

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Escola de Arquitetura

Mariana Mamede Felismino

Gestão hídrica nas edificações baseada em sustentabilidade.
Implicações e contribuições ao meio urbano

Belo Horizonte
2019

Mariana Mamede Felismino

Gestão hídrica nas edificações baseada em sustentabilidade.
Implicações e contribuições ao meio urbano

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Sustentabilidade do Ambiente Construído da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Sustentabilidade do Ambiente Construído.

Orientador: Prof. José Rubens Gonçalves de Souza

Belo Horizonte
2019

FICHA CATALOGRÁFICA

F313g

Felismino, Mariana Mamede.

Gestão hídrica nas edificações baseada em sustentabilidade [manuscrito]: implicações e contribuições ao meio urbano / Mariana Mamede Felismino. - 2019.

41f. : il.

Orientador: José Rubens Gonçalves de Souza.

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura.

1. Hidrologia urbana 2. Edifícios sustentáveis 3. Águas pluviais. 4. Abastecimento de água. 5. Água - Conservação 6. Água - Uso. I. Souza, José Rubens Gonçalves de. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Arquitetura. III. Título.

CDD 553.7



ATA DA REUNIÃO DA COMISSÃO EXAMINADORA DE TRABALHO DE MONOGRAFIA DA ALUNA *MARIANA MAMEDE FELISMINO* COMO REQUISITO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DO CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE DO AMBIENTE CONSTRUÍDO.

Às 16:00 horas do dia 26 de Julho de 2019, reuniu-se na sala 320A da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, a Comissão Examinadora composta pelo Professor José Rubens Gonçalves de Souza - orientador-Presidente e pela Profa. Arq. Ana Carolina de Oliveira Veloso como membro titular, designada pela Comissão Coordenadora do Curso de Especialização em Sustentabilidade do Ambiente Construído para avaliação da monografia intitulada "***Gestão hídrica nas edificações baseada em sustentabilidade. Implicações e contribuições ao meio urbano***" de autoria da aluna ***Mariana Mamede Felismino*** como requisito final para obtenção do Certificado de Especialista em Sustentabilidade do Ambiente Construído. A citada Comissão examinou o trabalho e, por unanimidade, concluiu que a monografia atende às exigências para a obtenção do Certificado de Conclusão do Curso e recomenda que sejam encaminhados 01 (um) exemplar impresso e 01(um) exemplar digital para a Biblioteca da Escola de Arquitetura e 01(um) exemplar digital para a Biblioteca da UFMG.
Nota **8,0**: Conceito **B**

Belo Horizonte, 26 de Julho de 2019


José Rubens Gonçalves de Souza
Prof. Orientador-Presidente


Ana Carolina de Oliveira Veloso
Profa. Arq. Membro Titular

Aos meus pais e irmã pelo apoio,
incentivo e amor para realização de mais
um sonho.

*“Não pode existir harmonia urbana ou
melhoria ambiental real sem paz e garantia
da aplicação dos direitos humanos básicos”
(Richard Rogers)*

RESUMO

Diante da necessidade de repensar o uso de água, decorrente do desperdício cada vez maior em grandes aglomerados urbanos, este trabalho destaca a importância da gestão de recursos hídricos em edificações durante seu planejamento e todo o ciclo de uso, sobretudo, a contribuição ao meio urbano e meio ambiente a partir de práticas mais sustentáveis. Tem por objetivo demonstrar que é possível planejar e projetar edificações que usufruam de dispositivos e ações que economizam água e devolvem ao meio ambiente de forma saudável. Ao longo de seu conteúdo, são expostas todas as etapas e processos pelos quais a água deve passar para abastecer os espaços, sua captação, ciclo natural e alterações geradas pelas formações urbanas, além de custos para os usuários e a compreensão de mecanismos de captação de água de fontes alternativas, reuso de águas cinzas e formas de descarte mais consciente. Concluindo com a importância de implantar meios técnicos e vivência cotidiana um uso consciente para economia de água, contribuindo com um meio urbano mais estruturado, meio ambiente mais saudável e uma sociedade mais consciente das consequências de suas ações.

Palavras-chave: Água, Reuso, Água Pluvial, Abastecimento, Sustentável.

ABSTRACT

Faced with the need to rethink water use due to the increasing waste in large urban areas, this work highlights the importance of the management of water resources in buildings during their planning and the entire cycle of use, above all, the contribution to the urban environment and environment from more sustainable practices. It aims to demonstrate that it is possible to plan and design buildings that enjoy devices and actions that save water and return to the environment in a healthy way. Throughout its content, all the stages and processes through which water must pass to supply the spaces, their capture, natural cycle and alterations generated by the urban formations, besides costs for the users and the understanding of mechanisms of abstraction of water from alternative sources, reuse of gray water, and more conscious disposal. Concluding with the importance of implementing technical means and daily living a conscious use for water saving, contributing to a more structured urban environment, healthier environment and a society more aware of the consequences of their actions.

Key Words: Water, Reuse, Rainwater, Supply, Sustainable.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Processo de tratamento de água.....	12
TABELA 1 – Abastecimento de água por Estado da Federação.....	13
GRÁFICO 1 – Acesso a saneamento básico no Brasil.....	15
GRÁFICO 2 – Acesso a saneamento básico na região Norte.....	15
GRÁFICO 3 – Acesso a saneamento básico na região Sul.....	16
FIGURA 2 – Drenagem urbana e construções em área de várzea.....	18
FIGURA 3 – Esquema conceito de reservação x canalização.....	19
FIGURA 4 – Esquema de aproveitamento de águas coletadas.....	20
FIGURA 5 – Superfície permeável natural.....	22
FIGURA 6 – Superfície permeável construída.....	22
FIGURA 7 – Superfície permeável bloquete perfurado.....	23
FIGURA 8 – Pavimentação com encaixes	23
FIGURA 9 – Cobertura com vegetação.....	23
FIGURA 10 – Esquema de funcionamento de uma cisterna.....	24
FIGURA 11 – Potencial de reuso no Brasil.....	26
FIGURA 12 – Esquema de sistema de reuso.....	29
FIGURA 13 – Estação de tratamento de água de reuso.....	30
FIGURA 14 – Melbourne – Austrália.....	35

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 JUSTIFICATIVA.....	9
1.2 OBJETIVOS.....	10
1.3 FERRAMENTAS E MÉTODOS.....	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 O PAPEL DA ÁGUA NO AMBIENTE URBANO.....	11
2.1.1 Processo de abastecimento de água no Brasil.....	11
2.1.2 Saneamento básico, principais desafios.....	14
2.2 ÁGUA PLUVIAL.....	17
2.2.1 Drenagem urbana.....	17
2.2.2 Captação e armazenamento.....	20
2.2.3 Uso de água pluvial.....	21
2.2.4 Mecanismos de captação locais.....	21
2.3 SISTEMA DE REUSO.....	24
2.3.1 Reuso de águas cinzas em moradia.....	25
2.3.2 Sistema e tratamento para reuso.....	27
2.4 DIRETRIZES E BOAS PRÁTICAS.....	31
2.4.1 Estudo de Caso: Crise Hídrica de Melbourne, Austrália.....	35
3 CONCLUSÕES	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

1 INTRODUÇÃO

A adequação de edificações para melhorias de conforto térmico, acústico e ambiental tem se tornado cada vez mais relevante quando o assunto é sustentabilidade, um aspecto importante dentro dessa temática é a importância de um bom gerenciamento de recursos hídricos em uma edificação, a compreensão do ciclo de uso, do abastecimento ao descarte e as maneiras mais adequadas para economia de água.

De acordo com a Agência Nacional de Águas (2019) estima-se que apenas 2,5% de toda água da Terra seja doce e dessa porcentagem a maior parte cerca de 69% possui difícil acesso, encontram-se em geleiras e aquíferos. Portanto é imprescindível que seus usos tenham planejamento e não prejudique as diferentes formas de usos para a manutenção da vida.

No Brasil, segundo dados da Conjuntura de Recursos Hídricos do Brasil (ANA, 2018) a demanda por uso de água tem crescido nos últimos 20 anos, e está relacionada à urbanização e desenvolvimento econômico, estima-se um aumento de 80% do total retirado nesse período e ainda existe a previsão que até 2030 a retirada de água aumente aproximadamente 24%.

Com o crescimento por demandas hídricas no país, há a contribuição para o aumento do estresse hídrico, uma vez que, as regiões hidrográficas do país são diferentes. Fatores como baixos índices de precipitação, elevação de temperaturas, são problemas que ocorrem de forma localizada sendo assim necessária a intervenção em escala local analisando os diversos usos dos recursos hídricos (ANA, 2018).

Para uma efetiva análise, a gestão que é o processo pelo qual se estrutura e organiza atividades, pode ser utilizada para controle e regulamentação do uso da água com o objetivo de garantir a oferta de água no presente e no futuro (ANA, 2018).

Preocupações com a gestão, uso, descarte, saneamento, drenagem de águas pluviais nas edificações e os impactos provocados ao meio urbano e meio ambiente foi o que norteou este trabalho. Para isso foi importante refletir, discutir e compreender a melhor forma de gestão do uso de água nas edificações, tornando-as mais sustentáveis.

1.1 Justificativa

A conservação e recuperação de recursos hídricos no meio urbano tem sua importância pautada no desenvolvimento cada vez mais acelerado das cidades e o uso crescente de recursos naturais, principalmente hídricos, bem como o desperdício ou uso inadequado de água potável nas edificações.

Outro ponto importante a ser discutido é o descarte ou captação de água pluvial que devido às grandes áreas impermeáveis existentes em aglomerados urbanos, o direcionamento incorreto do recurso hídrico pode provocar problemas como alagamentos, enchentes e deslizamentos. Sendo assim torna-se essencial a compreensão da temática para a melhoria e inovação da gestão de águas no ambiente construído e formas de captar e drenar águas para que possam contribuir com o meio urbano.

Para o desenvolvimento destas ações, o primeiro aspecto a ser considerado é a análise e caracterização do desenvolvimento e crescimento urbano, de que forma os recursos hídricos são utilizados na formação das cidades e na relação urbana com a água através do abastecimento, processos de saneamento e drenagem urbana.

O segundo aspecto importante a ser considerado é a compreensão de sistemas de águas pluviais, sua captação, uso e armazenamento, os sistemas de reuso e as diversas maneiras práticas que a construção civil pode contribuir com a otimização do uso da água.

O terceiro e último aspecto é a análise e sugestões de melhoria das diretrizes básicas arquitetônicas, urbanísticas, sociais e práticas a serem implantadas para a contribuição da recuperação e preservação de recursos hídricos, bem como a gestão das águas nas edificações.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Avaliar a melhoria da gestão de recursos hídricos nas edificações minimizando os impactos gerados pelo uso inadequado e/ou excessivo de água potável, e compreender a melhor forma de captação e drenagem de águas pluviais a partir da edificação até alcançar o meio urbano circundante.

1.2.2 Objetivos específicos

- Analisar a importância dos recursos hídricos para o meio urbano;
- Levantar e analisar os sistemas de uso e captação de fontes alternativas de água, reuso de águas cinzas e mecanismos mais utilizados em edificações para economia de água;
- Analisar a implantação de recuperação e tratamento de recursos hídricos em áreas urbanas através de um modelo.
- Pontuar melhorias, sugestões e proposições técnicas arquitetônicas para edificações relacionadas a economia e tratamento de recursos hídricos.

1.3 Ferramentas e métodos

O presente trabalho é uma pesquisa descritiva baseada em fontes bibliográficas. As informações são obtidas através de livros, artigos científicos, dados técnicos da Agência Nacional de Águas, legislações e normas. A partir de dados da pesquisa, é possível fazer uma análise crítica das informações obtidas e compreender a melhor maneira de aplicar os conceitos pesquisados.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 – O papel da água no ambiente urbano

O uso da água em grande escala está diretamente relacionado ao crescimento da população e às necessidades que levaram pessoas de comunidades e pequenos vilarejos a viverem em grandes aglomerados urbanos.

A água é necessária para diversas atividades como moradia, agricultura, indústria, nos transportes, na produção de energia elétrica entre outros usos essenciais.

Segundo os dados da Conjuntura de Recursos Hídricos do Brasil (ANA, 2018), a média anual é de aproximadamente 2.083 m³/s de água denominada retirada, que é a água captada para uso, desse total, 23,8% é destinada ao abastecimento urbano, ficando atrás apenas da irrigação que utiliza 52% total de retirada.

Cada vez mais aprofunda-se o conhecimento acerca da captação, uso consciente, recuperação e reuso da água. Torna-se, portanto, necessário o estudo e desenvolvimento dos processos pelos quais a água abastece as cidades e proporcionam a sua correta utilização e evitando-se a sua escassez. A importância destes procedimentos está relacionada ao quão dependente desses processos são as diversas atividades inerentes à vida urbana contemporânea.

É essencial analisar as condições de uso de solo para a implantação de edificações, assim como as condições hidrológicas locais, cursos d'água próximos e eventuais problemas de drenagem urbana. Outro ponto importante é a previsão do volume e a frequência de chuva no local. Por fim, compreender os anseios e perfil dos usuários e comunidade que irá usufruir da captação de água pluvial ou dos dispositivos para melhoria de drenagem urbana.

2.1.1 Processo de abastecimento de água no Brasil

Em muitas regiões e cidades brasileiras o abastecimento de água segue o mesmo processo, ilustrado na Figura 1, variando de acordo com o clima, a disponibilidade de recursos hídricos, a distância da fonte de captação hídrica, a altitude e diversos outros fatores relacionados ao clima, relevo e geografia, que devem ser levados em consideração, principalmente no Brasil, por ser um país de grande extensão territorial.

De maneira geral é importante compreender como acontece o abastecimento em pequenos e grandes centros urbanos, pois são nestes locais que estão localizadas a maior concentração de pessoas e de suas atividades.

Para a captação de água é necessário um estudo para encontrar um manancial que atenda às necessidades do local que irá abastecer. A captação pode ser feita de duas formas, superficial a partir de rios ou represas, ou de forma subterrânea através de poços artesianos ou a partir de lençóis subterrâneos (BRASIL, 2018).

A captação deve levar em consideração a capacidade da fonte escolhida, para que não se retire água além deste limite, garantindo-se que se tenha tempo hábil para a recuperação e a continuação da fonte de abastecimento.

Após a fase de captação, a água é bombeada para estação de tratamento onde passa por várias fases, sendo a primeira chamada de coagulação e floculação, como é possível observar na FIG. 1, sinalizada por setas vermelhas e dentro da marcação em amarelo, esta é a parte do processo onde as impurezas são agrupadas e transformadas em flocos para facilitar a próxima etapa que é a decantação, onde os flocos que se formaram, se separam da água em um processo gravitacional. Em seguida a água é filtrada através de um filtro geralmente constituído de areia. Após passar pelo processo de filtração, é necessário que a água seja desinfetada, sendo normalmente utilizado o agente desinfetante cloro, eliminando agentes infecciosos como bactérias e vírus, eliminando assim as chances de transmissão de doenças. Por fim, é feita a fluoretação, adicionando flúor para a contribuição da melhora da saúde bucal da população. Finalmente a água é bombeada aos reservatórios que farão a distribuição para a rede urbana. (COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO DISTRITO FEDERAL, 2019).

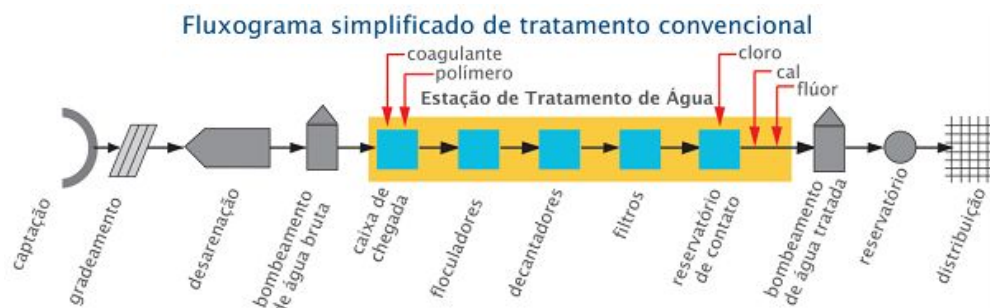


FIGURA 1: Processo de tratamento de água

Fonte: AUTOSSUSTENTÁVEL, 2019.

Após o processo de captação e tratamento, a distribuição é feita para a população na área urbana, através de um sistema canalizado de rede pública, operado por empresa privada ou estatal. Este serviço é cobrado financeiramente dos usuários.

A cobrança de recursos hídricos é prevista pela Lei nº 9.433/97 e denomina a Política Nacional de Recursos Hídricos. Segundo a Agência Nacional de Águas, a cobrança tem o objetivo de gerar receita para financiar recuperação de bacias hidrográficas, demonstrar ao usuário o valor pelo uso do recurso hídrico, incentivo para uso de tecnologia limpas. No

entanto, o valor cobrado na conta de água, refere-se ao serviço da coleta de água, seu tratamento e do esgoto, e à cobrança adicional pelo uso de recursos hídricos de água e esgoto, na realidade é de um valor mínimo.

Segundo o Projeto PROAGUA sobre a cobrança pelo abastecimento de água “[...] o sistema federal e os sistemas estaduais devem ser necessariamente complementares e, na medida do possível, similares”. (BRASIL, 2001, p.58). Mas ainda é um assunto considerado complexo, por haver águas de domínio da União e água dos Estados da Federação com diferentes níveis de processo de implantação, natureza jurídica de cobrança, arrecadação e distribuição de valores arrecadados.

A demanda por abastecimento de água tem suas particularidades de acordo com cada estado brasileiro, bem como o número de mananciais disponíveis para esse abastecimento e o investimento (TABELA 1).

TABELA 1: Abastecimento de água por Estado da Federação.

Estado /Unidade da Federação	Total de Municípios gerenc. (Un.)	Demanda 2015 (m³/s)	MANANCIAIS E SISTEMAS			AVALIAÇÃO OFERTA/DEMANDA 2016			SOLUÇÕES PROPOSTAS E INVESTIMENTOS		
			Sistema Isolado			Abastecimento satisfatório (un)	Requer Investimento		Demanda 2025 (m³/s)	Nº de municípios que requerem investimento (un)	Investimento total em abastecimento de água (R\$ milhões)
			Manancial superficial/misto (un)	Manancial subterrâneo (un)	Sistema integrado (un)		Ampliação de sistema (un)	Novo manancial (un)			
Acre	22	3,4	18	4	0	4	15	3	4,2	19	67,83
Alagoas	102	8,1	43	16	43	22	74	6	9,5	84	496,18
Amapá	16	2,3	12	4	0	5	11	0	2,0	11	123,34
Amazonas	62	13,4	18	44	0	17	43	2	16,4	45	823,16
Bahia	417	36,5	227	61	129	92	275	48	10,6	323	2577,07
Ceará	184	22,9	85	59	40	50	108	25	25,7	133	1032,78
Distrito Federal	1	9,7	0	0	1	0	0	1	10,0	1	761,86
Espírito Santo	78	10,4	65	0	13	44	34	0	11,8	34	85,83
Goiás	246	16,2	183	56	7	133	81	32	18,3	113	685,76
Maranhão	217	14,7	45	150	9	20	109	0	16,0	109	412,40
Mato Grosso	141	7,4	81	58	0	85	53	3	8,3	56	203,55
Mato Grosso do Sul	78	6,0	16	62	0	42	34	2	6,6	36	48,40
Minas Gerais	853	50,5	649	169	35	430	407	16	55,6	424	890,30
Pará	143	17,1	31	108	3	21	112	10	20,0	122	680,61
Paraíba	223	9,1	91	34	91	81	68	64	9,8	143	605,32
Paraná	399	26,4	154	219	23	250	113	33	30,2	146	644,48
Pernambuco	185	24,2	96	14	74	56	60	68	26,4	137	2388,57
Piauí	224	7,2	31	174	16	34	186	3	7,8	131	413,72
Rio de Janeiro	92	72,5	59	1	30	47	40	3	79,0	45	1051,31
Rio Grande do Norte	167	8,3	48	37	79	68	75	23	9,1	118	736,14
Rio Grande do Sul	496	32,4	156	284	47	306	156	25	34,3	152	785,21
Rondônia	52	3,7	42	10	0	27	22	3	4,4	25	123,71
Roraima	15	1,6	6	9	0	11	2	2	1,9	4	8,15
Santa Catarina	293	16,2	177	68	46	136	138	17	18,2	155	591,54
São Paulo	645	141,2	250	320	71	411	166	64	151,8	235	5388,73
Sergipe	75	5,2	19	20	36	35	29	11	5,8	40	460,28
Tocantins	139	3,8	53	84	2	71	60	8	4,2	88	127,07
Brasil	5565	570,2	2655	2073	795	2506	2551	472	630,4	3069	22233,36

Fonte: Adaptado de Atlas de Abastecimento Urbano de Água – Agência Nacional de Águas.

O abastecimento de água é a base de sobrevivência em centros urbanos, é possível perceber o quão desafiador é a gestão desses recursos, considerando o ritmo de crescimento da população, da malha urbana e conseqüentemente a demanda pela implantação de processos cada vez mais eficientes em resolver problemas de uso desse recurso.

2.1.2 Saneamento básico, principais desafios

Segundo a Lei nº 11.445/07 (BRASIL, 2019) o conceito de saneamento básico é “o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais urbanas”. Portanto são exigidas ações para a correta destinação das águas utilizadas no meio urbano, proveniente basicamente de edificações habitacionais, comerciais, industriais entre outras atividades.

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA,2019) saneamento básico consiste em abastecimento de água, tratamento de esgoto, destinação de água da chuva e lixo urbano.

De acordo com a COPASA (2019) a importância sanitária do abastecimento de água é fundamentada no controle e prevenção de doenças, na facilidade de hábitos higiênicos a partir de pontos de água dentro das edificações, para lavagem e preparo de alimentação, bem como higienização de ambientes e vestuário.

Praticamente em todo o Brasil, nos locais onde existe um sistema de esgoto, o modelo utilizado de acordo com a COPASA (2019), é de separação absoluta, ou seja, separa o esgoto denominado sanitário das águas pluviais, que são coletadas e transportadas através de sistema de drenagem independente. Faz-se ainda uma classificação de esgoto doméstico que possui efluentes provenientes das residências, esgoto não doméstico que possui líquidos resultantes de processos industriais e o esgoto classificado como infiltração que é a parcela de água do esgotamento que acaba penetrando no subsolo.

Os principais problemas encontrados nas redes de esgoto sanitário são:

- resíduos sólidos descartados de maneira errada na rede, causando problemas como entupimentos;
- águas pluviais ligadas em redes de esgoto, aumentando o volume no local de descarte e provocando refluxo.

Esses problemas refletem em dados coletados pelo IBGE relacionados ao acesso à serviços de saneamento básico no Brasil, que indica como existente em todas as cidades, porém a coleta do esgoto não é feita em quase 50% dos municípios do país, assim como o manejo de águas pluviais, que demonstra uma ausência significativa (GRÁFICO 1).

Acesso a serviços de saneamento básico por município (%), 2008

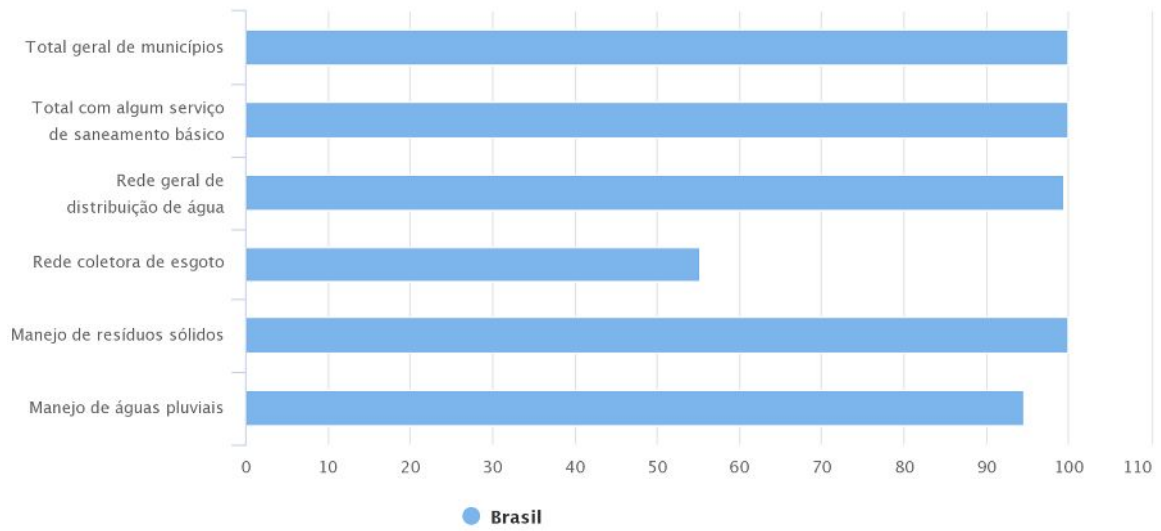


GRÁFICO 1: Acesso a saneamento básico no Brasil.

Fonte: IBGE- Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008.

Acesso a serviços de saneamento básico por município (%), 2008

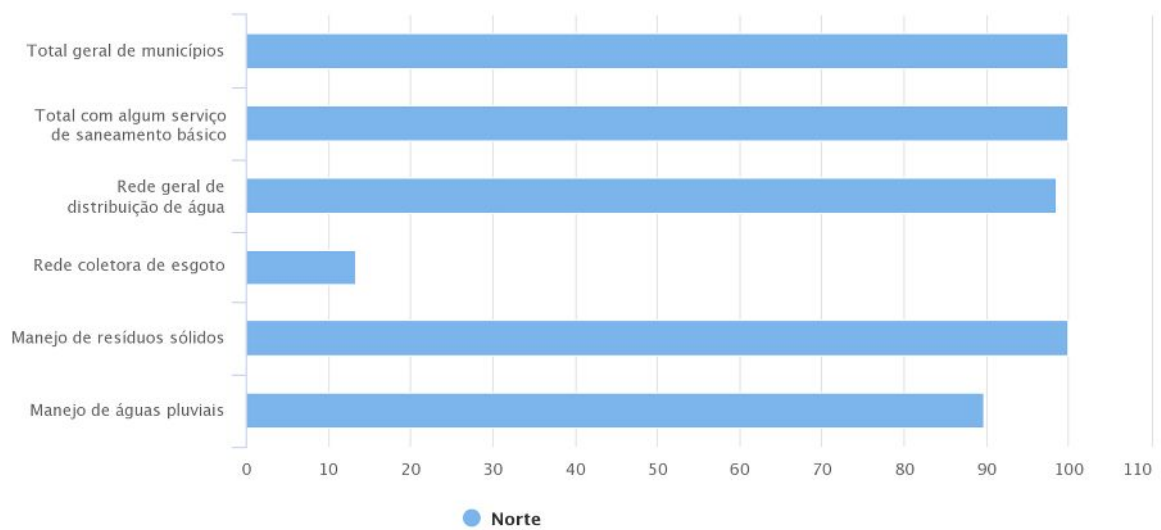


GRÁFICO 2: Acesso a saneamento básico na Região Norte.

Fonte: IBGE- Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008.

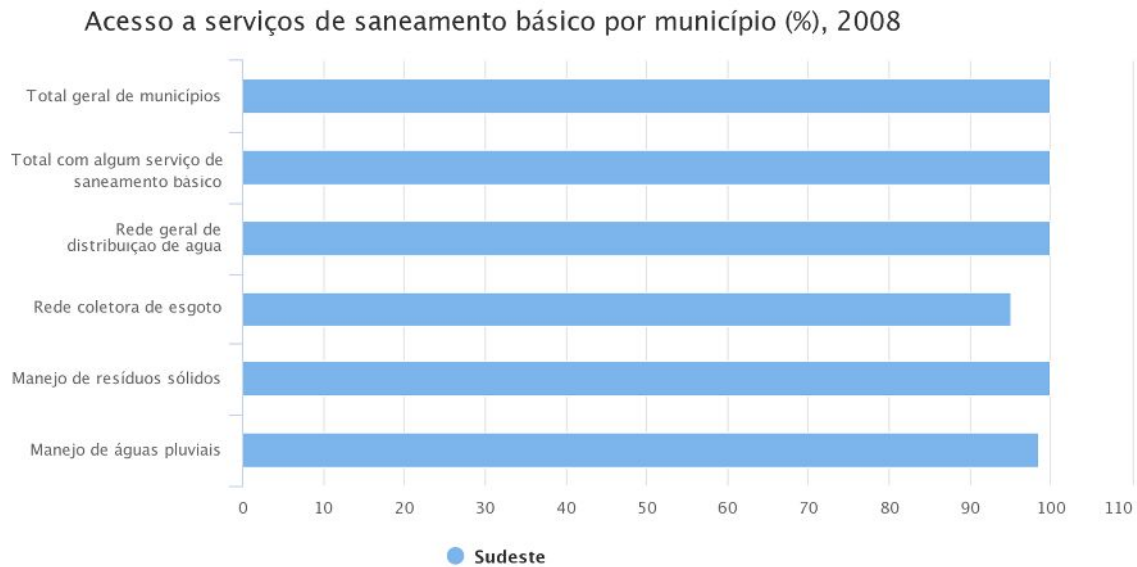


Gráfico 3: Acesso a saneamento básico na Região Sudeste.

Fonte: IBGE- Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008.

É possível perceber a partir da análise dos gráficos 2 e 3 que em todo o país as regiões Norte e Sudeste são as que apresentam maior discrepância quando comparados os dados de acesso aos serviços de rede coletora de esgoto e o manejo de águas pluviais. Esses números podem refletir diversos fatores, entre eles pode-se destacar a falta de recursos, investimentos ou a formação da malha urbana com ausência de infraestrutura necessária para a implantação ou melhoria desses recursos.

Os problemas em maior escala provocados a partir da ausência da coleta de esgoto, é o descarte do esgotamento a céu aberto provocando problemas de saúde pública graves, como contaminações e doenças, e as fossas negras que são escavações diretamente no solo, sem alvenaria ou revestimentos que possam impedir a penetração dos materiais no solo e provocar a contaminação de corpos d'água.

Outro problema enfrentado com a poluição em corpos d'água é o lançamento de efluentes, ou seja, todo tipo de resíduo resultante de atividade humana, sejam eles domésticos ou industriais sem algum tipo de tratamento ou filtragem, fazendo com que o uso da água a jusante do descarte se torne inadequado ou impróprio, contribuindo assim para a piora nos balanços hídricos na qualidade de água captada (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2018).

Dessa maneira a coleta de esgoto e o escoamento de águas pluviais ainda é um tema a ser explorado e estudado a sua implantação em muitas cidades brasileiras, trabalhando a conscientização da população quanto à importância da correta destinação dos sistemas de esgoto, de forma que este serviço possa cada vez mais atingir um número maior de pessoas e regiões.

2.2 Água Pluvial

A água pluvial, ou seja, proveniente de chuva é fonte de abastecimento dos corpos d'água, rios, represas, córregos, bacias e lençóis freáticos subterrâneos, que podem ser utilizados para o abastecimento das cidades

O livre escoamento é importante para que ocorra esse abastecimento natural. Porém em locais onde a grande concentração de áreas impermeáveis se instala, como é o caso de centros urbanos e com o crescimento cada vez mais acentuado das malhas urbanas, essa permeabilidade torna-se cada vez mais prejudicada, provocando o acúmulo de água em locais inadequados e acarretando problemas como enchentes, alagamentos, deslizamentos de massas consideráveis do solo e do que houver em sua superfície, entre outros.

Este problema pode ser atenuado através da prática que se tornou comum, a captação e armazenamento de água proveniente de chuva no próprio local de consumo para posterior uso e reaproveitamento em atividades domésticas, comerciais e industriais, resultando em economia de água tratada distribuída por concessionárias.

Portanto, é importante a compreensão das práticas utilizadas para captação, armazenamento e uso de águas pluviais em edificações, analisando a efetividade dessas experiências no tocante a melhorias ambientais e urbanas.

2.2.1 Drenagem urbana

O sistema de drenagem urbana consiste em fazer o processo de escoamento de águas superficiais, principalmente pluviais.

Grandes centros urbanos, devido ao crescimento e a necessidade de expansão, a criação de novas vias para tráfego de veículos contribuem para o alto índice de áreas impermeáveis, dificultando os períodos de chuvas intensas, com volume elevado de água, resultam em problemas como enchentes e inundações. Para solucionar problemas como esses, técnicas de drenagem urbana são utilizadas.

Segundo Miguéz, Veróil e Rezende (2015) existem medidas técnicas utilizadas, podendo ser classificadas como não estruturais, que são ações indiretas, como por exemplo zoneamentos e legislações. E estruturais, que são as intervenções diretamente nos rios e paisagens, como canalizações e reservatórios.

Medidas denominadas estruturais como a macrodrenagem, denominada macro por ocorrer em grandes áreas, possuem características próximas à drenagem natural do local, fazendo apenas retificações dos corpos hídricos como rios, córregos e riachos, utilizando canalizações, elevatórias, retenções e barragens como soluções urbanas. Já a micro

drenagem é identificada por pavimentação de ruas com sarjetas, bocas de lobo, galerias, itens relacionados, em sua maioria, ao sistema viário, de loteamento e habitacional (MARTINS, 2012, p.1).

A ocupação desordenada do solo, em áreas de várzea, de escoamento natural de água é um dos principais problemas de administração de drenagem urbana. Geralmente resulta em falta de espaço para absorção de água em períodos de cheia, desrespeitando a dinâmica e comportamento de cursos d'água naturais (MARTINS, 2012, p.2).

Na figura 2, a primeira parte da imagem esquemática é possível observar e compreender a dinâmica do escoamento de água pluvial, que devido a topografia conduz a água ao fundo da várzea, onde geralmente existe um curso d'água corrente, que em determinadas épocas do ano em períodos de cheia e um grande volume de chuvas, o nível de água aumenta modificando e deslocando as margens do curso d'água, alcançando um espaço denominada na imagem de área de inundação.

Na segunda parte da imagem da figura 2, a ilustração das edificações quando a expansão da malha urbana invade a área de várzea e conseqüentemente o limite da área de inundação, pois independentemente das construções a dinâmica natural do escoamento de água pluvial e cheia dos cursos d'água continuam acontecendo, porém, provocando enchentes, inundações, necessitando assim que haja um planejamento e soluções para modificar o percurso natural das águas pluviais nesse espaço.

c. Resposta da geometria do escoamento

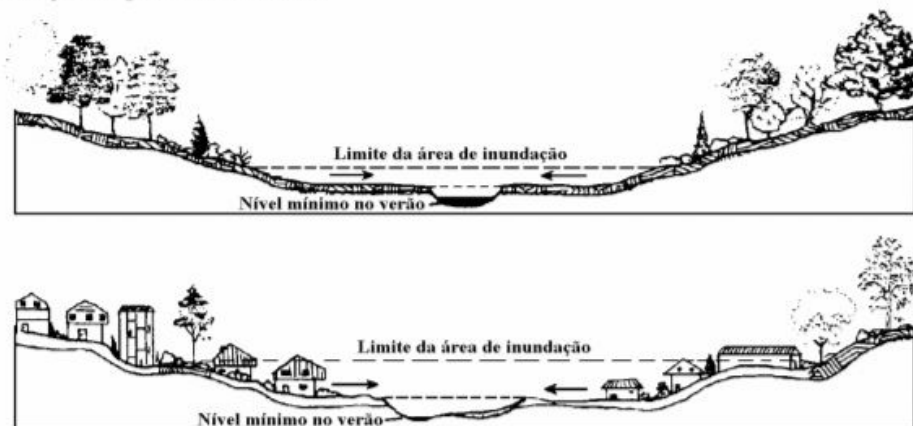


FIGURA 2: Drenagem Urbana e construções em área de várzea

Fonte: Adaptado de Plano Diretor de Drenagem Urbana: manual de drenagem urbana, 2005 apud Schueler, 1987.

Além dos sistemas de macro e micro drenagem, o escoamento de águas pluviais provenientes de lotes, condomínios, passeios, praças, estacionamentos, espaços comerciais e de todo empreendimento individual recebe a denominação de drenagem na fonte. Algumas medidas de controle de drenagem são utilizadas em diferentes escalas. No caso de drenagem

na fonte é comum a utilização do aumento da infiltração, através de pavimentação permeável, medidas de armazenamento e aumento da capacidade de escoamento (PDDrU, PORTO ALEGRE, 2005, p.20).

Canholi (2014 *apud* BRAGA, 1994) faz uma comparação entre a canalização de corpos d'água que é um dos principais dispositivos utilizados para melhorar o escoamento superficial de água da chuva e o conceito de reservação na fonte e a jusante dela, que possui efeito na diminuição dos picos de escoamento de água pluvial (FIGURA 3).

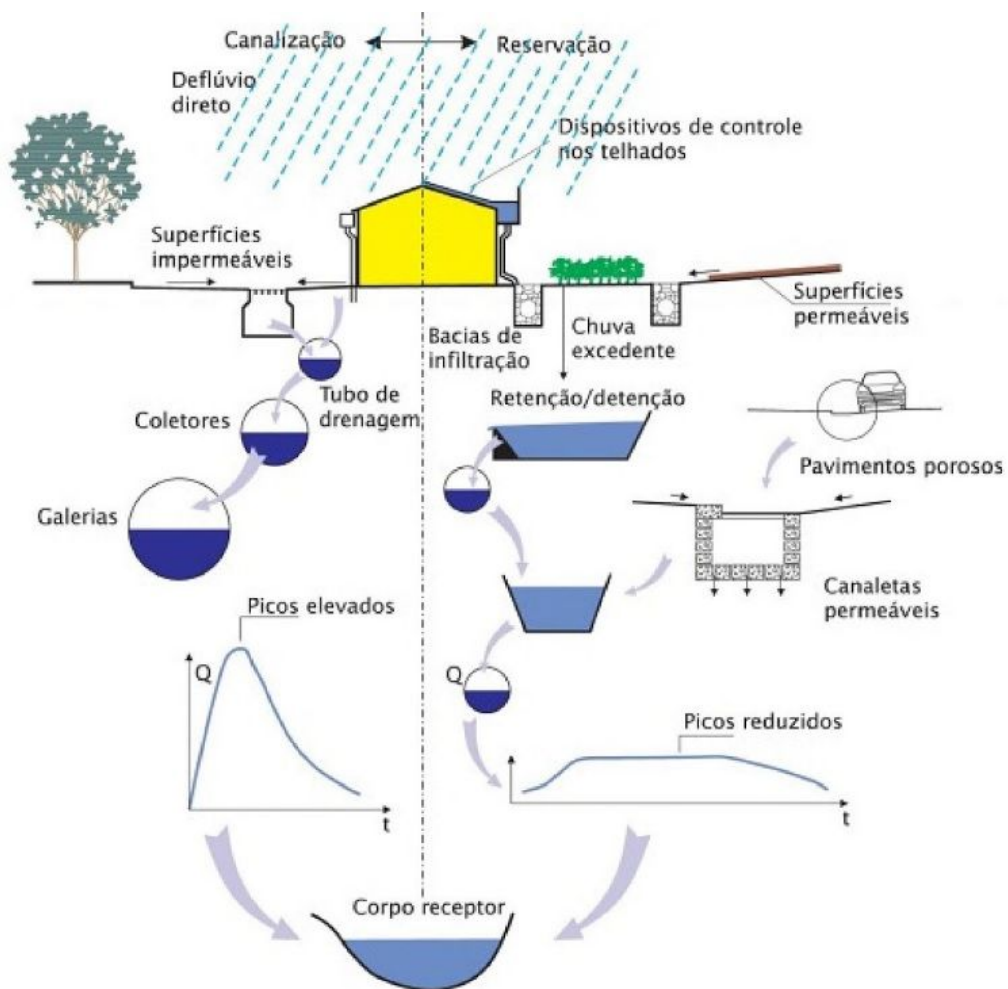


FIGURA 3: Esquema conceito de reservação x canalização.

Fonte: Canholi, 2014.

Apesar das diversas formas urbanas de drenagem utilizadas para escoamento de águas pluviais, o armazenamento e utilização dessas águas a partir da edificação também é uma maneira de contribuir com a drenagem, permeabilidade do solo e contribuição com as reservas naturais de corpos d'água utilizados para o abastecimento.

2.2.2 Captação e armazenamento

A captação da água de escoamento superficial demanda especial atenção em relação a sua qualidade devido às diversas interferências de fatores externos, podendo haver possíveis contaminações.

Segundo os dados da Conjuntura de Recursos Hídricos do Brasil (ANA, 2018)

A qualidade da água superficial e subterrânea é condicionada por variáveis naturais ligadas por exemplo, ao regime de chuvas, escoamento superficial, geologia e cobertura vegetal, e por impactos relativos à ação do homem, como o lançamento de efluentes, proveniente de fontes pontuais e fontes difusas, e o manejo dos solos, entre outros.

Ou seja, a qualidade da água é prejudicada diretamente pela ação humana e pelo despejo de resíduos provenientes de processos industriais, domésticos e biológicos humanos, principalmente, quando lançados nos corpos d'água sem tratamento.

Por outro lado, a captação e armazenamento, de recursos hídricos de fonte pluvial pode ser uma alternativa importante em locais onde na maior parte do ano, devido ao clima e localização são encontrados períodos de grande estiagem, assim, a captação e armazenamento de água da chuva, torna-se a melhor ou a única alternativa para obter água durante mais tempo. Em edificações a captação de água pluvial é feita principalmente a partir de telhados, calhas e condutores que encaminham o recurso hídrico à reservatórios ou cisternas.

Na figura 4 é apresentado um exemplo de coleta de água para ser utilizada em sistemas de descarga de sanitários, porém a destinação da água coletada através de telhados e armazenadas, pode ser para irrigação de jardins ou mesmo para a lavagem de pisos. A utilização pode variar de acordo com a necessidade avaliada em cada local.

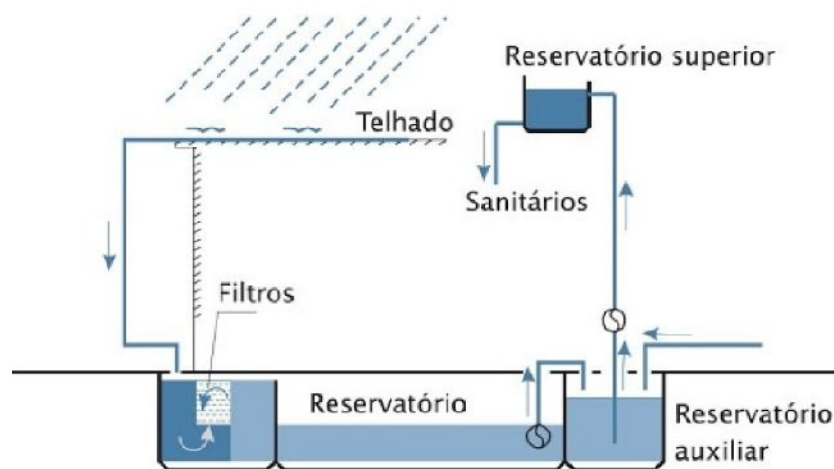


FIGURA 4: Esquema de aproveitamento de águas coletadas

Fonte: Canholi, 2014 apud Nakamura, 1988.

2.2.3 Uso de água pluvial

A captação da água proveniente de chuva, é uma das possibilidades de outra fonte de recursos hídricos para complementar o abastecimento tradicional, como a captação de águas subterrâneas, rios e outros cursos d'água.

A utilização de água pluvial passou a se popularizar nos últimos anos com as seguintes justificativas: diminuição do consumo e de despesas com água potável para fins que não sejam consumo humano ou animal e a diminuição de acúmulo de água em locais inapropriados, como as inundações e enchentes.

2.2.4 Mecanismos de captação ou absorção locais

Os principais mecanismos ou dispositivos de captação de água pluvial estão diretamente ligados à chamada retenção ou contenção na fonte, que consiste em captar a água em uma área, edificação ou espaço determinado. Essa retenção local quando efetuada em vários pontos diminui o escoamento superficial de água pluvial. A instalação de dispositivos para captação e processamento dessa água possibilita a sua utilização.

Segundo Canholi (2014) “[...] as medidas de controle na fonte desempenham papel fundamental no controle da poluição difusa. Esse tipo de poluição se encontra intimamente ligado aos eventos de chuva de altíssima frequência”. Poluição denominada difusa é caracterizada pelo transporte e carregamento de lixo e outros agentes contaminantes para locais distantes através de enchentes e inundações, espalhando e propagando contaminação, situação que costuma acontecer nos grandes aglomerados urbanos. Dessa forma, fazer a captação, retenção ou controle da água diretamente na fonte, através de solo permeável, coberturas verdes e outras medidas de controle, quando o volume de chuva for significativo, diminui o risco de que a água que não for captada possa deslocar poluição para outras localidades.

Porém, ainda segundo Canholi (2014) apud Guo e Urbonas (1996) episódios de chuva intensa que causam um alto volume de escoamento superficial de água em determinados locais e períodos de tempo mesmo quando não geram alagamentos e inundações, podem causar degradação nos cursos d'água urbanos, como poluição, assoreamento do leito, necessitando de medidas para controle de escoamento superficial. Portanto as medidas de controle na fonte devem ser compreendidas como complementares às de controle à jusante.

Todos esses conceitos apresentados estão ligados diretamente à drenagem urbana. Na escala micro, pode-se considerar as soluções, os mecanismos e os dispositivos utilizados em edificações e pequenos espaços.

Sendo assim, é importante compreender a função das técnicas, mecanismos e dispositivos de drenagem local que se pode utilizar.

1. *Superfície de infiltração com cobertura vegetal:* É uma das formas mais básicas de criar áreas de permeabilidade. Geralmente espaços amplos, com cobertura vegetal rasteira, podendo ser espécies nativas do próprio ambiente ou espaços criados como jardins (FIGURA 5 e 6). Em diversas cidades e estados brasileiros, esses espaços são exigidos para a autorização de empreendimentos construtivos por órgãos públicos, como forma de controle de escoamentos superficiais de água que podem acarretar eventuais problemas de drenagem urbana. Sua implantação é de fácil execução, sem necessidade de técnicas avançadas, ferramentas ou materiais específicos de difícil acesso.



FIGURA 5: Superfície permeável natural
Fonte: Canholi, 2014 apud Portland, 2002.



FIGURA 6: Superfície permeável construída
Fonte: Canholi, 2014 apud Portland, 2002.

2. *Pavimentação porosa:* A pavimentação contínua, seja de asfalto, de concreto, ou outro material é um dos grandes responsáveis por dificultar a drenagem urbana, pois na maioria das vezes impede a absorção da água. Então a pavimentação não contínua com a abertura de pequenos espaços vazios em sua superfície, podendo abrigar vegetação rasteira em seus poros é uma das soluções que permite a permeabilidade do solo e melhor absorção de água pluvial (FIGURA 7 e 8). A pavimentação ou calçamento de ruas, estradas e outros espaços públicos, com pedras irregulares, assentadas ou apenas distribuídas em um dado espaço é outra solução muito utilizada, aliás podendo ser considerada uma das formas primárias de pavimentação na história das cidades, e que permite facilmente a penetração de água. Necessita de material e mão de obra especializada.



FIGURA 7: Superfície permeável bloquete perfurado

Fonte: Canholi, 2014 apud Portland, 2002.



FIGURA 8: Pavimentação com encaixes

Fonte: Adaptado de Martins, 2012.

3. *Cobertura e telhado com vegetação*: A cobertura com uso de vegetação é muito usada em locais onde exista a impossibilidade de implantação de áreas permeáveis diretamente no solo, geralmente, por causa do alto índice de ocupação e uso do solo e espaços muito pequenos, ou em caso de existir o desejo ou a necessidade de aumentar essa área (FIGURA 9). É um dispositivo que necessita de materiais apropriados e mão de obra especializada, devido à complexidade de implantação e o correto planejamento para que a água recebida seja conduzida ao solo ou a um reservatório, evitando assim complicações, como infiltrações e problemas estruturais.



FIGURA 9: Cobertura com vegetação.

Fonte: Canholi, 2014 apud Portland, 2002.

4. *Cisterna e reservatório para captação e uso*: Reservatórios implantados geralmente abaixo do nível do solo, onde ficam depositadas as águas vindas de captação de telhados e calhas, na maioria dos casos (FIGURA 10). É acompanhado de um sistema de filtragem e

bombeamento para utilização não potável de atividades secundárias, ou seja, que não estão ligados diretamente ao consumo humano e animal.



FIGURA 10: Esquema de funcionamento de uma cisterna.

Fonte: Ecycle, 2019.

2.3 Sistema de reuso

O conceito de reuso é a utilização de duas ou mais vezes da mesma água em diversas atividades, seja ela doméstica, industrial, de uso público, entre outras formas de utilização.

Segundo Junior e Boranga (2003), o termo água de reuso passou a ser mais utilizado durante a década de 1980, quando o abastecimento de água passou a ser mais oneroso. Assim tornou-se comum pensar em outras formas de economizar tanto na utilização do recurso, quanto financeiramente, e a reutilização é uma opção.

Diversos mecanismos e conceitos, acerca do tema passaram a ser estudados, utilizados e desenvolvidos. De acordo com Junior (2003) “[...] o reuso de água é um importante instrumento de gestão ambiental do recurso água e detentor de tecnologias já consagradas para sua adequada utilização”.

Portanto pensar e compreender as diversas formas de utilizar com consciência este bem, é essencial.

2.3.1 Reuso de águas cinzas em moradia

As águas chamadas cinzas, em contexto doméstico são as águas resultantes do uso em pias, banhos, lavagens de roupas e objetos, que não contenham resíduos contaminantes e possam ser considerados para utilizações secundárias.

Em edificações águas provenientes de um primeiro uso, podem ser reutilizadas em descargas de vasos sanitários, irrigações para jardins, lavagens de grandes espaços.

A crescente população nos centros urbanos e a falta de informação a respeito da melhor forma de utilizar a água tem acarretado o desperdício de água potável, o que, a longo prazo, provoca um desequilíbrio exigindo que as cidades busquem, cada vez mais longe, novas fontes de abastecimento, gerando aumento de custos.

Segundo Hespanhol (2003) que defende a ideia de utilizar o reuso consciente e planejado de águas de baixa qualidade, substituindo o abastecimento que não seja para o consumo humano direto, por fontes não convencionais, dentro desse contexto o autor considera as águas de drenagem agrícola, água de chuva e esgoto doméstico e industrial, deixando assim a água potável, prioritariamente, para o abastecimento humano e doméstico.

Sendo assim, no contexto de habitações, pode-se considerar para reuso as águas de banho, lavatórios e lavagens de roupas, usos esses que não poluem a água e possibilitam seu reuso, sendo necessária a separação de tubulações para que sejam reutilizadas e somente após o reuso, descartadas no sistema de esgotamento.

No Brasil já existe o “Plano de Ações para Instituir uma Política de Reuso de Efluente Sanitário Tratado no Brasil”, plano em andamento, ainda de forma limitada, que considera o reuso de efluentes sanitários para determinados contextos (FIGURA 11), de acordo com dados do Ministério das Cidades. Segundo a ANA - Agência Nacional de Águas (2019) a discussão sobre reuso tem o intuito de melhorar a disponibilidade hídrica em diversas regiões do país e grandes centros brasileiros. Dados da Agência Nacional de Águas consideram o reuso de efluente sanitário tratado uma alternativa comprovada para a melhoria da disponibilidade hídrica em diversos contextos, no Brasil já em andamento, mas de forma limitada.

ESTIMATIVA DO POTENCIAL DE REUSO NO CURTO E MÉDIO PRAZO
por Região Geográfica, considerando somente efluente urbano

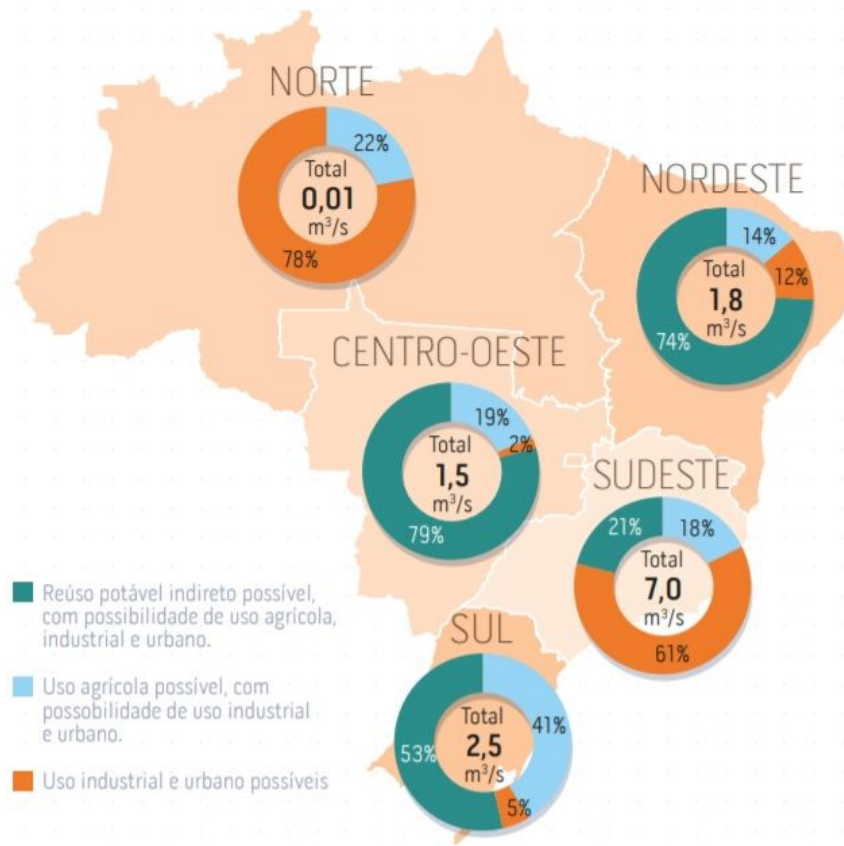


FIGURA 11: Potencial de reuso no Brasil.

Fonte: Conjuntura de Recursos Hídricos Brasil 2018 - ANA.

Esse potencial para reuso planejado de efluentes sanitários, ou seja, líquidos provenientes de atividades humanas, sejam elas industriais ou domésticas, no Brasil possui uma estimativa de 10 a 15 m³/s a médio prazo, em relação a capacidade atual instalada, estimada em 2 m³/s em 2017. A longo prazo a estimativa gira em torno de 175 m³/s. A meta para reuso não potável no Brasil até 2030 é de 13 m³/s, esse número representa 4% da água de reuso no mundo (ANA, 2018).

Portanto, já existem planos de ação e estimativas para tornar o reuso de efluentes algo natural do cotidiano das cidades nos próximos anos, mas para que esse planejamento possa avançar, é importante que o reuso comece pelas edificações, moradias, de maneira pontual, tendo como consequência contribuir para a melhoria do meio urbano.

2.3.2 Sistemas e tratamento para o reuso

Existem formas e tratamentos diferentes para viabilizar o reuso de águas cinzas no caso de utilização residencial, sendo preciso uma análise das necessidades do local, adaptação ao projeto original, e análise da melhor maneira para se alcançar o bom aproveitamento da água e seu reuso de forma mais adequada.

Segundo Sautchuk et al (2005) algumas exigências mínimas são importantes para diferentes tipos de reuso de água:

- **Irrigação, rega de jardim e lavagem de pisos:** não deve apresentar mau-cheiro, não conter abrasivos, não manchar superfícies, nem conter componentes que agridam plantas ou que estimulem o crescimento de pragas, bem como não deve propiciar infecções ou contaminação por vírus ou bactérias que prejudiquem a saúde humana;
- **Descarga em bacias sanitárias:** não deve conter mau-cheiro, não ser abrasiva, não manchar superfícies, nem deteriorar metais sanitários e nem propiciar infecções ou contaminação por vírus ou bactérias que prejudiquem a saúde humana;
- **Refrigeração e sistema de ar condicionado:** A água para esses sistemas não deve conter mau-cheiro, não ser abrasiva, não manchar superfícies, nem deteriorar máquinas e não formar incrustações.
- **Lavagem de veículos:** não deve conter mau-cheiro, não ser abrasiva, não manchar superfícies, não conter sais ou substâncias remanescentes após secagem, bem como não propiciar infecções ou contaminação por vírus ou bactérias que prejudiquem a saúde humana;
- **Lavagem de roupa:** deve ser incolor, não apresentar turbidez, não apresentar mau-cheiro, estar livre de algas, partículas sólidas e metais, não deteriorar metais sanitários e equipamentos, bem como não propiciar infecções ou contaminação por vírus ou bactérias que prejudiquem a saúde humana;
- **Uso ornamental:** deve ser incolor, não apresentar turbidez, não apresentar mau-cheiro, não deteriorar metais sanitários e equipamentos, bem como não propiciar infecções ou contaminação por vírus ou bactérias que prejudiquem a saúde humana;

- **Uso em construção civil:** não deve conter mau-cheiro, não alterar características de resistência dos materiais, não favorecer o aparecimento de eflorescências de sais e não propiciar infecções ou contaminação por vírus ou bactérias que prejudiquem a saúde humana;

Ainda segundo Sautchuk et al (2005) que descreve o padrão de qualidade de água que é um fator importante após compreender as melhores maneiras de utilizá-la no reuso são apresentados padrões de qualidade da água de reuso, sendo classificados em:

Água de reuso classe 1 – utilizada geralmente em descarga de vasos sanitários, lavagens de pisos, de roupas e veículos e para fins ornamentais.

Os principais problemas encontrados dentro dessa classificação são com a sedimentação que pode causar maus odores, por causa da matéria orgânica que se decompõe. Como solução, deve-se detectar cloro proveniente de resíduos nos sistemas de distribuição e controlar agentes surfactantes, com a intenção de diminuir a formação de espumas nas descargas e torneiras.

Água de reuso classe 2 – água utilizada no setor da construção civil, principalmente para lavar agregados, preparar concreto, compactar solo e controlar poeiras.

Água de reuso classe 3 – geralmente utilizada para irrigação de jardins e áreas verdes. A maior preocupação no reuso de águas são as concentrações de contaminantes biológicos e químicos para humanos e meio ambiente.

Os principais problemas encontrados são as questões relacionadas a salinidade, toxicidade por íons específicos e taxa de infiltração da água no solo.

Água de reuso classe 4 – utilizada basicamente para refrigeração e equipamentos de ar condicionado.

O controle das condicionantes desse reuso está relacionada ao tipo de operação de resfriamento utilizado em cada edificação, devendo haver uma avaliação observando as indicações do fabricante do equipamento.

Os sistemas para reuso de água cinza mais utilizados em edificações, geralmente são instalações pouco complexas, que precisam ser analisadas e implantadas de acordo com as necessidades e demandas dos locais em que serão utilizados.

De acordo com Maccarini, Cauduro e Silva (2018) as etapas de funcionamento do sistema de reuso, o qual os autores desenvolveram para um edifício habitacional na figura 12, são as seguintes:

- Um reservatório para abastecimento de água potável;
- A água no reservatório é para abastecimento de chuveiros e lavatório;

- A água resultante do uso da água de chuveiros e lavatórios é a chamada água cinza que deve seguir para a Estação de Tratamento de Águas Cinzas - ETAC para ser tratada e posteriormente para um reservatório superior, destinado às águas de reuso;
- O conteúdo do reservatório de reuso desempenha o papel de abastecimento de pontos que necessitam de água menos nobre, como as descargas sanitárias;
- E por fim, a água de reuso utilizada para descarga é descartada na rede pública coletora de esgoto.

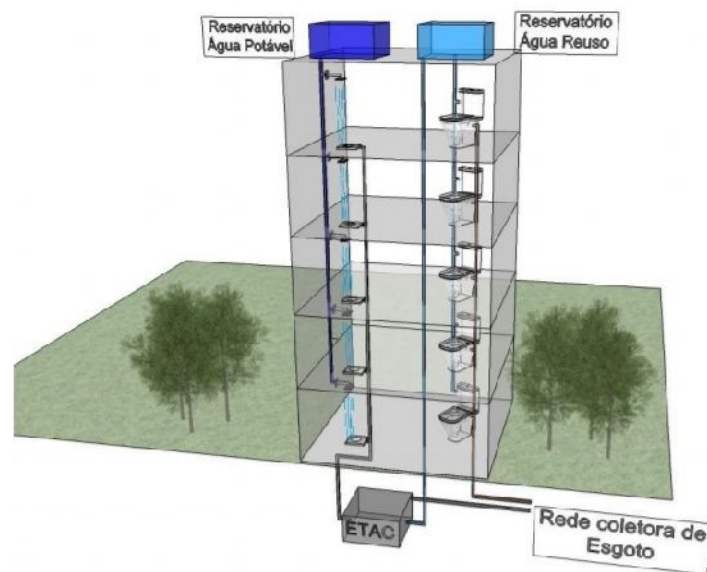


FIGURA 12: Esquema de sistema de reuso.

Fonte: Maccarini, Cauduro e Silva, 2018.

Ainda segundo Maccarini, Cauduro e Silva (2018, p.6) o processo de tratamento da ETAC de reuso (FIGURA 13) segue os seguintes passos,

O efluente provindo dos chuveiros e lavatórios é captado e direcionado para um tratamento preliminar, um filtro em que são retidos sólidos grosseiros para que não danifiquem as tubulações e os sistemas de bombeamento, protegendo as próximas etapas do tratamento. O efluente é armazenado no reservatório de água bruta, a seguir são feitos os processos de mistura rápida, floculação, posterior decantação e avança para o filtro de areia e carvão. O tratamento é finalizado com um processo de desinfecção por cloro no reservatório de água tratada e posteriormente o efluente é bombeado para o reservatório superior de água de reuso, estando pronto para ser utilizado nas descargas e depois descartado para rede coletora de esgoto. A estação compacta proposta tem operação automática: dosagem dos produtos químicos; tratamento; bombeamento do processo e retro lavagem do filtro.

Na montagem dos sistemas, é preciso maior atenção para que as águas cinzas não tenham contato, e se possível nem proximidade com o sistema de água potável, para que não

haja a possibilidade de contaminação. O lodo gerado pelo sistema deve ter a destinação correta, podendo ser o aterro sanitário.

Um ponto importante que deve ser levado em consideração é que esses sistemas possuem mais facilidade de serem implantados em condomínios e edifícios onde as tubulações possam ser projetadas de maneira específica.



FIGURA 13: Estação de tratamento de água de reuso

Fonte: Maccarini, Cauduro e Silva, 2018.

Portanto, nesse modelo de sistema de reuso de águas cinzas é possível compreender como deve ser o ciclo da água após a primeira utilização e ter uma perspectiva do quanto esse processo pode contribuir para a economia da água.

O uso de formas alternativas para economia de água nas edificações é um processo que exige estudos e análises preliminares do local, assim como a correta implantação de equipamentos.

A edificação que possui práticas e dispositivos que estimulam seus usuários a repensar o uso da água contribui para melhoria do bairro e cidade, bem como para a vida de seus moradores e agrega valores mais sustentáveis.

2.4 Diretrizes e boas práticas

O Brasil é o país com o maior percentual de água doce no mundo, segundo a Agência Nacional de Águas. O acesso a fontes naturais em abundância dificulta que se estabeleça uma consciência crítica do correto uso e descarte da água, chegando a impedir que fontes naturais se renovem de forma saudável e sem contaminações. Existe uma maneira de pensar de que sempre haverá outra fonte disponível se uma anterior for esgotada.

Compreender a relação da água no meio urbano e todo o processo de abastecimento no Brasil, é essencial para a conscientização dos moradores, usuários e profissionais do meio.

O acesso a água tratada tem se tornado mais fácil em diversas regiões do país. A busca de condições melhores de uso da água, bem como, de fontes alternativas, pode se tornar opções importantes para o início da caminhada em direção à espaços urbanos mais sustentáveis.

A maioria dos problemas relacionados à falta ou ao mau abastecimento, pode ser atribuído à falta de conscientização e à cultura do desperdício.

Sendo assim, um dos principais pontos a ser analisado a partir das informações é garantir que medidas mais conscientes sobre o abastecimento, uso e principalmente o descarte de recursos hídricos estejam inseridos na vida da população de maneira mais prática.

Iniciar a conscientização a partir do espaço onde se vive, trabalha e se diverte pode ser o princípio de boas práticas, para isso é importante o direcionamento de ações a serem seguidas durante o planejamento de edificações, através de usuários, moradores e profissionais que possam torna-se capazes de administrar os usos, as fontes de captação de água convencionais e alternativas, tratando seus próprios resíduos e direcionando o descarte de maneira mais sustentável.

Algumas diretrizes práticas e técnicas podem ser pontuadas visando direcionamento de ações no planejamento de edificações no setor civil. Medidas importantes podem ser levadas em consideração.

Deve-se considerar:

1. Água através de rede canalizada:

- Captação de fonte natural direta feita por concessionária;
- Tratamento e distribuição: concessionária;
- Sempre visar a forma de menor agressão nos meios urbano e natural.

2. Captação de fonte alternativa:

- Captação de água pluvial: opção para atividades que consomem água em maior quantidade como é o caso de lavagem de áreas externas, lavagem de automóveis e para irrigação de áreas verdes e jardins;
- Esta captação pode ser utilizada também para lavagem de roupas se houver um tratamento adequado;
- Quando houver impossibilidade ou inexistência de abastecimento de água por meio de concessionária, como é o caso de áreas rurais ou sem infraestrutura de rede hidráulica pública ou privada urbana, é preferível que haja uma combinação de captação, podendo ser de fontes ou cursos d'água locais, ou subterrânea e captação de água pluvial.
- Esta opção é desejável especialmente quando a área permeável disponível na edificação não for suficiente para a absorção total da água pluvial através do solo.
- Tratamento: Para fontes alternativas de abastecimento ou reuso, é possível fazer pequenos sistemas de tratamento de água, para fins secundários, evitando assim, o uso excessivo de água potável. Estes sistemas são vantajosos para prédios ou conjuntos residenciais com grande número de habitações não o sendo para residências isoladas.

3. Recomendações adicionais de opções e usos:

- Utilização de aparelhos, ferramentas e dispositivos tais como a torneiras e chuveiros com temporizadores ou com opções de regulagem para economizar água nas atividades, principalmente, domésticas que envolvem o uso de água potável, como banho, lavagem de roupas, lavagem de veículos e de ambientes;
- Fazer o reuso de água, nas atividades possíveis, dentro das condições do tratamento da mesma;
- Fazer captação de água pluvial em edificações com pouco espaço de permeabilidade do solo, como forma complementar ou alternativa em caso de falta de abastecimento da concessionária;
- Adequar espaços, condutores ou dispositivos que possam orientar o fluxo de escoamento para a absorção do solo.

4. Descarte:

- O correto descarte de esgoto sanitário em local apropriado para coleta e tratamento, contribuindo para uma menor porcentagem de poluição e contaminação da população, do meio urbano e meio ambiente.
- No caso de meios urbanos, o correto descarte deve ser feito através de rede coletora de esgoto que direcionará para uma estação de tratamento de esgoto.
- Na inexistência de rede coletora de esgoto, o uso de fossas sépticas devidamente instaladas e impermeabilizadas, de modo que não haja a contaminação do solo no local, onde seu conteúdo possa ser tratado. Salvos os casos em que o conteúdo da fossa, quando não impermeabilizada, pode contribuir para adubação do solo, nos casos de regiões agrícolas, jardins e parques onde não haja a captação próxima de água potável, impedindo assim a contaminação.
- Instalação de biodigestores, que possuem basicamente a mesma função das fossas sépticas, recebendo o efluente sanitário de edificações, porém fazendo o tratamento e descarte sem impactos ambientais negativos.

Além de ações no ambiente físico para melhorar o aproveitamento de água nas edificações, ações paralelas são necessárias em diferentes áreas e ambientes, para se criar consciência de comportamento.

Ações para controle:

- Monitoramento de contas de água fazendo comparações mensais do consumo e gasto financeiro;
- Manter todos os dados atualizados;
- Fazer manutenção permanente de todos os equipamentos hidráulicos;
- Planejar e executar planos de melhorias.

Ações Educacionais e legislação:

Na edificação é necessário que os moradores e usuários desempenhem papéis de modo a satisfazer a responsabilidade por:

- Efetividade das ações de economia de água;
- Manter atualizada a manutenção dos equipamentos;
- Propagar a importância das ações para outros usuários e vizinhos;
- Fornecer incentivo de ações para economia e sustentabilidade;
- Estabelecer metas de economia;

- Divulgar resultados.

Para melhor compreender a importância de ações para a economia de água, é possível encontrar uma base na legislação brasileira. A Constituição Federal garante o direito à água e esclarece deveres na gestão de recursos hídricos. Também estabelece no Art. 21, inciso XIX que seja instituído o “Sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos” e no Art. 225 o “direito a um ambiente ecologicamente equilibrado”:

Art. 21, XIX – “instituir sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definir critérios de outorga de direitos de seu uso”;

Art. 225, *caput* - Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Um Decreto específico para uso de águas de diversas fontes existe desde de 1934 no Brasil: Decreto nº 24.643/34 – Decreta o Código de Águas, estabelece uso, direitos e deveres para com as águas superficiais e subterrâneas, sendo possível consultar situações diversas que vão desde o aproveitamento de água pública até fiscalizações e penalidades.

Outros parâmetros interessantes a serem seguidos, são os critérios para etiquetas e certificações que também determinam práticas e ações relacionadas à economia e bom uso de água:

- Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações – PROCEL Edifica - tem como um dos objetivos incentivar e conservar o uso eficiente dos recursos naturais, entre eles a água, na edificação. O PROCEL Edifica exige de economia de água na edificação 40%, que equivale a 1 ponto de bonificação, é possível chegar a esse percentual com a utilização de arejadores nas torneiras, uso de água pluvial e descargas mais econômicas.
- Certificações GBC Brasil – possui entre os objetivos a proteção e restauração de recursos hídricos.
 - GBC Casa: Promove a transformação do setor da construção. São 8 categorias analisadas, entre elas o Uso Racional da Água, que equivale a 12 pontos, considerado 11% dos 110 pontos possíveis totais analisando todas as categorias.
 - LEED: Sistema Internacional de certificação e orientação ambiental, considera 4 tipologias para diferentes necessidades, onde para cada tipologia,

são analisadas 8 áreas, entre elas Eficiência do Uso da Água, pode atingir 110 pontos possíveis para certificação em cada tipologia.

- Certificação AQUA-HQE – Possui 14 categorias de qualidade ambiental do empreendimento (QAE), onde as categorias a seguir estão ligadas diretamente à gestão dos recursos hídricos dentro da edificação:
5-Gestão de Água
6- Gestão de Resíduos de uso e operação do Edifício
14 – Qualidade Sanitária da Água

2.4.1 Estudo de Caso: Crise hídrica de Melbourne, Austrália

A cidade de Melbourne na Austrália (FIGURA 14) passou por uma crise hídrica de mais de uma década, durou de 1997 a 2012. A Austrália tem propensão a passar por secas, mas essa crise foi a pior de todos os tempos.



FIGURA 14: Melbourne – Austrália

Fonte: Lições aprendidas com a crise hídrica na Austrália, Alliance for Water Efficiency, Institute for Sustainable Futures da Universidade de Tecnologia de Sydney e Pacific Institute, 2016.

Com os períodos de estiagem e baixa nos reservatórios, a cidade de Melbourne teve de se reinventar no quesito de encontrar soluções para o planejamento e gestão hídrica.

Alguns pontos importantes foram analisados e propostos por Alliance for Water Efficiency, Institute for Sustainable Futures da Universidade de Tecnologia de Sydney e por Pacific Institute (2016):

- Medidas de restrições: implantadas pelos serviços públicos para o uso de águas em áreas externas, no setor residencial e em outros não residenciais;
- Kits para economia de água: kits com reguladores e arejadores, para chuveiros e torneiras, foram distribuídos gratuitamente em espaços públicos ou coletivos;
- Troca de chuveiros: foram feitas trocas por equipamentos mais eficientes na economia de água;
- Substituição de vasos sanitários: por novos vasos mais eficientes de descarga dupla;
- Programa de descontos para eletrodomésticos que utilizassem a quantidade mínima de água: como máquinas de lavar;
- Descontos para cisternas para captação de água da chuva: com descontos adicionais para conexão de aparelhos como vasos sanitários e máquinas de lavar que pudessem utilizar a água captada e aumentar a economia;
- Pesquisa detalhada quanto à utilização da água nas residências e aconselhamento sobre economia aos usuários residenciais de alto consumo.
- Comunicação e promoção da importância da economia de água: inovadora, multimídia e multi-estratégica para incentivar a economia de água nas residências ajudaram a manter o apoio da comunidade nas medidas de restrições;
- Substituição em restaurantes: mudança de fogões e panelas wok à base de água por equivalentes sem utilização de água.
- Gestão da eficiência hídrica: serviços públicos e governos estaduais ofereciam assistência no desenvolvimento para implantação de planos de gestão de eficiência econômica hídrica;
- Controle de pressão e de vazamento de água: aumento na frequência de inspeção, detecção de vazamentos e instalação de equipamentos para controle de pressão.

De acordo com Mesquita (2017) as medidas tomadas pelo governo de Melbourne e o Estado de Victoria como a restrição do uso de água de 150 litros por pessoa, e outras medidas como a captação de água pluvial para reaproveitamento em sanitários e ainda o reuso de águas cinzas contribuíram para o uso mais racional da água.

Usuários comerciais e industriais foram obrigados a elaborar metas para economizar recurso hídrico. Também novas metas para reuso foram estabelecidas. E um último fator: O aumento do valor cobrado pelo uso da água em períodos de grande estiagem, foi outra medida que contribuiu para o aumento da economia deste recurso.

Portanto, diante das diversas medidas tomadas para economizar recursos hídricos ao longo de mais de uma década, as soluções que surtiram maior efeito no caso da cidade australiana foram aquelas implantadas diretamente nas edificações somadas às medidas de conscientização de usuários. Sendo assim, é possível compreender a importância de cada vez mais implantar formas de economia de recursos naturais diretamente nas edificações, para que o entorno possa ser beneficiado e conseqüentemente uma cidade inteira.

3 CONCLUSÕES

No Brasil com o crescimento populacional e primordialmente urbano surgiram problemas decorrentes de grandes áreas impermeáveis, que impedem a água da chuva de percorrer seu ciclo natural, problemas relacionados à falta de saneamento básico em uma grande parte das cidades brasileiras e por fim problemas relacionados ao desperdício constante de água potável e ao descarte inadequado de esgoto sanitário.

Diante desta problemática, o presente trabalho buscou pontuar, através de dados e fontes bibliográficas, todo o ciclo de abastecimento, saneamento básico e drenagem urbana, bem como sistemas alternativos de captação e reuso de águas dentro das edificações, além de ações e práticas de conscientização, economia e gerenciamento de recursos hídricos utilizados na edificação.

As pesquisas e estudos tiveram o objetivo de demonstrar a possibilidade de planejar e projetar edificações que utilizem dispositivos, sistemas e ações para economia de água, seu reuso e uso de águas pluviais.

Seja na troca de torneiras, descargas de vasos sanitários, na captação de água pluvial, na reutilização de água em atividades do cotidiano ou na mobilização de mais pessoas à mudanças de hábitos, em espaços públicos ou privados, de forma que a partir destas ações haja mais economia de água e se forme um pensamento crítico e consciente em relação aos nossos hábitos. Mas que não se descarte a possibilidade de inovações, pesquisas e a busca por novas tecnologias, práticas e a continuação de estudos acerca desse tema.

O gerenciamento de recursos hídricos em edificações é um aspecto essencial quando o assunto é edificação sustentável, pois o abastecimento, uso e descarte se bem planejado pode contribuir com questões de escala macro. Ambientalmente equilibrando a economia de recursos hídricos e a diminuição da poluição, enquanto que economicamente pode estimular a criação de dispositivos e sistemas de tratamento de água e efluentes, além do pagamento pela água tornar-se mais consciente e adequado. E por fim, socialmente, sugerindo mudanças nos hábitos, relações sociais pela busca de soluções de economia de água e conscientização.

Com ações no projeto, na edificação, no comportamento dos usuários e dos gestores, e incentivos à construção de uma edificação mais sustentável, é possível compreender que todo o processo de obtenção de água, como um recurso para sobrevivência, dentro dos locais de vivência não é apenas básico, mas essencial. A correta administração dos recursos hídricos dentro dos edifícios deve sempre estar associada às práticas de economia, conforto e qualidade do ambiente.

De maneira geral, o objetivo com o estudo e desenvolvimento do presente trabalho é um convite a usuários, profissionais e acadêmicos a repensar a respeito do impacto que

nossas edificações causam no meio ambiente e meio urbano, principalmente o papel essencial que a água desempenha nesse processo de edificar.

A partir dessa provocação do pensar, a modificação do uso da água dentro da edificação, as formas de captação, suas diferentes formas de utilização e o descarte mais consciente de maneira mais pontual, em cada edifício residencial, comercial, institucional, diminuindo o desperdício e o excesso já se torna uma forma de contribuir com o condomínio e o bairro, conseguindo, aos poucos, mudar cenários urbanos.

Para compreender melhor a questão de repensar a aplicação de gestão hídrica dentro das edificações e a maneira pela qual esse estudo pode contribuir com o meio urbano, a sugestão é a implantação de sistemas de economia, tratamento e reuso da água em um modelo arquitetônico como forma de observação e continuação do presente estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Abastecimento. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/usos-da-agua/abastecimento>>. Acesso em: 21 abr. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ATLAS BRASIL. Abastecimento Urbano de Água. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/ResultadosEstado.aspx>>. Acesso em: 14 abr. 2019 B.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Cobrança. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/gestao-da-agua/cobranca>>. Acesso em: 21 abr. 2019 C.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Conta de Água. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/regulacao/saiba-quem-regula/conta-de-agua/conta-de-agua>>. Acesso em: 21 abr. 2019 D.

AUTOSSUSTENTÁVEL. Da captação à distribuição, o caminho que a água faz até nossas casas. Disponível em: <<http://autossustentavel.com/2017/03/estacao-tratamento-agua-eta.html>>. Acesso em: 19 abr. 2019.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Decreto-lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. **Diário Oficial da União**, Brasília, 8 jan. 2007. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2007/lei-11445-5-janeiro-2007-549031-publicacaooriginal-6431>. Acesso em: 18 jun. 2019.

BRASIL. Decreto-lei nº 24.643, de 10 de julho de 1934. Decreta o Código de Águas. **Diário Oficial da União**, Rio de Janeiro, 10 jul. 1934. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-24643-10-julho-1934-498122-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 20 set. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – Secretaria de Recursos Hídricos. **Projeto PROÁGUA – Fortalecimento Institucional, Fase III: Sistema de Gestão do Rio Paraíba do Sul**. Laboratório de Hidrologia – COPPE/UFRJ, 2001.

CANHOLI, Aluísio Pardo. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO DISTRITO FEDERAL. Como a Água é tratada. Disponível em: <<https://www.caesb.df.gov.br/como-a-agua-e-tratada.html>>. Acesso em: 19 abr. 2019.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS – COPASA. O Sistema de Esgotos. Disponível em: <<http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/esgotamento-sanitario/o-sistema-de-esgoto>>. Acesso em: 14 abr. 2019 B.

CONJUNTURA DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL 2018. Brasília: ANA, 2018. Anual.

ECYCLE. Cisterna: como funciona e para que serve. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/4200-sisterna-ou-cisterna-agua-cisternas>>. Acesso em: 22 set. 2019.

GOVERNO DO BRASIL – MEIO AMBIENTE. Entenda como a água chega aos lares brasileiros. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/meio-ambiente/2018/03/entenda-como-a-agua-chega-aos-lares-brasileiros>>. Acesso em: 19 abr. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/meio-ambiente/9073-pesquisa-nacional-de-saneamento-basico.html?=&t=destaques>>. Acesso em: 19 abr. 2019.

MACCARINI, M. G. C.; CAUDURO, F.; SILVA, C. R. O uso de Águas Cinzas em uma Edificação Multifamiliar. In: **Encontro Técnico AESABESP – 29º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente**. São Paulo, 2018. P. 3 – 4.

MANCUSO, Pedro (ed.); SANTOS, Hilton (ed.). **Reuso de Água**. Barueri, SP: Manole, 2003.

MARTINS, José Rodolfo Scarati. Gestão da drenagem urbana: só tecnologia será suficiente?. **Obras Hidráulicas Sujeitas a Outorga – Laboratório de Sistemas de Suporte a Decisão do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Escola Politécnica da USP São Paulo-SP**. São Paulo, julho 2012.

MESQUITA, Luis Fábio Gonçalves. **Gestão de Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Preto: Atores, Ações e Conflitos**. 2017. 182 f. Dissertação de Mestrado. Centro de Desenvolvimento Sustentável – Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

MIGUEZ, M. G.; VERÓL, A. P.; REZENDE, O. M. **Drenagem Urbana: Do projeto tradicional à sustentabilidade**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE – DEP. **Plano Diretor de Drenagem Urbana: Manual de Drenagem Urbana**. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas Hidráulicas – UFRGS, 2005.

SAUTCHUK, Carla et al. **Conservação e Reuso da Água em Edificações**. São Paulo: ANA, FIESP, SindusCon, 2005. P. 51 – 57.

TURNER, A., WHITE, S., CHONG, J., DICKINGSON, M.A., COOLEY, H. e DONNELLY, K. **Managing drought: Learning from Australia**, preparado por Alliance for Water Efficiency, Institute for Sustainable Futures, University of Technology Sydney e Pacific Institute for the Metropolitan Water District of Southern California, San Francisco Public Utilities Commission e Water Research Foundation. Versão traduzida para o português Apresentação pela Aliança pela Água “**Lições aprendidas com a crise hídrica na Austrália**”. 2016.