e esta institui a obrigatoriedade da instalação de hidrômetros individuais em

edifícios. Daí por diante, vários municípios brasileiros passaram a atentar para a questão hídrica. Em 2003, apesar de não ter acontecido nada na prática, foi instituída em Curitiba a Lei que torna obrigatória a captação de água de chuva em novas edificações. Em 2004 o rio de Janeiro torna obrigatória a adoção de reservatório para contenção de cheias em alguns casos e o aproveitamento de água de chuva para usos não potáveis (BEZERRA, 2012a).

Entretanto, devido à falta de critérios e orientações a respeito dos usos de fontes alternativas e das práticas de conservação de água que passaram a ser exigidas em leis, em 2005 a ANA, a FIESP e o SINDUSCON-SP lançaram a publicação “Conservação e Reuso da Água em Edificações” que apresenta informações sobre a implantação de programas de conservação de água em edificações novas ou existentes (SAUTCHUK *et al.*, 2005). Segundo esta publicação:

A evolução do conceito do uso racional para a conservação da água consiste na associação da gestão, não somente da demanda, mas também da oferta de água, de forma que usos menos nobres possam ser supridos, sempre que possível, por águas de qualidade inferior. (SAUTCHUK *et al.*, p. 19, 2005).

Também destinado a contribuir com o melhor conhecimento a respeito de construções mais sustentáveis, incluindo a gestão hídrica dos empreendimentos, em 2010 a Caixa Econômica Federal elaborou, com o apoio técnico da Universidade Federal da Santa Catarina (UFSC), Universidade de São Paulo (USP) e Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) o manual para o “Selo Casa Azul: Boas Práticas para Habitação Mais Sustentável”, que pretende incentivar o uso racional de recursos naturais na construção de empreendimentos habitacionais. O manual, embora tenha o foco na obtenção do Selo Casa Azul para os empreendimentos, também é útil para profissionais que desejem contribuir com o desenvolvimento sustentável do setor. Ao tratar do tema “gestão da água”, o aproveitamento de água da chuva é um dos critérios considerados. Além das documentações exigidas para obtenção do selo e de recomendações técnicas, o manual chama a atenção para os benefícios sócio ambientais do uso deste sistema como a redução da vazão de descarga para o sistema de drenagem urbana e a economia com água potável ao se utilizar água da chuva para fins menos nobres (GUIA SELO CASA AZUL, 2010).

Vinte anos depois da Eco-92, foi realizada no Rio de Janeiro, em 2012, a conferência Rio+20, que da mesma forma que a Cúpula dos Povos em Joanesburgo, apenas reafirmou os princípios mais importantes dos encontros anteriores. Para considerar um aspecto positivo da conferência pode-se afirmar que mesmo que de maneira parcial, apresentou intenções de mudar o modelo atual e ainda demonstrou os impasses e dificuldades de se regular os bens comuns.

Ainda em 2012 a ANA apresentou uma forma concreta para chamar a atenção da temática da água, quando anunciou em edital afirmando que os municípios poderiam receber R\$3 milhões de recursos para transformar prédios públicos comuns em edifícios sustentáveis com relação ao uso da água, e mais uma vez o aproveitamento de água de chuva faz parte dos quesitos analisados nos projetos. Segundo o edital, as propostas dos projetos ganham ainda mais pontos se a prefeitura dispôr de legislação municipal que regulamente o uso racional de recursos hídricos ou comece a elaborar as suas normas para este fim. A ideia é que o poder público comece a dar o exemplo (GONÇALVES, 2012).

A Prefeitura Municipal de Curitiba (PMC), apresenta a sua regulamentação através do Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações (PURA) que faz exigências de acordo com os usos das edificações, como pode ser visto na tabela 4.

Tabela 4 - Exigências legais do PURA para as tipologias de edificações

Usos das edificações	Exigências*			
	1	2	3	4
Habitação unifamiliar	x	x		
Habitação de uso institucional (albergue, alojamento estudantil, asilo, convento, seminário, internato e orfanato)	x	x		
Habitação transitória (apart-hotel, hotel, pensão e motel)	x	x		
Edificação de uso comunitário (ensino, assistência social, saúde, biblioteca, lazer, cultura e culto religioso)	x	x		
Habitação coletiva (mais de duas unidades autônomas agrupadas verticalmente), cuja área total construída por unidade seja menor do que 250 m ²	x	x		
Habitação coletiva (mais de duas unidades autônomas agrupadas verticalmente), cuja área total construída por unidade seja igual ou superior a 250 m ²	x	x	x	
Conjunto habitacional (mais de vinte unidades e/ou mais de dois edifícios no mesmo terreno), para área total construída por unidade de apartamento menor que 250 m ²	x	x		
Conjunto habitacional (mais de vinte residências e/ou mais de dois edifícios no mesmo terreno), para residências isoladas e para área total construída por unidade de apartamento igual ou superior a 250 m ²	x	x	x	
Habitação unifamiliar em série (entre três e vinte unidades isoladas, agrupadas horizontalmente)	x	x	x	
Casas populares em série (entre três e vinte unidades isoladas, agrupadas horizontalmente, cuja área total dividida pelo número de leitos seja menor que 10, conforme indicação no Decreto 212/2007)	x	x	x	
Posto de abastecimento	x	x		
Comércio e serviço com área menor do que 5000 m ²	x	x		
Comércio e serviço com área maior do que 5000 m ²	x	x		x
Edifício de escritórios, Sede administrativa, Serviço público, Estacionamento comercial, Centro comercial, Shopping Center, Super e Hipermercado, Lava rápido, Clínica e Ambulatório com área menor do que 5000 m ²	x	x		
Edifício de escritórios, Sede administrativa, Serviço público, Estacionamento comercial, Centro comercial, Shopping Center, Super e Hipermercado, Lava rápido, Clínica e Ambulatório com área maior do que 5000 m ²	x	x		x
Indústria com área menor do que 5000 m ²	x	x		
Indústria com área maior do que 5000 m ²	x	x		x

*1 = captação e aproveitamento da água de chuva das coberturas; 2 = bacia sanitária de volume reduzido de descarga e torneiras dotadas de arejadores; 3 = hidrômetros para medição individualizada do consumo e 4 = sistema de coleta e tratamento das águas servidas.

Fonte: Decreto Municipal Nº 212/2007 de Curitiba-PR *apud* BEZERRA, 2012a.

Esse programa estabelece medidas para induzir a conservação, o uso racional de água e a utilização de fontes alternativas de captação de água para todas as edificações novas. O funcionamento do PURAE se dá desde a solicitação do alvará de construção, quando o responsável técnico pela obra e o proprietário assinam o Termo de Responsabilidade declarando que estão cientes das exigências do Decreto N° 293/06.

Dentre outros tópicos esclarecidos, o decreto apresenta dois métodos para o volume do reservatório de armazenamento de água pluvial: um método aplicado a edificações residenciais e outro a edificações comerciais, sendo que em todos os casos fica estipulado volume mínimo de 500L (BEZERRA, et al, 2010).

Para a normatização nacional do aproveitamento de água de chuva, foi criada em 2007, pela associação brasileira de normas técnicas a ABNT NBR 15527 e intitulada como “Água de chuva – aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis”. Esta norma trata das instalações prediais, da qualidade da água para usos não potáveis, bombeamento e manutenção do sistema (NBR 15527/2007). Além disso, apresenta seis métodos para o dimensionamento do volume do reservatório, sendo que fica a critério do projetista o método a ser utilizado ou mesmo algum outro procedimento de cálculo, desde que sejam atendidos os critérios técnicos, econômicos e ambientais (BEZERRA, et al, 2010). Anterior à criação da norma NBR 15527/2007, outras legislações eram utilizadas como parâmetro para qualidade da água. Dentre elas a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA N° 357/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. A resolução estabelece, para águas doces, cinco classes para uso, sendo que para cada classe estão estipulados valores máximos de parâmetros que devem ser respeitados para garantir a qualidade da água para os usos previstos (HAGEMANN, 2009).

Tanto os métodos da norma NBR 15527/2007 quanto os do Decreto Municipal 293/06 de Curitiba, PR, apresentam resultados discrepantes para o dimensionamento do reservatório de água de chuva. Em particular o Decreto não considera nenhum parâmetro sobre demanda de água de chuva, nem sobre precipitação pluviométrica e área de captação, que são parâmetros fundamentais para o cálculo do volume do reservatório, segundo Bezerra *et al* (2010). A publicação “Conservação e reuso da água em edificações” da ANA também apresenta uma metodologia para a implementação de sistemas de coleta, tratamento e uso de água pluvial que envolve as etapas: determinação da precipitação média local, determinação da área de coleta e identificação dos usos da água (SAUTCHUK *et al.*, 2005). Ou seja, o

Decreto municipal de Curitiba merece mais investigações a respeito das fórmulas para o cálculo do volume do reservatório e provavelmente uma revisão.

Outro fato importante de ser registrado é o descaso da população com relação ao PURAE de Curitiba. Vários casos já foram relatados acerca de que os reservatórios de água de chuva instalados nas edificações novas são retirados após a vistoria e obtenção do certificado de verificação e conclusão de obra. Isto demonstra que não basta apenas criar regulamentos e leis, é necessário desenvolver políticas públicas de conscientização.

Bezerra, 2012a apresenta algumas sugestões para melhoramento do PURAE em Curitiba, a saber:

- Definir indicadores de monitoramento da qualidade da água de chuva e reuso;
- Definir a responsabilidade de garantia do uso seguro destas águas;
- Solicitar sinalização para rede de água não potável e torneiras de uso restrito;
- Reforçar a importância de evitar a conexão cruzada;
- Rever a fórmula de dimensionamento do reservatório de água de chuva;
- Excluir a obrigatoriedade e oferecer incentivo aos participantes, etc.

Apesar de as normas e regulamentos ainda apresentarem considerações passíveis de melhorias, é importante enfatizar que o aproveitamento de água da chuva resulta em um ganho ambiental muito importante, ao reduzir o consumo de água potável por ser possível a sua utilização em várias atividades domésticas como descarga de bacias sanitárias, lavação de pisos e irrigação de jardim, além de diminuir a vazão nas redes de drenagem das cidades e por consequência o amortecimento dos picos de enchentes. Ainda é importante ressaltar que existe a iniciativa por parte da ANA em melhorar os sistemas de gestão hídrica, cabendo aos governantes e usuários adotarem esta causa, aqueles através de incentivos fiscais e políticas públicas de conscientização e estes através do cumprimento das leis.

Ainda acerca das expectativas sobre a conservação da água, a Eco-92, por exemplo, obteve crédito quando estipulou datas para os governos atenderem às recomendações da Agenda 21. Uma delas foi a respeito do desenvolvimento de um banco de dados interativo adequados para o gerenciamento dos recursos hídricos. No Brasil, por exemplo, em 1997, foi criado o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) que tem como objetivo: reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no Brasil; atualizar, permanentemente, as informações sobre disponibilidade e demanda de recursos hídricos; e fornecer subsídios para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos (SNIRH, 2012). Estes por sua vez, são

basicamente os objetivos recomendados pelo Capítulo 18 da Agenda 21, no que diz respeito ao desenvolvimento e manejo integrado dos recursos hídricos. Ou seja, embora as conferências e eventos internacionais pareçam não apresentar resultados, a questão está sendo discutida e de uma forma tímida apresenta intenções de mudança.

3 APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA: USOS E SISTEMAS

Para introduzir o aproveitamento de água de chuva nos sistemas hidráulicos prediais são necessários uma série de elementos fundamentais que possibilitem a captação, o transporte, o tratamento, o armazenamento e o aproveitamento da água captada das superfícies impermeáveis (OLIVEIRA *et al.*, 2007). Segundo Fewkes (1999) *apud* Oliveira *et al.* (2007), p. 20,

Os sistemas de aproveitamento de água de chuva podem ser implantados nos sistemas hidráulicos prediais por meio de soluções tecnicamente simples (...). Para regiões com períodos chuvosos frequentes e bem distribuídos durante todo o ano, esse sistema é amplamente viável.

3.1 DEMANDA DA ÁGUA EM EDIFICAÇÕES

Para a implementação de um PCA (Programa de Conservação da Água) é necessário conhecer a distribuição do consumo da água que varia de acordo com a tipologia da edificação, a especificidade dos sistemas hidráulicos e os usuários (SAUTCHUK *et al.*, 2005). Da mesma forma, para se determinar um sistema para aproveitamento de água de chuva é importante o conhecimento da demanda, a fim de que o sistema possa ser corretamente dimensionado e atender às necessidades dos usuários.

Segundo Tomaz (2000) *apud* May (2009) o uso da água em áreas urbanas está subdividido em três categorias: residencial, comercial e público. Destes, o consumo residencial (residências unifamiliares e edifícios multifamiliares) compõe mais da metade do consumo total de água nas áreas urbanas. De acordo com Rodrigues (2005) *apud* May (2009), o consumo de água residencial na região metropolitana de São Paulo, incluindo pequenas indústrias, corresponde a 84,4% do total. Ainda, tratando-se do uso residencial, os maiores consumos no Brasil destinam-se à bacia sanitária, ao chuveiro e a pia de cozinha.

Algumas estimativas para o uso residencial de água potável no Brasil estão demonstradas na tabela 5.

Tabela 5: Estimativas de uso residencial de água potável para o Brasil

Consumo residencial de água potável	Porcentagem de consumo		
	Pesquisa realizada pela USP ⁱ	Pesquisa realizada pelo IPT / PNCDA ⁱⁱ	Pesquisa realizada pela DECA ⁱⁱⁱ
Vaso Sanitário	29%	5%	14%
Chuveiros	28%	54%	46,7%
Lavatório	6%	7%	11,7%
Pia de cozinha	17%	17%	14,6%
Tanque	6%	10%	4,9%
Máquina de lavar roupas	5%	4%	8,1%
Máquina de lavar louças	9%	3%	-
TOTAL	100%	100%	100%

Fonte: i – UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – USP. Programa de Uso Racional da Água – PURA. 1999. Disponível em: <<http://www.pura.poli.usp.br/main.html>>. Acesso em: 22 out. 2002.

ii – Instituto de Pesquisas tecnológicas – IPT / PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA – PNCDA. Caracterização e monitoramento do consumo predial de água. Disponível em: http://www.cidades.gov.br/pncda/Dtas/Arq/DTA_E1.pdf. Acesso em: 16 out. 2007

iii – DECA. Uso Racional de Água. Disponível em: <http://www.deca.com.br/vitrine/agua/manutencao.html>>. Acesso em: 14 out. 2005.

Fonte: MAY, 2009, p. 16.

Visto a discrepância entre os valores apresentados na tabela, May (2010) elaborou uma simulação para o consumo de água com a bacia sanitária em uma residência com quatro pessoas. Considerou que cada pessoa utiliza a bacia sanitária quatro vezes em um dia e ainda que o volume médio diário de água potável no Brasil é de 144 litros por pessoa. Com isso concluiu que bacias sanitárias com caixa acoplada com volume de 6,8 litros por descarga gastam 18,8% do consumo diário médio e que se a bacia sanitária consumir 12 litros por descarga, a estimativa do consumo de água potável utilizando bacia sanitária é de 33,2%, ou seja, 1/3 do consumo total de uma residência por mês.

Segundo Lage (2010), para o Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo, 1/3 de toda a água potável consumida nas edificações residenciais brasileiras poderia ser economizada utilizando-se de uma fonte alternativa de água, como o aproveitamento de água pluvial, por exemplo.

A água da chuva pode ser utilizada para diversos fins não potáveis, sem a necessidade de tratamento prévio. De acordo com Silva e Domingos (2007) *apud* Sandri (2010), a água pluvial geralmente apresenta boas condições principalmente ao processo de destilação natural que sofre no ciclo hidrológico. Entretanto a chuva pode variar dependendo da localização, apresentando poluentes principalmente em regiões próximas aos grandes

centros urbanos. Em São Paulo, em estudo que avaliou a viabilidade de uso de água de chuva para fins não potáveis, foi observado que após passar pelo telhado e nos reservatórios de armazenamento, a água da chuva apresenta potencial para ser utilizada na irrigação de jardins, na descarga de bacias sanitárias, em sistemas de ar condicionado e em sistemas de combate a incêndio (MAY, 2004 *apud* SANDRI, 2010).

Para que a água da chuva possa ser utilizada a estes fins sem causar danos aos usuários e com a qualidade desejada a NBR 15527/2007 apresenta alguns passos a serem seguidos e padrões de qualidade e manutenção do sistema utilizado. Para atender a esta normatização e alcançar os níveis de qualidade desejados, geralmente os sistemas estão divididos em componentes que promovem maior eficiência para o aproveitamento da água pluvial.

3.2 COMPONENTES DO SISTEMA

O aproveitamento de água de chuva é composto por um sistema relativamente simples que se caracteriza pela coleta de água das áreas impermeáveis, geralmente de coberturas, seu transporte e armazenamento. Este armazenamento pode ser feito através de uma cisterna no piso ou diretamente na caixa d'água elevada. Usualmente a cisterna é utilizada quando há a necessidade de armazenamento de um volume muito grande de água ou quando não há altura suficiente da cobertura para a coleta direta das calhas até o reservatório. Da cisterna a água pode ser conduzida até um reservatório superior através de bombeamento (Figura 10) ou diretamente para os pontos de utilização empregando um pressurizador (geralmente quando a água é utilizada apenas para torneiras de jardim). A caixa d'água elevada é utilizada sem o apoio de uma cisterna quando é possível fazer a coleta direta das calhas até o reservatório e a estrutura está dimensionada para suportar a carga gerada pelo volume d'água (Figura 11).

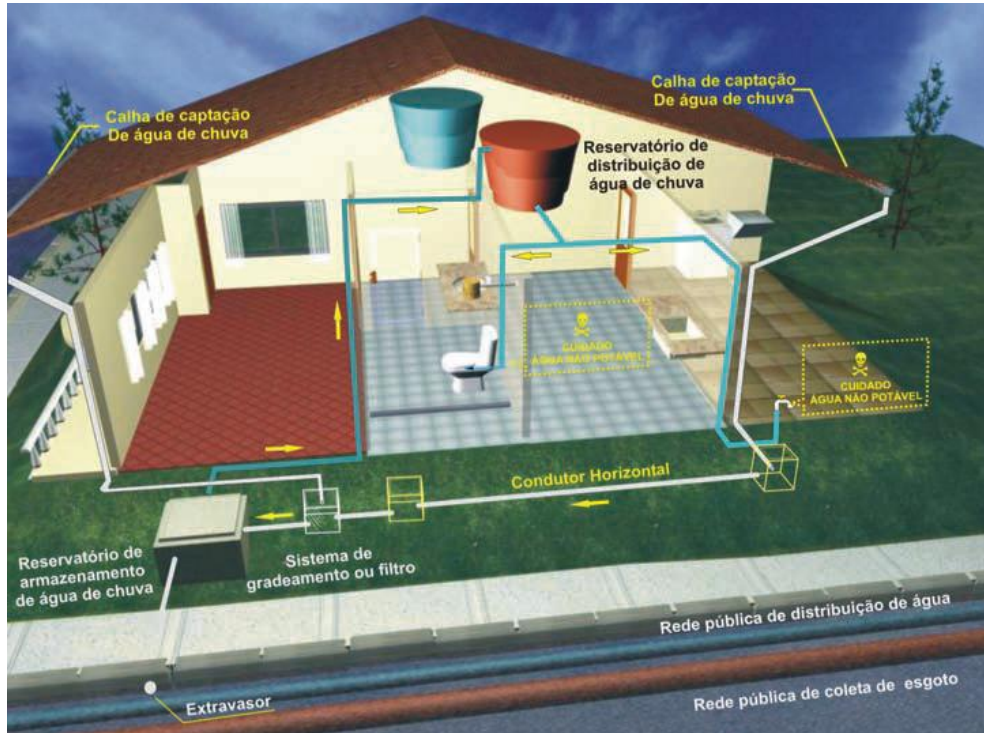


Figura 10: Esquema ilustrativo de um sistema de aproveitamento de água de chuva com utilização de cisterna e bombeamento para reservatório superior.

Fonte: OLIVEIRA *et al*, 2007, p.20

Sistema onde água da chuva já é captada, filtrada, armazenada e distribuída em um pavimento superior.

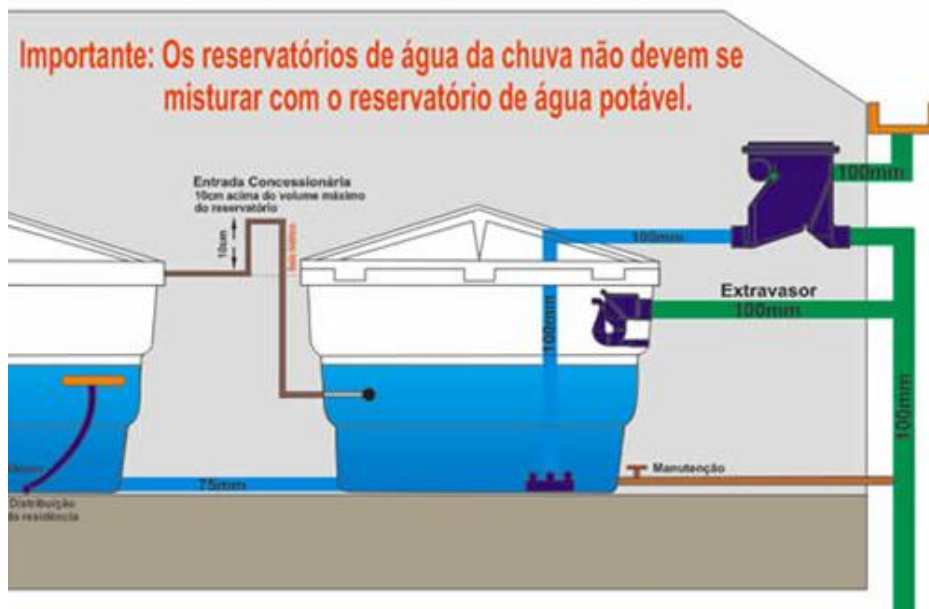


Figura 11: Esquema ilustrativo do aproveitamento de água de chuva com transporte direto da calha a um reservatório superior.

Fonte: CICLO D'ÁGUA *apud* TESTON, 2009, p.136

A figura 12 representa um esquema ilustrativo sobre os elementos que fazem parte do sistema de aproveitamento de água da chuva, com uso de cisterna e caixa d'água elevada:

da Universidade Federal de Santa Maria, por exemplo, as águas pluviais coletadas a partir do terceiro milímetro de chuva tem potencial para serem utilizadas no estado bruto para os usos que trata a Resolução CONAMA N° 357/2005 (comunidades aquáticas, recreação de contato primário, irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer) (HAGEMANN, 2009).

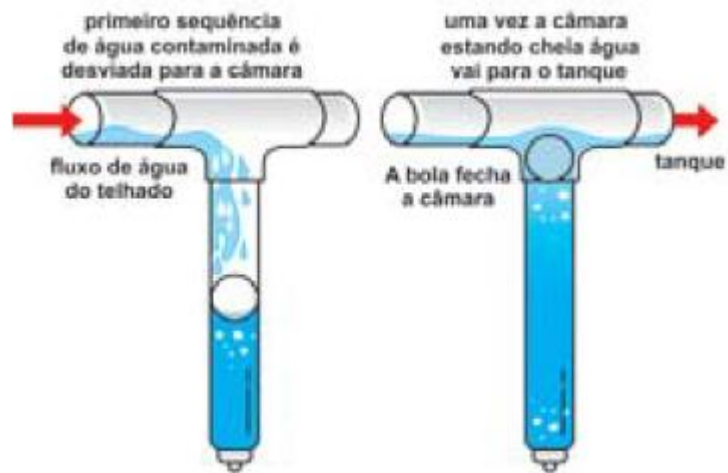


Figura 13: Válvula de descarte dos primeiros minutos de chuva
Fonte: GUIA SELO CASA AZUL, 2010, p.165

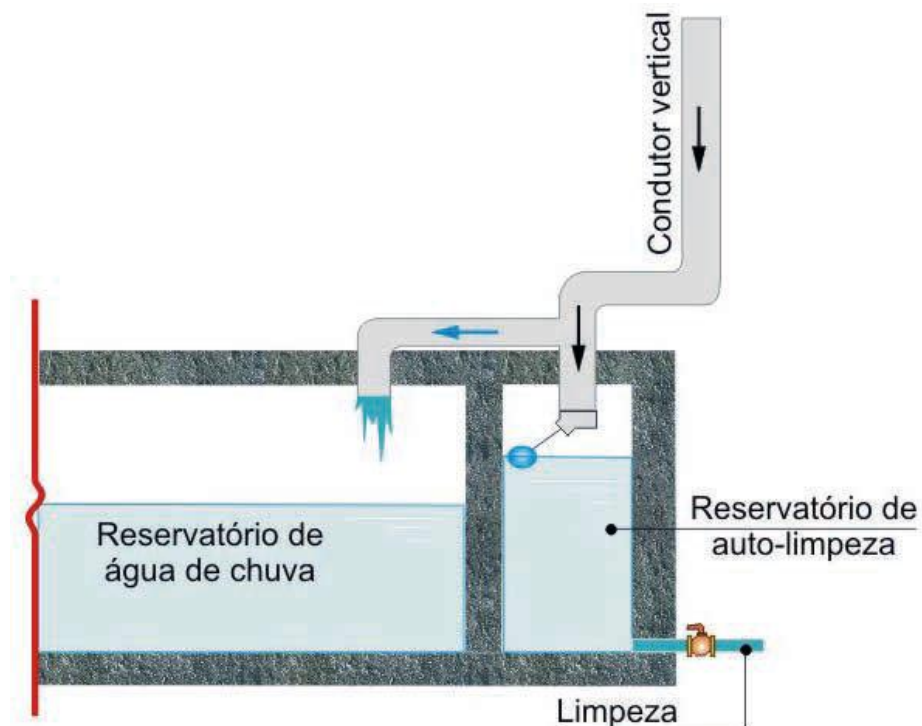


Figura 14: Reservatório de autolimpeza
Fonte: OLIVEIRA *et al*, 2007, p.22

No sistema de gradeamento são retidos os materiais sólidos em suspensão, como folhas, gravetos, penas, etc. Este sistema é normalmente instalado antes do reservatório, para

evitar a sedimentação e o acúmulo de impurezas e material orgânico no mesmo (OLIVEIRA *et al*, 2007). Existem no mercado vários modelos de filtro de impurezas que serão descritos posteriormente. Abaixo, na figura 15, segue o exemplo de um deles. Pode-se também, por outro lado, construir uma caixa de gradeamento com telas removíveis, que apresentará os mesmos resultados (Figura 16).

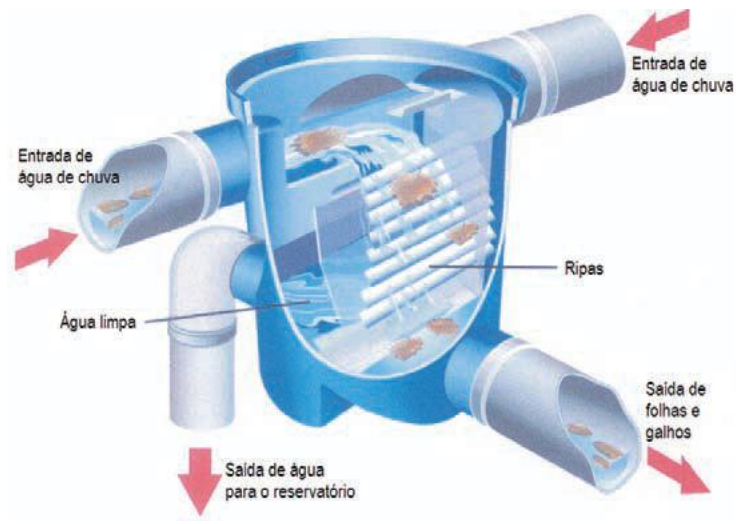


Figura 15: Detalhe do gradeamento do filtro
 Fonte: OLIVEIRA *et al*, 2007, p.22



Figura 16: Sistema de retenção de partículas sólidas
 Fonte: OLIVEIRA *et al*, 2007, p.23

O sistema de reservação tem a função de armazenar a água que será utilizada posteriormente para fins não potáveis. De preferência é recomendada a utilização de

reservatórios de fibra de vidro, plástico, poliéster, polipropileno ou material similar, devido à decomposição de matéria orgânica e variação dos índices físicos de qualidade da água armazenada. Neste reservatório deverá se instalada a tubulação de extravasão, que conduzirá a água excedida para fora do reservatório, quando este estiver operando totalmente cheio. De preferência este extravasor deve ser conectado à rede de drenagem da edificação (OLIVEIRA *et al*, 2007). Existem no mercado alguns tipos de sifão que são conectados ao extravasor para realizar o bloqueio de odores, insetos, ratos e outros vetores no reservatório. Pode ser utilizada também uma peça denominada de freio aerador que deve ser instalada no fundo e conectada ao tubo que transporta a água da chuva para dentro do reservatório. Essa peça tem a finalidade de evitar o turbilhonamento da água respeitando a decantação do material que se deposita ao fundo e também de promover a aeração, ou seja, força a água da chuva a se misturar com o ar atmosférico melhorando a sua qualidade. Na figura 17 podem ser visualizados exemplos de sifão anti-retorno e freio aerador. Desta forma ficam atendidas as recomendações da NBR 15527/2007 de que a água da chuva deve ser protegida contra animais que possam adentrar no reservatório e de que deve ser minimizado o turbilhonamento, dificultado a suspensão dos sólidos.



(1)



(2)

Figura 17: (1) Sifão anti-retorno e (2) Freio aerador
Fonte: CICLO D'ÁGUA *apud* TESTON, 2009, p.134

Ainda dentro do reservatório pode ser instalada a boia mangueira superior que tem a função de captar a água abaixo da lâmina superior da água e o mais longe possível do fundo, pois esta é a água de melhor qualidade para a posterior utilização para fins não potáveis. A NBR 15527/2007 recomenda que a retirada da água do reservatório para a utilização seja a 15 centímetros da superfície. Em caso de locais com grande período de estiagem ou dependendo do tipo de uso destinado ao aproveitamento da água, é importante que se faça o suporte de abastecimento do reservatório de água de chuva com água fornecida pela concessionária, quando for o caso. Para que isto possa ser feito, entretanto, é necessário tomar as devidas providencias para evitar o cruzamento de conexões que possa misturar as duas fontes de água. Para este fim, estão disponíveis no mercado algumas válvulas, como a válvula

solenóide, que detecta a falta de água na cisterna, liberando a entrada de água de uma fonte alternativa.

Dependendo do uso é importante a instalação do sistema de tratamento e desinfecção. A utilização simples do filtro de areia ou de filtros de múltipla camada normalmente atende com eficiência a maioria dos sistemas, mesmo que haja variabilidade da qualidade de água de chuva dependendo da região. De acordo com Macêdo (2000) *apud* Oliveira *et al.* (2007) esse tipo de filtração melhora as características físicas e químicas da água, removendo a turbidez e reduzindo o grau de contaminação microbiana. Há a possibilidade também do tratamento através da cloração. Em 2004 a Embrapa desenvolveu um sistema simples, que pode ser facilmente montado com conexões comuns, para a introdução do cloro na água (OLIVEIRA *et al.*, 2007). Outra forma também disponível no mercado é a utilização de uma lâmpada ultravioleta na tomada da distribuição, que varia de acordo com a vazão de água a ser utilizada.

O sistema de distribuição é constituído pelas tubulações até os pontos de utilização e é recomendado que seja sinalizado com relação a restrição de acesso, pois no caso de uma reforma, por exemplo, não há o risco de cruzar as tubulações de água não potável com água potável. Ainda é de extrema importância a sinalização dos pontos de utilização, para evitar a utilização inadequada da água.

3.3 QUALIDADE DA ÁGUA E MANUTENÇÃO DO SISTEMA

Considerando a utilização de água não potável, para fins menos nobres, a ANA apresenta exigências mínimas de qualidade da água de acordo com as atividades a serem realizadas (Tabela 6) (SAUTCHUK *et al.*, 2005).

Tabela 6: Exigências mínimas para água não potável para as atividades realizadas nos edifícios

Atividade	Exigências
Água para irrigação, rega de jardim, lavagem de pisos	<ul style="list-style-type: none"> - não deve apresentar mau-cheiro; - não deve conter componentes que agredam as plantas ou que estimulem o crescimento de pragas; - não deve ser abrasiva; - não deve manchar superfícies; - não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.

Tabela 6: Exigências mínimas para água não potável para as atividades realizadas nos edifícios (continuação)

Atividade	Exigências
Água para descarga em bacias sanitárias	<ul style="list-style-type: none"> - não deve apresentar mau-cheiro; - não deve ser abrasiva; - não deve manchar superfícies; - não deve deteriorar os metais sanitários; - não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.
Água para refrigeração e sistema de ar condicionado	<ul style="list-style-type: none"> - não deve apresentar mau-cheiro; - não deve ser abrasiva; - não deve manchar superfícies; - não deve deteriorar máquinas; - não deve formar incrustações.
Água para lavagem de veículos	<ul style="list-style-type: none"> - não deve apresentar mau-cheiro; - não deve ser abrasiva; - não deve manchar superfícies; - não deve conter sais ou substâncias remanescentes após secagem; - não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.
Água para lavagem de roupa	<ul style="list-style-type: none"> - deve ser incolor; - não deve ser turva; - não deve apresentar mau-cheiro; - deve ser livre de algas; - deve ser livre de partículas sólidas; - deve ser livre de metais; - não deve deteriorar os metais sanitários e equipamentos; - não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.
Água para uso ornamental	<ul style="list-style-type: none"> - deve ser incolor; - não deve ser turva; - não deve apresentar mau-cheiro; - não deve deteriorar os metais sanitários e equipamentos; - não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.

Tabela 6: Exigências mínimas para água não potável para as atividades realizadas nos edifícios (conclusão)

Atividade	Exigências
Água para uso em construção civil	<ul style="list-style-type: none"> - não deve apresentar mau-cheiro; - não deve alterar as características de resistência dos materiais; - não deve favorecer o aparecimento de eflorescências de sais; - não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.

Com relação à qualidade da água, Periago *et al. apud* Oliveira *et al.* 2007, afirmam que a água da chuva apresenta níveis diferentes de poluentes dependendo da região e também a cada nova precipitação, sendo que, desta forma a água armazenada deve ser constantemente aferida para evitar problemas de saúde nos usuários.

De acordo com a empresa de fornecimento de equipamentos para o sistema de aproveitamento de água da chuva, Sigmatec (2012), a qualidade da água pode ser baixa, média ou alta. Uma qualidade baixa se caracteriza quando o aproveitamento é constituído por uma filtração de baixa eficiência (como caixas de areia, por exemplo) ou sem sistema filtrante. Na qualidade média, a captação é composta por um filtro capaz de remover até 90% das impurezas e para obtenção de uma alta qualidade da água, além de possuir o filtro o sistema deve ser constituído por um tratamento esterilizante (como o ultravioleta ou carvão ativado).

A NBR 15527/2007 também estipula parâmetros para a qualidade de água de chuva para usos não potáveis (Tabela 7), sendo que estipula que os padrões de qualidade devem ser definidos pelo projetista, sendo que a tabela deve ser usada para fins mais restritivos, sendo que não especifica quais são esses fins.

Tabela 7: Parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritivos não potáveis

Parâmetro	Análise	Valor
Coliformes totais	Semestral	Ausência em 100 mL
Coliformes termotolerantes	Semestral	Ausência em 100 mL
Cloro residual livre ^a	Mensal	0,5 a 3,0 mg/L
Turbidez	Mensal	< 2,0 uT ^b , para usos menos restritivos < 5,0 uT
Cor aparente (caso não seja utilizado nenhum corante, ou antes da sua utilização)	Mensal	< 15 uH ^c
Deve prever ajuste de pH para proteção das redes de distribuição, caso necessário	mensal	pH de 6,0 a 8,0 no caso de tubulação de aço carbono ou galvanizado
NOTA Podem ser usados outros processos de desinfecção além do cloro, como a aplicação de raio ultravioleta e aplicação de ozônio.		
^a No caso de serem utilizados compostos de cloro para desinfecção.		
^b uT é a unidade de turbidez.		
^c uH é a unidade Hazen.		

Fonte: ABNT – NBR 15527/2007

Ainda de acordo com a NBR 15527/2007 a manutenção de todo o sistema deve ser feito de acordo com a Tabela 8.

Tabela 8: Frequência de manutenção

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

Fonte: ABNT – NBR 15527/2007

Apesar desta necessidade de monitoramento contínuo e manutenção do sistema a aplicação do aproveitamento de água de chuva eleva o grau de sustentabilidade de uma edificação, pois através da diminuição do consumo de água potável para fins sem essa necessidade e do descarte direto no sistema de drenagem urbana, reduz as demandas nas estações de tratamento de água e de drenagem, resultando em menor consumo de energia e insumos para a ampliação destes sistemas urbanos (OLIVEIRA *et al*, 2007).

Para Andrade, Marinoski e Becker (2010), em algumas situações a água da chuva pode significar a fonte mais viável para se utilizar ou mesmo a única ou de melhor qualidade entre as fontes disponíveis, como para regiões áridas ou semiáridas e pequenas ilhas. Em outros lugares, onde o regime de pluviométrico é favorável, a água de chuva pode ser usada como um recurso hídrico alternativo, para fins não potáveis.

4. AS DIFICULDADES E AS DIRETRIZES PARA A ESCOLHA DO SISTEMA

No presente capítulo, apresentam-se as principais dificuldades encontradas por profissionais na escolha do sistema de aproveitamento de água de chuva para a elaboração de projetos ou a execução destes em edificações. Ainda pretende-se dividir três sistemas de aproveitamento de água de chuva em suas partes, definir parâmetros de análise desses sistemas e através de uma matriz comparativa gerar diretrizes para a escolha do sistema de acordo com a demanda e as necessidades do usuário.

Para que os sistemas analisados possam ser avaliados qualitativamente a partir dos parâmetros, considera-se que, nos três sistemas, a água é coletada do telhado através de calhas e destinada a uma cisterna. Desta, a água é bombeada para um reservatório superior e distribuída para os pontos de utilização. A área do telhado também é fixada como sendo constante, para uma mesma região e para a mesma demanda, de forma que os componentes avaliados em um sistema apresentem o mesmo desempenho dos componentes dos demais sistemas (atendendo às características de precipitação, demanda e área de captação, necessárias para o correto dimensionamento do sistema).

Para isso foi considerado um projeto modelo: uma edificação térrea unifamiliar com área aproximada de 180m^2 . O programa de necessidades estipula que a casa será ocupada por uma família de quatro pessoas e será constituída de: dois quartos, uma sala de estar e jantar, uma cozinha, uma área de serviço, um banheiro e um hall de recepção. A área de telhado que servirá para captação de água pluvial a ser aproveitada é de $200,00\text{ m}^2$. Essa água coletada será utilizada para a descarga da bacia sanitária, irrigação de jardim e lavação de pisos. A área de jardim é de $80,00\text{ m}^2$ e de pisos externos $40,00\text{ m}^2$, onde estão localizadas três torneiras. O índice de precipitação é determinado pela Tabela 9.

Tabela 9: Índice pluviométrico em milímetros - Curitiba

Ano	Mês												Total anual	Desvio em relação a média
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez		
1982	36,10	230,80	55,60	36,10	63,90	240,90	102,20	41,40	18,60	191,50	249,70	141,10	1407,90	-75,33
1983	203,60	64,30	89,10	156,70	300,60	218,40	262,40	5,10	235,80	77,30	43,20	221,30	1877,80	394,57
1984	111,50	22,30	192,00	121,20	150,20	145,70	51,60	193,60	118,30	41,30	164,80	127,20	1439,70	-43,53
1985	33,70	132,90	64,60	97,70	17,10	37,60	27,80	7,30	126,20	55,00	45,40	88,60	733,90	-749,33
1986	227,90	125,40	123,10	84,20	84,10	12,20	36,10	116,10	59,50	98,40	184,70	264,30	1416,00	-67,23
1987	120,50	213,50	26,00	130,00	283,80	112,60	41,40	53,70	87,70	121,00	59,00	141,20	1390,40	-92,83
1988	120,10	125,60	133,20	99,10	276,10	75,40	19,60	1,90	75,90	101,50	28,80	176,30	1233,50	-249,73
1989	304,60	122,80	59,20	154,80	103,20	47,70	130,50	37,50	144,90	85,80	76,40	139,10	1406,50	-76,73
1990	288,30	105,30	214,10	165,00	88,80	88,10	236,90	142,50	116,00	145,10	163,30	82,80	1836,20	352,97
1991	136,70	137,00	188,80	51,00	49,60	131,70	1,60	69,20	38,10	167,50	56,50	163,80	1191,50	-291,73
1992	108,50	157,80	172,00	17,30	292,20	26,00	154,00	150,00	70,10	63,40	115,40	54,80	1381,50	-101,73
1993	249,60	191,20	125,50	87,30	169,90	80,70	110,60	27,40	360,50	178,30	91,80	119,60	1792,40	309,17
1994	228,60	161,60	56,10	77,00	80,40	88,40	124,00	3,40	5,00	139,40	149,90	164,00	1277,80	-205,43
1995	423,50	120,90	126,00	63,60	37,40	104,70	102,10	65,30	148,40	149,90	82,40	150,20	1574,40	91,17
1996	246,00	243,80	238,70	27,00	2,40	113,30	95,90	79,40	192,60	177,10	168,10	233,50	1817,80	334,57
1997	370,00	260,60	52,50	16,50	54,30	144,60	45,60	105,90	159,80	209,40	245,20	160,20	1824,60	341,37
1998	131,50	181,40	318,20	112,60	33,20	93,80	133,80	267,80	369,00	206,40	14,10	108,80	1970,60	487,37
1999	303,60	374,60	120,60	62,80	70,60	64,20	141,20	12,60	116,20	105,40	70,20	120,00	1562,00	78,77
2000	100,00	193,10	119,60	11,40	21,80	121,20	72,00	74,20	223,40	149,60	139,00	183,70	1409,00	-74,23
2001	131,00	376,40	171,80	78,80	180,20	104,20	175,80	46,40	48,60	238,00	132,60	135,40	1819,20	335,97
2002	225,80	186,60	69,20	100,00	106,20	25,60	41,60	104,20	179,20	116,60	170,40	162,10	1487,50	4,27
2003	208,40	141,40	233,20	63,20	10,80	98,00	138,40	10,80	158,40	71,30	154,00	204,00	1491,90	8,67
2004	141,60	57,20	218,60	120,00	117,40	69,50	42,20	18,20	53,00	154,00	58,00	163,40	1213,10	-270,13
2005	108,40	82,00	62,80	121,60	87,70	83,60	136,40	144,40	327,20	230,20	82,30	30,20	1496,80	13,57
2006	159,20	175,40	151,20	13,00	13,00	34,40	45,40	39,20	185,60	52,90	134,80	126,40	1130,50	-352,73
2007	203,40	119,80	128,00	120,00	194,00	0,00	93,40	12,80	89,40	140,20	113,60	166,80	1381,40	-101,83
média mensal de 1982 a 2007:	189,31	165,53	134,99	84,15	111,11	90,87	98,56	70,40	142,59	133,33	115,14	147,26	1483,23	

Fonte: BEZERRA, 2012 (b).

Através destes dados foi possível determinar o volume do reservatório. Para isto foram utilizados os métodos de dimensionamento do volume do reservatório apresentados na NBR 15527/2007 (ANEXO A). Além disso, como forma de comparação dos volumes encontrados na norma, foi calculado o volume através do Decreto 293/2006 de Curitiba (ANEXO B). Os resultados encontrados estão apresentados na tabela 10.

Tabela 10: Resultado para o dimensionamento do volume do reservatório.

Métodos			Volume do Reservatório	
			(m ³)	litros
Método de Rippl			12,02	12016,00
Método da Simulação			5,50	5500,00
Confiança	Vazio	Cheio		
	83,33%	83,33%		
Eficiência	56,53%	54,22%		
Método Prático Australiano			5,50	5500,00
Confiança	Cheio			
	83,33%			
Eficiência	57,19%			
Método Azevedo Neto			12,50	12495,00
Método Prático Alemão			8,12	8121,60
Método Prático Inglês			14,88	14875,00
Volume de chuva aproveitável NBR-15527			15,87	15866,67
Decreto Nº293/2006			0,50	500,00

Fonte: BEZERRA, 2012 (b).

Como pode ser observado, houve grande discrepância entre os volumes calculados, principalmente com relação ao Decreto 293/2006 de Curitiba. Segundo esse dimensionamento, que leva em consideração o número de quartos para o cálculo, o volume exigido é de 300L, sendo que deveria, neste caso, utilizar o mínimo de 500L estipulado pelo Decreto. Para o cálculo dos demais métodos foi considerado 2 litros/dia/área de calçada, 2 litros/dia/área de jardim (Tomaz *apud* Silva; Tassi, 2005) e 6,8 litros de água/descarga da bacia sanitária (considerando 5 descargas por pessoa por dia). Somando esse volume o resultado é de 376 litros de água da chuva por dia, ou seja, o mínimo exigido pelo Decreto 293/2006 (500L) não atende a dois dias, para esta demanda. Os métodos da NBR 15527/2007, entretanto, apresentaram um volume grande que resulta um custo elevado de aplicação. O método Azevedo Neto, por exemplo, resultou em 12,5m³ de volume de água. Este volume é suficiente para trinta e três dias consecutivos sem chuva, considerando a demanda determinada de 376 litros por dia.

De acordo com Giacchini e Andrade (2011), o número máximo de dias sem chuva por mês, em Curitiba entre os anos de 1998 e 2008, é de 12,8 dias (Figura 18). Para a determinação do volume do reservatório de água de chuva, portanto, considerou-se a reserva necessária para atender a 13 dias consecutivos sem chuva, de forma que o volume do reservatório adotado é de:

$$V(L) = \text{demanda diária (L/dia)} \times \text{número de dias}$$

$$V = 375 \times 13 = 4888 \text{ litros}$$

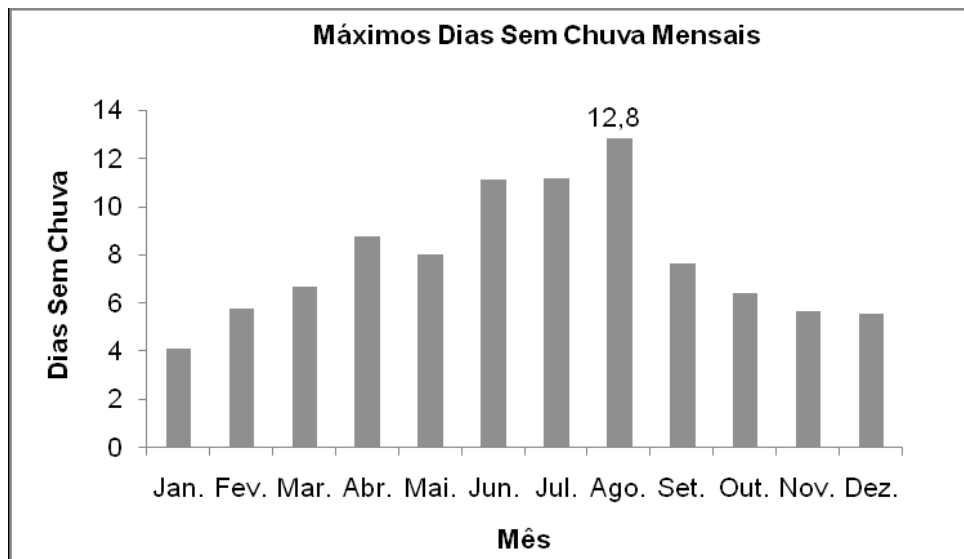


Figura 18: Máximo de dias sem chuva por mês.
Fonte: GIACCHINI E ANDRADE, 2011, p. 38.

Embora o máximo de dias sem chuva por mês não indique que seja o número de dias consecutivos sem chuva, adotou-se o volume de 5.000 litros para o reservatório (cisterna) e mais 500 litros para o reservatório superior, totalizando 5.500 litros de água reservada. Os volumes encontrados pelos métodos de Rippl, Prático Alemão, Azevedo Neto e Prático inglês da NBR 15527/2007 foram considerados altos para a periodicidade de chuvas da cidade de Curitiba. Desta forma, verificou-se a confiança e eficiência para o volume total determinado (5.500 litros) através dos métodos da Simulação e Prático Australiano.

A confiança é estabelecida como a relação entre o período em que o reservatório atende à demanda (não precisa ser abastecido com outra fonte de água) e o período total investigado, que são 12 meses para este estudo de caso. Além da confiança, verificou-se a eficiência do sistema, como sendo a relação do volume de chuva captada e o volume de chuva realmente utilizado, ou seja, o volume que não transbordou. (Bezzera *et. al*, 2010, p. 225)

Portanto, para o este volume, o período total em que o reservatório atende a demanda da água em um ano é de aproximadamente 10 meses (83,33%); e o volume que não transbordou, do total do volume de chuva, é de aproximadamente 56%, ou seja, do total de chuva que poderia ter sido aproveitada, 44% excederam ao volume do reservatório. Esses

dados foram considerados satisfatórios, considerando que a água excedida volta a fazer parte do ciclo hidrológico e que durante aproximadamente dez meses em um ano, não é necessária a utilização da água potável para os fins menos nobres estipulados neste projeto modelo.

Determinado o projeto modelo e o volume do reservatório, os componentes a serem analisados são basicamente o sistema de reservação (cisterna e caixa d'água), sistema de descarte do primeiro fluxo, sistema de filtração de sólidos, sistema extravasor, sistema de sucção de água da cisterna e sistema de realimentação da cisterna com água de outra fonte em caso de estiagem prolongada.

Este capítulo inclui também tabelas a respeito de quais os componentes do sistema são considerados necessários dependendo da demanda para a utilização da água, indicada pelos fornecedores dos sistemas Wisy (Sistema "A") e 3P Technik (Sistema "B"). A grande dificuldade para se determinar os componentes necessários, está em definir o tratamento da água dependendo do uso. A princípio, a maioria dos autores concorda que para usos como rega de jardim, lavagem de carros, pisos e calçadas, descarga de bacias sanitárias, sistemas de ar condicionado e em máquinas/tanques de lavar roupas não é necessário tratamento da água, além da correta instalação dos componentes do sistema (filtros, sifão extravasor, freio d'água e conjunto de sucção). Quanto ao uso para piscinas, alguns autores sugerem a desinfecção da água que pode ser ingerida indiretamente. Outros, entretanto, afirmam que não é necessário fazer tratamento além daquele que normalmente já é feito em piscinas, através da cloração. A tabela 11 apresenta alguns tipos de tratamento indicado de acordo com a utilização da água.

Tabela 11: Tipos de tratamento de acordo com a utilização da água.

Utilização da água	Tratamento necessário
Rega de Jardins	Nenhum Tratamento
Aspersores de Irrigação Combate a Incêndio, Ar-condicionado	Tratamento necessário para manter o armazenamento e equipamentos em boas condições
Lago / Fonte Descarga no Vaso Sanitário Lavar roupas / Lavar carros	Tratamento higiênico é necessário devido ao possível contato humano com a água
Piscina / Banho Beber / Cozinhar	A desinfecção é necessária porque a água é ingerida direta ou indiretamente

Fonte: GROUP RAINDROPS *apud* JAQUES, 2005.

4.1 PROFISSIONAIS: PRINCIPAIS DIFICULDADES

As principais dificuldades encontradas pelos profissionais (arquitetos e engenheiros) acerca dos sistemas de aproveitamento de água de chuva foram determinadas através de um questionário semiestruturado (APENDICE A).

Com o objetivo de verificar se a obrigatoriedade, por lei, de se fazer o aproveitamento de água de chuva interfere no interesse dos usuários em instalar o sistema, além de profissionais de Curitiba, foram entrevistados profissionais de cidades onde esse sistema ainda não é obrigatório. Desta forma, foram entrevistados 30 profissionais, sendo que destes 20 atuam em Curitiba e 10 em outras cidades.

Todos os profissionais de Curitiba entrevistados afirmam conhecer os sistemas de aproveitamento de água de chuva e a lei municipal. Destes, os que têm contato com o cliente, sempre indicam a utilização do sistema, sendo que 50% dos entrevistados responderam que só há interesse dos clientes devido à lei municipal. Quanto aos custos de implantação do sistema, 28% responderam que os clientes acham o sistema caro, 14% afirmaram que os clientes consideram o custo benefício favorável e 58% disseram que geralmente os clientes não questionam o valor, visto que é obrigatório.

Dos profissionais de outras cidades, onde não há lei que regulamente o aproveitamento de água pluvial, a grande maioria afirmou que conhece o sistema e que os clientes se interessam pela utilização quando as vantagens são apresentadas, principalmente para irrigação de jardins. Entretanto, a avaliação feita pelos clientes geralmente está baseado no custo de implantação. Quando o sistema oferecido é mais simples, somente com reservatório elevado, sem a necessidade de bombeamento e cisterna, é mais aceito por se tornar mais barato. Um problema apresentado por estes profissionais é a dificuldade de aquisição dos filtros, que geralmente não estão disponíveis no mercado local.

Através da informação de que 50% dos profissionais entrevistados afirmam que o cliente só demonstra interesse devido à obrigatoriedade de se implantar o sistema, indica que a lei faz com que mais sistemas sejam implantados. Entretanto, avaliando as respostas dos profissionais atuantes em cidades onde não é obrigatório o uso, se o sistema é oferecido e apresentado adequadamente, demonstrando as vantagens de utilização, na maioria das vezes os clientes aceitam a utilização do sistema em seus projetos. Ou seja, o interesse pela implantação do sistema está mais associado à informação com relação às vantagens e funcionamento do que à regulamentação por lei da obrigatoriedade de uso.

Quanto à norma ABNT NBR 15527/2007, a grande maioria a conhece, mas poucos a leram. Dos que leram, muitos consideram a norma vaga de informações e sentem dificuldade nos métodos de dimensionamento do reservatório.

Quanto aos principais problemas encontrados para a especificação dos componentes e para o dimensionamento do sistema, foram citadas dificuldades em:

- ✓ Dimensionar o reservatório;
- ✓ Determinar o tipo de reservatório apropriado (concreto, fibra de vidro, polietileno);
- ✓ Determinar o posicionamento do reservatório (elevado, enterrado);
- ✓ Determinar a demanda da água, que pode variar muito;
- ✓ Escolher entre fornecedores dos componentes (quais as peculiaridades de cada opção);
- ✓ Determinar o sistema que mantenha o reservatório com possibilidade de uso (cheio ou parcialmente cheio);

Ao tratar dos possíveis usos destinados para o aproveitamento da água pluvial, a maioria dos entrevistados concordou quanto ao uso da água para irrigação de jardim, lavação de carros, pisos e calçadas e descarga de bacias sanitárias, sem tratamento para potabilidade. Os usos para piscina e lavação de roupas (tanque / máquina de lavar) foram, na maioria das respostas, classificados como impróprios, sem a desinfecção. Como a água da chuva varia suas qualidades, dependendo da região e superfície de coleta, recomenda-se o tratamento da água para esses fins, que possibilite o contato primário com os usuários. Não é necessário, contudo, que se torne potável, apenas que mantenha as boas condições de manutenção dos equipamentos e da qualidade da água necessária para estes fins.

4.2 SISTEMAS ANALISADOS

Os sistemas utilizados para comparação neste trabalho foram determinados a partir da disponibilidade dos componentes e materiais no mercado atualmente.

O sistema “A” é basicamente composto pelos filtros e componentes com a tecnologia alemã Wisy, revendidos no Sul do Brasil pela Acquatech. Além dos dados destes componentes, os demais dados sobre a cisterna, o reservatório elevado e o conjunto de bombeamento, também foram fornecidos pelo representante e proprietário da empresa, Jaime Carniel.

O sistema “B” é composto por filtros com a tecnologia 3P Technik, da Alemanha, representados em Curitiba pela empresa Irrigarden. Os dados para a determinação deste sistema foram fornecidos por Joana Schimitt Von Tempski, representante da empresa.

O sistema “C” é um sistema alternativo, formado por componentes montados e construídos *in loco*, com materiais de fácil acesso. O objetivo da introdução deste sistema no trabalho é atender a dificuldade encontrada pelos profissionais que atuam em cidades onde é difícil adquirir os filtros e demais componentes que são apresentados nos sistemas “A” e “B”.

4.2.1 SISTEMA “A” (WISY – ACQUATECH)

O sistema “A” é composto por filtro de descarte de sólidos, freio aerador, ladrão sifonado com válvula de retenção, boia flutuante, realimentador automático, cisterna, conjunto de bombeamento, caixa d’água elevada, filtro de micras e dosador de cloro, como pode ser visualizado na figura 19. A determinação do sistema foi feita pelo representante da tecnologia Wisy no sul do Brasil, Jaime Carniel. A sua orientação é que para utilização da água em bacias sanitárias, além dos filtros e demais componentes, seja feito um tratamento com filtro de micras e cloro. Para Andrade, Marinoski e Becker (2010) não há evidências epidemiológicas que justifiquem a necessidade de desinfecção da água da chuva para uso em descarga de bacias sanitárias. Porém, como existem alguns autores que indicam o tratamento para evitar qualquer problema caso ocorra o contato com essa água, no sistema “A”, foi seguida a orientação do representante e fornecedor. Entretanto, o componente de desinfecção não foi usado como comparativo para o estudo com os outros dois sistemas, que não possuem nenhum tratamento da água, além dos filtros e da instalação correta dos demais dispositivos de proteção sanitária da cisterna.

Quanto à manutenção do sistema, segundo Carniel (2012), a orientação sobre limpeza é dada quando o cliente adquire o sistema e é muito simples de ser feita. Apenas quando o cliente solicita a empresa oferece o serviço de manutenção.

Veja como funciona o sistema "A"

(Atende a norma ABNT-NBR nº 15.527)

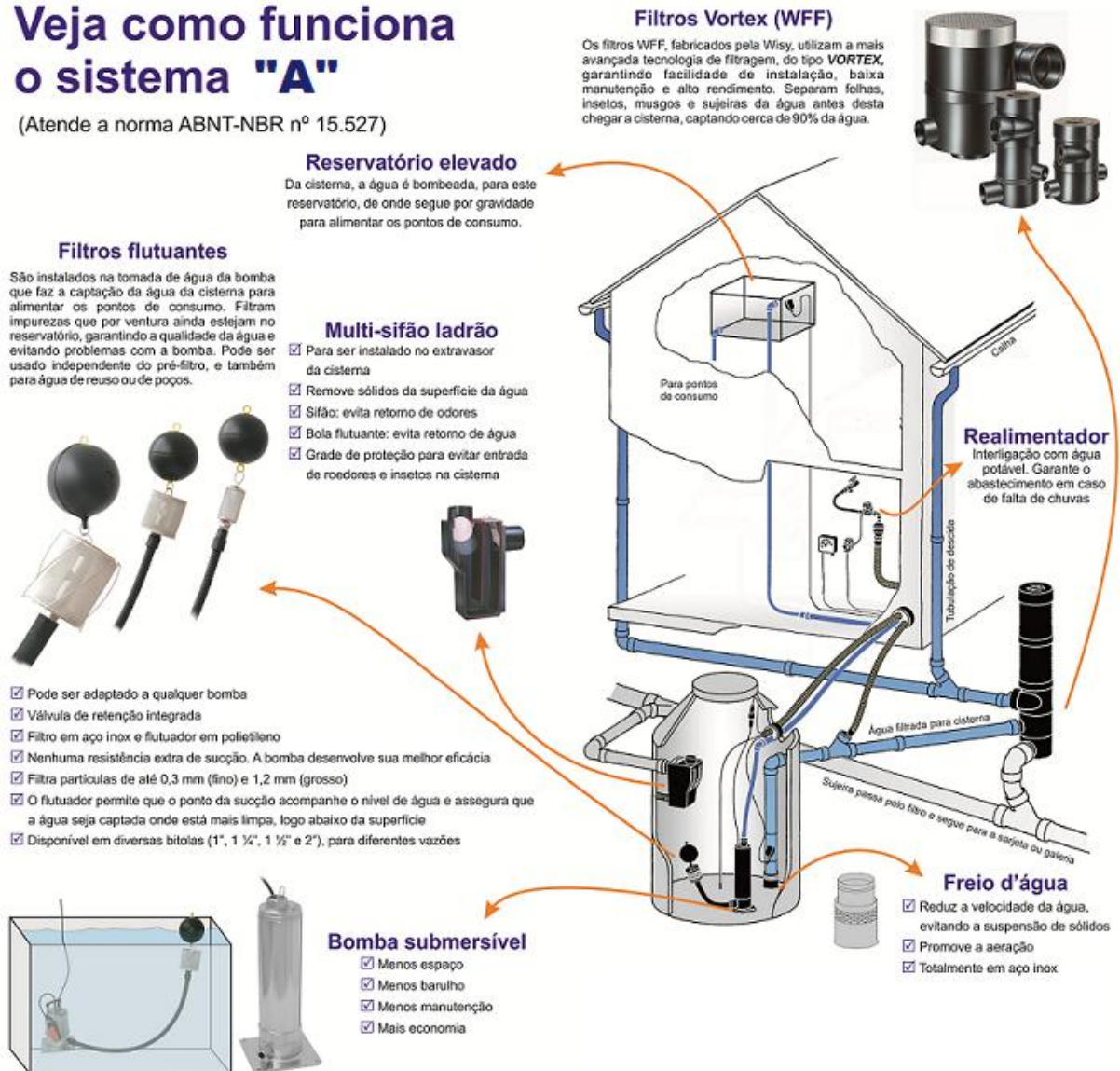


Figura 19: Funcionamento do sistema "A" com seus componentes.

Fonte: CARNIEL, 2012.

O filtro de descarte de sólidos especificado para o sistema "A" foi o filtro Vortex WWF 100 (Figuras 20 e 21). Este filtro é fabricado na Alemanha, pela empresa Wisy e filtra a água para área de coleta de telhado de até 200m². A Wisy também possui filtros, com a mesma tecnologia deste, para até 3.000m² de telhado (WISY, 2012). Sua instalação é feita nos tubos horizontais que ligam o sistema de transporte à cisterna, ajustáveis para conexões de entrada e saída da água adaptando-se a qualquer situação de instalação, podendo ser utilizado o prolongador, quando há a necessidade de instalação enterrada, para facilitar o acesso. São fabricados com polipropileno reciclado e aço inox (filtro interno). Captam cerca de 90% da água e resistem à carga de 30 toneladas de compressão. Filtra até partículas de 0,28mm e pode ser utilizado também para filtragem mecânica de águas de reuso (águas cinzas). Este filtro,

além de ser separador de resíduos sólidos, funciona como uma válvula de descarte de primeiro fluxo. Isto acontece porque, segundo Braga, 2009 em função da geometria, até que a tela de filtragem esteja totalmente úmida, a água passa direto pelo filtro sendo descartada. Uma desvantagem é que não é possível dimensionar o volume de água descartado. A entrada de água no filtro, portanto, acontece de forma tangencial às paredes do mesmo, forçando o movimento centrífugo da água. O custo deste filtro com o cesto de inox coletor de sujidades, segundo Carniel (2012) é de R\$2.120,00 e possui garantia de 10 anos. Quanto à manutenção do filtro, é necessária uma limpeza a cada dois meses, dependendo das condições do local de coleta da água (telhado).



Figura 20: Filtro Vortex WWF 100.
Fonte: WISY, 2009/2010.



Figura 21: Peças do filtro Vortex WWF 100.
Fonte: CATÁLOGO TECNICO ACQUASTOCK *apud* BRAGA, 2009, p 106.

O freio aerador do sistema também é fabricado pela empresa Wisy, na Alemanha. Fabricado em aço inox, com diâmetro de 100 milímetros (Figura 22). É instalado no fundo da cisterna e tem a função de reduzir a velocidade da água que chega no reservatório, evitando a suspensão de sólidos que depositados no fundo. Seu custo é de R\$350,00 e também não houve necessidade de troca por defeito em seis anos, segundo Carniel (2012) e a limpeza acontece de forma automática. Garantia fornecida pelo representante de 10 anos.



Figura 22: Freio Aerador Wisy.

Fonte: CATÁLOGO TECNICO ACQUASTOCK *apud* BRAGA, 2009, p. 110.

O extravasor (ladrão sifonado com válvula de retenção) é também da Wisy, fabricado em plástico ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*) e aço inox, na Alemanha (Figura 23). Essa peça descarta o excesso de água, inclusive o biofilme que se forma na superfície da lâmina d'água, devido à sua geometria. É sifonada o que evita o retorno de odores e possui uma esfera que impede o retorno de água das galerias pluviais. É constituída também de uma tela em aço inox que impede a entrada de roedores e insetos. Disponível para tubulações com diâmetros de 100mm. A peça, fornecida pela Acquatech, que oferece garantia de 10 anos, custa R\$ 240,00, de acordo com Carniel (2012).

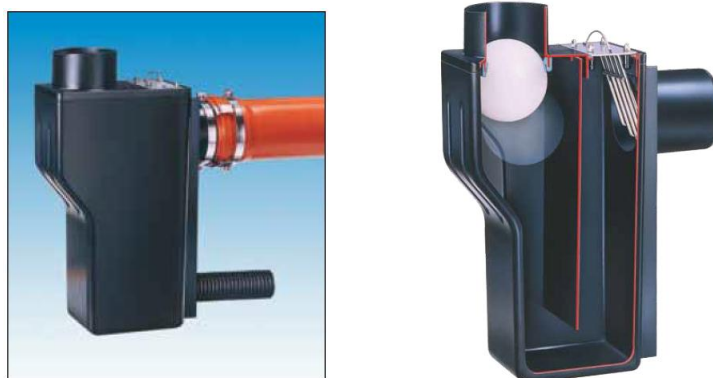


Figura 23: Sifão ladrão Wisy.

Fonte: WISY, 2009/2010.

A boia flutuante, também da Wisy, é fabricada em polietileno reciclado e aço inox e tem a função de captar a água da cisterna que será bombeada para o reservatório superior. A peça escolhida para este sistema “A” foi o filtro flutuante grosso (SAGF), visto que a água já passou por uma primeira filtragem no Filtro Vortex WWF. Esse filtro flutuante filtra sólidos maiores que 1,2 milímetros e está disponível nas bitolas de 1”, 1 ¼”, 1 ½” e 2” (Figura 24). Segundo Carniel (2012) há a necessidade de se fazer a limpeza da peça a cada seis meses. O filtro com bitola de 1” foi escolhido para o Sistema “A”, recomendada pelo fornecedor, pois atende a uma demanda de até 3000litros/hora, e custa R\$ 930,00.

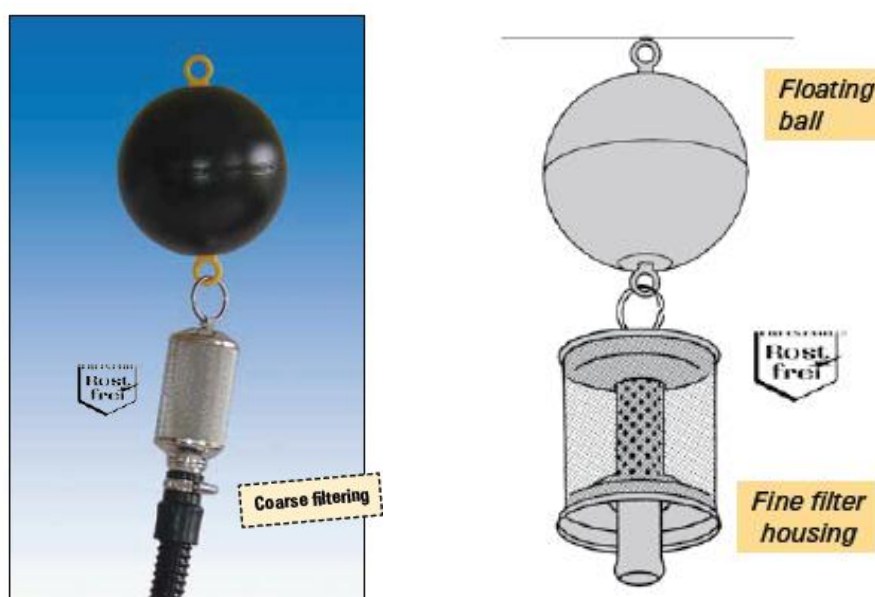


Figura 24: Filtro flutuante - Wisy.
Fonte: WISY, 2009/2010.

Como o aproveitamento da água de chuva determinado atenderá a demanda das bacias sanitárias, foi previsto neste sistema o realimentador automático da cisterna, de forma que, em caso de estiagem prolongada, a cisterna é abastecida pela água da concessionária (ou outra fonte) que abastece a edificação. Este componente é composto por: torneira com registro, mangueira, acionador de descarga (válvula solenoide), conector, bocal separador e boia de nível (CARNIEL, 2012). A figura 25 representa as peças.

O funcionamento deste componente se dá da seguinte forma: a boia de nível detecta o baixo nível de água da cisterna e aciona a válvula solenoide que se abre permitindo a entrada de água da fonte complementar. O bocal separador é uma peça fundamental, pois evita o contato da água de chuva com a água da rede. Este componente também é da Wisy, fabricada na Alemanha. Segundo Carniel (2012), o realimentador automático com vazão de 2m³/h e

127V de voltagem, com cabo de 2m de comprimento, custa R\$350,00 e foi escolhido para o Sistema “A”, visto que o diâmetro deve ser no máximo igual ao diâmetro do hidrômetro de entrada da SANEPAR, que geralmente é de 3/4". Quanto a limpeza, é necessária a cada 6 meses. A figura 26 representa a imagem do realimentador automático.

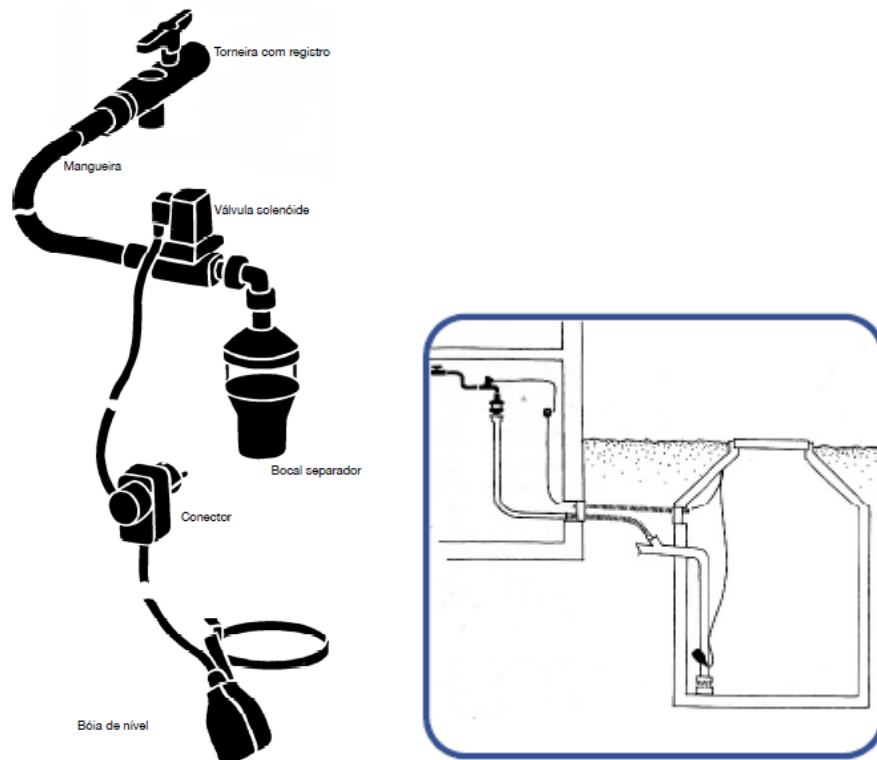


Figura 25: Peças do realimentador automático.
Fonte: WISY, 2009/2010.



Figura 26: Realimentador automático.
Fonte: WISY, 2009/2010.

A cisterna escolhida para o sistema é a cisterna de poliéster reforçado com fibra de vidro, da Fibratec (Figura 27). Possui garantia de cinco anos (FIBRATEC, 2012). Segundo Carniel (2012) a cisterna custa R\$ 3.500,00 e recomenda-se uma limpeza a cada dois anos, embora, “a limpeza da cisterna talvez nunca precise ser feita” (CARNIEL, 2012, p.2). É fabricada em Chapecó (SC). A cisterna é fabricada para o armazenamento de água de chuva, podendo ser subterrânea ou de superfície, possui interior liso e sem reentrâncias, evitando o desenvolvimento de micro-organismos. Está disponível para volumes de 2.000 litros a 25.000 litros.

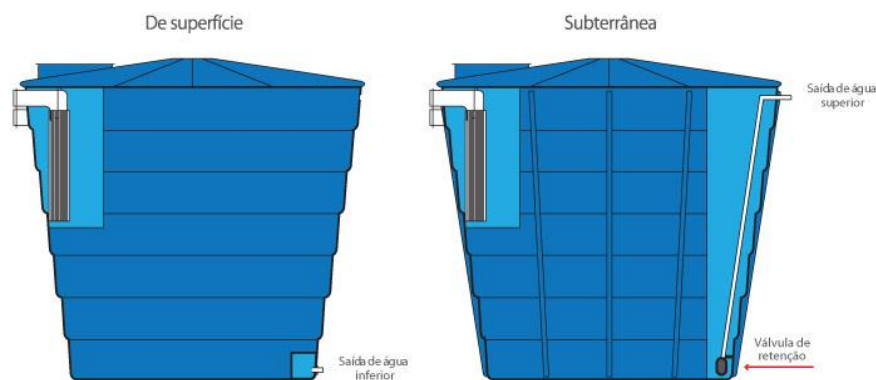


Figura 27: Cisterna Fibratec
Fonte: FIBRATEC, 2012.

O conjunto de bombeamento escolhido para o Sistema “A” foi: Motobomba submersa Syllent de $\frac{3}{4}$ hp + Quadro de Comando e Proteção + 2 Bóias Eletronível (Sup=2 m / Inf=5 m). R\$1400,00. Essa motobomba possui 1 ano de garantia e deve-se fazer manutenção a cada 6 meses. É fabricada pela empresa Brasileira Mundial S.A, que possui uma política ambiental na empresa, através da gestão de resíduos, tratamento de efluentes e melhorias na educação ambiental de seus funcionários (MUNDIAL, 2012). A motobomba submersa é mais silenciosa, ocupa menos espaço e precisa de menos manutenção, segundo Carniel (2012).

A caixa d’água escolhida para esse sistema é a caixa d’água de 500 litros de polietileno da Fortlev, disponível na Acquatech por R\$200,00. Possui garantia de 5 anos e está disponível em várias dimensões (de 100 litros a 5.000 litros). É produzida no estado de São Paulo.

O sistema de tratamento e desinfecção sugerido por Carniel (2012) foi o filtro 9.3/4” com cartucho de 15 micras (que possui um custo menor que o de papel plissado de 50 micras). Esse filtro pode ser instalado antes do reservatório ou logo após a bomba. Se for instalado após a bomba preservará a caixa d’água elevada mais limpa. Esse filtro precisa ser

trocado a cada 6 meses. O conjunto completo custa R\$100,00 (Figura 28). Para a desinfecção o recomendado foi o dosador de cloro EX-0005-04 que apresenta uma vazão de até 500mililitros por hora e suporta até 40 metros de coluna d'água do sistema de bombeamento. Segundo Carniel (2012) esse dosador de cloro é suficiente pois irá utilizar cerca de 40 mililitros para 1.000 litros de água da chuva. A recomendação é que se utilize solução de hipoclorito de sódio a 3%. Esse sistema é instalado na parede e injetado na tubulação de recalque (Figura 29). O hipoclorito precisa ser substituído a cada 3 meses. A solução com 12% custa R\$2,50 por litro, sendo que deve ser diluída em três litros de água para atender aos 3% sugeridos. O dosador de cloro custa R\$590,00 na Acquatech.



Figura 28: Filtro de micras
Fonte: CARNIEL, 2012.



Figura 29: Dosador de cloro instalado na parede
Fonte: CARNIEL, 2012.

A Tabela 12 representa um resumo acerca dos componentes dos sistema “A”.

Tabela 12: Resumo das características dos componentes do Sistema “A”

Empresa: AcquaTech		PARÂMETROS							
SISTEMA	COMPONENTES	*Durabilidade	*Custo	*Manutenção	Eficiência	Maleabilidade de dimensionamento	Maleabilidade e de instalação	Sustentabilidade	
								Materiais	Local de Produção
"A"	Cisterna (5.000L - FIBRATEC)	5 anos	R\$ 3.500,00	2 anos	Mesma função das demais	Disponível para várias capacidades de volume (de 2.000 L a 25.000 L)	Adaptável para aproveitamento de água de chuva	Poliéster reforçado com fibra de vidro	Fabricada no Brasil, em Chapecó (SC)
	Filtro de descarte dos primeiros minutos de chuva e eliminação de sólidos (WISY - WWF 100 até 200m2)	10 anos	R\$ 2.120,00	2 meses	Descarta os primeiros mm de chuva e filtra os sólidos	Filtros de vários tamanhos (atende desde 200m2 de telhado até 3.000m2)	Facilidade de instalação (giro) + prolongador	Polietileno reciclado e aço inox	Fabricado na Alemanha
	Freio Aerador (WISY - Ø100)	10 anos	R\$ 350,00	automático	Mesma função das demais	Somente Ø100mm	Somente Ø100mm	Aço inox	Fabricado na Alemanha
	Conjnto de sucção (FILTRO FLUTUANTE GROSSO- WISY)	10 anos	R\$ 930,00	6 meses	Possibilita vários diâmetros de filtragem, dependendo do uso	Existem os filtros fino e grosso, com diâmetros de 1", 1.1/4", 1. 1/2" e 2".	Mangueiras flexíveis e diversos tipos de conectores	Polietileno reciclado e aço inox	Fabricado na Alemanha
	Motobomba (Conjunto de Bombeamento ¾ hp para até 20 m.c.a - bomba submersa)	1 ano	R\$ 1.400,00	6 meses	Além da motobomba apresenta automatização	Vários modelos e potências	Vários diâmetros de tubulação, dependendo da potência da motobomba	Vários	Fabricado no Brasil, em Santa Catarina e Rio Grande do Sul
	Sifão extravasor (WISY)	10 anos	R\$ 240,00	6 meses	Além de impedir o retorno de odores e a entrada de roedores, impede o retorno de água da galeira.	Somente Ø 100mm	Somente Ø 100mm	Plástico ABS e aço inox	Fabricado na Alemanha
	Sistema de realimentação por outra fonte de água (REALIMENTADOR AUTOMÁTICO - WISY)	1 ano	R\$ 350,00	6 meses	Impede o retorno de água, através de dispositivo que evita o cruzamento de tubulações	Disponível para 5 vazões diferentes, com comprimento de mangueira, bitolas e diâmetros do bocal variados.	Adaptável às peças como torneira, por exemplo	Vários	Fabricado na Alemanha
	Reservatório superior (CAIXA D'ÁGUA 500L - FORTLEV)	5 anos	R\$ 200,00	1 ano	Mesma função das demais	Disponível para várias capacidades de volume (de 100 L a 5.000 L)	Vários pontos para furação para instalação das tubulações	Polietileno	Fabricada no Brasil, em Santa Catarina
	Sistema de tratamento e desinfecção (FILTRO DE MICRAS + DOSADOR DE CLORO)	É necessário trocar	R\$100,00 + R\$590,00	6 meses / 3 meses	----	Diversas opções de tratamento, dependendo da demanda e vasão	Diversas opções de tratamento, dependendo da demanda e vasão	----	----

* Durabilidade: garantia fornecida pelo representante

* Custo: em reais, na Acquatech

* Manutenção: a cada quanto tempo é necessário fazer a manutenção (geralmente somente limpeza)

4.2.2 SISTEMA “B”

O sistema “B” foi definido juntamente com Joana Schimitt Von Tempski, representante da empresa Irrigarden em Curitiba, que fornece os sistemas com a tecnologia alemã 3P Technik, sendo que alguns materiais são produzidos no Brasil e alguns importados da Alemanha. Segundo a representante, a tendência é que os componentes dos filtros, que são produzidos aqui, voltem a ser importados da Alemanha, devido ao custo dos moldes necessário para a fabricação e ao grande desgaste destes moldes. Segundo ela, a empresa já foi comunicada da mudança, o que causará uma mudança nos preços em breve. Quando solicitado informações a respeito dos equipamentos necessários para os fins determinados neste trabalho, foi definido que é necessário o uso do kit completo de captação de água de chuva com filtro, sifão, freio d’água (ou aerador), conjunto de sucção e boia mangueira (Figura 30), sem a necessidade de desinfecção da água. Segundo a representante, se o sistema for instalado corretamente e for feita a manutenção necessária, não há a necessidade de tratamento e desinfecção da água.

A empresa Irrigarden não fornece diretamente o serviço de manutenção do sistema, como a limpeza de filtros, por exemplo. Para isto, indica um profissional e orienta o cliente acerca da necessidade de manutenção, que é bastante simples. Quando há algum problema de funcionamento, a empresa oferece suporte, agendando um horário para identificar o problema e propor uma solução, geralmente mediante uma taxa de visita. (Tempski, 2012).

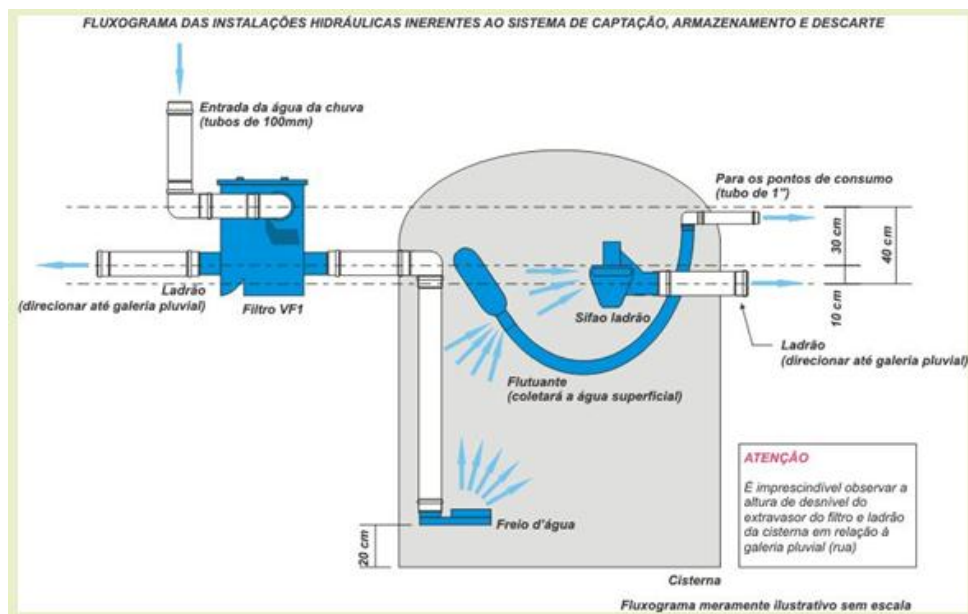


Figura 30: Fluxograma das instalações hidráulicas para o sistema de captação de água de chuva
Fonte: ECOCASA, 2012.

O filtro de descarte de sólidos deste sistema é o VF1 da 3P Technik. Esse filtro possui duas entradas para água da chuva. É dividido por uma tela que conduz as impurezas para o descarte e libera a passagem da água filtrada para o reservatório (Figura 31). Esse filtro atende até 200m² de telhado no Brasil, mas há outros filtros como o VF6 que atende até 1.500m² de telhado, sendo que esses mesmos filtros na Alemanha atendem respectivamente até 360m² e 3000m². Isto acontece porque, quando trazidos para o Brasil, foram adaptados para os índices pluviométricos locais, portanto os filtros da 3P Technik correspondem, em dimensionamento, aos da Wisy. A empresa Irrigarden fornece também o filtro para telhados menores, de até 50m². Para facilitar a instalação em caso de cisterna enterrada, assim como o filtro Vortex (Wisy), é possível instalar o prolongador, facilitando o acesso para manutenção do filtro (Figura 32). É constituído por dois bocais de entrada da água com diâmetro de 100mm, um bocal de saída de água para o tanque com diâmetro 100mm e um bocal de saída para água e impurezas descartadas de 125mm. É fabricado em polietileno e aço inox, sendo que apenas o filtro interno é importado da Alemanha. Custa R\$993,00 na empresa Irrigarden de Curitiba e, segundo Tempski (2012), é aconselhável que se faça a limpeza a cada três meses, dependendo das condições locais. Garantia de 10 anos.



Figura 31: Filtro VF1 – 3P Technik.
Fonte: ECOCASA, 2012.

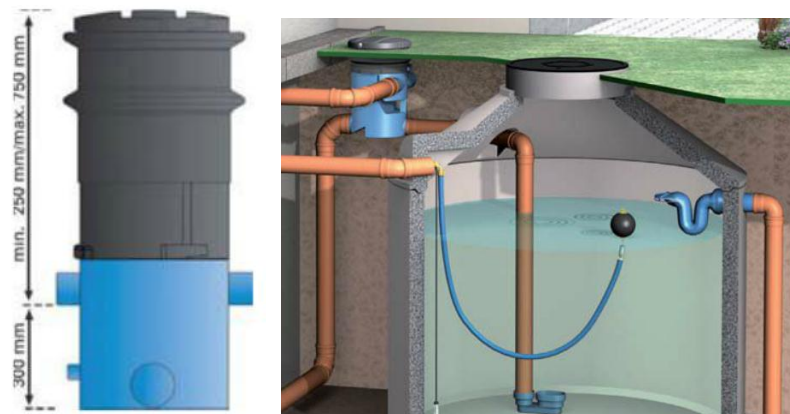


Figura 32: Filtro VF1 – 3P Technik com prolongador e instalação.
Fonte: 3P TECHNIK, 2012.

O freio aerador ou freio d'água (Figura 33) é fabricado em polietileno, no Brasil. Está disponível em dois diâmetros (100mm e 200mm), sendo que para o presente estudo será utilizado o freio d'água de 100mm, que custa R\$71,00 na Irrigarden de Curitiba e possui garantia de 10 anos.



Figura 33: Freio d'água – 3P Technik.
Fonte: TEMPSKI, 2012.

O sifão ladrão do sistema “B” (Figura 34) também é fornecido pela empresa Irrigarden, com a tecnologia alemã 3P Technik, mas produzido no Brasil, em polietileno. É possível encontra-los no Brasil com dois diâmetros, 100mm e 200mm, para projetos residenciais e industriais, respectivamente. O sifão de 100mm custa R\$151,00 e manutenção (limpeza) deve ser feita uma vez por ano. Possui garantia de 10 anos. Tem a mesma função do extravasor apresentado no sistema “A”, impedindo a entrada de animais e insetos para dentro do reservatório.



Figura 34: Sifão ladrão – 3P Technik.
Fonte: CATÁLOGO TECNICO 3P TECHNIK *apud* BRAGA 2009, p. 111.

O sistema de sucção da água da cisterna é feito através da boia mangueira: um dispositivo parecido com a boia flutuante da Wisy. Fabricado em polietileno, bronze e aço inoxidável, no Brasil. Capta a água para recalque alguns centímetros abaixo da superfície. Está disponível na Irrigarden com mangueiras de 1” e de 2”, embora, segundo Tempski (2012), geralmente é utilizada a mangueira de 1” em virtude das bitolas usuais das bombas de recalque. A garantia do produto é de 1 ano e sua manutenção deve ser feita uma vez ao ano. Na Irrigarden custa R\$320,00. A boia mangueira pode ser visualizada na figura 35.



Figura 35: Boia mangueira – 3P Technik.
Fonte: 3P TECHNIK, 2012.

Segundo Tempski (2012) é aconselhável fazer a realimentação da água na cisterna e não na caixa d’água elevada. Isto evita que a cisterna fique vazia, e sofra dilatação ou retração, dependendo das características do solo. Além disso, evita problemas de possíveis vazamentos dentro da casa do cliente. Por esse motivo, neste sistema, a realimentação também é feita na cisterna. Este sistema conta com a válvula solenoide e uma boia de nível, que irá indicar quando a cisterna deve receber água da fonte alternativa de água. Visto que a cisterna possui um volume muito grande de água, é possível adaptar a altura da boia para que esse abastecimento cesse, permitindo a entrada apenas do volume mínimo de água necessário. A empresa não disponibiliza um dispositivo específico para evitar o contato das águas pluvial e potável. Esse dispositivo é feito através de diferenças de nível entre as tubulações ou com sifões feitos com a própria tubulação de PVC que impedem a entrada da água da chuva na tubulação de água potável. A válvula solenoide com a boia de nível, na Irrigarden, custa R\$140,00. Este sistema necessita de manutenção uma vez ao ano e possui garantia de 1 ano.

A cisterna escolhida para este sistema é uma cisterna em polietileno da Amanco (Figura 36). É fornecida pela empresa Irrigarden e, para atender ao volume determinado no

presente estudo, o reservatório disponível é de 6.000 litro (há também reservatórios para 2.100 litros, 3.300 litros e 10.000 litros). Seu custo é de R\$ 3.600,00 e recomenda-se a limpeza uma vez por ano. É fabricada em Joinville (SC) e possui garantia de 10 anos. A empresa Amanco é uma empresa que possui o sistema de gestão ambiental baseado na norma ISO 14001 e apresenta a ‘eficiência’ como um dos seus pilares para o desenvolvimento sustentável. Desde de 2001 a Amanco Brasil reduziu seu gasto com água para 1/3 do consumo inicial (AMANCO, 2012).

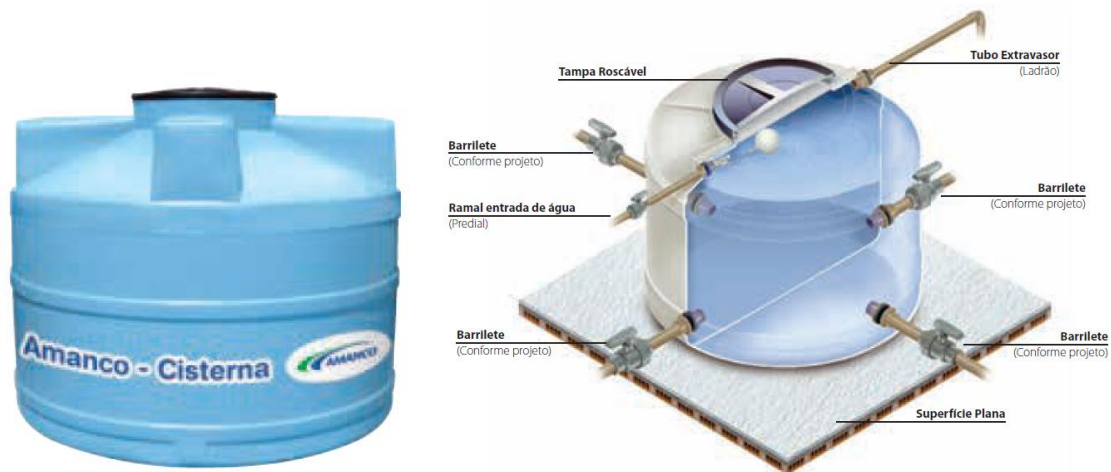


Figura 36: Cisterna - Amanco.
Fonte: AMANCO, 2012.

O conjunto de bombeamento sugerido por Tempski (2012) para esse sistema foi uma moto-bomba centrífuga da Schneider de 1/3CV e duas boias de nível, uma para a cisterna e outra para a caixa d’água elevada. Neste sistema não está incluso o quadro de comando. O conjunto custa R\$434,00 na Irrigarden. Garantia de 1 ano.

A caixa d’água escolhida para esse sistema é de dupla camada de polietileno, de 500L da Amanco (Figura 37). Possui 10 anos de garantia e está disponível com volumes de 310 litros, 500 litros ou 1.000 litros.



Figura 37: Caixa d’água - Amanco.
Fonte: AMANCO, 2012.

A tabela 13 representa, em resumo, as características dos componentes do sistema “B”.

Tabela 13: Resumo das características dos componentes do Sistema “B”

Empresa: Irrigarden		PARÂMETROS							
SISTEMA	COMPONENTES	*Durabilidade	*Custo	*Manutenção	Eficiência	Maleabilidade de dimensionamento	Maleabilidade de instalação	Sustentabilidade	
								Mateirais	Local de Produção
"B"	Cisterna (6000L - polietileno amanco)	10 anos	R\$ 3.600,00	1 ano	Mesma função das demais	Disponível para várias capacidades de volume (de 2.100 L a 10.000 L)	Vários pontos para furação para instalação das tubulações	Polietileno de alta densidade	Fabricada no Brasil, em Joinville (SC)
	Filtro de descarte dos primeiros minutos de chuva e eliminação de sólidos (VF1 - até 200m2)	10 anos	R\$ 993,00	3 meses	Apenas faz a filtração e eliminação de sólidos	Filtros de vários tamanhos (atende desde 50m2 de telhado até 1.500m2)	Prolongador	Polietileno	Filtro interno em aço inox importado da Alemanha e os demais componentes fabricados no Brasil
	Freio Aerador (tecnologia 3P Technik)	10 anos	R\$ 71,00	1 ano	Mesma função das demais	Ø100mm, Ø200mm	Ø100mm, Ø200mm	Polietileno	Fabricado no Brasil (PR)
	Conjunto de sucção (BOIA MANGUEIRA - Tecnologia 3P Technik)	10 anos	R\$ 320,00	1 ano	Filtra os sólidos, mas apresenta apenas um diâmetro de filtração	mangueiras de 1" e 2"	Mangueiras flexíveis e diversos tipos de conectores	Vários	Fabricado no Brasil (PR)
	Motobomba (Conjunto de Bombeamento 1/3 hp shnider + 2 bóias elétricas)	1 ano	R\$ 434,00	1 ano	Faz apenas o bombeamento	vários modelos e potências	vários diâmetros de tubulação, dependendo da potência da motobomba	Vários	Fabricada no Brasil, em Joinville (SC)
	Sifão extravasor (ACQUASAVE)	10 anos	R\$ 151,00	1 ano	Impede o retorno de odores e a entrada de rodeores	Ø100mm, Ø200mm	Ø100mm, Ø200mm	Polietileno	Fabricado no Brasil (PR)
	Sistema de realimentação por outra fonte de água (REALIMENTADOR AUTOMÁTICO - solenóide + boia de nível)	1 ano	R\$ 140,00	1 ano	Necessita de uma correta instalação através de sifonamento para impedir a conexão cruzada	1"	adaptável às peças	Vários	Fabricado no Brasil (PR)
	Reservatório superior (CAIXA D'ÁGUA 500L - AMANCO)	10 anos	R\$ 251,50	1 ano	Mesma função das demais.	Disponível para várias capacidades de volume (de 310 L a 1.000 L)	Vários pontos para furação para instalação das tubulações	Polietileno em dupla camada	Fabricada no Brasil, em Joinville (SC)
	Sistema de tratamento e desinfecção (FILTRO DE MICRAS + DOSADOR DE CLORO)	----	----	----	----	----	----	----	----

* Durabilidade: garantia fornecida pelo representante

* Custo: em reais, na Irrigarden

* Manutenção: a cada quanto tempo é necessário fazer a manutenção (geralmente somente limpeza)

4.2.3 SISTEMA “C”

O sistema “C” foi escolhido com o objetivo da utilização de materiais locais para compor o sistema de coleta de água pluvial. A abordagem desta utilização é justificada pelo apelo social do uso destes sistemas: é possível aproveitar a água com materiais e mão-de-obra locais. Embora não justifique a falta desta tecnologia para sistemas industrializados que poderiam ser mais produzidos no Brasil, diminuindo os gastos energéticos com transporte e, provavelmente, os gastos com energias não renováveis para produção destes componentes em países europeus.

Esse sistema está baseado, em parte, no sistema de aproveitamento utilizado na Casa Eficiente da UFSC (uma parceria entre o Laboratório de Eficiência Energética em Edificações - LABEEE, a ELETRISUL - Centrais Elétricas S.A. e a ELETROBRAS - Centrais Elétricas Brasileiras). Deste projeto foram aproveitadas ideias para o sifão ladrão, filtro de descarte dos primeiros milímetros de chuva e da cisterna (moldada em concreto armado *in loco*). O filtro de sólidos está baseado em um sistema de retenção de partículas sólidas. A concepção da realimentação da água de chuva por outra fonte é especificada com uso de mais um reservatório, tubos e conexões de PVC, registros e válvula de retenção. Por motivos de falta de referências bibliográficas, o freio aerador e o conjunto de sucção deste sistema serão os mesmos do sistema “B”, por representar um custo menor de instalação.

Abaixo segue imagem ilustrativa do sistema de abastecimento de água com aproveitamento de água de chuva da Casa Eficiente (Figura 38). A principal diferença deste para o Sistema “C” apresentado neste trabalho é o filtro de descarte de sólidos, substituído pelo sistema de retenção de partículas sólidas, que foi demonstrado pela figura 16 e será descrito novamente, em sequência.

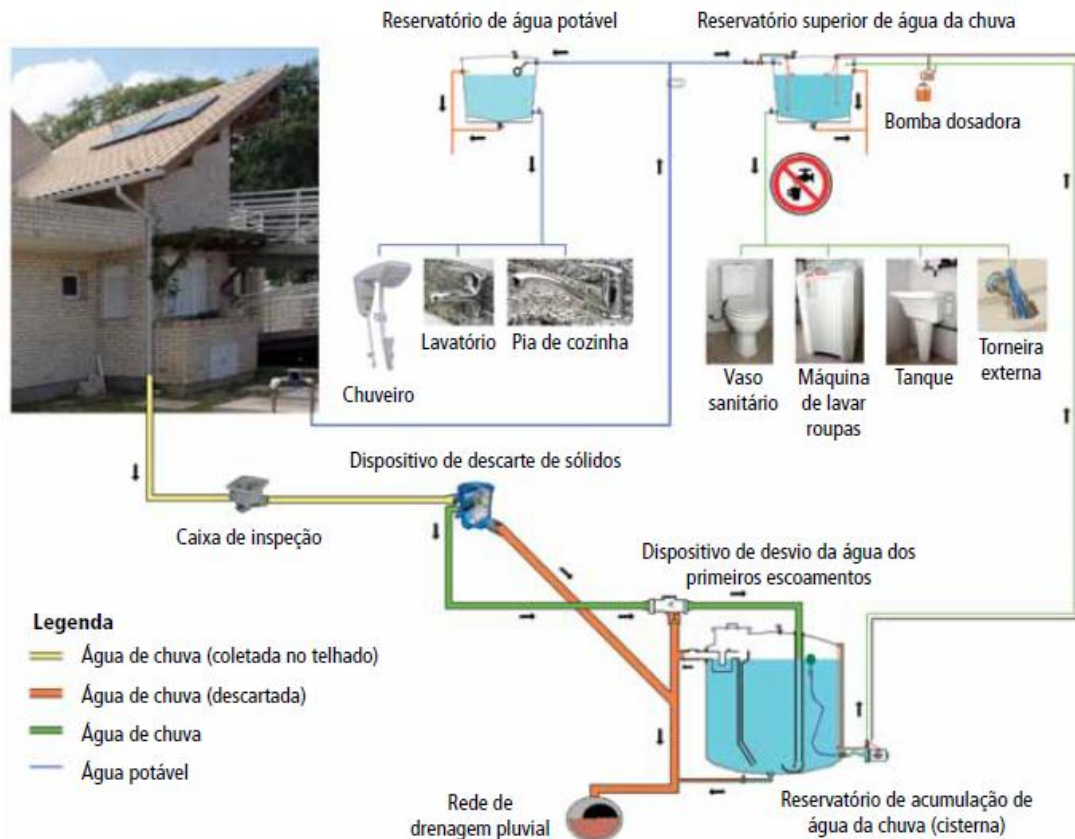


Figura 38: Sistema de aproveitamento de água de chuva – Casa Eficiente
 Fonte: ANDRADE, MARINOSKI, 2010.

Segundo Andrade, Marinoski e Becker (2010), os dispositivos de descarte de sólidos (filtros indicados nos sistemas “A” e “B”) também podem ser confeccionados *in loco* com materiais alternativos. Segundo os autores, os mais comuns apresentam meio filtrante inerte e com granulometria variável. Salientam que esses leitos podem precisar que sejam trocados ou, se possível, devem ser limpos para evitar que os interstícios granulares fiquem preenchidos com impurezas. O filtro utilizado no sistema “C”, portanto, é uma caixa em concreto, moldada no local (Figura 39). A caixa está separada em três partes por duas telas, uma em malha metálica (abertura 0,83mm, fio 0,23mm) e outra em manta geotêxtil com gramatura de 130g/m² para retenção de finos (HERNANDES; CAMPOS; AMORIN, 2004 *apud* WERNECK, 2006). Considerando uma caixa de 100 cm de comprimento, por 50 cm de largura e 50 cm de altura, com 7 cm de espessura, seu custo gira em torno de R\$300,00, com as duas telas.



Figura 39: Sistema de retenção de partículas sólidas
Fonte: OLIVEIRA *et al*, 2007.

O dispositivo de descarte dos primeiros milímetros de chuva utilizado neste sistema é confeccionado com tubos e conexões de PVC. A água é desviada para um tubo de 150mm que funciona como um reservatório. Conforme esse reservatório enche de água, junto com a elevação do nível, sobe uma pequena boia que se encontra dentro de uma tubulação de menor diâmetro instalada no interior deste tubo de 150mm (Figura 40). Quanto esse tubo estiver cheio, a boia fecha a entrada de água, que é desviada para a cisterna (ANDRADE; MARINOSKI; BECKER, 2010). Após a chuva, o reservatório deve ser esvaziado através da torneira para esgotamento da água. Esse dispositivo, que pode ser confeccionado pelos próprios usuários, custa em torno de R\$90,00 com a boia, os tubos e as conexões de PVC. Pode ser feito com vários tamanhos diferentes, dependendo da quantidade de chuva inicial que se quer descartar.

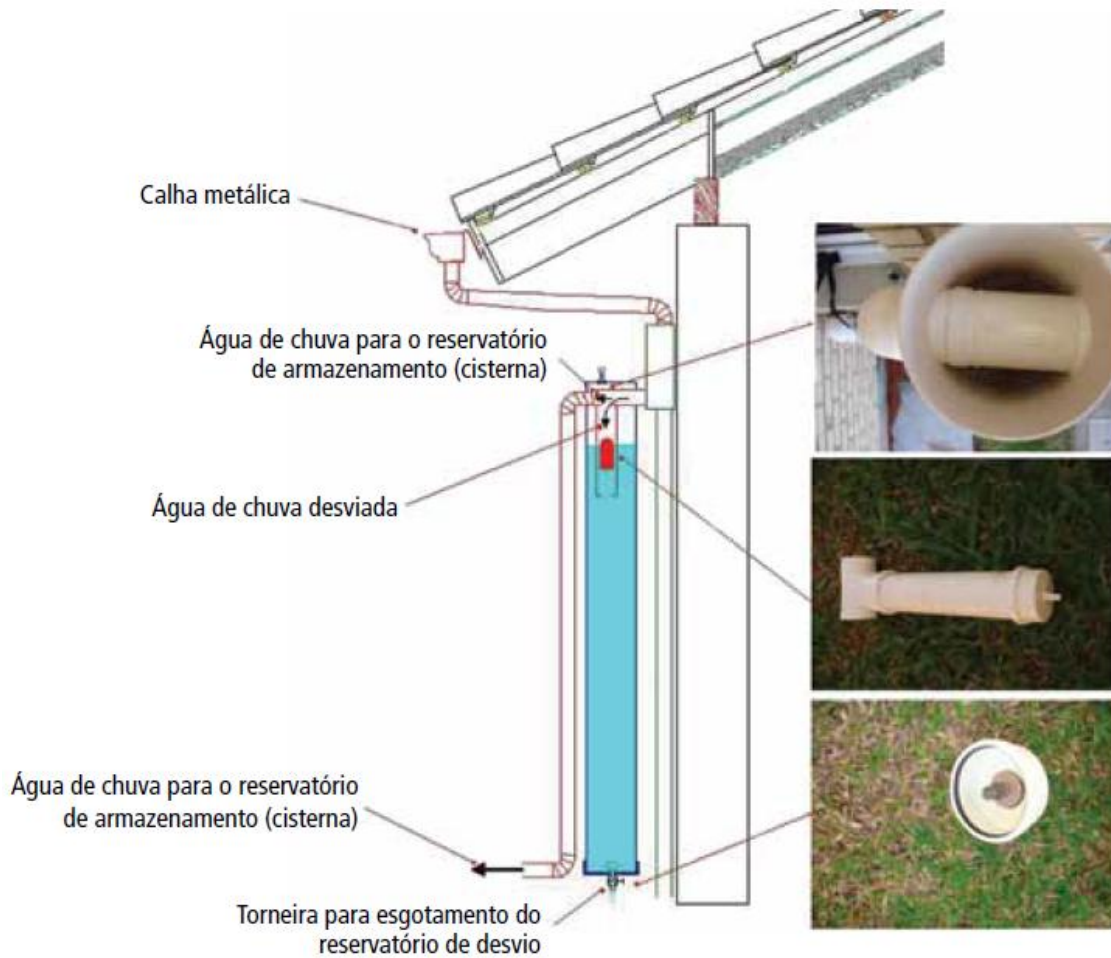


Figura 40: Dispositivo de descarte dos primeiros milímetros de chuva
 Fonte: ANDRADE; MARINOSKI; BECKER, 2010.

Caso não seja possível adquirir o freio d'água, uma sugestão é que seja confeccionado com tubos e conexões de PVC, conforme figura 41. Entretanto, por falta de referências bibliográficas e de pesquisa, para que possa se fazer a comparação com os outros sistemas (A e B), fez-se uso do freio d'água da 3P Technik, por apresentar um custo menor. O mesmo pode ser feito com o conjunto de sucção, através da aquisição dos componentes separadamente (boia e mangueira).

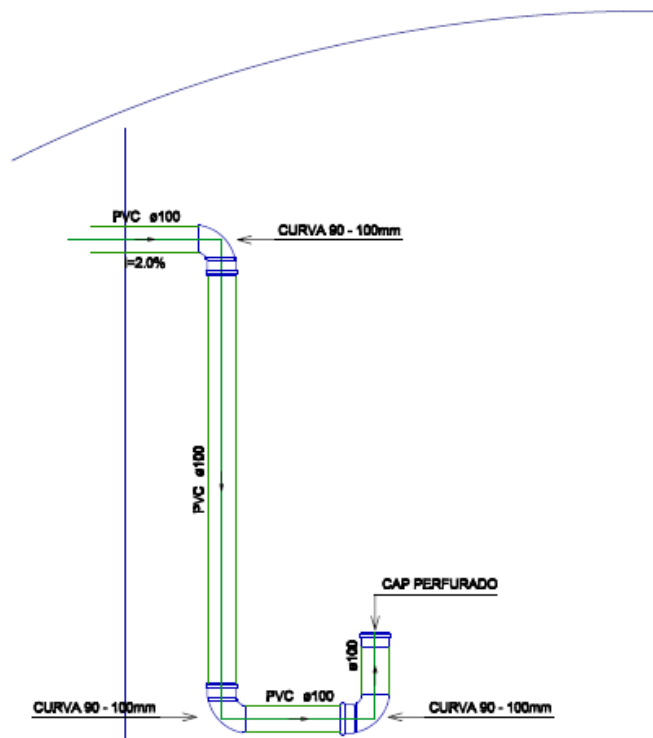


Figura 41: Sugestão de freio d'água utilizando tubos e conexões de PVC.

O conjunto do sifão extravasor também é confeccionado com tubos e conexões de PVC (Figura 42). Esse sifão impede a penetração de odores no reservatório, possibilita a retirada de sobrenadante, como pólen e ainda propicia que seja retirada inicialmente a água do fundo do reservatório (de pior qualidade). É composto também por um espiral de proteção contra roedores. Com este dispositivo, quanto mais o roedor tenta entrar, mais comprime a espiral que se fecha impedindo a passagem, como pode ser visualizado na figura 43 (ANDRADE; MARINOSKI; BECKER, 2010). Para a fabricação deste sifão ladrão são gastos em torno de R\$150,00.

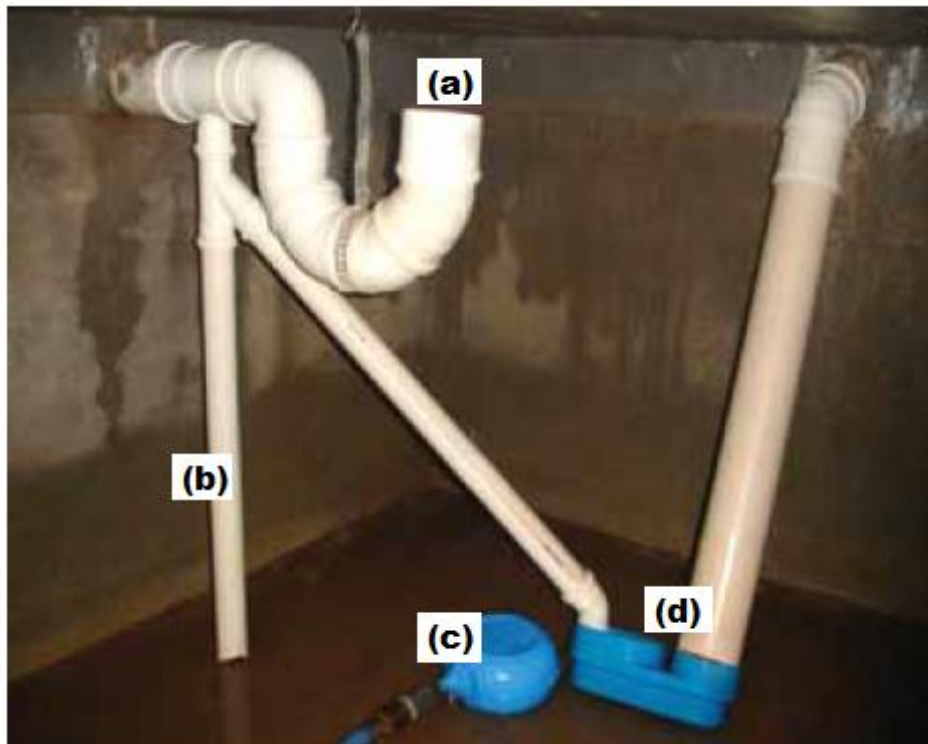


Figura 42: Dispositivos instalados na cisterna - (a) sifão extravasor, (b) dispositivo de retirada da água do fundo do reservatório, (c) conjunto de sucção com peneira e boia flutuante, (d) freio d'água.
Fonte: ANDRADE; MARINOSKI; BECKER, 2010.



Figura 43: Dispositivos de proteção contra entrada de roedores.
Fonte: ANDRADE; MARINOSKI; BECKER, 2010.

A realimentação do sistema com outra fonte se dá através de um terceiro reservatório, uma válvula de retenção e registros (Figura 44).

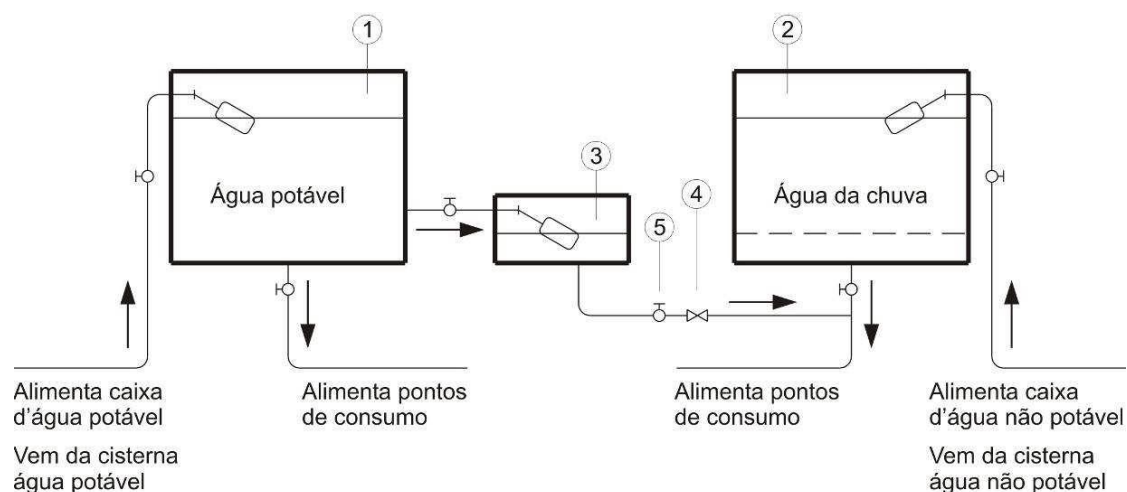


Figura 44: Esquema de realimentação da caixa d'água da chuva.

Fonte: 3P TECHNIK *apud* WERNECK, 2006

Observa-se na imagem um funcionamento simples: além dos reservatórios de água potável (1) e água da chuva ou não potável (2), há um terceiro reservatório (3) que serve de “by-pass”, ou seja, que permite a passagem da água somente em determinados momentos e em um único sentido. Quando o nível de água de chuva (2) estiver mais baixo que o nível de água no reservatório 3, ultrapassando assim a linha tracejada representada no desenho, a pressão da água sobre a válvula de retenção (4) será maior pelo lado da caixa 3. Permite-se, assim, que a água potável presente na caixa 3 atenda aos pontos de consumo não potável. Ao baixar o nível na caixa 3, o registro de bóia permitirá a entrada de água vinda da caixa 1, até que se feche a entrada de água quando o nível for restabelecido. A falta de contato entre a água na caixa 3 e a tubulação de entrada preserva a potabilidade da caixa 1. (Werneck, 2006, p. 127).

Para a aplicação deste sistema, são gastos a mais, em torno de R\$250,00 com caixa d'água, tubos e conexões de PVC, registro e válvula de retenção.

A cisterna do Sistema “C” é em concreto armado com 2,20 metros de diâmetro e 1,70 metros de altura. Seu volume útil é de 5.130 litros. Custa R\$4704,00, fornecida pela empresa Irrigarden. Essa cisterna foi escolhida, pois usa materiais comuns em lojas de materiais de construção, de fácil acesso, pode ser moldada *in loco* e tem grande durabilidade.

O sistema de bombeamento utilizado foi o mesmo do sistema “B”, por ser de custo mais acessível, e pela facilidade de encontrar para aquisição.

A caixa d'água escolhida para este sistema é de 500 litros da marca Tigre, facilmente encontrada em lojas de materiais de construção. É fabricada em polietileno de média densidade. Está disponível para várias capacidades de volume (310, 500, 750, 1.000 e 1.500 litros). Possui garantia de 5 anos.

Tabela 14: Resumo das características dos componentes do Sistema “C”

Alternativo		PARÂMETROS							
SISTEMA	COMPONENTES	*Durabilidade	*Custo	*Manutenção	Eficiência	Maleabilidade de dimensionamento	Maleabilidade de instalação	Sustentabilidade	
								Materiais	Local de Produção
"C"	Cisterna (5000L - concreto armado)	30 anos	R\$ 4.704,00	1 ano	Mesma função das demais	Diversas opções de tamanho, moldado <i>in loco</i>	Diversas opções de tamanho e conexões, moldado <i>in loco</i>	Concreto armado	Fabricada no Brasil
	Filtro de descarte dos primeiros minutos de chuva e eliminação de sólidos	20 anos	R\$90,00 + R\$300,00	2 meses	A caixa de retenção de sólidos necessita ser limpa com mais frequência que os filtros industrializados	Filtros de vários tamanhos moldados <i>in loco</i>	Filtros de vários tamanhos moldados <i>in loco</i>	Malha metálica, alumínio, manta geotêxtil e concreto	Fabricados no Brasil
	Freio Aerador (tecnologia 3P Technik)	10 anos	R\$ 71,00	1 ano	Mesma função das demais	Ø100mm, Ø200mm	Ø100mm, Ø200mm	Polietileno	Fabricado no Brasil (PR)
	Conjunto de sucção (BOIA MANGUEIRA - Tecnologia 3P Technik)	10 anos	R\$ 320,00	1 ano	Filtra os sólidos, mas apresenta apenas um diâmetro de filtragem	mangueiras de 1" e 2"	Mangueiras flexíveis e diversos tipos de conectores	Vários	Fabricado no Brasil (PR)
	Motobomba (Conjunto de Bombeamento 1/3 hp shneider + 2 bóias elétricas)	1 ano	R\$ 434,00	1 ano	Faz apenas o bombeamento	vários modelos e potências	Vários diâmetros de tubulação, dependendo da potência da motobomba	Vários	Fabricada no Brasil, em Joinville (SC)
	Sifão extravasor	20 anos	R\$ 150,00	1 ano	Impede o retorno de odores e a entrada de roedores	vários diâmetros - confeccionados <i>in loco</i>	Vários diâmetros - confeccionados <i>in loco</i>	PVC	Fabricada no Brasil, em Joinville (SC)
	Sistema de realimentação por outra fonte de água (tubos, conexões e registros)	20 anos	R\$ 250,00	Quando houver necessidade de abrir os registros	Necessita de uma correta instalação através de diferenças de nível	vários	Adaptável às peças	Vários	Fabricada no Brasil, em Joinville (SC)
	Reservatório superior (CAIXA D'ÁGUA 500L - TIGRE)	5 anos	R\$ 205,00	1 ano	Mesma função das demais	Disponível para várias capacidades de volume (de 310 L a 1.000 L)	Vários pontos para furação para instalação das tubulações	Polietileno	Fabricada no Brasil, em Joinville (SC)
	Sistema de tratamento e desinfecção (FILTRO DE MICRAS + DOSADOR DE CLORO)	---	---	---	---	---	---	---	---

* Durabilidade: garantia fornecida pelo representante / tempo de vida estimado de instalações hidráulicas e de caixas de concreto armado

* Custo: em reais, pesquisa em lojas de materiais de construção

* Manutenção: a cada quanto tempo é necessário fazer a manutenção (geralmente somente limpeza)

4.3 PARÂMETROS ANALISADOS

Os parâmetros a serem analisados em cada peça do sistema levam em consideração o custo, a durabilidade, a manutenção, a maleabilidade e a sustentabilidade. Para que fosse possível uma comparação entre os sistemas, foram estipulados pesos para cada parâmetro de 1 a 5.

Com relação ao custo, foram comparados os custos de cada peça. Para este parâmetro o peso é inversamente proporcional ao custo, ou seja, o filtro mais caro apresenta peso 1, e o mais barato, peso 5. Quanto à durabilidade, as informações obtidas através dos fornecedores é que ainda não tiveram problemas de funcionamento dos produtos fornecidos (o representante da empresa Acquatech, que fornece os filtros com tecnologia Wisy, está trabalhando há seis anos e a representante da Irrigarden, que fornece os filtros com tecnologia 3P Technik, está há oito anos trabalhando com esses produtos). Desta forma, como não é possível esta comparação, foi questionado acerca da garantia fornecida, que serviu de base para a avaliação entre os componentes do sistema. No sistema “C” em que a maioria dos componentes foram confeccionados *in loco*, a durabilidade foi baseada em dados dos materiais utilizados e do tempo de vida útil de instalações com esses materiais. Para o componente que possui maior tempo de garantia foi determinado peso 5, e para o de menor tempo, peso 1.

Quanto à manutenção do sistema, os dados também foram obtidos através dos fornecedores, que determinaram a cada quanto tempo é necessária que se faça a manutenção de cada componente. Para o sistema “C”, o parâmetro manutenção foi determinado através de pesquisa documental, o que dificultou o processo avaliativo, por não existir muitos dados a respeito. Quanto mais próximo o espaçamento entre as manutenções, menor o peso atribuído. Como há uma grande variabilidade de pesos, foram definidos os pesos da seguinte forma:

- ✓ Manutenção a cada 2 anos – peso 5;
- ✓ Manutenção a cada 1 ano – Peso 4;
- ✓ Manutenção a cada 6 meses – Peso 3;
- ✓ Manutenção a cada 3 meses – Peso 2;
- ✓ Manutenção a cada 2 meses – Peso 1.

Para o parâmetro da eficiência, levou-se em consideração qual o efeito do componente para a sua função e também quais as funções do componente. Por exemplo, se o filtro, além de fazer o descarte de sólidos, ainda elimina os primeiros milímetros de chuva ele é mais eficiente do que aquele que só faz uma destas funções.

A maleabilidade de dimensionamento refere-se às possibilidades de se utilizar o componente daquela marca para projetos diferentes, com dimensionamentos variados de acordo com a demanda e identificação dos usos, índices pluviométricos e área de telhado. Quanto mais maleável, maior o peso atribuído.

A maleabilidade de instalação está associada aos dispositivos que facilitam a instalação daquele componente. Quanto mais o componente se adaptar ao projeto, e não o projeto ao componente, maior o peso conferido.

Com relação à sustentabilidade foram avaliados dois critérios: materiais e local de fabricação. A comparação entre os materiais foi relacionada à facilidade de reciclagem dos materiais. Como a avaliação do ciclo de vida dos materiais, que analisa o material “do berço ao túmulo”, é um estudo muito vasto, a classificação dos pesos dos materiais foi definida da seguinte maneira:

- ✓ Se o material utilizado já passou pelo processo de reciclagem ou reuso – peso 5;
- ✓ Se há facilidade de reciclagem ou de ser fazer reuso do material – peso 4;
- ✓ Se o material é difícil de ser separado para reciclagem ou reusado – peso 2.

O local de fabricação foi considerado devido, principalmente, ao gasto energético necessário para o transporte. Portanto, quanto mais distante a fabricação do local de instalação (Curitiba), menor peso é atribuído ao componente. Como não foi possível determinar o local exato da fabricação de cada componente, foram considerados os seguintes pesos:

- ✓ Brasil (Paraná) – peso 5;
- ✓ Brasil (Santa Catarina) – peso 4;
- ✓ Brasil (São Paulo) – peso 3;
- ✓ Brasil (Rio Grande do Sul) – peso 2;
- ✓ Alemanha – Peso 1.

4.4 RESULTADOS E DIRETRIZES

Para se especificar o aproveitamento de água de chuva em um projeto é necessário, antes de tudo, verificar a demanda: para qual uso não potável o usuário gostaria de utilizar a água pluvial. Incentivá-lo a utilizar a água para mais fins é importante para que a utilização deste sistema possa ser cada vez mais difundido entre a população. Após a determinação da utilização prevista, para o cálculo da demanda, pode-se fazer uso dos seguintes dados (adaptado de TOMAZ, 2003 apud HAGEMANN, 2009):

- ✓ Uma bacia sanitária é usada por uma pessoa de 4 a 6 vezes ao dia e consome de 6,8 a 18 litros de água por descarga;
- ✓ Em média, um carro é lavado de 1 a 2 vezes por semana, sendo gastos aproximadamente 150 litros de água por lavagem;
- ✓ Na irrigação de jardim e limpeza de pisos são consumidos aproximadamente 2 litros/dia/m² de água;
- ✓ Para máquina de lavar roupas são consumidos cerca de 108 litros por ciclo, sendo que a carga/pessoa/dia é de aproximadamente 0,3.

Vale ressaltar aqui que os dados variam muito de acordo com os aspectos culturais e que são extremamente dependentes dos usuários da edificação. Portanto, devem ser adaptados de acordo com as características de consumo de cada cliente. É importante questionar os clientes acerca de seus costumes e procurar saber quais equipamentos hidráulicos serão instalados na edificação.

Após a determinação da demanda é necessário conhecer o regime pluviométricos da cidade ou região, a área de captação (cobertura) e o coeficiente de escoamento superficial (que vai depender do tipo de cobertura, conforme tabela 15).

Tabela 15: Coeficiente de escoamento superficial.

Material	Coeficiente de escoamento
Telhas cerâmicas	0,8 a 0,9
Telhas esmaltadas	0,9 a 0,95
Telhas corrugadas de metal	0,8 a 0,9
Cimento amianto	0,8 a 0,9
Plástido, pvc	0,9 a 0,95

Fonte: BEZERRA, 2012 (b).

A partir destes dados é possível calcular o volume do reservatório, que pode ser determinado através dos métodos apresentados no Anexo A, que seguem a ABNT – NBR 15.527/2007. Esses valores, entretanto, devem ser revisados para a melhor adaptação ao projeto. Em alguns casos, onde não é feito uso de cisterna e se utiliza apenas o reservatório superior, o volume precisa ser bastante reduzido, devido à carga acrescentada à estrutura e ao espaço disponível para a caixa d'água.

Para auxiliar na escolha dos componentes do sistema, foi feita uma pesquisa sobre quais itens são necessários dependendo do uso, com os fornecedores para os sistemas “A” e “B” e através de uma pesquisa bibliográfica para sistema “C” (Tabela 16).

Tabela 16: Componentes necessários dependendo do uso

SISTEMAS	COMPONENTES	USOS DA ÁGUA					
		Lavagem de pisos	Irrigação	Lavagem de automóveis	Descarga de bacias sanitárias	Máquina ou tanque de lavar roupas	Piscinas de banho
"A"	Cisterna	X	X	X	X	X	X
	Filtro de descarte dos primeiros minutos de chuva	X	X	X	X	X	X
	Filtro de separação/eliminação de sólidos	X	X	X	X	X	X
	Freio Aerador	X	X	X	X	X	X
	Conjunto de sucção				X	X	
	Motobomba/Pressurizador	X	X	X	X	X	X
	Sifão extravasor	X	X	X	X	X	X
	Sistema de realimentação por outra fonte de água				X	X	
	Reservatório superior				X	X	
	Sistema de tratamento e desinfecção				X	X	

Tabela 16: Componentes necessários dependendo do uso
(Conclusão)

SISTEMAS	COMPONENTES	USOS DA ÁGUA					
		Lavagem de pisos	Irrigação	Lavagem de automóveis	Descarga de bacias sanitárias	Máquina ou tanque de lavar roupas	Piscinas de banho
"B"	Cisterna	X	X	X	X	X	X
	Filtro de descarte dos primeiros minutos de chuva	X	X	X	X	X	X
	Filtro de separação/eliminação de sólidos	X	X	X	X	X	X
	Freio Aerador	X	X	X	X	X	X
	Conjunto de sucção				X	X	
	Motobomba	X	X	X	X	X	X
	Sifão extravasor	X	X	X	X	X	X
	Sistema de realimentação por outra fonte de água				X	X	
	Reservatório superior				X	X	
	Sistema de tratamento e desinfecção						
"C"	Cisterna	X	X	X	X	X	X
	Filtro de descarte dos primeiros minutos de chuva	X	X	X	X	X	X
	Filtro de separação/eliminação de sólidos	X	X	X	X	X	X
	Freio Aerador	X	X	X	X	X	X
	Conjunto de sucção				X	X	
	Motobomba	X	X	X	X	X	X
	Sifão extravasor	X	X	X	X	X	X
	Sistema de realimentação por outra fonte de água				X	X	
	Reservatório superior				X	X	
	Sistema de tratamento e desinfecção					X	

Como há diferença entre os componentes indicados pelo fornecedor do sistema "A" e pelo fornecedor do sistema "B", os itens apresentados como essenciais para o sistema "C", que foram determinados através de pesquisa documental, podem servir de premissa na escolha. Após a determinação de quais componentes farão parte do sistema, pode-se definir qual a tecnologia que melhor atende as necessidades do usuário. Para isso os três sistemas estudados foram comparados, de acordo com o parâmetro, através de pesos. Quanto maior o peso atribuído, melhor é o componente para aquele parâmetro. Segue abaixo a tabela 17, com os resultados.

Tabela 17: Avaliação comparativa dos sistemas

SISTEMA	COMPONENTES	PARÂMETROS								Soma dos pesos por componentes
		Durabilidade	Custo	Manutenção	Eficiência	Maleabilidade de dimensionamento	Maleabilidade de instalação	Sustentabilidade		
								Materiais	Local de Produção	
"A"	Cisterna	2	5	5	5	4	4	2	4	31
	Filtro de descarte dos primeiros minutos de chuva e eliminação de sólidos	3	1	1	5	3	5	5	1	24
	Freio Aerador	3	1	5	5	3	4	4	1	26
	Conjunto de sucção	3	1	3	5	5	5	5	1	28
	Moto-bomba	1	1	3	5	3	4	2		23
	Sifão extravasor	3	1	3	5	3	4	5	1	25
	Sistema de realimentação	1	1	3	5	5	5	2	1	23
	Reservatório superior	2	5	4	5	5	4	4	4	33
Soma dos pesos por parâmetros	18	16	27	40	31	35	29	13	209	
"B"	Cisterna	3	2	4	5	2	4	4	4	28
	Filtro de eliminação de sólidos (esse filtro não descarta os primeiros minutos de chuva)	3	3	2	4	4	4	4	1	25
	Freio Aerador	3	5	4	5	4	5	4	5	35
	Conjunto de sucção	3	5	4	4	3	5	4	5	33
	Moto-bomba	1	5	4	4	3	4	2	4	27
	Sifão extravasor	3	5	4	4	4	5	4	5	34
	Sistema de realimentação	1	5	4	4	3	4	2	5	28
	Reservatório superior	3	1	4	5	3	4	4	4	28
Soma dos pesos por parâmetros	20	31	30	35	26	35	28	33	238	
"C"	Cisterna	5	1	4	5	5	2	4	3	29
	Filtro de descarte dos primeiros minutos de chuva e eliminação de sólidos	4	5	1	3	5	2	4	3	27
	Freio Aerador	3	5	4	5	4	5	4	5	35
	Conjunto de sucção	3	5	4	4	3	5	4	5	33
	Moto-bomba	1	5	4	4	3	4	2	4	27
	Sifão extravasor	4	3	4	3	5	3	4	4	30
	Sistema de realimentação	4	3	1	4	5	2	4	4	27
	Reservatório superior	2	4	4	5	3	4	4	4	30
Soma dos pesos por parâmetros	26	31	26	33	33	27	30	32	238	

Essa tabela pode servir de base para a escolha do sistema que esteja mais apropriado de acordo com as premissas do usuário. Por exemplo, se o usuário busca um custo menor, ou se prefere um componente que se adapte melhor ao projeto (maleabilidade de instalação), ou se está mais preocupado com a sustentabilidade, ou ainda prefere mais eficiência do sistema, pode optar pelo componente com maior pontuação no parâmetro desejado.

Quanto ao parâmetro durabilidade, uma observação importante é que todos os componentes com a tecnologia Wisy e 3P Technik apresentam uma grande vida útil. Como são relativamente novos no mercado brasileiro ainda não é possível determinar a durabilidade, por isso foi determinado como peso o tempo de garantia fornecido. Entretanto, segundo Werneck (2006, p. 105) “sua vida útil não é motivo de preocupação”. Por esse motivo, pode-se considerar que os sistemas “A”, “B” e “C” se equivalem neste parâmetro. O que muda é a vida útil dos reservatórios (superior e cisterna), sendo a cisterna de concreto armado mais durável que as demais. Estes reservatórios também possuem uma vida útil maior que a garantia fornecida se forem seguidas as indicações referentes a transporte, manuseio, assentamento e instalação recomendados pelo fabricante. É importante atentar para as cisternas enterradas, verificando qual material pode ser diretamente enterrado e qual não pode. A cisterna da Amanco do sistema “B” precisa de uma casa de máquinas para abrigá-la. Já a da Fibratec, especificada no sistema “A” pode ser enterrada diretamente, segundo o fabricante. Apesar disso é muito importante, antes de se executar um reservatório enterrado, verificar as características do terreno, como resistência do solo e nível de água do lençol freático. Dependendo destas características talvez a única solução seja utilizar uma cisterna de concreto armado. Ainda, segundo Tempski (2012), acima de 5.000 litros recomenda-se que se utilize concreto armado, pois apresenta uma vida útil maior. O parâmetro de manutenção também é muito parecido para todos os sistemas, não sendo criterioso para a decisão de qual sistema utilizar.

O custo dos sistemas é um parâmetro que varia bastante, sendo que os sistemas “B” e “C” equivalem-se apresentando um custo menor que o sistema “A”. Enquanto o custo total do sistema “B” e do sistema “C” gira em torno de R\$6.000,00, o sistema “A” custa em torno de R\$9.000,00, como pode ser observado na tabela 18. Entretanto, na questão da eficiência, o sistema “A” se apresenta melhor, apresentando componentes com maior desempenho, como o filtro de descarte de sólidos que ainda faz o descarte dos primeiros milímetros de chuva, o sistema de sucção, que apresenta filtros com diferentes granulometrias, melhorando a filtragem da água que vai para o reservatório superior, o sistema de realimentação que já possui uma peça impedindo a conexão cruzada e o sistema de bombeamento, que é automatizado. Os sistemas “B” e “C” também são muito eficientes, garantindo a qualidade da água se forem corretamente instalados, ficando equivalentes na avaliação deste parâmetro.

Tabela 18: Comparação dos custos dos sistemas

	SITEMA A	SISTEMA B	SISTEMA C
CUSTO	R\$ 9.090,00	R\$ 5.960,00	R\$ 6.524,00

Quanto à maleabilidade de dimensionamento e instalação pode-se dizer que os sistemas praticamente se equivalem. Quanto à maleabilidade de dimensionamento, o sistema “C” foi considerado mais maleável, pois sendo confeccionado *in loco*, há a possibilidade de se fazer filtros e reservatórios da dimensão desejada. Quanto à instalação, há uma diferença importante de ser esclarecida entre os filtros: o filtro do sistema “A” apresenta eixos de rotação, que se adaptam às direções que forem necessárias para a instalação da tubulação, enquanto que o filtro do sistema “B” apresenta duas entradas fixas. Há uma grande variedade nos volumes dos reservatórios, enquanto algumas marcas oferecem maiores variedades outras oferecem poucas. Esta escolha vai depender do volume necessário para o projeto. O sistema “C” foi apresentado com menor maleabilidade de instalação devido ao fato de ter que ser confeccionado *in loco*, enquanto que os outros dois sistemas já estão com os componentes prontos para serem instalados.

Um parâmetro que pesa a favor dos sistemas “B” e “C” é a sustentabilidade. O sistema “A” é praticamente todo fabricado na Alemanha, o que exige um grande gasto energético para transporte dos componentes. Entretanto, segundo Tempski (2012), há a tendência de os filtros com a tecnologia da 3P Technik (sistema “B”) voltarem a ser produzidos na Alemanha, devido ao custo de manutenção dos moldes necessários para a fabricação, que é muito caro para os fabricantes brasileiros. Já o sistema “C”, por ser confeccionado *in loco*, com materiais fabricados no Brasil, apresenta um índice maior de sustentabilidade, pois além de representar um gasto energético menor em transporte, apresenta cunho social, ao empregar mão de obra local para a confecção. Ainda com relação à sustentabilidade dos materiais, um ponto positivo para os componentes do sistema “A” (tecnologia Wisy) é que a maioria é fabricada com material já reciclado.

Abaixo, segue a tabela 19, com o resumo dos resultados para cada parâmetro avaliado nos sistemas.

Tabela 19: Resumo da avaliação comparativa dos sistemas

	SITEMA A	SISTEMA B	SISTEMA C
DURABILIDADE	Equivalente	Equivalente	Equivalente (Cisterna ↑)
CUSTO	Mais caro (R\$9.000,00)	Equivalente (R\$6.000,00)	Equivalente (R\$6.000,00)
MANUTENÇÃO	Equivalente	Equivalente	Equivalente
EFICIÊNCIA	Mais eficiente	Intermediário	Intermediário
MALEABILIDADE DE DIMENSIONAMENTO	Equivalente (cisterna ↑)	Equivalente	Maior maleabilidade
MALEABILIDADE DE INSTALAÇÃO	Equivalente (filtro ↑)	Equivalente	Menor maleabilidade
SUSTENTABILIDADE	Materiais ↑ - Fabricação ↓	Materiais ↓ - Fabricação ↑	Maior (cunho social)

É importante ressaltar que para o sistema “C”, foram utilizados alguns componentes do sistema “B” por falta de referências bibliográficas para peças que poderiam ser confeccionadas *in loco*. Esses, por sua vez, foram escolhidos por apresentarem pontuação maior que os mesmos do sistema “A”, principalmente por apresentarem menor custo e maior índice de sustentabilidade. Desta forma, houve uma contribuição para o total de pesos atribuídos ao sistema “C”.

Ao apresentar um sistema de aproveitamento de água de chuva a um cliente é muito importante demonstrar suas vantagens e também apresentar a necessidade de manutenção e limpeza, que podem seguir os tempos indicados para cada componente neste trabalho. É de extrema importância especificar corretamente os componentes e verificar se a instalação foi feita corretamente. Além da satisfação do usuário, quando o sistema apresenta boa qualidade da água utilizada, as tecnologias e o aproveitamento de água de chuva passam a ser mais difundidos entre a população.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conceito principal do desenvolvimento sustentável está embasado em um tripé que envolve economia, sociedade e ecologia. Neste trabalho pôde-se concluir que atingir este almejado desenvolvimento só seria possível se os poderes político, econômico e social trabalhassem juntos. A sistemática destruição do meio ambiente, que já vem afetando diretamente a população através da crescente escassez de água doce, dos altos níveis de poluição e da mudança climática, poderia ser combatida se as evidências científicas e o know-how tecnológico triunfassem sobre a ganância dos homens e a timidez política.

Através da pesquisa documental realizada pôde-se perceber que tanto a destruição ambiental quanto o desenvolvimento sustentável funcionam sistematicamente. As alterações do meio, causadas principalmente pelo crescimento populacional e pelo modelo de desenvolvimento atual, já afetam inclusive o planejamento necessário para as tomadas de decisão que poderiam enfrentar o problema da escassez de água. Enquanto antigamente as decisões eram baseadas nas características do ciclo hidrológico e da hidráulica de uma determinada região, atualmente há a necessidade de se lidar com probabilidades futuras, incluindo condições extremas que ainda não foram observadas. Além disso, ao tratar da questão da água, outra dificuldade que foi encontrada está embasada na sua desigualdade de distribuição no planeta e no Brasil. Mais um problema observado foi o desperdício e a falta de informação sobre o real consumo de água nos setores da economia.

O resultado desse crescente consumo e desperdício de água foi ressaltado aqui através da previsão de que, em 2025, 5,5 bilhões de pessoas no planeta poderão não ter acesso à água limpa. Na busca de se encontrar soluções, concluiu-se que para que se possa fazer uma gestão eficiente deste bem natural, é necessário conhecer as fontes de água disponíveis e qual a melhor forma de se utilizar. A princípio, neste trabalho, buscou-se conhecer a localização geográfica e qualidade dos mananciais atuais do Brasil, do Paraná e da RMC e as suas perspectivas futuras para o abastecimento de água para a população.

Ao tratar das regiões hidrográficas brasileiras um dos principais problemas apontados possui características geográficas e históricas. ‘Geográficas’, pois assim como no restante do planeta, a distribuição hídrica nacional é muito irregular e ‘históricas’ devido ao crescimento acelerado e desordenado dos grandes centros urbanos. Desta forma, segundo um estudo desenvolvido pela Agência Nacional de Águas, até o ano de 2015, cerca de 55% das sedes municipais brasileiras poderão ter abastecimento deficitário e já requerem investimentos para o aproveitamento de novos mananciais e melhorias nos sistemas de produção de água. Além

disso, a maioria dos municípios apresenta comprometimento da qualidade da água dos mananciais existentes, necessitando de investimentos em coleta e tratamento de esgoto à montante das captações (apenas 45,7% dos domicílios brasileiros tem acesso à rede coletora de esgoto e do esgoto gerado no país apenas 30,5% recebe tratamento). No Paraná, dos 399 municípios, estima-se que 146 requerem investimentos, totalizando R\$ 44 milhões. Segundo o estudo apresentado, será necessária a adoção de novos mananciais em várias localidades do estado, inclusive na Região Metropolitana de Curitiba. Um grande problema que agrava a questão é o crescimento populacional, que além de gerar impermeabilização do solo, maior produção de lixo e esgoto e destruição florestal, ainda está gerando muitas ocupações irregulares o que dificulta a gestão eficiente do recurso hídrico.

Desta forma, além de organizar melhor o território urbano, evitar a ocupação de algumas áreas dos mananciais, coletar e tratar o esgoto adequadamente, para tentar minimizar o problema pode-se fazer uso de fontes alternativas de água para fins não potáveis. Para isso é necessário tornar público as limitações e benefícios destes sistemas. Com o objetivo de abordar políticas públicas e privadas, campanhas e iniciativas, leis e normas acerca da problemática da água concluiu-se que, apesar de já terem sido realizadas muitas conferências mundiais acerca dos problemas ambientais, inclusive da água, pouco do que foi discutido está sendo implantado (as conferências acabam simplesmente reforçando assuntos tratados nas conferências anteriores). A primeira grande conferência, a Eco-92, apresentou um resultado interessante de ser citado: recomendou o desenvolvimento de um banco de dados interativo para o gerenciamento de recursos hídricos, que foi implantado no Brasil em 1997 através do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos.

A iniciativa privada encontrou outra forma de chamar a atenção para a questão: através do cálculo da pegada hídrica, que abre espaço para discussão em relação à governança da água dentro das empresas além de servir como marketing empresarial.

As legislações das cidades também passaram a abordar a questão, quando começaram a regulamentar a gestão hídrica. Em Curitiba, o Decreto 293/2006 regulamenta o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações, que apresenta como uma das exigências, a captação e aproveitamento de água da chuva em edificações novas. A ABNT NBR 15527 que trata dos sistemas de aproveitamento de água pluvial, surgiu logo em seguida, em 2007, da necessidade de se normatizar o novo sistema que passou a fazer parte das edificações. A Agência Nacional de Águas e a Caixa Econômica Federal (grande financiadora de novas edificações) também deram suas contribuições com publicações acerca

de políticas de conservação da água. Ou seja, embora timidamente e com necessidade de melhoria da norma e das leis e decretos, a questão está sendo discutida e regulamentada.

A obrigatoriedade de se fazer uso dos sistemas de aproveitamento de água de chuva nas edificações, e a difusão da questão através de publicações e da mídia, fez com que os profissionais necessitassem adquirir um novo conhecimento a ser englobado em seus projetos. Por esse motivo, para alcançar o objetivo geral, este trabalho apresentou quais as principais dificuldades enfrentadas por eles, dentre elas, determinar a demanda da água e escolher entre fornecedores dos componentes.

Para demonstrar o funcionamento do sistema de aproveitamento de água de chuva, os componentes foram descritos e explicados separadamente. Através da utilização de sistemas com tecnologias diferenciadas (“A”, “B” e “C”), existentes no mercado, foi possível demonstrar e caracterizar algumas tecnologias que seguem as recomendações da NBR 15527/2007. Os sistemas foram desmembrados em seus componentes, descritos e qualificados através de pesos comparativos. Desta forma, foi possível apresentar sugestões e diretrizes na escolha do sistema mais apropriado dependendo da necessidade do usuário. Foram analisados os parâmetros de durabilidade, custo, manutenção, eficiência, maleabilidade de instalação e dimensionamento e sustentabilidade. Destes, observou-se que há mais diferenças entre eficiência, custo e sustentabilidade, que podem ser parâmetros criteriosos para a escolha do sistema.

Quanto ao custo o sistema “A” é o mais caro, custando R\$9.090,00 e os sistemas “B” e “C”, R\$5.960,00 e R\$ 6.524,00 respectivamente. Quanto à eficiência, o sistema “A” foi considerado mais eficiente, devido à maior filtragem dos sólidos e por apresentar sistema que impede a conexão cruzada entre tubulações de água pluvial e potável e sistema de bombeamento automatizado. Os sistemas “B” e “C” foram considerados equivalentes para este parâmetro, observado que também apresentam bom desempenho garantindo a qualidade da água necessária para os devidos fins estipulados. Tratando-se de sustentabilidade, o sistema “C” foi considerado melhor, por ser confeccionado *in loco*, utilizando mão de obra e materiais locais. O sistema “B” apesar de possuir tecnologia Alemã, já possui alguns filtros fabricados no Brasil, de forma que foi considerado como um ponto positivo para este parâmetro. Já o sistema “A” é fabricado na Alemanha, o que gera um grande gasto energético com transporte. Entretanto, a maioria dos filtros é fabricada com material reciclável. A tabela 20 apresenta as principais vantagens e desvantagens, contribuindo para a escolha do sistema.

Tabela 20: Resumo das vantagens e desvantagens dos sistemas.

SISTEMA	VANTAGENS	DESvantagens
A	Melhor filtragem de sólidos, materiais reciclados, componentes prontos (inclusive realimentação), boa qualidade e durabilidade dos componentes	Maior custo, não é possível medir o volume do descarte dos primeiros milímetros de chuva, fabricado na Alemanha
B	Custo menor que o sistema A, boa qualidade e durabilidade dos componentes, alguns filtros já produzidos no Brasil	Não faz o descarte dos primeiros milímetros de chuva, eficiência de filtragem um pouco menor que o sistema A
C	Custo equivalente ao sistema B, pode-se fazer em qualquer lugar	Maior dificuldade de instalação (precisa ser feito no local e ter conhecimento técnico do funcionamento do sistema), eficiência equivalente ao sistema B

No desenvolvimento deste trabalho sentiu-se a necessidade de se conhecer mais a respeito do ciclo de vida dos materiais empregados, que pode servir de sugestão para trabalhos futuros. Outra dificuldade encontrada está no dimensionamento do reservatório, visto que a norma apresenta vários métodos que diferem entre si e com o cálculo do Decreto 293/2006 de Curitiba. Ainda, algumas propostas que servem de sugestão para trabalhos futuros são:

- ✓ estudar e analisar quais as reais dificuldades de se fabricar os filtros no Brasil, buscando soluções alternativas para o problema;
- ✓ caracterizar qual a demanda para os usos em edificações residenciais brasileiras (os estudos encontrados tratam de edificações de outros países);
- ✓ analisar a qualidade da água da chuva para os diferentes sistemas de filtragem e tratamento existentes no mercado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- ADEODATO, S. Governo vai tombar as nascentes dos rios Tocantins, São Francisco e Araguaia. **EcoDebate: Cidadania e Meio Ambiente**, 23 ago. 2012. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br/2012/08/23/governo-vai-tombar-as-nascentes-dos-rios-tocantins-sao-francisco-e-araguaia>> Acesso em: 25 ago. 2012.
- AGENDA 21. Agenda 21 para a Construção Sustentável. Tradução do Relatório CIB – Publicação 237. São Paulo, 2000.
- AMANCO. Brasil. 2012. Disponível em: <<http://www.amanco.com.br>>
- ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. . **Atlas Brasil: Abastecimento Urbano de Água**. Brasília, DF. 2010 (a). 68p. (Panorama Nacional, v. 1).
- _____. **Atlas Brasil: Abastecimento Urbano de Água**. Brasília, DF. 2010 (b). 88p. (Resultados por Estado, v. 2).
- ANDRADE, M.; MARINOSKI, A. K.; A concepção do projeto de uso racional da água da Casa Eficiente. In: LAMBERTS, *et. al.* **Casa eficiente: uso racional da água**. Florianópolis: UFSC, 2010. p. 21-25.
- ANDRADE, M.; MARINOSKI, A. K.; BECKER, H. R. Sistemas de aproveitamento de água de chuva. In: LAMBERTS, *et. al.* **Casa eficiente: uso racional da água**. Florianópolis: UFSC, 2010. p. 37-62.
- ANDREOLI, C. V.; DALARMI, O.; LARA A.I.; RODRIGUES, E. M.; ANDREOLI, F.N. Os mananciais de abastecimento do sistema integrado da Região Metropolitana de Curitiba. **Sanare: Revista Técnica da Sanepar**, Curitiba, jul. a dez. 1999. Disponível em:<<http://www.sanepar.com.br/sanepar/sanare/V12/Mananciais/mananciais.html>> Acesso em: 13 ago. 2012.
- ANDREU, V. Água para as cidades brasileiras. **Mundo Sustentável**. 22 mar. 2012. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/imprensa/artigos.aspx>> Acesso em: 21 ago. 2012.
- ARRUDA, L; QUELHAS, O. L. G. Sustentabilidade: um longo processo histórico de reavaliação crítica da relação existente entre a sociedade e o meio ambiente. **Boletim Técnico Senac**, Rio de Janeiro, set. a dez. 2010. Disponível em: <<http://www.senac.br/BTS/363/artigo6.pdf>> Acesso em: 25 jun. 2012.
- BEDANTE, G. N. **A influência da consciência ambiental e das atitudes em relação ao consumo sustentável na intenção de compra de produtos ecologicamente embalados**. 2004. 159p. Dissertação (Mestrado em Administração). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2004.

BEZERRA, S. M. C. **Aula CECONS – Legislação 2012**. Curitiba. 2012. Aula apresentada para o II-CECONS - UTFPR em 17 mar. 2012 (a).

_____. **RE: Trabalho – II CECONS** recebida por: <andreateston@hotmail.com>, em 23 abr. 2012 (b).

BEZERRA, S.M.C.; CHRISTAN, P.; TEIXEIRA, C. A.; FARAHBAKHS, K. Dimensionamento de reservatório para aproveitamento de água de chuva: comparação entre métodos da ABNT NBR 15527:2007 e Decreto Municipal 293/2006 de Curitiba, PR. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, out. a dez. 2010. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/13020>> 19 set. 2012.

BOFF, L. **História da Sustentabilidade**. Disponível em: <<http://www.adital.org.br/site/noticia.asp?lang=PT&cod=30807>> Acesso em: 21 jun. 2012.

BRAGA, E. D. **Estudo de reuso de água em condomínios residenciais**. 2009. 144p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia). Universidade Federal de Itajubá. Itajubá. 2009.

BRITO, M. C. C. **A Sustentabilidade do Meio Urbano**. Disponível em <<http://publica.fesprr.br/index.php/rnti/article/view/83/73>> Acesso em: 18 jun. 2012.

CARNIEL, J. A. **Sistema Wisy** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: <andreateston@hotmail.com>, em 22 set. 2012.

CASAGRANDE, E. F. Inovação Tecnológica e Sustentabilidade: possíveis ferramentas para uma necessária interface. **Revista Inovação e Tecnologia**, Curitiba, 2004. Disponível em: <<http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/%20revedutec-ct/article/viewFile/1136/733>> Acesso em: 18 jun. 2012.

_____. **Aula CECONS – Introdução a Construções sustentáveis**. Curitiba. 2011. Aula apresentada para o II-CECONS - UTFPR em 19 ago. 2011.

CORTEZ, H. Nosso modelo de desenvolvimento é insustentável ou como a economia está matando o planeta. **EcoDebate: Cidadania e Meio Ambiente**, 25 jul. 2012. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br/2012/07/25/nosso-modelo-de-desenvolvimento-e-insustentavel-ou-como-a-economia-esta-matando-o-planeta-por-henrique-cortez>> Acesso em: 31 jul. 2012.

CURITIBA. **Decreto nº 293, de 28 de março de 2006**. Regulamenta a Lei nº 10.785 e dispõe sobre os critérios do uso e conservação racional da água nas edificações e dá outras providências. Curitiba, 22 mar. 2006.

ECOCASA. **Aproveitamento de água de chuva**. Brasil. 2012. Disponível em: <<http://www.ecocasa.com.br/produtos.asp?it=1212>> Acesso em: 04 out. 2012.

FIBRATEC. **Engenharia - Cisterna**. Brasil. 2012. Disponível em: <http://www.fibratec.com.br/br/produtos_info.php?linha=engenharia&idproduto=cisterna> Acesso em: 04 out. 2012.

GANDRA, A. Brasileiros reconhecem que desperdiçam água e estimam problemas de abastecimento no futuro. **EcoDebate: Cidadania e Meio Ambiente**, 27 jun. 2012. Disponível em: < <http://www.ecodebate.com.br/2012/06/27/brasileiros-reconhecem-que-desperdicam-agua-e-estimam-problemas-de-abastecimento-no-futuro>> Acesso em: 08 ago. 2012.

GIACCHINI, M; ANDRADE, A. G. F. Estudo sobre o método dos dias sem chuva para o dimensionamento de reservatórios. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, Abr. 2011. Disponível em:< <http://revistaret.itaca.uni5.net/ojs-2.2.3/index.php/ret/article/viewFile/69/99>> Acesso em: 01 out. 2012.

GOMES, M. A. F.; PEREIRA, L. C. Água no século XXI: desafios e oportunidades. **EcoDebate: Cidadania e Meio Ambiente**, 04 jun. 2012. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br/2012/06/04/agua-no-seculo-xxi-desafios-e-oportunidades-artigo-de-marco-antonio-ferreira-gomes-e-lauro-charlet-pereira>> Acesso em: 08 ago. 2012.

GONÇALVES, C. Prefeituras que promoverem o uso racional da água em prédios públicos vão receber recursos. **EcoDebate: Cidadania e Meio Ambiente**, 11 jun. 2012. Disponível em: < <http://www.ecodebate.com.br/2012/06/11/prefeituras-que-promoverem-uso-razional-de-agua-em-predios-publicos-vao-receber-recursos>> Acesso em: 19 set. 2012.

GUIA SELO CASA AZUL. **Selo Casa Azul: Boas práticas para habitação mais sustentável**. Brasília, DF. 2010.

HAGEMANN, S. P. **Avaliação da qualidade da água da chuva e da viabilidade de sua captação e uso**. 2009. 140 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2009.

INSTITUTO DE ÁGUAS DO PARANÁ. Bacia Hidrográfica do Rio Iguazu. Disponível em: <<http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/BACIAS/iguacu.pdf>> Acesso em: 17 ago. 2012

IHU – INSTITUTO HUMANITAS UNISINOS. O novo Código Florestal e o impacto na água (entrevista com José Galizia Tundisi). **Ecodebate: Cidadania e Meio Ambiente**, São Leopoldo, RS, 23 nov. 2011. Disponível em: < <http://www.ecodebate.com.br/2011/11/23/o-novo-codigo-florestal-e-o-impacto-na-agua-entrevista-especial-com-jose-galizia-tundisi>> Acesso em: 08 ago. 2012.

IHU – INSTITUTO HUMANITAS UNISINOS. Pegada hídrica: pela gestão eficiente da água (entrevista com Vanessa Empinotti). **Ecodebate: Cidadania e Meio Ambiente**, São Leopoldo, RS, 19 jun. 2012. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br/2012/06/19/pegada-hidrica-pela-gestao-eficiente-da-agua-entrevista-com-vanessa-empinotti>> Acesso em: 21 ago. 2012.

JAQUES, R. C. **Qualidade da água da chuva no município de Florianópolis e sua potencialidade para aproveitamento em edificações**. 2005. 102p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2005.

LAGE, E. S. **Aproveitamento de água pluvial em concessionárias de veículos na cidade de belo horizonte: potencial de economia de água potável e estudo de viabilidade.** 2010. 181 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2010.

MARONI, J. R. Poluição coloca em risco os mananciais. **Gazeta do Povo: Projeto Águas do Amanhã**, Curitiba, PR, 04 jun. 2011. Disponível em: <<http://www2.gazetadopovo.com.br/aguasdoamanha>> Acesso em: 24 ago. 2012.

MAY, S. **Caracterização, tratamento e reuso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em edificações.** 2009. 200 p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade São Paulo. São Paulo. 2009.

MONTEIRO, M. F. **Análise socioambiental de bacias hidrográficas de mananciais da Região Metropolitana de Curitiba baseada no acelerado processo de urbanização.** 2006. 143 p. Dissertação (Mestrado em Gestão Urbana) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba. 2006.

MUNDIAL. **Sustentabilidade.** Brasil. 2012. Disponível em: < <http://mundial-sa.com.br/#/sustentabilidade/meio-ambiente>> Acesso em: 05 out. 2012.

NAIME, R. A Polêmica da avaliação de impactos ambientais. **EcoDebate: Cidadania e Meio Ambiente**, 08 jun. 2011. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br/2011/06/08/a-polêmica-da-avaliacao-de-impactos-ambientais-artigo-de-roberto-naime>> Acesso em: 20 jun. 2012.

OLIVEIRA, L. H.; ILHA, M. S. O.; GONÇALVES, O. M.; YWASHIMA, L.; REIS, R. P. A. **Levantamento do Estado da Arte: Água. Projeto Tecnologia para Construção Habitacional Mais Sustentável.** São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.habitacaosustentavel.pcc.usp.br/>> Acesso em: 10 set. 2012.

ONU BRASIL. **Ban Ki-moon: ‘Sucesso no combate a fome depende de melhor utilização da água’.** 22 mar. 2012. Disponível em: < <http://www.onu.org.br/ban-ki-moon-sucesso-no-combate-a-fome-depende-de-melhor-utilizacao-da-agua/>> Acesso em: 08 ago. 2012.

PLATONOW, V. Se o Brasil recuperasse suas áreas degradadas não seria preciso mais nenhum hectare de floresta para a agropecuária. **EcoDebate: Cidadania e Meio Ambiente**, 12 jul. 2012. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br/2012/07/12/se-o-brasil-recuperasse-suas-areas-degradadas-nao-seria-preciso-mais-nenhum-hectare-de-floresta-para-a-agropecuaria>> Acesso em: 07 ago. 2012.

POSCHEN, P.; ITURRIZA, A. L.; LI, X.; TOBIN, S.; DESSORS, E.; DAMAAN, D. **Working towards sustainable development: opportunities for decent work and social inclusion in a green economy.** 31 maio 2012. Disponível em: <http://www.oit.org.br/sites/default/files/topic/gender/doc/empregosverdes2012_844.pdf> Acesso em: 07 ago. 2012.

RAMÍREZ, B. Reflexões com Al Gore. **Revista Acqua Vitae**, 2011.

RATTNER, H. Abordagem sistêmica, interdisciplinaridade e desenvolvimento sustentável. **Revista Espaço Acadêmico**, jan. 2006. Disponível em: <<http://www.espacoacademico.com.br/056/56rattner.htm>> Acesso em: 20 jun. 2012.

SANDRI, E. K. **Qualidade da água da chuva e utilização de radiação ultravioleta para sua desinfecção**. 2010. 168 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) – Universidade da Região de Joinville, Joinville. 2010.

SANCHES, G. **Programas Permanentes de Uso Racional da Água em Campi Universitários: O Programa de Uso Racional da Água da Unviversidade de São Paulo**. 2004. 482 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2004.

SAUTCHUK, C. FARINA, H.; HESPANHOL, I.; OLIVEIRA, L. H.; COSTI, L. O.; ILHA, M. S. O.; GONÇALVES, O. M.; MAY, S.; BONI, S. S. N.; SHMIDT, W. **Conservação e Reuso da Água em Edificações**. São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/Destaque/docs/d307-ReusoH2O.pdf>> Acesso em: 19 jun. 2012.

SHMIDLI, D. Água: fonte de vida e de renda. **Revista Acqua Vitae**, 2011.

SILVA, A, R, V; TASSI, R. **Dimensionamento e simulação do comportamento de um reservatório para aproveitamento de água de chuva: resultados preliminares**. 2005. Disponível em: <<http://rhama.net/download/artigos/artigo35.pdf>> Acesso em:30 set. 2012.

SNIRH – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS. Disponível em: <<http://portalsnirh.ana.gov.br/Sobre/tabid/72/Default.aspx>> Acesso em: 21 set. 2012.

SUASSUNA, J. A água no semiárido brasileiro: potencialidades e limitações. **EcoDebate: Cidadania e Meio Ambiente**, 26 jul. 2012. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br/2012/07/26/a-agua-no-semiarido-brasileiro-potencialidades-e-limitacoes-artigo-de-joao-suassuna/>> Acesso em: 08 ago. 2012.

TEMPSKI, J. S. V. **Questionário** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: <andreateston@hotmail.com>, em 26 set. 2012.

UNESCO. **The United Nations World Water Development Report 4**. Paris, França. 2012. Disponível em: <www.unesco.org.br> Acesso em: 18 jun. 2012.

WERNECK, G. A. M. **Sistema de Utilização de água de chuva nas edificações: o estudo de caso de aplicação em escola de Barra do Piraí**. 2006. 316 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2006.

WISY. **Product list rainwater harvesting**. Alemanha. 2009/2010. Disponível em: <www.wisy.de> Acesso em: 22 set. 2012.

APÊNDICE – Questionário feito aos profissionais.

Nome:

Profissão/cargo:

Empresa:

Cidade:

1. Você conhece o sistema de aproveitamento de água de chuva?
2. Em sua cidade existem leis que regulamentem a obrigatoriedade de se fazer o aproveitamento da água de chuva?
3. Você costuma sugerir aos clientes o sistema de aproveitamento?
4. Os clientes solicitam/pedem informações a respeito do sistema? Quais?
5. Os clientes apresentam interesse em inserir o sistema em seus projetos?
6. E eles aceitam quando o sistema é oferecido?
7. Os clientes sabem das leis (se elas já existem em sua cidade)?
8. O que os clientes acham dos custos iniciais de inserir o sistema?
9. Você executa projetos com esse sistema?
10. Qual a sua maior dificuldade na especificação dos componentes do sistema? E no dimensionamento?
11. Você já acompanhou/fiscalizou a execução de obras com o sistema? Qual foi sua maior dúvida?
12. Você sabe qual é a NBR da ABNT que normatiza o sistema de aproveitamento de água de chuva? Já a leu?
13. Se você já a leu, quais itens deixam dúvidas para você?
14. Para quais usos finais especificados abaixo você acredita que seja possível utilizar a água pluvial sem tratamento para potabilidade?
 - a) Uso para torneira de jardim (irrigação de jardins e hortas)? (SIM/NÃO)
 - b) Uso para lavagem de carros? (SIM/NÃO)
 - c) Uso para lavagem de pisos e calçadas? (SIM/NÃO)
 - d) Uso para descarga de bacias sanitárias? (SIM/NÃO)
 - e) Uso para máquina/tanque de lavar roupas? (SIM/NÃO)
 - f) Uso para piscinas de banho? (SIM/NÃO)
 - g) Uso para sistemas de ar condicionado? (SIM/NÃO)
 - h) Uso para sistemas de prevenção contra incêndios? (SIM/NÃO)

ANEXO A – Fórmulas utilizadas para o cálculo do volume do reservatório de acordo com a ABNT NBR 15.527/2007.

1. Método Rippl:

$$S_{(t)} = D_{(t)} - Q_{(t)}$$

$$Q_{(t)} = C * \text{precipitação de chuva}_{(t)} * \text{área de captação}$$

$$V = \sum S_{(t)}, \text{ somente para valores } S_{(t)} > 0.$$

$$\text{Sendo que: } \sum D_{(t)} < \sum Q_{(t)}.$$

Onde:

$S_{(t)}$ = volume de água no reservatório no tempo t;

$Q_{(t)}$ = volume de chuva aproveitável no tempo t;

$D_{(t)}$ = demanda ou consumo no tempo t;

V = volume no reservatório;

C = coeficiente de escoamento superficial (utilizado 0,8).

2. Método da Simulação:

$$S_{(t)} = Q_{(t)} + S_{(t+1)} - D_{(t)}$$

$$Q_{(t)} = C * \text{precipitação de chuva}_{(t)} * \text{área de captação}$$

$$\text{Sendo que: } 0 \leq S_{(t)} \leq V.$$

Onde:

$S_{(t)}$ = volume de água no reservatório no tempo t;

$S_{(t-1)}$ = volume de água no reservatório no tempo t-1;

$Q_{(t)}$ = volume de chuva aproveitável no tempo t;

$D_{(t)}$ = demanda ou consumo no tempo t;

V = volume do reservatório fixado (adotado 5.500L);

C = coeficiente de escoamento superficial (utilizado 0,8).

Para esse cálculo foram consideradas duas hipóteses: que o reservatório está cheio no início da contagem do tempo t e que está vazio no início da contagem do tempo t.

3. Método Australiano:

O volume de água da chuva é:

$$Q = A * C * (P - I)$$

Onde:

Q = Volume mensal produzido pela chuva;

A = Área de coleta;

C = Coeficiente de escoamento superficial (utilizado 0,8);

P = Precipitação Média Mensal;

I = Interceptação da água que molha as superfícies e perdas por evaporação (adotado 2mm)

O cálculo do volume do reservatório é feito por tentativas:

$$V_{(t)} = V_{(t-1)} + Q_{(t)} - D_{(t)}$$

Onde:

$Q_{(t)}$ = volume mensal produzido pela chuva no mês t;

$V_{(t)}$ = volume de água que está no tanque no fim do mês t;

$V_{(t-1)}$ = volume de água que está no tanque no início do mês t;

$D_{(t)}$ = demanda mensal.

Sendo que no primeiro mês considera-se o reservatório vazio.

O cálculo da confiança se dá através da fórmula:

$$\text{Confiança} = (1 - P_r),$$

Sendo que:

$$P_r = N_r / N$$

Onde:

P_r = falha;

N_r = número de meses em que o reservatório não atendeu a demanda ($V_{(t)} = 0$)

N = número de meses (considerado 12 meses).

4. Método de Azevedo Neto:

$$V = 0,042 * P * A * T$$

Onde:

P = valor numérico da precipitação média anual, expresso em mm;

A = área de coleta em projeção, expresso em m²;

T = o número de meses de pouca chuva ou seca (foi considerado 1);

V = valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, expresso em litros.

5. Método Prático Alemão:

É um método empírico, onde se adota o menor valor do volume do reservatório que é 6% do volume anual do consumo ou 6% do volume anual de precipitação aproveitável.

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

Onde:

V = valor numérico do volume de chuva aproveitável em um ano, expresso em litros;

D = valor numérico da demanda anual de água não potável, expresso em litros;

V_{adotado} = é o valor numérico do volume de água do reservatório, expresso em litros.

6. Método Prático Inglês:

$$V = 0,05 * P * A$$

Onde:

P = valor numérico da precipitação média anual, expresso em mm;

A = área de coleta em projeção, expresso em m²;

V = valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, expresso em litros.

7. Volume de chuva aproveitável:

$$V = P * A * C * N_{\text{fator de captação}}$$

V = volume anual, mensal ou diário de água de chuva aproveitável;

P = precipitação média anual, mensal ou diária;

C = coeficiente de escoamento superficial (adotado 0,8);

N_{fator de captação} = eficiência do sistema de captação, levando em conta o dispositivo de descarte de sólidos e desvio de escoamento inicial, caso este último seja utilizado (adotado 0,8).

ANEXO B – Fórmula utilizada para o cálculo do volume do reservatório de acordo com o decreto 293/2006 de Curitiba.

Para edificações residenciais:

$$V = N * C * d * 0,25$$

Onde:

V = volume em litros;

N = número de unidades;

d = número de dias de reserva (recomendado e adotado 2 dias);

C = consumo diário em litros/dia conforme a tabela abaixo:

Quantidade de quartos	Consumo (litros/dia)
01 (um)	400
02 (dois)	600
03 (três)	800
04 (quatro) ou mais	1000

Como a edificação considerada possui dois quartos, adotou-se 600 litros por dia.