



FACULDADE DE PLANALTINA

BRUNO DE MESQUITA MARTINS

**APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA PARA USOS NÃO POTÁVEIS EM
BRASÍLIA – DF: ASPECTOS POLÍTICOS E AMBIENTAIS**

PLANALTINA-DF

2013

BRUNO DE MESQUITA MARTINS

**APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA PARA USOS NÃO POTÁVEIS EM
BRASÍLIA – DF: ASPECTOS POLÍTICOS E AMBIENTAIS**

Trabalho de conclusão de Curso apresentado ao curso de Gestão Ambiental, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental.

Orientador (a): Prof Dra Elaine Nolasco Ribeiro

PLANALTINA-DF

2013

Martins, Bruno

Aproveitamento de água da chuva para usos não potáveis em Brasília – DF: Aspectos políticos e ambientais. / Bruno Martins. Planaltina – DF, 2013. 64 f.

Monografia – Faculdade UnB Planaltina, Universidade de Brasília.

Curso de Bacharelado em Gestão Ambiental.

Orientadora: Elaine Nolasco Ribeiro

1. Conservação. 2. Legislação. 3. Sistemas de captação de água da chuva. I. Martins, Bruno.
II. Título.

BRUNO DE MESQUITA MARTINS

**APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA PARA USOS NÃO POTÁVEIS EM
BRASÍLIA – DF: ASPECTOS POLÍTICOS E AMBIENTAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Gestão Ambiental da Faculdade UnB Planaltina, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental.

Banca Examinadora:

Prof. Dra. Elaine Nolasco Ribeiro - UnB/FUP

Prof. Dra. Lucijane Monteiro de Abreu - UnB/FUP

Prof. Dr. Antônio de Almeida Nobre Junior - UnB/FUP

Planaltina-DF, 13 de dezembro de 2013.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, por terem me apoiado durante toda a minha vida acadêmica e por não terem medido esforços para me dar uma excelente educação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, por me iluminar na realização dessa pesquisa e por sempre me fortalecer quando pensei em desistir.

Agradeço aos meus pais, minha irmã e à minha namorada por sempre estarem ao meu lado me apoiando e rezando pelo meu sucesso.

Aos colegas e amigos de faculdade, pelos momentos de descontração e que sempre estiveram dispostos a me ajudar.

À minha orientadora, por sempre estar disposta a tirar minhas dúvidas, pelo seu empenho, profissionalismo, carisma.

Por fim, agradeço à todos que participaram direto e indiretamente na construção dessa pesquisa.

Meu muitíssimo obrigado!

RESUMO

Devido ao elevado crescimento populacional, indústrias se multiplicando de forma descontrolada e a urbanização desenfreada, a demanda pelos recursos hídricos tem aumentado continuamente. A água vem sendo o recurso mais afetado por estes fatores. Com isso, é preciso adotar medidas para a sua conservação, como a busca por fontes alternativas de água. Nesse sentido, uma medida adequada é a adoção da captação de água da chuva. O presente trabalho foi desenvolvido, com o objetivo de avaliar a implantação de legislações específicas no Distrito Federal (DF) legalizando a adoção de sistemas de captação de água da chuva em edifícios e residências, a fim de buscar a eficácia do mesmo em relação ao retorno econômico e ambiental que pode ser gerado no aproveitamento da água de chuva para fins não potáveis. Desta forma, foi realizada uma análise comparativa entre as legislações adotadas no DF com outros Estados e Municípios que possuem amparo legal para a utilização de sistemas de captação de água de chuva. Constatou-se que o Distrito Federal, que é uma das principais regiões que sofre com o *stress* hídrico, carece de adequações nas legislações e práticas adotadas para a captação da água de chuva, para alcançar modelos mais eficientes de gestão da água de chuva, como os que já são adotados nos estados do Paraná, São Paulo e Rio de Janeiro. Nesses Estados, os sistemas de captação de água da chuva para fins não potáveis adotados geram benefícios tanto para a cidade, evitando enchentes, como para o meio ambiente. O Distrito Federal têm começado a implantar legislações que buscam uma melhor gestão da água, mas ainda carece de legislações específicas para aproveitar a água da chuva. A água da chuva captada pode ser utilizada para a irrigação de jardins, lavagem de calçadas, descarga de sanitários após passar por sistemas simplificados de tratamento.

Palavras-chave: captação de água da chuva, conservação da água, legislação.

ABSTRACT

Due to high population growth, industries multiplying uncontrollably and rampant urbanization, the demand for water has increased steadily. The water feature has been the most affected by these factors. With this, it is necessary to adopt measures for their conservation, as the search for alternative sources of water. Accordingly, an appropriate measure is the adoption of capturing rainwater. This work was developed with the objective of evaluating the implementation of specific laws in the Federal District (DF) legalizing the adoption of capturing rainwater systems in buildings and homes in order to seek its efficiency in relation to return economic and environmental which can be generated in the use of rainwater for non-potable purposes. Thus, a comparative analysis between the laws adopted in DF with other states and municipalities that have legal support for the use of rainwater catchment systems was performed. It appears that the Federal District, which is one of the main regions suffering from water stress, lack of adjustments in the laws and practices for the collection of rainwater, to achieve more efficient management models of rainwater, as those already adopted in the states of Paraná, São Paulo and Rio de Janeiro. In these states, the systems capture rainwater for non-potable purposes adopted generate benefits for the city, avoiding flooding and for the environment. The Federal District has begun to implement laws that seek a better water management, but still lacks specific legislation to harness rainwater. The captured rain water can be used for watering gardens, washing sidewalks, sanitary discharge after undergoing treatment simplified systems.

Keywords: capturing rainwater, water conservation, legislation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo de Sistema de captação de água de chuva com seus respectivos componentes	28
Figura 2 - Área de coleta	29
Figura 3 - Condutores onde a água é levada até o reservatório	29
Figura 4 - Reservatório da coleta de água da chuva	30
Figura 5 - Sistema de bombeamento.....	31
Figura 6 - Condomínio Por do Sol, Edifício do bloco A	39
Figura 7 - Sistema de gotejamento no jardim do Edifício do bloco A	40
Figura 8 - Sistema de aproveitamento de água da chuva em fábrica de refrigerantes	41
Figura 9 - Normais climatológicas do Distrito Federal entre 1961 a 1990	49
Figura 10 - Balanço hídrico climatológico de Brasília entre 1961 a 1990	49
Figura 11 - Armazenamento de água no solo de Brasília entre 1961 a 1990	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Mapa conceitual do Referencial Teórico	19
Quadro 2 - Mapa conceitual do Referencial Teórico do estudo de caso	20
Quadro 3 - Quadro resumo das legislações citadas	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritos não potáveis	26
Tabela 2 - Custos e Tempo estimado em algumas pesquisas no Brasil.....	32
Tabela 3 - Disponibilidade de recursos hídricos	43
Tabela 4 - Disponibilidade hídrica de superfície nos Estados	43
Tabela 5 - Consumo de água per capita em 2003 por Regiões Administrativas do DF	45
Tabela 6 - Hipótese média da população do DF de 2000 até 2040	46
Tabela 7 – Dados do estudo de Della Giustina.....	48

SUMÁRIO

1. Introdução.....	14
2. Objetivos.....	17
2.1 Objetivos específicos.....	17
3. Metodologia.....	17
4. Revisão Bibliográfica.....	20
4.1 Origem do aproveitamento da água de chuva.....	20
4.2 Superfícies de captação e qualidade da água de chuva.....	23
4.2.1 Qualidade da água da chuva antes de atingir o solo.....	23
4.2.2 Qualidade da água de chuva após escorrer sobre superfície impermeabilizada..	24
4.2.3 Qualidade da água da chuva dentro do reservatório.....	25
4.2.4 Qualidade da água da chuva no ponto de uso.....	26
4.3 Diretrizes e critérios para o aproveitamento da água de chuva no Brasil	26
4.4 Sistemas de aproveitamento da água de chuva.....	27
4.4.1 Componentes do Sistema de aproveitamento da água de chuva.....	28
4.4.2 Custos e benefícios de um sistema de aproveitamento da água de chuva..	31
4.5 Leis de Incentivo a captação da água de chuva	33
4.5.1 Legislação Federal.....	34
4.5.2 Legislações estaduais e municipais brasileiras.....	35
4.5.3 Principais portarias e normas sobre qualidade da água no Brasil.....	37
4.5.4 Experiências com a implantação de sistemas de aproveitamento da água de chuva.....	38
5. Estudo de caso: potencial de aproveitamento da água de chuva no Distrito Federal.....	41
5.1.1 Disponibilidade hídrica	42
5.1.2 Qualidade da água de chuva no Distrito Federal.....	47
5.1.3 Regime pluviométrico.....	48
5.1.4 Aspectos legais e institucionais relacionados ao aproveitamento da água de chuva no DF.....	50
5.1.5 Serviços públicos de abastecimento de água e coleta de esgoto.....	54
5.2 Proposta para o aproveitamento da água de chuva no DF	55
6. Conclusões.....	56

7. Referências Bibliográficas.....	58
------------------------------------	----

1. INTRODUÇÃO

A ocorrência de mobilizações voltadas para as interferências geradas pelo ser humano na natureza pode ser notada há algumas décadas. Em 1972 na Suécia, a Conferência de Estocolmo foi realizada com o objetivo de conscientizar a sociedade a melhorar a relação com o meio ambiente para poder atender as necessidades da população presente sem comprometer as gerações futuras. Essa conferência foi a primeira atitude mundial a tentar preservar o meio ambiente. Antes desse evento, o meio ambiente era visto como uma fonte inesgotável e o homem era superior a qualquer espécie presente na natureza. Após o evento, assuntos até então intocados ganharam a atenção da sociedade, como o desaparecimento de rios e lagos, que passaram a ser discutidos colocando o mundo em alerta.

A Cúpula da Terra ou Rio-92 (Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento – CNUMDAD ou UNCED) adotou a Agenda 21, onde possui diretrizes para a proteção do Planeta Terra e seu desenvolvimento sustentável. No capítulo 18 (Proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos; Aplicação de abordagens integradas para o desenvolvimento, gestão e uso da água) da Agenda 21, é abordada a sustentabilidade hídrica das populações, onde alguns programas foram propostos objetivando novos desenvolvimentos no âmbito de se criar fontes alternativas de abastecimento de água e promover às práticas conservacionistas de água através de programas mais eficientes de aproveitamento de água e de minimização do desperdício, inclusive com o desenvolvimento de mecanismos que resultem em ações economizadoras de água (ONU, 1992, apud GONÇALVES; JORDÃO, 2006, p.25).

Os governos traçaram um programa com o intuito de mudar o modelo insustentável de crescimento econômico atual, buscando atividades que melhorem o manejo dos recursos naturais. As atividades delineadas no programa foram: "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" (ONU, 2013).

O último relatório da Organização das Nações Unidas (ONU) publicado em 2013, diz que a terra possui aproximadamente 1,4 bilhões de km³ de água, onde apenas 2,5% é água doce. A falta deste recurso e principalmente a sua má distribuição pelos continentes faz com que o acesso fosse dificultado aumentando ainda mais conflitos pela água (TELLES; COSTA, 2010). Villiers (2002, apud MAY, 2004, p. 22) diretor do *International Food Policy Research*

Institute, diz que um em cada cinco países irá experimentar uma severa falta de água dentro de vinte e cinco anos.

A água pode ser encontrada na natureza nas fases: sólida, líquida e gasosa. Em regiões altas, montanhosas e nas calotas polares da Antártida e do Ártico, a água está no estado sólido. A água está presente na forma líquida em oceanos, rios, lagoas e lençol freático e na forma gasosa na biosfera e atmosfera. A maior parte de água doce presente está na forma sólida, fazendo com que a quantidade disponível para ser consumida pelo ser humano seja ainda menor (TELLES; COSTA, 2010).

O Brasil é conhecido como um país que possui um grande potencial hídrico, tendo posse de um quinto de toda a reserva global, mas apesar de usufruir dessa grande disponibilidade hídrica, algumas regiões estão passando por um *stress* hídrico. Esse *stress* pode ser gerado tanto quantitativa quanto qualitativamente, ou por períodos maiores de escassez hídrica ou, por exemplo, modificações da qualidade da água pela poluição (GONÇALVES; JORDÃO, 2006). Outro agravante é a má distribuição das águas em relação aos aglomerados urbanos, Tomaz (2001) relata que a região nordeste sofre com a baixa disponibilidade hídrica para atender a demanda presente. Esse autor afirma ainda que essa região é a que, atualmente, possui o maior número de sistemas de aproveitamento de água da chuva. No entanto, programas estão sendo criados buscando desenvolver meios em que o uso da água seja feito de forma eficiente e buscando, também, reduzir a vazão captada e a poluição dos corpos hídricos (GONÇALVES; JORDÃO, 2006).

O modo como a água esta sendo utilizada atualmente não é sustentável, com isso é preciso adotar medidas adequadas para que o seu uso seja feito de forma eficiente através de práticas conservacionistas. A prática de conservação da água em meio urbano visa o seu uso racional, como a busca por fontes alternativas de água. A reutilização ou reuso da água é o método onde a água, passando por um processo de tratamento ou não, é reutilizada para diversos fins. A *Environmental Protection Agency* (USEPA) faz uma definição simples sobre o que é conservação da água. De acordo com esta agência, conservar a água é qualquer redução benéfica nas perdas de água, desperdício ou uso (USEPA, 1998, apud GONÇALVES; JORDÃO, 2006, p. 43).

A conservação da água segundo a Agência Nacional de Águas (ANA; FIESP; SINDUSCON-SP, 2005) é definida como qualquer ação que:

- reduza a quantidade de água extraída em fontes de suprimento;
- reduza o consumo de água;

- reduza o desperdício de água;
- aumente a eficiência do uso de água; ou, ainda,
- aumente a reciclagem e o reuso de água.

A agência cita que a medição individualizada em condomínios é uma prática conservacionista, pois pode reduzir em até 25% no consumo de água. Esse assunto tem sido muito discutido, porém ainda faltam incentivos para a implantação dessa prática pelo governo.

O Distrito Federal vem sofrendo com o *stress* hídrico, fazendo com que seja de suma importância a busca de novas formas de utilizar os recursos hídricos locais. Para isso é preciso estudar e conhecer essas técnicas de aproveitamento de água da chuva para que a sociedade possa implantar essas práticas de conservação da água e assim, ajudar no equilíbrio ecossistêmico.

A Capital Federal possui diversos edifícios que implantaram sistemas de aproveitamento de água da chuva. O Distrito Federal possui algumas leis distritais relacionadas a esse tema, mas essas leis foram criadas exclusivamente para a captação e armazenamento das águas pluviais. A água captada é usada, somente, para a irrigação de jardins. Para que o uso da água de chuva seja abrangente, é preciso criar normas legais que autorizem o aproveitamento da água para fins menos nobres. Há indícios de que a Companhia de Saneamento Básico do Distrito Federal (Caesb) têm desativado os sistemas implantados que fazem a reutilização da água para os fins não autorizados nos empreendimentos. Com a ausência de normas, a concessionária não possui diretrizes para fazer a cobrança da água de chuva captada e/ou da água reutilizada. A Companhia não possui estudos que levantem qual será a vazão de água que chegará para as Estações de Tratamento provenientes dos reservatórios de água implantados nos empreendimentos. A demanda pela água proveniente da Companhia iria diminuir e os gastos com o tratamento de água não proveniente da Companhia iriam aumentar. Com isso, o faturamento da Companhia seria afetado, fazendo com que a Caesb tivesse prejuízo em suas atividades.

Diante do cenário exposto, o presente trabalho tem por objetivo investigar os aspectos favoráveis e empecilhos ambientais e políticos associados ao aproveitamento de água da chuva para usos não potáveis nos empreendimentos do Distrito Federal. Nesse sentido, serão levantados dados que indiquem a qualidade da água da chuva na região, a periodicidade de chuvas e as legislações existentes, ou não, para o aproveitamento da água de chuva além de conflitos existentes em instalações prediais para o aproveitamento da água de chuva.

2. OBJETIVO GERAL

Investigar os aspectos favoráveis e empecilhos ambientais e políticos associados ao aproveitamento da água de chuva para usos não potáveis em instalações prediais do Distrito Federal.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar, avaliar e comentar experiências de aproveitamento de água de chuva que obtiveram sucesso no Brasil, inclusive com a implementação de legislações municipais e estaduais.
- Caracterizar a qualidade da água da chuva em Brasília/DF através de dados secundários;
- Caracterizar o regime de chuvas no DF;
- Avaliar a relação entre oferta e demanda de água no DF;
- Investigar os aspectos legais e institucionais relacionados ao aproveitamento da água de chuva no DF;
- Identificar os conflitos decorrentes do aproveitamento da água de chuva no DF.

3. METODOLOGIA

O trabalho de pesquisa foi desenvolvido em duas direções paralelas: o levantamento de dados em pesquisa bibliográfica e informações pessoais obtidas através de emails e ligações telefônicas com especialistas da área pesquisada.

A área de estudo pesquisada foi o Distrito Federal. A Capital Federal foi construída durante o governo do então presidente Juscelino Kubitschek, que tinha como objetivo interiorizar e expandir o desenvolvimento do Brasil.

Brasília foi construída a passos largos, conforme a frase "50 anos em 5" de Juscelino Kubitschek. Já era de conhecimento que Brasília foi projetada numa região que possuía corpos hídricos com baixa vazão. Com isso, foi construído um lago artificial conhecido como Lago Paranoá, com o objetivo de aumentar a umidade na região.

Com o desordenamento urbano, o planejamento feito para a construção de Brasília, que tinha a capacidade para cerca de quinhentos mil habitantes, foi afetado, pois a população atual alcança a média de três milhões de habitantes. Os recursos hídricos disponíveis para a

população planejada seriam suficientes para suprir o abastecimento da região. No entanto, o desordenamento urbano tem gerado *stress* hídrico devido ao excesso de demanda.

Com base nisso, conclui-se que a Capital Federal foi planejada visando o desenvolvimento do país, porém seu planejamento parecia não enxergar o crescimento cujo Brasília atingiu e nota-se que no qual não constou uma preocupação futura com os poucos recursos hídricos disponíveis na região. Tanto que o presente trabalho identificou que apenas a partir de 2005 foi criada a primeira lei que trata sobre a captação de água da chuva no Distrito Federal, Lei nº 3.677 de Outubro de 2005. A demora pela criação de leis e o desordenamento urbano podem ter contribuído para o *stress* hídrico atual no DF.

Portanto, o presente trabalho buscou investigar os aspectos favoráveis e empecilhos ambientais e políticos associados ao aproveitamento de água da chuva para usos não potáveis no DF. Pois, com o atual quadro de disponibilidade hídrica e a pressão gerada nos corpos hídricos pelo excesso de demanda, faz com que se busque uma alternativa para amenizar os efeitos negativos gerados pelo desordenamento urbano.

A revisão bibliográfica foi dividida em cinco tópicos e seus respectivos subtópicos que teve como objetivo levantar informações referentes aos aspectos gerais sobre o tema estudado. Para o levantamento de dados, foram utilizadas pesquisas a dissertações e a livros, consultas a sítios e saída de campo. A seguir são apresentados os tópicos presentes na metodologia de pesquisa do referencial teórico:

- 4.1 Origem do aproveitamento de água da chuva: são levantadas informações referentes aos acontecimentos históricos relacionados ao aproveitamento da água de chuva datados desde a antiguidade até a idade atual.
- 4.2 Superfícies de captação e qualidade da água de chuva: expõe a qualidade da água de chuva captada nas etapas de um sistema de captação e aproveitamento de água da chuva.
- 4.3 Diretrizes e critérios para o aproveitamento da água de chuva no Brasil: trás informações referentes às normas existentes sobre a captação da água de chuva.
- 4.4 Sistemas de aproveitamento da água de chuva: são mostrados e explicados todos os componentes presentes num sistema de captação da água de chuva e seus respectivos custos e benefícios gerados, tanto econômicos quanto ambiental.
- 4.5 Leis de incentivo a captação da água de chuva: as leis no âmbito Federal, Estadual e Municipal decretadas são expostas e discutidas, assim como as portarias e normas

que contemplam questões diretas e/ou indiretas a respeito da captação da água de chuva. Também são levantadas algumas experiências de empreendimentos que possuem sistemas de captação e aproveitamento das águas pluviais no Brasil e na área de estudo. O Quadro 1 mostra o mapa conceitual utilizado no referencial teórico.

Quadro 1 - Mapa conceitual do Referencial Teórico.

Origens do aproveitamento da água de chuva	Superfícies de captação e qualidade da água de chuva	Diretrizes e critérios para o aproveitamento de água de chuva no Brasil e no mundo	Sistemas de aproveitamento da água de chuva	Leis de incentivo a captação da água de chuva
May (2004)	Costa (2010)	Brasil (2005)	Mano (2004)	May (2004)
Alves (2010)	Tomaz (1998, 2003, 2005)	ABNT (1989, 1992, 1994, 1998, 2007)	May (2004)	ANA (2005)
Sacadura (2011)	ANA; FIESP; Sinduscon-SP (2005)		Pessoa (2007)	Brasil (1997, 2005, 2011)
Philippi et al. (2006)	Helmreich; Horn (2009)		Oliveira (2007)	Cardoso (2009)
	Sacadura (2011)		Gonçalves; Jordão (2006)	Lage (2010)
	Silva (2003, 2012)		Alves (2010)	Kalbusch (2006)
	Anecchini (2005)		Kalbusch (2006)	Jaques (2005)
	Cardoso (2009)			Garrido (2009)
	Gonçalves et al. (2006)			Ribeiro (2010)
	Oliveira (2007)			Lima (2011)
ABNT (2007)				

Fonte: do autor.

O estudo de caso foi dividido em apenas um tópico com seus respectivos subtópicos com o objetivo de levantar e estudar os dados referentes ao potencial que o Distrito Federal tem de aproveitar as águas pluviais. Como no referencial teórico, pesquisas a dissertações e a livros e consultas a sítios foram feitas para o levantamento de dados pertinentes. Nessa fase do trabalho, também foram utilizados recursos como informações obtidas através de emails e conversas telefônicas. Abaixo segue o tópico e seus subtópicos do estudo de caso:

- 4.6 Estudo de caso: potencial aproveitamento da água no Distrito Federal.

Os dados referentes à disponibilidade hídrica e o regime pluviométrico do Distrito Federal foram coletados no sítio do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) em seus modelos de medição do ano de 1961 a 1990. Os dados obtidos sobre a qualidade da chuva do DF foram coletados na dissertação de mestrado de Della Giustina de 2006, onde foram retiradas informações sobre as concentrações de condutividade elétrica, pH, turbidez, cloreto, nitrato e alcalinidade. O acesso a obra foi feito através da Biblioteca Central da Universidade de Brasília.

Os aspectos legais e institucionais relacionados ao aproveitamento da água de chuva no DF foram levantados por consultas nos sítios do Senado Federal, Correio Braziliense, Tribunal de Contas do Distrito Federal e por conversa telefônica com o Regulador de Serviços Públicos da Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (ADASA), Igor Medeiros da Silva. Em relação aos serviços públicos de abastecimento de água e coleta de esgoto, Plínio Tomaz (2013), conceituado em assuntos referentes ao aproveitamento da água de chuva, disponibilizou dados a respeito de como está sendo feita a tarifação da água e do esgoto domésticos de empreendimentos dotados de sistemas de captação da água de chuva em emails recebidos pela orientadora da atual pesquisa. O Quadro 2 expõe o mapa conceitual utilizado no referencial teórico do estudo de caso.

Quadro 2 - Mapa conceitual do referencial teórico do estudo de caso

Estudo de caso: potencial de aproveitamento da água de chuva no Distrito Federal e seus subtópicos
Correio Braziliense (2011, 2013)
Brasil (2005, 2006, 2008, 2009, 2011)
Distrito Federal (2010)
Silva (2004, 2008)
Mancini (2008)
Della Giustina (2006)
Governo do Distrito Federal (2009)
INMET (1990)
Senado Federal (2013)
Werneck (2006)
IBRAM (2012)

Fonte: do autor.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Origem do Aproveitamento de Água da Chuva

O sistema de aproveitamento de água da chuva é considerado relativamente simples, ele consiste basicamente em captar a água precipitada através de uma superfície de escoamento (exemplo: telhados ou pisos), e conduzi-la até um reservatório para o seu armazenamento e posteriormente utilizá-la atendendo a algum fim.

Alves (2010) aponta que reservatórios escavados já existiam desde 3600 a.C. A fortaleza de Masada, localizada em Israel, possui dez reservatórios com capacidade de

armazenar 40 milhões de litros escavados na rocha. Nos planaltos de Loess (China), há tanques para armazenar a água da chuva datados a mais de dois mil anos.

Entre os anos de 527 e 565 a.C, um dos maiores reservatórios do mundo foi construído em Istambul na Turquia. Esse reservatório tem a capacidade de armazenar 80.000 m³ de água da chuva (SACADURA, 2011).

Há relatos da utilização desse tipo de sistema há milhares de anos, como por exemplo, nas civilizações Maias e Astecas. Tomaz (1998 apud MAY, 2004, p. 40) relata que em inscrições mais antigas encontradas no mundo, como a Pedra Moabita situada no Oriente Médio, o rei Mesha propõe que sejam construídas cisternas em cada casa para aproveitar a água da chuva.

Segundo Guanayem (2000, apud MAY, 2004, p. 41), a instalação mais antiga encontrada no Brasil foi na ilha de Fernando de Noronha, onde o exército norte-americano construiu sistemas de aproveitamento de água em 1943, onde até hoje a ilha usufrui destes sistemas para o abastecimento da população.

A água da chuva já está inserida na gestão de recursos hídricos de vários países. Na maioria deles, o armazenamento de água da chuva era feito inicialmente para combater os problemas de inundações, cheias e mitigar a falta de abastecimento regular de água. Posteriormente, passou-se a utilizar a água da chuva para outros fins (PHILIPPI et al., 2006).

Atualmente, a busca por fontes alternativas de água como o reuso de águas servidas e o aproveitamento da água da chuva tem crescido continuamente nos últimos anos, pois a sociedade tem visto nesta prática a possibilidade de resolver o problema da escassez de água e ainda uma medida para redução de custos com o insumo “água”, além de gerar um marketing verde, onde empresas, instituições, estabelecimentos comerciais e outros, possam transmitir que se preocupam com as responsabilidades sociais e ambientais.

O Japão é um dos países que mais utiliza sistemas de aproveitamento de água da chuva, além de promover estudos e pesquisas nesse tema. O governo de Tóquio obriga todos os prédios com área construída maior que 30.000 m² e que utilizam mais de 100 m³ por dia de água para fins não potáveis, a implementar o aproveitamento da água da chuva e o reuso das águas servidas (água de chuveiros, máquinas de lavar). Também é obrigatória a construção de reservatórios de detenção de água da chuva em terrenos maiores de 10.000 m² ou em edifícios com área de construção maior que 3.000 m² (TOMAZ, 2003 apud ALVES, 2010, p. 13).

A Alemanha segue o mesmo padrão, utilizando áreas, como praças e edifícios, para captar a água da chuva onde esta é destinada para recompor a paisagem urbana, alimentando

lagos artificiais, gerando assim, uma melhor qualidade do micro clima locais e também nas descargas de sanitários nos edifícios (PHILIPPI et al., 2006).

Alves (2010) relata que a Austrália é um país com tradição em aproveitamento de água da chuva, pois sofre com as constantes secas e procuras de água. Seul possui um complexo de 1.300 apartamentos chamado *Star City*, onde foram construídos três tanques capazes de armazenar 3.000 m³ de água, essa água é utilizada para a descarga de sanitários, rega de jardins e para uso em casos de emergência.

O sistema de captação de água da chuva vem mostrando que além de utilizar este recurso natural de forma sustentável, também é capaz de gerar grandes economias no consumo de água. Heyworth et al. (1998, apud PHILIPPI et al., 2006, p. 80) citam que em estudos realizados na Austrália, esses sistemas têm o potencial de economia em torno de até 45% nas residências e 60% na agricultura. Neste mesmo estudo, países oferecem incentivos financeiros para que as pessoas passem a usufruir de sistemas de coleta e aproveitamento de água da chuva.

Em Hamburgo na Alemanha, o governo concede ajuda de US\$ 1.500,00 a US\$ 2.000,00 para quem aproveita a água da chuva. Como retorno, o governo garante a seguridade no controle das cheias nos períodos chuvosos (TOMAZ, 2003, apud PHILIPPI et al., 2006, p. 80).

Philippi et al. (2006) citam ainda que muitos países passaram a adotar legislações específicas criando manuais ou guias para a conservação da água da chuva, principalmente no reuso de água em edificações e no aproveitamento de água da chuva, onde recebem o apoio da administração pública local ou regional. Tóquio, Berlim e Sidney são grandes exemplos.

O Brasil se diferencia dos outros países já citados, pois a prática em aproveitar a água da chuva não está caminhando junto com o desenvolvimento do país, apesar de existirem projetos antigos implantados (PHILIPPI et al., 2006). A falta de incentivo para a adoção de práticas que visem o aproveitamento deste recurso natural se deve, talvez, pela abundância de água encontrada no território brasileiro.

Entretanto, alguns programas de aproveitamento da água de chuva têm sido lançados no Brasil, dentre eles o projeto "Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC)", com o objetivo de construir um milhão de reservatórios na região nordeste beneficiando mais de cinco milhões de pessoas, sendo reconhecido pela Organização das Nações Unidas (ONU). Na cidade do Rio de Janeiro, tanto o estádio João Havelange quanto o aeroporto Santos Dumont, fazem o aproveitamento da água de chuva (ALVES, 2010).

4.2 Superfícies de Captação e Qualidade da Água de Chuva

A qualidade do produto pode ser definida de acordo com a aplicação proposta. Sendo assim, fica estabelecido o limite aceitável de impurezas presentes para cada tipo de aplicação. Quando se trata da água, sua qualidade está diretamente ligada ao seu uso. Com isso, é preciso que seja estabelecido requisitos mínimos para cada tipo de aplicação (COSTA, 2010). De acordo com Tomaz (2005) a qualidade da água de chuva pode ser dividida em quatro etapas no sistema de captação de águas pluviais:

- I. Antes de atingir o solo;
- II. Após escorrer pelo telhado;
- III. Dentro do reservatório e
- IV. No ponto de uso.

As superfícies de escoamento em geral, contêm uma série de impurezas que se acumulam no período em que a chuva não incide sobre eles. Nesse período, há acúmulo de poeira (poluentes, partículas sólidas, materiais provenientes do ar em geral), bactérias, excrementos de aves, ratos, insetos, entre outros. Isso causa uma considerável proliferação de microrganismos e substâncias nocivas à saúde humana. A chuva funciona como um agente de limpeza dessas superfícies (ANA; FIESP; SINDUSCON-SP, 2005; TOMAZ, 2003).

No entanto, a qualidade da água da chuva a ser aproveitada também depende da qualidade da atmosfera circundante ao local de coleta. Poluentes atmosféricos incluem partículas, microrganismos, metais pesados e substâncias orgânicas, acumuladas nas áreas de coleta como, deposição seca, e que serão lavadas durante os eventos chuvosos.

Em áreas rurais – distantes da poluição atmosférica e industrial – são bastante limpas – exceto por alguns gases dissolvidos. Por outro lado, áreas urbanas são caracterizadas por tráfego elevado, impacto industrial e partículas contaminadas por metais pesados e poluentes orgânicos. Além disso, as próprias superfícies de captação podem ser uma fonte de metais pesados e substâncias orgânicas (HELMREICH; HORN, 2009).

4.2.1 Qualidade da água de chuva antes de atingir o solo

Segundo Sacadura (2011) há vários fatores que podem contribuir na qualidade da água da chuva. A localização geográfica (proximidade do oceano, áreas urbanas ou rurais), se há ou não presença de vegetação, as condições meteorológicas, a presença de carga poluidora e a estação do ano são quesitos a serem destacados como influenciáveis na qualidade das águas

pluviais. Segundo o mesmo autor, os materiais revertidos nos sistemas de captação de água da chuva também podem interferir na qualidade da mesma.

Silva (2012) cita que em relação a localidade geográfica, quando há uma proximidade com os oceanos, a água pluvial pode ter em sua constituição elementos como o sódio, potássio, magnésio, entre outros. E quando não há uma proximidade da costa, a água da chuva pode possuir partículas de solo e de origem biológica.

De acordo com Alt (2009, apud SILVA, 2012, p. 13), as condições normais das águas pluviais possui um pH levemente ácido em torno de 5,7, que se deve a presença do ácido carbônico (H_2CO_3) derivado do dióxido de carbono (CO_2) encontrado no ar. Segundo Cardoso (2009), este ácido é considerado fraco, dissociando-se com a água, onde fornece os íons hidrogênio (H^+) e o bicarbonato (HCO_3^-). Com isso a água da chuva é considerada naturalmente ácida apresentando um pH de 5,65, onde as concentrações (340 ppm) e pressões (1 atm) do CO_2 na atmosfera se mantêm normais.

Tomaz (2005) preconiza que as chuvas só podem ser usadas para uso não potável, principalmente em zonas industriais, onde a poluição atmosférica é ainda maior, podendo ocorrer a chamada chuva ácida (pH menor que 5,6).

Conforme Anecchini (2005), a chuva é o principal meio de dispersão dos poluentes, pois ao lavar a atmosfera, leva consigo grande quantidade de material particulado e contribui na dissolução dos gases. Os contaminantes presentes na água podem denegrir a qualidade da mesma, gerando a famosa chuva ácida, grande causadora de efeitos negativos aos rios e às florestas.

A coleta da água da chuva em diferentes regiões pode apresentar maior ou menor concentração de substâncias dissolvidas. Essas substâncias se encontradas em excesso, podem causar danos tanto para o ser humano, quanto para o meio ambiente, podendo até inviabilizar o aproveitamento de água da chuva (CARDOSO, 2009).

4.2.2 Qualidade da água de chuva após escorrer sobre superfície impermeabilizada

Rebello (2004, apud GONÇALVES et al., 2006, p. 91) diz que a água da chuva pode ser contaminada após a passagem da mesma por uma superfície impermeabilizada e que diversos materiais (fezes de aves e roedores, artrópodes e outros animais em decomposição, poeira, folhas e galhos de árvores, revestimentos do telhado, fibras de amianto, resíduos de tintas, entre outros) presentes na superfície de contato podem influenciar nessa contaminação.

Com isso, é reforçada a utilização do descarte da primeira água (*First flush*), pois os materiais presentes na superfície impermeabilizada podem trazer problemas de contaminação por bactérias e parasitas gastrointestinais (Tomaz, 2005).

O volume descartado no *first flush* depende do tipo de material do telhado e da quantidade de contaminação (Tomaz, 2005). Terry (2001), citado por Tomaz (2005), aconselha que os primeiros 1 mm a 2 mm de chuva devem ser rejeitados por possuir grande quantidade de bactérias.

Numa pesquisa realizada pelo Programa de Pesquisas em Saneamento Básico (PROSAB) em Vitória-ES, foi observado um aumento do pH e de alcalinidade na água da chuva após seu contato pela superfície de captação. O pH médio da chuva atmosférica que era de 6,1, passou a ser de 6,8 depois do contato com o telhado. Já a alcalinidade que era de 1,8 mg/L da chuva atmosférica, foi para 18,5 mg/L após contato com a superfície impermeabilizada. Esse aumento se deve ao material presente depositado no período de estiagem, carregado pela chuva (GONÇALVES et al., 2006).

4.2.3 Qualidade da água de chuva dentro do reservatório

Depois da água da chuva passar pela superfície impermeabilizada, carregando todo o material presente, o mesmo será depositado no fundo do reservatório, gerando, normalmente, uma pequena camada de lama (lodo), onde os microrganismos arrastados do telhado e dos condutores irão se desenvolver no reservatório. Se esta água for utilizada para fins potáveis, o usuário pode correr riscos, causando-lhe diarreias (TOMAZ, 2005).

Tomaz (2005) alerta ainda que devem ser tomados cuidados especiais, como, evitar a entrada da luz do sol no reservatório para evitar a proliferação de algas. A tampa de inspeção do reservatório deve ser perfeitamente fechada. A saída do extravasor (ladrão) deve ter grades para evitar a presença de animais pequenos. O reservatório deve ser limpo pelo menos uma vez por ano, retirando a lama depositada no fundo do mesmo. O fundo do reservatório deve possuir uma pequena declividade para que a descarga de fundo seja facilitada. Se houver suspeita de contaminação da água captada, seu tratamento deverá ser feito pelo adição de hipoclorito de sódio a 10% ou água sanitária. Lembrando que em hipótese alguma a água da chuva poderá ser usada para fins potáveis, sendo utilizada somente para descarga de sanitários, irrigação, lavagem de passeios e calçadas.

4.2.4 Qualidade da água de chuva no ponto de uso

Segundo Oliveira (2007), é importante observar no ponto de uso a característica da água, sempre levando em consideração os parâmetros de qualidade em função do uso. Estes parâmetros devem atender às normas sanitárias que se referem à qualidade da água que será consumida ou utilizada para cada uso. Na NBR 15527/2007 são apresentados os parâmetros de qualidade da água no ponto de uso (ABNT, 2007) (Tabela 1).

Tabela 1: Parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritos não potáveis.

Parâmetros	Análise	Valor
Coliformes totais	Semestral	Ausência em 100ml
Coliformes termotolerantes	Semestral	Ausência em 100ml
Cloro residual	Mensal	0,5 a 3,0 mg/L
Turbidez	Mensal	<2,0 uT; para usos menos restritos <5,0 uT
Cor aparente (caso não seja utilizado nenhum corante, ou antes, da sua utilização)	Mensal	<15 uH
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

Fonte: adaptado de ABNT (2007).

4.3 Diretrizes e critérios para o aproveitamento da água de chuva no Brasil

Ainda não foi criada nenhuma regulamentação ou legislação no âmbito Federal que aborde o aproveitamento da água de chuva e reusos de água no Brasil. No entanto, existem algumas diretrizes, na forma de manual, elaborado em conjunto pela academia, empreendedores e pelo próprio governo federal, como o Manual de Conservação de Uso da Água (ANA; FIESP; SINDUSCON-SP, 2005) e a NBR 15527/07 que trata dos usos previstos/padrões e do aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis, respectivamente. Esta norma da ABNT trás em seu conteúdo conceitos de aproveitamento de água de chuva, qualidade da água de chuva, previsões de consumo, dimensionamento de calhas e condutores, reservatórios de autolimpeza, relação entre custo/benefício entre outros assuntos. Na NBR 15527/07 são apresentadas outras normas para referência, tais como:

- ABNT/NBR 5626/98: estabelece exigências e recomendações relativas ao projeto, execução e manutenção da instalação predial de água fria.

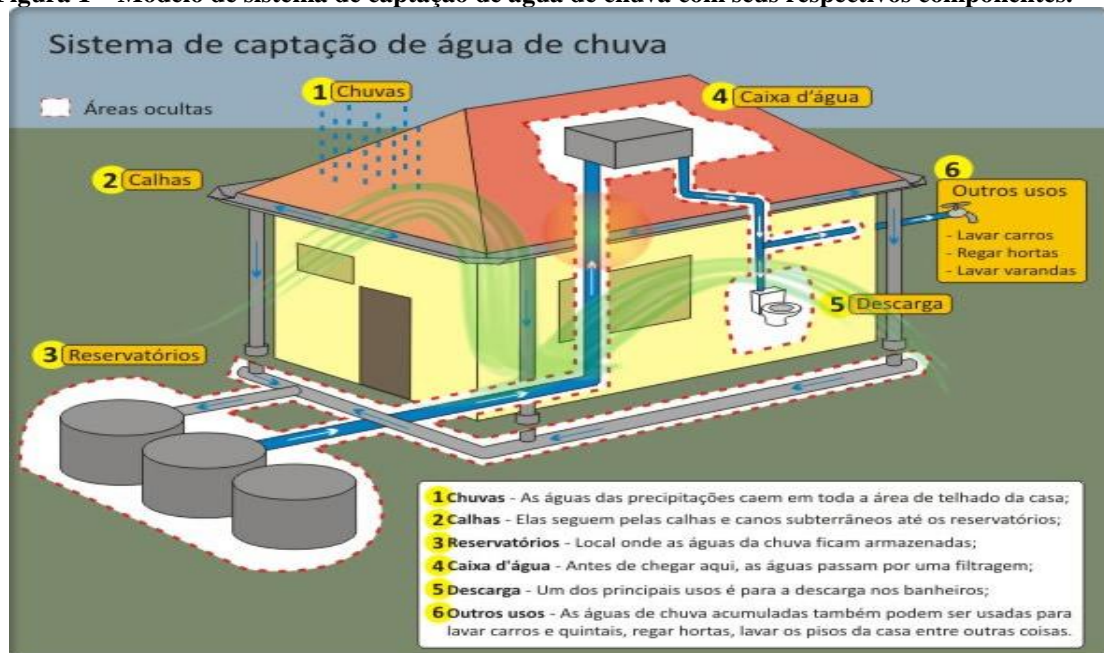
- ABNT/NBR 10844/89: descreve as exigências necessárias aos projetos das instalações de drenagem de águas pluviais, buscando a garantia de níveis aceitáveis de funcionalidades, segurança, higiene, conforto, durabilidade e economia.
- ABNT/NBR 12213/92: dita as condições exigíveis para a elaboração de projetos de captação de água de superfície para abastecimento público.
- ABNT/NBR 12217/94: fixa as condições exigíveis na elaboração de projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público.
- Resolução n° 54/05 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH): estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água, e dá outras providências.

4.4 Sistemas de aproveitamento de água da chuva

O aproveitamento de água da chuva nada mais é do que a captação deste recurso em uma superfície. Se esta captação não ocorresse, as águas pluviais seriam escoadas para os esgotos ou poderiam ser evaporadas e transpiradas. Mas se há a captação e o armazenamento deste recurso hídrico, o mesmo poderá ser utilizado para fins não potáveis. Tais como: lavagem de veículos, pátios, descarga de sanitário e rega de jardins.

Os sistemas de aproveitamento de água da chuva destinados ao uso não potável em edificações urbanas, segundo Ruskin (2001, apud MANO, 2004, p. 54), são compostos por uma área de captação, condutores e um reservatório conforme sugerido na Figura 1. Cada sistema pode possuir componentes e tecnologias complementares de acordo com a necessidade exigida (MANO, 2004).

Figura 1 – Modelo de sistema de captação de água de chuva com seus respectivos componentes.



Fonte: <http://mastercuca.blogspot.com.br>.

4.4.1 Componentes do sistema de aproveitamento

O sistema de coleta e aproveitamento de água de chuva em edificações segundo May (2004) é formado pelos seguintes componentes:

- Área de coleta: A área normalmente utilizada para a captação de água da chuva é o telhado ou a laje da edificação, podendo ser feita através de superfícies impermeabilizadas (calçadas, estacionamentos, pátios etc). Os telhados para coleta da água da chuva podem ser revertidos de diversos materiais (cerâmica, fibrocimento, zinco, aço galvanizado, plástico, vidro, acrílico ou até mesmo de concreto e manta asfáltica), onde cada tipo de material interfere no sistema como um todo, pois há materiais que absorvem mais água do que outros. Para que haja seguridade no transporte da água captada nos condutores sem haver entupimentos por folhas ou galhos, o sistema de coleta de água da chuva deve ter peneiras nas calhas. Também é importante ter esse componente, pois esses materiais podem interferir na qualidade da água através da decomposição no reservatório (Figura 2).

Figura 2 – Área de coleta.



Fonte: da pesquisa.

- **Condutores:** Encanamentos horizontais dos beirais por onde escorrem as águas da chuva, mais conhecidos como calhas e encanamentos verticais onde a água é transportada da área de coleta até o reservatório conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Condutores onde a água é levada até o reservatório.



Fonte: da pesquisa.

- **Armazenamento:** Local onde fica o reservatório, com o objetivo de armazenar toda a água da chuva coletada. Sabendo qual a área de coleta, a precipitação média da região e a demanda mensal exigida, é possível calcular o volume mínimo que o reservatório deve ter (Figura 4).

Figura 4 – Reservatório da coleta de água da chuva.



Fonte: da pesquisa.

- **Tratamento:** O tratamento da água da chuva coletada depende da qualidade da água captada e do uso a ser dado para a mesma. Nos tratamentos mais simplificados é utilizada a cloração, filtração simples e a sedimentação natural, podendo chegar aos tratamentos mais complexos, como a desinfecção por ultravioleta e/ou tratamento por osmose reversa.

No Brasil, a forma de tratamento mais utilizada é a cloração. Isso se deve por um simples motivo: baixo custo, porém trás malefícios. A cloração quando aplicada a águas que possuem matéria orgânica (aplicável a água da chuva), possibilita a formação dos chamados trihalometanos (THMs) entre outros produtos que são substâncias cancerígenas (PESSOA, 2007).

- **Sistema de bombeamento:** A utilização deste sistema (Figura 5) é feita quando há a necessidade de elevar a água a cotas superiores a do reservatório, comumente utilizado quando o reservatório é enterrado. Seu funcionamento é da seguinte forma: o sistema entra em funcionamento quando está ocorrendo o consumo d'água do reservatório, e para quando o consumo é cessado, fazendo com que o uso de energia seja eficiente (Figura 5).

Figura 5 – Sistema de bombeamento.



Fonte: da pesquisa.

4.4.2 Custos e benefícios de um sistema de aproveitamento da água de chuva

Como mencionado anteriormente, o sistema de aproveitamento de águas pluviais permite que a água da chuva seja utilizada em várias atividades, desde a descarga de sanitários até o consumo humano, neste último caso, em situações específicas e de acordo com regulamentações específicas.

De acordo com Oliveira (2007), a análise econômica se dá pelo tempo de retorno que foi investido (*Payback*), ou seja, é considerado o tempo em que se leva para recuperar todo o investimento feito para a construção do sistema. Os custos são de mão-de-obra e materiais utilizados na fase de implantação, onde é gerado gasto com a manutenção e operação do sistema, pois é necessária a utilização de energia elétrica para o funcionamento das bombas de recalque. Na Tabela 2 são mostrados diferentes estudos encontrados na literatura que estimam os custos e benefícios gerados pelos sistemas de captação da água de chuva no Brasil.

Tabela 2: Custos e Tempo estimado em algumas pesquisas no Brasil.

FONTE	Demanda m ³ /ano	Área de Captação (m ²)	Vol. Do Res. (m ³)	Custos		Economia Ág. Potável (R\$/ano)	Taxa de Juros (%)	Payback (Anos)
				Implant. (R\$)	Op. E Manut. (R\$/ano)			
PROSAB (2006)	58.8	100	5	2100.00	100.00	339.00	10	8.75
SOUZA (2006)	722.4	1260	15	6045.00	203.76	5510.00	–	13.6
OLIVEIRA (2005)	73.2	204	5	2530.00	4.73	117.00	1	25.0
WERNECK (2005)	1099.9	1285	44	35296.00	–	3603.19	1	19.0
MAY (2004)	216	450	10	2968.00	500.00	1590.00	10	4.0
GONÇALVES (2004)	4854.5	1386	70	45181.00	–	12000.00	15	13.0

Fonte: adaptado de OLIVEIRA, 2007.

A conservação da água na escala residencial pode representar economia sensível de recursos financeiros, pela redução dos encargos devido à utilização da água e à produção de esgoto sanitário, sem que haja degradação da qualidade de vida. Do ponto de vista ambiental, a crescente conscientização da sociedade de que os recursos hídricos são finitos aumenta as exigências pela conservação (GONÇALVES; JORDÃO, 2006).

De acordo com Alves (2010) os sistemas de aproveitamento de água da chuva oferecem benefícios, como:

- ✓ Colabora para a conservação da água;
- ✓ Reduz o consumo de água da rede pública e o custo associado;
- ✓ Evita o uso de água potável em atividades que não exigem esse grau de qualidade;
- ✓ Colabora no controle de inundações;
- ✓ Reduz a busca por água nos lençóis freáticos, evitando seu esgotamento;

Mano (2004) relata que no meio urbano o sistema de aproveitamento de água da chuva minimiza os problemas causados pela impermeabilização e poluição das cidades, com isso, os reservatórios de águas pluviais são indicados como uma das soluções para a diminuição das inundações urbanas.

Para que possa haver uma maior seguridade quanto ao uso sustentável dos recursos naturais, em especial dos recursos hídricos, a utilização de fontes alternativas de água pode ser uma saída eficaz:

O uso de fontes alternativas de suprimento para o abastecimento dos pontos de consumo de água não potável é uma importante prática na busca da sustentabilidade

hídrica. Dentre as fontes alternativas pode-se citar o aproveitamento da água da chuva, o reuso de águas servidas e a dessalinização da água do mar. (GONÇALVES; JORDÃO, 2006, p. 15).

A sustentabilidade é um benefício também gerado pelo aproveitamento da água de chuva. Segundo Rousset (2005, apud GONÇALVES et al, 2006, p. 35-36), para que se busque a sustentabilidade, é necessário realizar uma série de modificações referentes à relação do ser humano com os recursos hídricos. Com isso, a engenharia sanitária, setores relacionados com o urbanismo e o meio ambiente enfrentam desafios para que seja alcançada uma maior eficiência do uso da água nas áreas urbanas.

Para garantir a sustentabilidade no ciclo urbano da água, há várias práticas possíveis de conservação e utilização de novas técnicas orientadas por critérios que confirmam sustentação ambiental. Algumas destas intervenções positivas no ciclo urbano da água podem ser realizadas pela minimização, onde a água de melhor qualidade é utilizada para fins que a exijam, buscar fontes alternativas de água como o aproveitamento de águas pluviais e utilizar equipamentos que diminuam a quantidade de água para executar certas atividades. Outra forma seria a separação de águas que exijam tratamentos diferenciados, otimizando assim, a simplificação do tratamento. E por fim, a reutilização da água, onde a mesma água utilizada para a lavagem de roupas possa ser reutilizada para a lavagem de pátios, veículos e se passar por um tratamento, pode ser reutilizada nas descargas sanitárias (GONÇALVES; JORDÃO, 2006).

Além de reutilizar as águas pluviais para outros fins, o aproveitamento dela é feito objetivando a diminuição do consumo de água potável. Isso porque as águas pluviais podem ser utilizadas para fins em que os parâmetros de qualidade da mesma sejam inferiores aos da água potável. De acordo com Silva (2003, apud, KALBUSCH, 2006, p. 98), as águas pluviais podem ser utilizadas para irrigação.

4.5 Leis de Incentivo a Captação da Água de Chuva

Devido ao quadro atual de baixa disponibilidade hídrica em diversos países ao redor do mundo, a prática de captação e aproveitamento das águas pluviais vem crescendo. No Brasil, ainda falta uma legislação em nível federal e distrital que trate da regulamentação da prática de aproveitamento das águas pluviais para usos não potáveis. No entanto, alguns estados e municípios já estão legislando sobre esse assunto.

4.5.1 Legislação Federal

Frente aos acontecimentos e apesar de já haver sistemas de aproveitamento de água da chuva em diversas cidades brasileiras, o país ainda sofre com a ausência de uma legislação federal específica para a utilização desse sistema. May (2004, p.52) cita que: "Um dos motivos da não existência de normas apropriadas para a implantação do sistema de coleta de água da chuva em edifícios é a falta de dados, tais como: qualidade da água de chuva e coeficiente de *Runoff*."

Em 1997 no Brasil, foi criada a Lei nº 9.433/1997 também conhecida com "Lei das Águas" elaborada pela Agência Nacional de Águas, onde foi instituída a Política Nacional de Recursos Hídricos e criado o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh). Segundo a Lei das Águas, a água é considerada um bem de domínio público e um recurso natural limitado, dotado de valor econômico. O instrumento legal prevê, ainda, que a gestão dos recursos hídricos deve proporcionar os usos múltiplos das águas, de forma descentralizada e participativa, contando com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades. A lei também prevê que em situações de escassez, o uso prioritário da água é para o consumo humano e para a dessedentação de animais. Outro fundamento é o de que a bacia hidrográfica é a unidade de atuação do Singreh e de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

A resolução CONAMA/CNRH nº 54/05 estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água, e dá outras providências. Essa resolução faz as divisões dos tipos de água e suas respectivas definições, como: água residuária, reuso das águas residuárias, água de reuso, reuso direto de água e os produtores, distribuidores e usuários da água de reuso. A resolução conta em seu Art. 3º sobre as divisões de reuso da água para seus diversos fins (urbanos, agrícolas e florestais, ambientais, industriais e na aquicultura) (BRASIL, 2005).

A adoção por fontes alternativas de água, como o reaproveitamento de água da chuva, pode interferir no balanço hídrico dos empreendimentos dotados desse tipo de alternativa. A água da chuva não é objeto de Outorga, tanto quanto a água de reuso por não interferir de forma direta os corpos hídricos. Porém, é necessário que haja Outorga para esse tipo de atividade. O poder público vem implementando legislações com o objetivo de diminuir o uso de água tratada através da utilização de fontes alternativas de água. Uma parte da população vem implementando essas fontes alternativas para obtenção de água. Essas práticas podem

tomar grandes proporções que acabem obrigando, por parte da administração pública, a criação de outorgas referentes a esse assunto como instrumento de gestão.

4.5.2 Legislações Estaduais e Municipais brasileiras

Diversos estados e municípios brasileiros já criaram regulamentações próprias para o aproveitamento das águas de chuva e reuso de efluentes. A seguir, são apresentadas algumas das legislações em vigor.

A Lei Estadual nº 4.393/2004 do Estado do Rio de Janeiro determina a instalação da caixa coletora de água da chuva nos empreendimentos residenciais com mais de 50 famílias e nos comerciais com mais de 50 m². Esta lei recomenda ainda que os reservatórios de água da chuva sejam separados dos reservatórios de água potável, recomendando a utilização da água captada em lavagem de áreas comuns de prédios e automóveis, rega de jardins, limpeza de banheiros, entre outros, salientando ainda que não deve misturar da água captada com a água potável nas canalizações (CARDOSO, 2009).

A Lei Estadual nº 12.526/2007 do Estado de São Paulo, estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais, onde em seu Artigo 1º diz: "É obrigatória a implantação de sistema para a captação e retenção de águas pluviais, coletadas por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos, em lotes, edificadas ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500 m², com os seguintes objetivos (LAGE, 2010):

I - reduzir a velocidade de escoamento de águas pluviais para as bacias hidrográficas em áreas urbanas com alto coeficiente de impermeabilização do solo e dificuldade de drenagem;

II - controlar a ocorrência de inundações, amortecer e minimizar os problemas das vazões de cheias e, conseqüentemente, a extensão dos prejuízos;

III - contribuir para a redução do consumo e o uso adequado da água potável tratada.

Na cidade de São Paulo também é obrigatório o uso de reservatórios para a armazenagem de águas pluviais em edificações onde a área impermeabilizada seja superior a 500 m² de acordo com a Lei Municipal nº 13.276 de 04 de janeiro de 2002. A mesma lei cita que em casos de reformas, se houver um acréscimo de área impermeabilizada igual ou superior a 100 m², o sistema deverá ser implantado (KALBUSCH, 2006).

A Lei Estadual nº 5.722/2006 do Estado de Santa Catarina propõe que todos os edifícios de área superior a 600 m² são obrigados a instalarem sistemas de aproveitamento de

água da chuva. É recomendado que a água captada seja utilizada em ambientes externos, como irrigação de hortas, jardinagem, lavagem de pisos e garagens (CARDOSO, 2009).

Em Curitiba, a Lei Municipal nº 10.785 de 18 de setembro de 2003 que trata sobre o Programa de Conservação e Uso Racional da Água em Edificações (PURAE), tem o objetivo de incentivar a conservação, uso racional e buscar fontes alternativas para captar a água da chuva em edificações (JAQUES, 2005).

Em Porto Alegre a Lei Municipal nº 10.506/2008 instituiu o Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas objetivando a promoção de medidas necessárias à conservação, à redução do desperdício e à utilização de fontes alternativas para a captação e o aproveitamento da água nas edificações, bem como à conscientização dos usuários sobre a sua importância para a vida (GARRIDO, 2009).

A Lei Municipal nº 6.345/2003 do Município de Maringá-PR instituiu o Programa de Reaproveitamento de Águas de Maringá, buscando a diminuição da demanda de água do município e aumento da capacidade de atendimento da população. Esta lei incentiva a instalação de reservatórios para a contenção de águas servidas na base de chuveiros, banheiras, lavatórios e outros lugares julgados convenientes, bem como a captação de águas da chuva, usando dispositivos para utilizar essa água em descarga de vasos sanitários, mictórios, lavagem de pisos, terraços e outros procedimentos similares (CARDOSO, 2009). O Quadro 3 apresenta as leis citadas no presente trabalho.

Quadro 3: Quadro resumo das legislações citadas.

Número da Lei	Abrangência	Objetivo
Lei nº 9.433/1997	Federal	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
Lei nº 12.526/2007	Estado de São Paulo	Estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais.
Lei nº 5.722/2006	Estado de Santa Catarina	Obriga edifícios com área superior a 600 m ² a instalarem sistema de captação, tratamento e aproveitamento de água de chuva.
Lei nº 4.393/2004	Estado do Rio de Janeiro	Determina a instalação de caixas coletoras de água de chuva nos empreendimentos comerciais e residenciais.
Lei nº 10.506/2008	Porto Alegre - RS	Instituiu o Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas.
Lei nº 10.785/2003	Curitiba - PR	Criou o PURAE com o intuito de incentivar a conservação, uso racional e busca de fontes alternativas para captar água da chuva.
Lei nº 6.345/2003	Maringá - PR	Criou o Programa de Reaproveitamento de Águas de Maringá, objetivando a diminuição da demanda de água do município.
Lei nº 13.276/2002	Cidade de São Paulo	Obrigatório o uso de reservatórios em edificações com área superior a 500 m ² .

Fonte: da pesquisa.

4.5.3 Principais portarias e normas sobre qualidade da água no Brasil

O Ministério da Saúde criou a Portaria nº 2.914/11 que trata dos procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) instituiu a Resolução nº 357/05 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 nº 430/11 também criada pelo CONAMA, dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a resolução nº 357/05 (BRASIL, 2005, 2011).

Na falta de uma legislação específica para o aproveitamento de água da chuva, para o estabelecimento de padrões de qualidade da água para seus determinados usos, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) tem como missão criar normatizações técnicas no Brasil, propondo parâmetros necessários para que seja assegurado o desenvolvimento tecnológico. Esta associação possui normas direcionadas para o aproveitamento de água da chuva no Brasil, tais são a NBR 15.527/07 que abrange todo o território nacional com o objetivo de expor alternativas para fazer a captação de águas pluviais em novas edificações, e ainda, a NBR 10.844/1989, que tem como objetivo tratar das exigências e critérios

necessários para o desenvolvimento das instalações de drenagem de águas pluviais. Há ainda a NBR 13.969/1997 que trata sobre os tanques sépticos - unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos em projetos, construções e operações e o Manual da Ana, Fiesp & SindusCon-SP (2005) com orientações sobre programas de conservação da água, que descreve o padrão de qualidade da água para reuso em diversas atividades.

Ao fazer a prática de reutilizar a água, o proprietário se torna responsável pela gestão e qualidade da água, fazendo com que as concessionárias se tornem incapazes de controlar a sua qualidade. Com isso, a criação de normas legais estabeleceria as condições e exigências para todos os proprietários que utilizam e/ou utilizarão a água captada da chuva:

Ao se coletar água de chuva e fazer uso da mesma, as instituições, públicas e privadas, deixam de ter controle sobre a sua qualidade, forma-se um sistema descentralizado de "produção de água" e o produtor passa a ter responsabilidade sobre a gestão da água, sua qualidade e operação do sistema como um todo. Portanto, é de grande importância que haja embasamento legal para essa prática [...], pois em caso de fiscalização, é mais fácil orientar e punir quando se tem argumentos legais [...] (RIBEIRO, 2010, p. 17).

4.5.4 Experiências com a implantação de sistemas de aproveitamento da água de chuva

Cada vez mais os projetos arquitetônicos estão incorporando os critérios de sustentabilidade nas novas edificações, fazendo com que o meio ambiente sofra menos com os impactos que o homem causa, levando também, com que o próprio ser humano fique mais conscientizado:

Nas últimas décadas, diversos projetos foram desenvolvidos com o intuito de que as atividades antrópicas causassem menos impacto ao meio ambiente. Porém, atualmente, o foco de muitos projetos tem sido a chamada sustentabilidade, com iniciativas que visam melhorias em três aspectos: o meio ambiente, o social e econômico. É cada vez maior a preocupação das empresas em relação a este tema, seja por força de novas leis, obtenção de certificações ou para melhorar sua imagem perante a mídia e a opinião pública. Tais eventos tem um efeito positivo sobre os cidadãos, pois fazem com que repensem algumas atitudes simples do cotidiano, como por exemplo, o aproveitamento de águas pluviais. (LIMA, 2011, p. 13).

Em várias cidades brasileiras as novas edificações já contemplam o aproveitamento das águas de chuva. O estádio Mané Garrincha, localizado no Distrito Federal, foi estruturado

para captar e reaproveitar as águas pluviais que caem na cobertura do estádio e no entorno (estacionamentos). A água captada é direcionada para cinco reservatórios (cerca de oito milhões de litros), com objetivo de ser utilizada para irrigação, descargas e lavagem do piso.

Outros exemplos no DF são o Fórum Desembargador Joaquim de Sousa Neto (Fórum Verde) e a nova sede do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), que também utilizam da captação de água da chuva para fins não potáveis. Essas edificações, assim como o estádio Mané Garrincha, estão em busca de garantir o certificado de edificação sustentável cedida pelo Green Building Council (GBC), por terem sido construídas com conceitos ecologicamente corretos.

Em uma pesquisa de campo do presente trabalho, foi encontrado o condomínio Por do Sol com seis edifícios residenciais na Região Administrativa XXII (Sudoeste/Octogonal). Todos eles adotaram sistemas de captação da água de chuva com capacidade de armazenamento de 100.000 m³. Cada edifício comporta noventa e sete moradores em seus seis andares. Os sistemas atendiam ao padrão encontrado na literatura. A síndica do edifício do bloco A informou que a água captada era usada exclusivamente para a irrigação dos jardins, obtendo economia no consumo de água. A irrigação era feita em dias intercalados utilizando o método de gotejamento por quinze minutos (Figuras 6 e 7).

Figura 6: Condomínio Por do Sol, Edifício do bloco A.



Fonte: do autor.

Figura 7: Sistema de gotejamento no jardim do Edifício do bloco A.



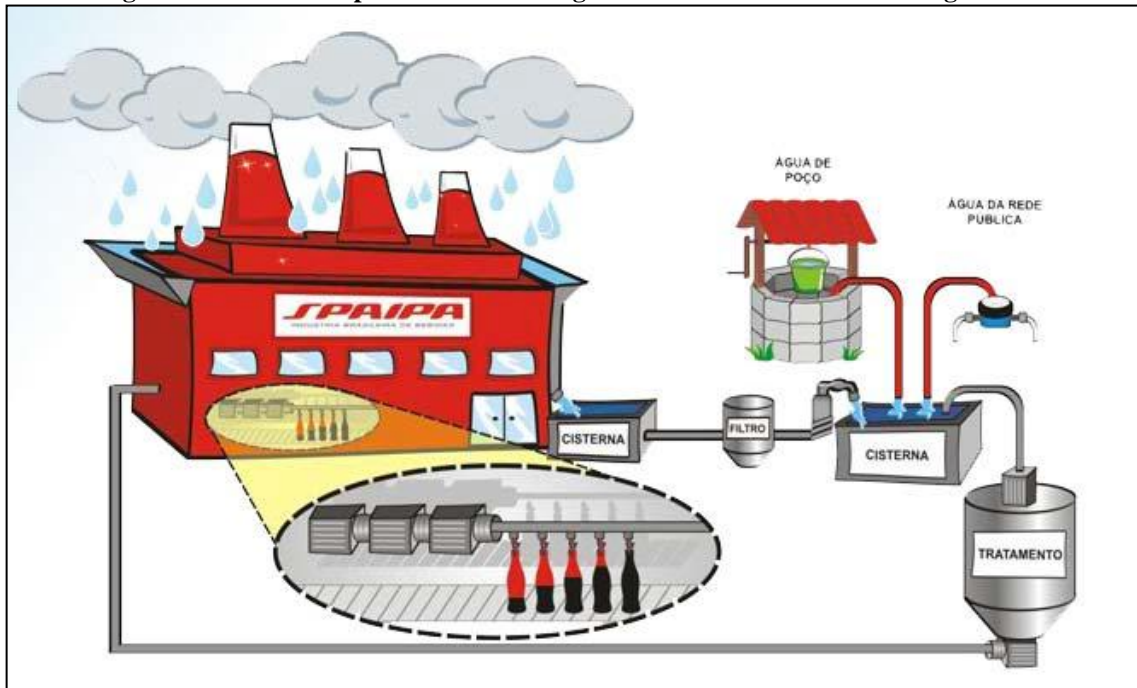
Fonte: do autor.

Nas cidades que possuem amparo legal para a implantação de sistemas de aproveitamento de água da chuva, há edificações que fazem o aproveitamento da água de chuva. Um exemplo é a rede varejista americana Wall Mart Store em Curitiba-PR, onde a alvenaria possui sistemas de retenção de água da chuva captada em toda a área do prédio, inclusive o estacionamento (RANGEL, 2001, apud GARRIDO et al., 2009, p.3).

O Edifício Eldorado Business Tower, localizado na capital paulista, recebeu a certificação do Green Building Council (GBC) por possuir diversas tecnologias voltadas para a sustentabilidade. O Edifício é dotado de sistemas de aproveitamento de águas pluviais combinado com um projeto que armazena a água condensada do sistema de ar condicionado. A água captada é utilizada na rega de jardins, evitando a utilização da água oferecida pela concessionária local, gerando ao edifício uma economia de água (LIMA, 2011).

Uma fábrica da Coca-Cola localizada no estado do Paraná realiza a captação de água da chuva, onde a água captada é utilizada no processo industrial. A água é captada pelo telhado, onde é levada para uma cisterna. Em seguida passa por um processo de filtração e análise de potabilidade, sendo, logo em seguida, misturada à água captada de poços e do sistema de abastecimento público. Quando chega ao final do processo de tratamento, a água é utilizada na produção dos refrigerantes (Figura 8) (CARDOSO, 2009).

Figura 8: Sistema de aproveitamento de água da chuva em fábrica de refrigerantes.



Fonte: <http://www.spaipa.com.br/captacaodaagua.htm>.

5. Estudo de caso: potencial de aproveitamento da água de chuva no Distrito Federal

De acordo com uma matéria publicada pelo Correio Braziliense em março de 2011, o Distrito Federal é líder em consumo de água comparado as outras unidades federativas, com média de 274,6 L/hab.dia. Por outro lado, a Organização das Nações Unidas estipula como consumo ideal a média de 110 L/hab.dia.

O Tribunal de Contas do DF (TCDF) realizou uma auditoria sobre a gestão de recursos hídricos, finalizada em novembro de 2010, com o intuito de obter respostas a respeito da capacidade de fornecimento de água para garantir o abastecimento público atual e futuro e se há uma gestão adequada sobre conservação da água e recuperação dos recursos hídricos pelos órgãos públicos. Segundo os resultados obtidos, o DF corre o risco de desabastecimento se não forem implementadas medidas, em curto e médio prazo, para sanar esse problema (CORREIO BRAZILIENSE, 2011).

Segundo a matéria, a demanda por água em 2009 chegou a 96,9% da disponibilidade de água fornecida pela Caesb. A principal causa da aproximação da demanda de água pela capacidade de produção se dá pelo crescimento populacional, seguido pela falta de investimento dos órgãos gestores dos recursos hídricos.

Buscando formas de incentivo para economizar água, o Governo do Distrito Federal (GDF) sancionou a Lei Distrital nº 4.341 de junho de 2009 onde incentiva a redução do

consumo de água. A economia realizada será calculada tomando como base o consumo de água do mesmo mês do ano anterior, podendo gerar um bônus-desconto de 20% na fatura atual:

O consumidor que reduzir o consumo de água em relação ao mesmo mês do ano anterior terá direito a um bônus-desconto de 20% sobre a economia efetivamente realizada. Portanto, além de pagar menos por ter consumido menos, o consumidor ainda terá um bônus-desconto de mais 20% sobre o que economizou. (BRASIL, 2009).

Diante dos dados expostos, os investimentos realizados na gestão hídrica e/ou as ações de conscientização não foram eficazes. A demanda pela água em 2009 já atingiu um percentual que emite o alerta de que o hábito da população deve ser mudado. Se houver uma pequena mudança no regime pluviométrico, onde tenha uma seca mais prolongada, o desabastecimento pode, então, ocorrer:

A Adasa não tem um programa consistente e abrangente de conscientização, com metas estabelecidas adequadamente, para a diminuição do desperdício. Ressalte-se, ainda, haver contradição entre a posição defendida pela Adasa e a adotada pelo Governo na edição da Lei n. 4.383/09, que extinguiu a obrigatoriedade de individualização de hidrômetros em edificações residenciais verticais e em condomínios residenciais no DF instituída pelo artigo 6º da Lei n. 3.557/05, o que representou retrocesso no combate ao desperdício. (DISTRITO FEDERAL, 2010, p. 17).

Outro agravante na região é a infraestrutura precária das redes coletoras. Na época de chuva, o Distrito Federal sofre com grandes casos de inundações e enchentes, tanto em Brasília, quanto nas demais Regiões Administrativas, onde a demanda de água que as redes coletoras recebem nesse período é superior ao que as mesmas conseguem suprir para o escoamento.

5.1.1 Disponibilidade hídrica

Apesar de toda essa abundância hídrica, o Brasil possui regiões com quadros potenciais de escassez hídrica. Este conceito é baseado nas necessidades mínimas de água *per capita* para garantir a qualidade de vida adequada. Para isso é estipulado que 100 litros diários por pessoa supra todas as necessidades básicas (SILVA, 2004). Na Tabela 3 é indicada a disponibilidade *per capita* necessária por habitante ao ano para que não haja *stress* hídrico. Na

Tabela 4 é apresentada a disponibilidade dos recursos naturais no Brasil em suas diversas regiões:

Tabela 3: Disponibilidade de recursos hídricos.

Volume disponível per capita (m ³ /hab.ano)	Situação
> 1700	Somente ocasionalmente tenderá a sofrer problemas de falta d'água.
1000 – 1700	O estresse hídrico é periódico e regular.
500 – 1000	A região está sob o regime de crônica escassez de água.
< 500	Considera-se que a situação corresponde à escassez absoluta .

Fonte: SILVA, 2004.

Tabela 4: Disponibilidade hídrica de superfície nos Estados.

Estados	População		Demanda Total			Potencial Hídrico			Dem./Pot. (%)
	(hab.)	(%)	(m ³ /s)	(%)	(m ³ /hab./ano)	(m ³ /s)	(%)	(m ³ /hab./ano)	
Acre	483.374	0.3	2.2	0.1	144	5.395	2.1	351.977	0.04
Amapá	361.831	0.2	1.7	0.1	148	3.660	1.4	318.994	0.04
Amazonas	2.506.044	1.5	14.1	0.7	177	133.000	51.6	1.673.669	0.01
Pará	6.264.869	3.9	31.9	1.5	161	31.679	12.3	159.465	0.10
Rondônia	1.649.353	1.0	7.9	0.4	151	22.338	8.7	427.108	0.04
Roraima	340.734	0.2	2.1	0.1	194	5.412	2.1	500.989	0.04
Tocantins	1.016.879	0.6	21.7	1.0	673	3.898	1.5	120.887	0.56
Norte	12.623.084	7.8	81.6	3.8	204	205.382	79.7	513.102	0.04
Alagoas	2.796.375	1.7	20.1	0.9	227	140	0.1	1.579	14.4
Bahia	13.114.736	8.1	128.0	6.0	308	1.143	0.4	2.748	11.2
Ceará	6.915.342	4.3	79.7	3.7	363	491	0.2	2.239	16.2
Maranhão	5.418.080	3.3	26.3	1.2	153	2.684	1.0	15.622	1.0
Paraíba	3.415.886	2.1	31.2	1.5	288	146	0.1	1.348	21.4
Pernambuco	7.616.477	4.7	80.1	3.8	332	298	0.1	1.234	26.9
Piauí	2.810.968	1.7	36.0	1.7	404	786	0.3	8.818	4.6
R. G. do Norte	2.691.619	1.7	27.8	1.3	326	136	0.1	1.593	20.4
Sergipe	1.684.620	1.0	16.4	0.8	307	82	0.03	1.535	20.0
Nordeste	46.464.103	28.7	445.6	20.9	302	5.906	2.3	4.009	7.54
E. Santo	2.911.399	1.8	56.6	2.7	613	552	0.2	5.979	10.3
Minas Gerais	16.931.099	10.4	224.5	10.6	418	6.165	2.4	11.483	3.6
R. de Janeiro	13.522.553	8.3	197.8	9.3	461	930	0.4	2.169	21.6
São Paulo	35.035.219	21.6	467.5	22.0	421	2.912	1.1	2.621	16.1
Sudeste	68.400.270	42.2	946.4	44.5	436	10.559	4.1	4.868	8.96

Continuação									
Estados	População		Demanda Total			Potencial Hídrico			Dem./Pot. (%)
	(hab.)	(%)	(m3/s)	(%)	(m3/hab./ano)	(m3/s)	(%)	(m3/hab./ano)	
Paraná	8.838.903	5.5	80.6	3.8	288	3.713	1.4	13.247	2.2
S. Catarina	5.022.885	3.1	78.3	3.7	492	2.026	0.8	12.720	3.9
R.G. do Sul	9826970	6.1	378.8		1216	6210			6.1
Sul	23.688.758	14.6	537.7	25.4	716	11.949	4.6	15.907	4.50
D. Federal	1.836.866	1.1	11.9	0.6	204	89	0.03	1.528	13.4
Goiás	4.428.021	2.7	41.2	1.9	293	5.098	2.0	36.308	0.8
Mato Grosso	2.623.374	1.6	31.0	1.5	373	16.549	6.4	198.938	0.2
M. G. do Sul	2.002.684	1.2	31.7	1.5	499	2.208	0.9	34.769	1.4
C. Oeste	10.890.945	6.7	115.8	5.4	355	23.994	9.3	69.477	0.48
Brasil	162.067.160	100.0	2.127.1	100	414	257.890	100	50.162	0.83

Fonte: SILVA, 2004, com base em dados de MAIA NETO (1997).

Conforme os dados apresentados nas Tabelas 3 e 4 alguns estados da região nordeste e em especial o Distrito Federal, possuem *stress* hídrico periódico e regular. Segundo uma auditoria feita pelo Tribunal de Contas do Distrito Federal (CORREIO BRAZILIENSE, 2011), a Capital Federal é apontada como a terceira pior em disponibilidade hídrica entre todas as regiões do país. O estudo trás o baixo volume de água natural e a expansão urbana desordenada como os causadores desse problema.

Isso indica que a problemática escassez d'água não é mais exclusiva nas regiões áridas e semiáridas. Existem muitas áreas com abundância hídrica, mas que não conseguem suprir as demandas exigidas nas atividades realizadas, fazendo com que haja conflitos quanto ao uso e restrições de consumo afetando o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida (ANA; FIESP; SINDUSCON-SP, 2005).

Silva (2008) preconiza os problemas atuais no Distrito Federal:

O clima do DF e a composição da rede hidrográfica são agravantes à situação dos recursos hídricos. O clima da região caracteriza-se por um período de seca prolongado, com predominância de baixos índices de umidade relativa do ar, quando se observa a redução acentuada das chuvas e o aumento do consumo de água. Destaca-se, ainda, o fato de o Distrito Federal estar inserido em uma área de nascentes cujos cursos de água apresentam-se com poucas extensões e com vazões modestas, quando comparados às demandas regionais, gerando limitações nos aspectos quantitativos dos recursos hídricos superficiais. (SILVA, 2008, p. 14).

Além disso, grande maioria da população do Distrito Federal não utiliza os recursos hídricos de forma consciente. A Caesb realizou um balanço de consumo per capita nas regiões administrativas. O Lago Sul, seguido pelo Lago Norte consomem em média 526 L/hab./dia. Brasília e Cruzeiro gastam 453 L/hab./dia. As regiões administrativas que consomem menos água são: Sobradinho, Recanto das Emas e São Sebastião gastando 125, 120 e 123 L/hab./dia, respectivamente. Os dados apresentados são de 2011, já os dados descritos na Tabela 5 são de 2003, mostrando que o consumo de água vem aumento em algumas regiões administrativas, contudo, houve queda no consumo de água em outras regiões (CORREIO BRAZILIENSE, 2011).

Tabela 5: Consumo de água per capita em 2003 por Regiões Administrativas do DF.

Região Administrativa	QPC (l/hab./dia)
RA I - Brasília	384
RA II - Gama	155
RA III - Taguatinga	180
RA IV - Brazlândia	104
RA V - Sobradinho	146
RA VI - Planaltina	111
RA VII - Paranoá	111
RA VIII - Núcleo Bandeirante	245
RA IX - Ceilândia	127
RA X - Guará	215
RA XI - Cruzeiro	262
RA XII - Samambaia	123
RA XIII - Santa Maria	110
RA XIV - São Sebastião	115
RA XV - Recanto das Emas	104
RA XVI - Lago Sul	597
RA XVII - Riacho Fundo	132
RA XVIII - Lago Norte	349
RA XIX - Candangolândia	137

Fonte: MANCINI, (2008).

Estudos mais recentes feitos pela Caesb revisando o Plano Diretor de Águas e Esgotos do DF (PDL) de 2000 indicam a evolução da demanda de água no Distrito Federal entre o ano de 2000 até 2040. A Tabela 6 mostra a média da população do Distrito Federal distribuída pelas Regiões Administrativas desde 2000 até 2040.

Tabela 6: Hipótese média da população do DF de 2000 até 2040.

Regiões Administrativas	População do DF (hab.) - Hipótese Média - Revisão PDL – 2000								
	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Brasília	198.409	204.621	217.392	232816	245.155	252.260	257.036	260.441	262.821
Gama	128.605	153.820	168.145	182866	201.269	215.815	224.614	232.930	240.365
Taguatinga	243.575	280.117	343.250	369730	395.408	417.987	438.076	454.727	463.418
Brazlândia	57.742	63.838	72.949	79808	85.847	89.187	91.783	93.966	96.218
Sobradinho	127.770	190.751	212.967	234833	251.965	269.228	284.919	299.149	312.152
Planaltina	148.133	185.873	277.875	313971	369.877	397.787	423.727	447.585	470.766
Paranoá	52.872	55.379	59.207	63426	67.236	73.484	77.820	81.830	86.052
Núcleo Bandeirante	36.472	45.701	56.350	69813	79.899	87.367	94.215	96.944	98.039
Ceilândia	345.122	342.936	344.833	351704	351.413	355.595	355.917	356.298	356.661
Guará	115.385	123.699	157.179	171473	196.597	207.262	221.444	225.216	227.114
Cruzeiro	63.883	88.044	96.552	101556	104.951	107.177	108.335	109.735	109.989
Samambaia	161.668	166.440	171.470	177685	180.700	185.649	188.856	191.140	193.427
Santa Maria	98.234	109.823	120.732	136373	151.170	163.946	176.526	186.337	193.707
São Sebastião	67.262	87.074	115.986	130036	142.809	151.548	160.456	171.135	179.360
Recanto das Emas	91.321	113.502	132.011	137084	139.730	142.014	142.817	145.111	146.993
Lago Sul	28.150	28.461	30.249	31938	33.139	33.813	34.147	34.216	34.226
Riacho Fundo	41.404	51.249	58.978	74509	90.664	104.728	118.918	130.612	139.778
Lago Norte	29.505	33.708	37.704	43792	49.786	55.155	60.390	64.479	66.806
Candangolândia	15.634	15.931	16.345	16345	17.167	17.575	17.811	17.979	18.096
Total DF	2.051.146	2.340.966	2.340.966	2.920.322	3.154.782	3.327.576	3.477.807	3.599.829	3.695.987

Fonte: Caesb (2010).

A população do Distrito Federal crescerá, podendo em 40 anos ter um aumento médio de 80%. Isso faz com que a disponibilidade hídrica fique cada vez menor, obrigando os órgãos públicos a adotarem medidas como a utilização de fontes alternativas de captação de água.

O consumo *per capita* nas Regiões Administrativas do Distrito Federal exposto na Tabela 6 comparado ao consumo *per capita* de 2003 presente na Tabela 4 possui acréscimo no consumo de água por habitante ao dia em algumas Regiões, como: Brasília, Taguatinga, Brazlândia, Sobradinho, Planaltina, Paranoá, Guará, Cruzeiro, Santa Maria, São Sebastião e Recanto das Emas. E possui queda no consumo de água nas seguintes Regiões: Gama, Núcleo Bandeirante, Ceilândia, Samambaia, Lago Sul, Riacho Fundo, Lago Norte e Candangolândia.

5.1.2 Qualidade da água de chuva no Distrito Federal

Para conhecer a qualidade da água de chuva no DF, tomou-se como base o estudo realizado na dissertação de mestrado de Della Giustina (2006) pela Universidade de Brasília. O estudo teve como objetivo buscar entender o potencial de contaminação de águas pluviais coletadas em sua origem, nos mananciais hídricos, superficiais e subterrâneos. Para isso, o autor se baseou em análises de parâmetros físico-químicos, metais e hidrocarbonetos além da caracterização química e mineralógica do material particulado depositado nas rodovias estudadas.

No total, foram coletadas vinte e quatro amostras de água de escoamento superficial e oito amostras de material particulado. Todos os pontos de coleta estavam inseridos na bacia hidrográfica do Lago Paranoá. No referido estudo, a água da chuva foi coletada sobre o asfalto em quatro pontos diferentes (Rodovia DF 003, em frente à portaria do Parque Nacional de Brasília e em frente ao Setor de Oficinas Norte; Superquadra sul (SQS) 104, em frente aos blocos H e D; Eixo rodoviário sul, sentido sul-norte e norte-sul; Avenida de acesso ao Aeroporto de Brasília, próximo à saída e à entrada do posto Shell), levantando dados relativos à condutividade elétrica, pH, turbidez, parâmetros do cloreto e nitrato, alcalinidade além dos metais pesados, onde no primeiro ponto a coleta foi realizada após um período de estiagem fazendo com que os dados deste ponto em relação aos demais ficassem divergentes.

A média da condutividade elétrica girou em torno de 135 $\mu\text{S}/\text{cm}$, chegando a conclusão de que as primeiras chuvas têm a capacidade de reduzir a concentração de íons dissolvidos em até 95%.

Em relação ao pH, houve uma variação entre 6,5 e 8,5 possuindo alto valor alcalino que contribui com a baixa concentração da maioria dos metais. É importante conhecer os valores do pH, pois este influencia diretamente na solubilização dos metais.

Diferentemente do pH, a turbidez apresentou alto índice de variação (3 UT a 1100 UT) mostrando que sua concentração é influenciada pela duração dos períodos secos onde a quantidade de poluentes aumenta consideravelmente.

O acúmulo de cloreto e nitrato se deve, principalmente, pela presença de vegetação em decomposição localizada próximo aos pontos de coleta das amostras. Pôde-se observar valores de cloreto abaixo de 10 mg/L com a média girando em torno de 4mg/L, concluindo que essas variáveis possuem baixo potencial de contaminação.

As concentrações encontradas de nitrato devem receber uma atenção maior, pois no primeiro ponto de coleta os valores encontrados ficaram entre 1600 mg/L e 1800 mg/L, onde

valores considerados acima de 10mg/L representam uma restrição ao uso. Essa concentração é julgada como tóxica, com potencial de contaminação mesmo sendo diluída.

Os resultados encontrados da alcalinidade variaram entre 20 mg/L e 152 mg/L, onde o principal ânion encontrado foi o carbonato, encontrado na massa asfáltica, cimento e calçadas.

O estudo mostrou resultados satisfatórios em relação a quantidade de metais presentes nas amostras coletadas. Todos os metais estudados, com exceção do cromo, cobre e silício, apresentaram distribuições estatísticas normais. A presença de compostos orgânicos também apresentaram resultados com baixos teores. Ou seja, correlacionando os resultados físico-químicos, observa-se uma correlação direta entre os metais e os parâmetros analisados, podendo considerar que os parâmetros físico-químicos podem ser julgados como bons indicadores de qualidade ambiental conforme apresentado na Tabela 7.

Tabela 7: Dados do estudo de Della Giustina.

	Concentração média
Condutividade elétrica	135 μ S/cm
pH	6,5 a 8,5
Turbidez	3 UT a 1100 UT
Cloreto	4 mg/L
Nitrato	1600 mg/L a 1800 mg/L
Alcalinidade	20 mg/L a 152 mg/L

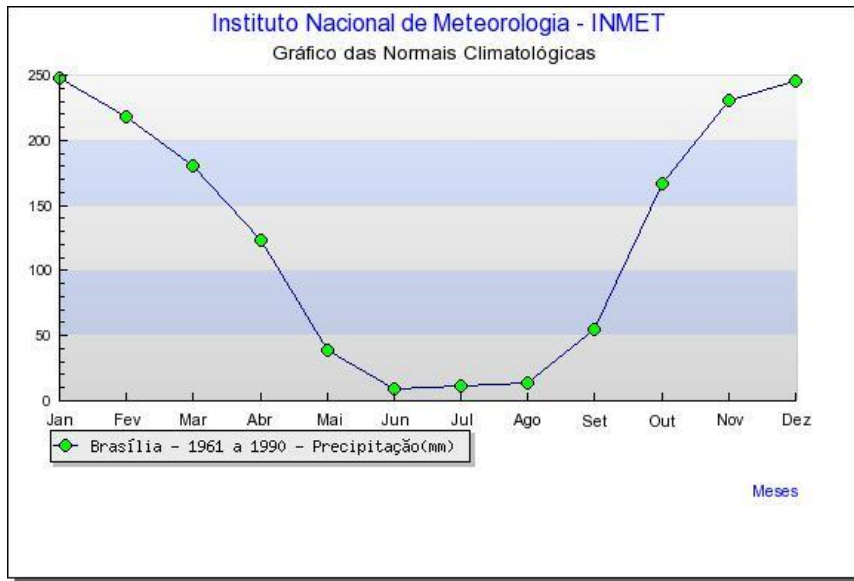
Fonte: Adaptado de Della Giustina (2006).

5.1.3 Regime pluviométrico

O Distrito Federal possui um clima conhecido como Tropical de altitude, onde o verão é úmido e chuvoso e o inverno é seco com baixa umidade relativa do ar (20% ou menos) e frio. A temperatura média anual é de 21°C, onde a máxima e mínima histórica respectivamente chegou aos 35,8°C e 1,6°C. O DF possui duas estações bem definidas: entre março e setembro o clima é seco e entre outubro e abril é chuvoso (GDF, 2009).

Dados obtidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) descrevem o padrão pluviométrico do Distrito Federal e são apresentados na Figura 9, indicando que as normais climatológicas do DF entre os anos de 1961 a 1990 reforçam a presença de duas estações bem definidas, onde entre maio e setembro, a ocorrência de precipitação é quase que insignificante, possuindo valores muito baixos. Nos demais meses, o Distrito Federal possui uma quantia satisfatória de precipitação.

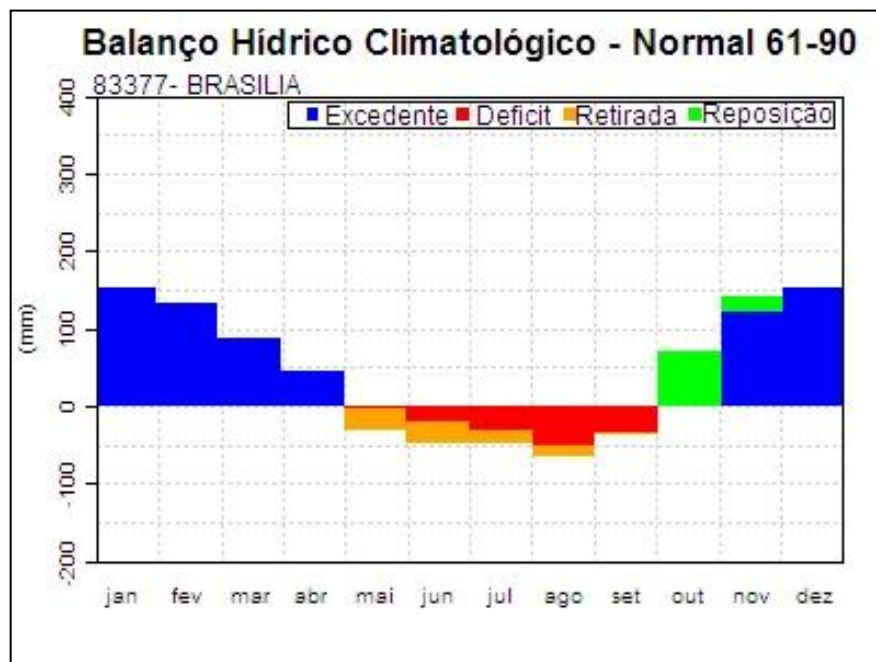
Figura 9: Normais climatológicas do Distrito Federal entre 1961 a 1990.



Fonte: <http://www.inmet.gov.br>.

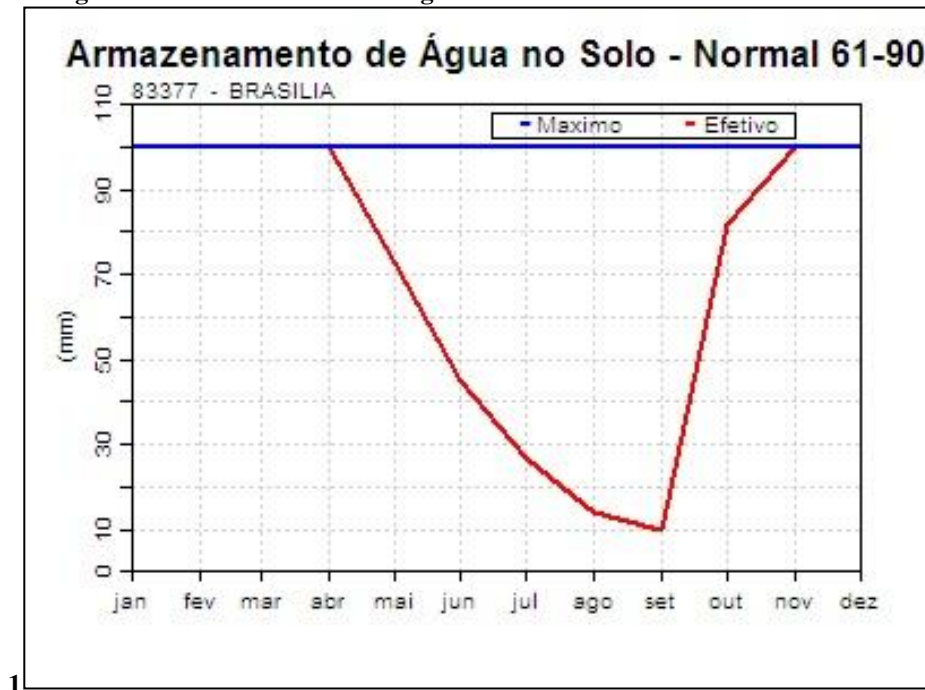
O padrão do regime de chuvas no DF influi diretamente no padrão da disponibilidade hídrica. Na Figura 10 é apresentado o balanço hídrico climatológico da região, indicando que nos meses entre abril e outubro, Brasília sofre com o déficit de água, e para a demanda ser suprida, é utilizada a água armazenada no solo, Figura 11.

Figura 10: Balanço hídrico climatológico de Brasília entre 1961 a 1990.



Fonte: <http://www.inmet.gov.br>.

Figura 11: Armazenamento de água no solo de Brasília entre 1961 a 1990.



Fonte: <http://www.inmet.gov.br>.

5.1.4 Aspectos legais e institucionais relacionados ao aproveitamento da água de chuva no DF

O Distrito Federal possui legislações recentemente decretadas relacionadas a criações de fontes alternativas de água e implantação de reservatórios para armazenamento de águas pluviais (BRASIL, 2005, 2006, 2008, 2011):

- A Lei nº 3.677 de outubro de 2005 obriga a instalação de reservatórios de captação de água da chuva para as unidades habitacionais e comerciais com área computável construída igual ou superior a 300 m²;
- A Lei nº 3.812 de fevereiro de 2006 torna obrigatório o reaproveitamento da água utilizada nos postos de lavagem de veículos;
- A Lei nº 4.181 de julho de 2008 cria o Programa de Captação de Água da Chuva e dá outras providências. A instalação de caixas ou reservatórios de água da chuva deve ser feita em casas ou prédios (públicos ou particulares) com mais de 200 m² de área construída;
- A Lei nº 4.671 de novembro de 2011 altera a Lei nº 3.677 de outubro de 2005 acrescentando o art. 2º-A: "Os novos projetos de construção civil terão o prazo de dois anos, contados da publicação desta lei, para se adequarem ao seu cumprimento".

Fazendo análise temporal, pode-se constatar que o governo do Distrito Federal começou a se preocupar com a gestão dos recursos hídricos e a buscar fontes alternativas de água de forma tardia. Em 2005 foi criada a primeira lei distrital que trata sobre a coleta, instalação de reservatórios e distribuidores para as águas pluviais nos empreendimentos com área igual ou superior a 300 m². A instalação desse sistema é condição necessária para a liberação do habite-se. Essa lei também torna obrigatória a instalação de vasos sanitários de baixo consumo.

No ano seguinte, a administração pública já criara a Lei nº 3.812 obrigando o reaproveitamento da água, preferencialmente, na limpeza de veículos nos postos de gasolina. Para a concessão e/ou renovação de alvará desses empreendimentos, os mesmos deverão cumprir os regulamentos desta lei.

Somente em 2008 houve a criação do Programa de Captação de Água da chuva no Distrito Federal. O governo começa a estimular e apoiar os proprietários para incorporar em seus empreendimentos, caixas ou reservatórios que armazenem a água advinda da precipitação atmosférica.

Diante disso, pode-se concluir que a administração pública do Distrito Federal só começou a buscar melhorias na gestão dos recursos hídricos e buscar novas fontes alternativas de água quando os problemas referentes ao desordenamento urbano e a falta de infraestrutura local começaram a ser gerados. A diminuição e poluição dos corpos hídricos e o excesso de demanda na retirada de água dos lençóis freáticos podem ter sido as principais causas de o governo começar a agir buscando amenizar e/ou combater o *stress* hídrico da região.

Além das leis citadas, uma matéria publicada no jornal online do Correio Braziliense no primeiro semestre de 2013, afirma que a Caesb e a Adasa, iriam até o fim do primeiro semestre publicar uma resolução e uma nota técnica regularizando a captação de água da chuva em residências. As residências que quisessem adotar o sistema da captação de águas pluviais teriam que apresentar o projeto para os órgãos competentes a fim de liberar a carta de aceite para fins de habite-se.

Segundo a matéria, a principal preocupação da Caesb é evitar que os proprietários utilizem a água captada para consumo humano, fazendo com que o projeto seja somente aprovado se for concedida a licença ambiental pelo Instituto Brasília Ambiental (IBRAM).

Em conversa telefônica com o Regulador de Serviços Públicos da Adasa, Igor Medeiros da Silva, foi perguntado se as leis distritais sobre a captação e armazenamento de água da chuva permitiam o uso da água captada para algum fim. O Regulador respondeu

dizendo que as leis existentes se restringem somente para a captação e armazenamento da água em reservatórios, não possuindo nenhum decreto que regularize o uso da água captada para qualquer fim. Acrescentou, ainda, dizendo que a água captada pode, somente, ser utilizada na rega de jardins.

O Regulador de Serviços Públicos foi questionado a respeito da resolução que a Adasa e a Caesb estavam criando para legalizar o reuso da água da chuva e o aproveitamento da mesma. O funcionário da Adasa respondeu dizendo que está sendo criado o Projeto "Reuso de Águas Cinza e Aproveitamento de Águas Pluviais". Esse projeto está com data prevista para começar a ser feito em março de 2014 com término em trinta de junho de 2015. Esse Projeto tem como objetivo criar regulamentos para o reuso da água e o aproveitamento de água da chuva para fins menos nobres.

O governo tem tomado iniciativas na criação de leis que atendam a novas alternativas de uso dos recursos hídricos. As leis distritais já decretadas contribuem numa melhor gestão da água, contribuindo, assim, no combate ao desabastecimento da população. Porém, é preciso que sejam criadas normas que regulamentem o reuso da água proveniente da chuva para fins menos nobres, estipulando critérios que devem ser seguidos, para que assim, a população comece a adotar essas medidas nas residências e estabelecimentos.

Em uma matéria publicada no sítio do Senado Federal, o deputado Alfredo Sirkis (PV-RJ), comenta que regulamentos sobre captação e aproveitamento de água da chuva rigorosos dificultam a implantação destes sistemas em residências e condomínios. Para que as pessoas passem a implantar este sistema, é preciso que haja uma regulamentação simplificada sem equipamentos e normas técnicas complexas, pelo menos para a irrigação e lavagem de automóveis e calçadas (SENADO FEDERAL, 2013).

Segundo matéria do Senado Federal, Daniel Sant'Ana (2012), professor da Universidade de Brasília (UnB), concluiu em sua pesquisa de doutorado, que em geral a população do Distrito Federal está disposta a contribuir com o melhor uso dos recursos hídricos, mas não está disposta a fazer investimentos caros. O professor diz que é preciso haver campanhas de conscientização, regulamentação e cuidados nas instalações. Outro fator importante para incentivar o uso de sistemas de captação e aproveitamento de água da chuva é o incentivo governamental, subsidiando ou isentando tributos. Ele comenta que em São Paulo há dedução no Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) para os proprietários que fazem a reutilização da água e/ou aproveitamento da água de chuva.

5.1.5 Tarifação dos Serviços públicos de abastecimento de água e coleta de esgoto

O abastecimento de água e tratamento de esgoto nas áreas urbanas é feito por intermédio das redes públicas de abastecimento. As empresas captam a água para tratar e depois distribuir para os consumidores. Estas empresas (no Brasil) podem ser públicas ou privadas. De acordo com Tomaz (2013), ainda não há solução que trate sobre a forma de tarifar o esgoto de proprietários que aproveitam a água de chuva. A própria Alemanha, considerado o país mais avançado em aproveitamento de água de chuva do mundo, não possui soluções para o assunto. O autor sugere algumas soluções como a cobrança apenas do esgoto sanitário que vai para as redes públicas de coleta ou um desconto na tarifa de esgoto para quem faz o aproveitamento da água de chuva. Em algumas cidades dos Estados Unidos a população é incentivada a usar mais a água de chuva reduzindo a demanda pela água potável, nesse caso, se houver uma economia de 100 m³/mês de água potável, a tarifa pode receber um desconto de até 25% (informação pessoal)¹.

A tarifação das concessionárias varia em todo o território nacional. As empresas fazem a cobrança pela taxa de consumo de água e deposição de esgoto nas redes públicas. A diferenciação no valor cobrado pelas concessionárias se deve a vários fatores:

Pode-se citar como responsáveis por tais diferenças entre as tarifas a facilidade e com que quantidade que se obtém a água na fonte, o grau de tratamento da água fornecida, a quantidade de água consumida, o tipo de tecnologia utilizada em todo o processo, o estado dos equipamentos e a manutenção que exigem, o quadro de empregados, além de diversos outros fatores inerentes a cada região. (WERNECK, 2006,p.134).

Porém há uma forma lógica e padrão de tarifar o consumo de água: quanto maior for o consumo de água, maior será o custo por ela. A tarifação também se diferencia de acordo com o perfil do consumidor (residencial, comercial, industrial etc).

No Distrito Federal, a Caesb faz o serviço de abastecimento de água e tratamento de esgoto, onde o valor a ser pago para a concessionária é a somatória dos dois serviços prestados pela companhia. No caso de Brasília, o valor cobrado pelo tratamento de esgoto é o valor integral cobrado pelo abastecimento de água. Segundo Werneck (2006), a Prefeitura do Município de Barra do Piraí no Rio de Janeiro, cobra a metade do valor de abastecimento de água para tratamento do esgoto coletado e em algumas regiões do Estado de São Paulo, a

¹Tomaz, P. Tarifação de esgotos provenientes do aproveitamento da água de chuva. Mensagem recebida por enolasco.ribeiro@gmail.com em 31 de out. 2013.

tarifação de esgoto varia entre 80 e 100%. Em suma, quanto menor for o consumo de água, maior será a economia do consumidor, diminuindo, também, na tarifação da coleta de esgoto. A utilização de sistemas alternativos de captação e aproveitamento de água de chuva faz com que haja a diminuição no uso de água fornecida pela concessionária, porém não diminui o volume de esgoto que será tratado, onde será possível haver a diminuição do volume de esgoto com a implementação de sistemas alternativos de descarte e/ou tratamento dos esgotos.

5.2 Proposta para o aproveitamento da água de chuva no DF

Diante do atual quadro de disponibilidade hídrica do Distrito Federal e do crescimento populacional da região e do entorno, a gestão dos recursos hídricos e a recuperação de áreas degradadas devem ser consideradas como temas essenciais para que haja segurança na manutenção do ciclo hidrológico local.

No decorrer do presente trabalho foi apresentado o sistema de captação e aproveitamento de água de chuva que já é considerado em alguns países, essencial para o combate da escassez de água e inundações nas cidades. Este sistema tem se tornado uma alternativa tecnológica eficaz tanto para o aproveitamento das águas pluviais nas atividades diárias, economizando a água potável que seria destinada para o mesmo uso sem necessidade fazendo com que fosse utilizada de forma sustentável, quanto na economia que é gerada automaticamente na conta de água das residências e prédios que possuem o sistema implantado.

O Distrito Federal já sofre com a escassez de água, favorecendo assim o desabastecimento de água nas regiões administrativas. Sua geologia serve como dispersora das drenagens, possuindo apenas, grande número de nascentes e pequenas bacias, onde estas contribuem diretamente na formação de grandes rios como o Prata, Araguaia-Tocantins e São Francisco.

Atualmente, segundo o IBRAM (2012), já são presenciados graves conflitos ambientais nas principais bacias hidrográficas do Distrito Federal em relação a ocupação do solo e uso dos recursos hídricos, o que exige soluções de curto e médio prazo.

Todas as bacias hidrográficas estão sofrendo com o aumento populacional, onde o solo que antes servia para abastecer os aquíferos, tem se transformado em áreas urbanas loteadas perdendo um grande índice de cobertura vegetal e diminuindo a infiltração da água no solo. Outro grave problema presenciado é o lançamento de esgotos sem tratamento em mananciais.

A atividade agropecuária também tem crescido de forma acentuada na região, fazendo o uso intensivo dos recursos hídricos para a irrigação. Em 1995 a Secretaria de Agricultura do Distrito Federal fez um estudo onde mostrou que o uso da água para a irrigação das lavouras já estava atingindo o limite de alguns mananciais e já havia ultrapassado o limite em outros mananciais. Por outro lado, a região central de Brasília sofre com inundações na época de chuva, pois a rede pública de abastecimento de água não é suficiente para escoar toda a água precipitada na região.

Diante do cenário apresentado, é indicada a necessidade de aperfeiçoar o gerenciamento dos recursos hídricos nas bacias, buscando para isso, tecnologias que visem a conservação da água, inclusive com a captação e o aproveitamento de água da chuva no Distrito Federal. Para isso, é necessário que se crie regulamentações que regularizem o aproveitamento de água da chuva. A criação de incentivos para a adoção de sistemas alternativos para uso, reuso e aproveitamento de água da chuva perante a sociedade, como é feito em São Paulo com a dedução do IPTU, faria com que os problemas relacionados ao desabastecimento urbano fosse amenizado e/ou combatido.

Em relação a tarifação cobrada para tratar a água e o esgoto coletado pela concessionária poderia ser revisada, buscando criar tarifas mais baixas. No Distrito Federal, a tarifação é de 100% da água e do esgoto coletado, onde em algumas regiões, há uma variação da cobrança realizada pelo esgoto coletado.

6. CONCLUSÕES

O estudo buscou mostrar os aspectos favoráveis e os empecilhos encontrados para a implementação de sistemas de captação e aproveitamento de água da chuva para usos não potáveis no Distrito Federal. Como foi mostrado anteriormente, o DF possui legislações que abrangem assuntos sobre alternativas no uso e reuso da água, captação e armazenamento de água da chuva nos empreendimentos. A criação dessas leis é recente, mostrando que a administração pública pode ter começado a se preocupar com a implementação de novas fontes alternativas no uso de água depois dos primeiros conflitos relacionados a disponibilidade hídrica, ao invés de já ter pensado numa melhor gestão para evitá-los.

Outro aspecto favorável relacionado ao aproveitamento de água da chuva no Distrito Federal seria os aspectos quantitativos e qualitativos das águas pluviais da região, mostrando um índice satisfatório do regime pluviométrico, principalmente no período chuvoso, com grande déficit no período seco. Os conflitos existentes relacionados ao consumo de água,

como a quantia de água retirada dos lençóis freáticos para o abastecimento urbano ou uso na agricultura, a ausência de corpos hídricos com alta vazão e a falta de eficácia na infraestrutura das redes coletoras nas áreas urbanas, também podem ser fatos que contribuem para que a busca por novos meios alternativos de uso e reuso da água sejam estudados e implantados, buscando minimizar os riscos de desabastecimento urbano e desequilíbrio ambiental.

A infraestrutura do DF não acompanhou o desenvolvimento de Brasília, devido ao planejamento da cidade não ter sido preparado para o crescimento urbano atual. As redes de drenagem não conseguem suprir a demanda exercida sobre elas. Há um alto índice de incidências de inundações e enchentes no centro da Capital Federal e de suas Regiões Administrativas. Como já exposto, a adoção de sistemas de captação e aproveitamento de água da chuva colabora com a diminuição dos casos de inundações e enchentes, pois diminui a quantia de água escoada para as redes coletoras.

Os problemas ambientais presentes no Distrito Federal, fazem com que o governo busque ainda mais a criar leis e normas que visem o melhor manejo dos recursos hídricos de Brasília. O lago Paranoá que foi construído buscando aumentar a umidade da região ao seu redor, agora está sendo palco de estudos para ser usado como fonte de abastecimento da população local já em 2014.

É notório que o Distrito Federal está buscando fontes para amenizar os problemas relacionados ao *stress* hídrico, dentre elas a elaboração de leis voltadas para o uso racional da água. No entanto, diferentemente das outras regiões brasileiras citadas, o Distrito Federal ainda aguarda a implementação de regulamentos que tornem legal o aproveitamento de água da chuva para usos não potáveis em instalação prediais, o que possibilitaria a otimização dos recursos hídricos combatendo o desabastecimento urbano.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. NBR 10.844 – Exigências e critérios necessários para o desenvolvimento das instalações de drenagem de águas pluviais, 1989.
- ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. NBR 12.213 – Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público, 1992.
- ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. NBR 12.217 – Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público, 1994.
- ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. NBR 13.969 - Tanques sépticos - unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - projeto, construção e operação, 1997.
- ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. NBR 5626 – Instalação Predial de Água Fria, 1998.
- ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. NBR 15.527 – Alternativas para a captação de água nas novas edificações, 2007.
- ALT, R. Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis. São Paulo. 2009. apud SILVA, T. L. **Estudo de viabilidade técnico-económico do aproveitamento das águas em sistemas prediais**. 2012. 199 f. Dissertação (mestrado) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2012.
- ALVES, R. V. **Uso eficiente da água em edificações: tecnologia, certificação, incentivos económicos**. 2010. 183 f. Dissertação (mestrado) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2010.
- ANA, FIESP e SindusCon-SP. **Conservação e reuso da água em edificações**. São Paulo: Prol Editora Gráfica. 2005.
- ANNECCHINI, K. P. **Aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis na cidade de Vitória (ES)**. 2005. 150 f. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.
- BRASIL. CÂMARA LEGISLATIVA DO DISTRITO FEDERAL. Lei nº 3677, de 13 de outubro de 2005. Dispõe sobre a obrigatoriedade da instalação de reservatórios de captação de água para as unidades habitacionais e comerciais do Distrito Federal. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil. Brasília, 13 out. 2005.
- BRASIL. CÂMARA LEGISLATIVA DO DISTRITO FEDERAL. Lei nº 3812, de 8 de fevereiro de 2006. Torna obrigatório o reaproveitamento da água utilizada nos postos de

lavagem de veículos. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil. Brasília, 8 fev. 2006.

BRASIL. CÂMARA LEGISLATIVA DO DISTRITO FEDERAL. Lei nº 4181, de 21 de julho de 2008. Cria o Programa de Captação de Água da Chuva e dá outras providências. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil. Brasília, 21 jul. 2008.

BRASIL. CÂMARA LEGISLATIVA DO DISTRITO FEDERAL. Lei nº 4341, de 22 de julho de 2009. Dispõe sobre o incentivo à redução do consumo de água no Distrito Federal e dá outras providências. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil. Brasília, 22 jul. 2009.

BRASIL. CÂMARA LEGISLATIVA DO DISTRITO FEDERAL. Lei nº 4671, de 10 de novembro de 2011. Altera a Lei nº 3677, de 13 de outubro de 2005. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil. Brasília, 10 nov. 2011.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA Nº 357 de 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 24 out. 2013.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA Nº 430 de 13 de maio de 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 24 out. 2013.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil. Brasília, 12 dez. 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SINGREH. Resolução nº 54, 28 de novembro de 2005. **DOU**: Diário Oficial da União, Brasília, p. 91-92, mar. 2005.

BRASIL. Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 1997.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO DISTRITO FEDERAL - CAESB. Plano Diretor de Águas e Esgotos do DF. Brasília: CAESB, 2010.

CARDOSO, M. P. **Viabilidade do aproveitamento de água de chuva em zonas urbanas**: estudo de caso no Município de Belo Horizonte - MG. 2009. 192 f. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

CORREIO BRAZILIENSE. Brasiliense gasta 2,5 vezes mais água do que o recomendado pela ONU. Disponível em: <http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2011/03/14/interna_cidadesdf,242469/brasiliense-gasta-2-5-vezes-mais-agua-do-que-o-recomendado-pela-onu.shtml>. Acesso em: 14 out. 2013.

CORREIO BRAZILIENSE. Caesb e Adasa vão regularizar captação de água da chuva em residências. Disponível em: <http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2013/03/13/interna_cidadesdf,354411/caesb-e-adasa-va-regularizar-captacao-de-agua-da-chuva-em-residencias.shtml>. Acesso em: 15 out. 2013.

CORREIO BRAZILIENSE. Relatório do TCDF revela que falta de água poderá ser constante este ano. Disponível em: <http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2011/02/27/interna_cidadesdf,240049/relatorio-do-tcdf-revela-que-falta-de-agua-podera-ser-constante-este-ano.shtml>. Acesso em: 20 out. 2013.

COSTA, R. C. **Qualidade da água**. In: Telles, D. D.; Costa, R.C. (Coords.) Reúso da água: conceitos, teorias e práticas. São Paulo: BLUCHER, 2010. p. 31.

CURITIBA. **LEI n. 10.785** de 18 de Setembro de 2003. “Cria no Município de Curitiba, o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações – PURAE”. Disponível em: <<http://www.3ptechnik.de/brazil/documents/dokument6.doc>>. Acesso em: 19 de out de 2013.

DELLA GIUSTINA, C. C. Avaliação do potencial de poluição de recursos hídricos a partir de águas pluviais de áreas urbanas: o caso da Bacia do Paranoá-DF. 2006. 80 f. Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

DISTRITO FEDERAL. (BRASIL). Tribunal de Contas. Auditoria Operacional na Gestão dos Recursos Hídricos do Distrito Federal: relatório (versão simplificada). / Conselheiro-Relator Manoel de Andrade. Brasília, 2010.

GARRIDO, M. S. **Legislação para aproveitamento das águas pluviais no Brasil**. 2009. 20 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Católica do Salvador, Salvador, 2009.

GONÇALVES, R. F.; JORDÃO, E. P. **Introdução**. In: Gonçalves, R. F.(Coord.) Uso racional da água em edificações. Rio de Janeiro: ABES, 2006. p. 1-28.

GONÇALVES, R.F.; ALVES, W.C.; ZANELLA, L. **Conservação de água no meio urbano**. In: Gonçalves, R.F. (Coord.) *Uso racional da água em edificações*. Rio de Janeiro: ABES, 2006. p. 29-72.

GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL. Portal do Distrito Federal. Geografia do DF. 2009. Disponível em: <http://antigo.riachofundo.df.gov.br/045/04501009.asp?ttCD_CHAVE=14365>. Acesso em: 10 out. 2013.

GUANAYEM, M. Environmental considerations with respect to rainwater harvesting. Palestine, Applied Research Institute-Jerusalem. In: RAINWATER INTERNATIONAL SYSTEMS, Manheim, 2001. **Proceedings**. Germany, 2001. p11. apud MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. 2004. 189 f. Dissertação (mestrado) - Escola politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

HELMREICH, B.; HORN, H. Opportunities in rainwater harvesting. **Desalination**, v. 248, p. 118-124, 2009.

HEYWORTH, J. S. MAYNARD, E. J., CUNLIFFE, D. Who consumes what potable water consumption in South Australia. *Water*, v. 1, n. 25, p. 9-13, 1998. apud PHILIPPI, L.S. et al. **Aproveitamento da água de chuva**. In: Gonçalves, R. F.(Coord.) *Uso racional da água em edificações*. Rio de Janeiro: ABES, 2006. p. 73-152.

INSTITUTO BRASÍLIA AMBIENTAL - IBRAM. Bacias do DF. 2012. Disponível em: <<http://www.ibram.df.gov.br/informacoes/recursos-hidricos.html>>. Acesso em: 18 out. 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/graficosClimaticos>>. Acesso em: 19 out. 2013.

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

KALBUSCH, A. **Critérios de avaliação de sustentabilidade ambiental dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários em edifícios de escritórios**. 2006. 162 f. Dissertação (mestrado) - Escola politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

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 econômica**.

2010. 181 f. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.
- LIMA, F. C. **Aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis** - conjunto Kosmos - Curitiba-PR. 2011. 27 f. Curso de Pós-Graduação MBA em Gestão Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011
- MANCINI, G. A. **Avaliação dos custos da urbanização dispersa no Distrito Federal**. 2008. 178 f. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.
- MANO, R. S. **A captação residencial de água da chuva para fins não potáveis em Porto Alegre**: aspectos básicos da viabilidade e benefícios do sistema. 2004. 177 f. Dissertação (mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- MARINGÁ. **LEI n. 6.345**, 15 de outubro de 2006. Disponível em: <<http://www.maringa.pr.gov.br>>. Acesso em: 30 de out de 2013.
- MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. 2004. 189 f. Dissertação (mestrado) - Escola politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- OLIVEIRA, C. L. **Aproveitamento de água de chuva para usos não potáveis no Município do Rio de Janeiro**. 2007. 157 f. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.
- ONU (1992) - The United Nations Program of Action from Rio, United Nations, New York, USA, 1992. apud GONÇALVES, R. F.; JORDÃO, E. P. **Introdução**. In: Gonçalves, R. F.(Coord.) Uso racional da água em edificações. Rio de Janeiro: ABES, 2006. p. 1-28.
- ONU (2013). A ONU e o meio ambiente. Disponível em: < <http://www.onu.org.br/a-onu-em-acao/a-onu-e-o-meio-ambiente/>>. Acesso em: 03 nov. 2013.
- PESSOA, G. B. **Aproveitamento da água**: estudo de caso no AISP - Guarulhos. 2007. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2007.
- PHILIPPI, L.S. et al. **Aproveitamento da água de chuva**. In: Gonçalves, R. F.(Coord.) Uso racional da água em edificações. Rio de Janeiro: ABES, 2006. p. 73-152.
- PORTO ALEGRE. **LEI n. 10.506** de 05 de agosto de 2008. “As novas edificações devem aproveitar as águas pluviais e fica obrigatório o uso de um hidrômetro por apartamento.” Acessado em: 19 de out de 2013.

RANGEL, 2001. Percepção dos atores sociais quanto às alternativas de implantação de sistemas de captação e aproveitamento de água de chuva em Joinville - SC. Trabalho de conclusão de curso. Disponível em: <http://www6.univali.br/tede/tde_busca/>. Acesso em: 02 out. 2009. apud GARRIDO, M. S. **Legislação para aproveitamento das águas pluviais no Brasil**. 2009. 20 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Católica do Salvador, Salvador, 2009.

REBELLO, G. A. O. Conservação da água em edificações: estudo das características de qualidade da água pluvial aproveitada em instalações prediais residenciais. 2004. 96 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) - IPT, São Paulo, 2004. apud GONÇALVES, R.F.; Alves, W.C.; Zanella, L. **Conservação de água no meio urbano**. In: Gonçalves, R.F. (Coord.) *Uso racional da água em edificações*. Rio de Janeiro: ABES, 2006. p. 29-72.

RIBEIRO, E. N. **Estudo da Parametrização da Qualidade da Água para Reuso e Uso Eficiente em Infra-Estrutura Aeronáutica e Instalações Prediais em Meio Urbano**: relatório de cumprimento de objeto. São José dos Campos: 2010. 84p.

RIO DE JANEIRO. **Lei Estadual nº 4.393**, 16 de setembro de 2004. Disponível em: <<http://www.alerj.rj.gov.br>>. Acesso em: 25 de set. 2013.

ROUSSET, M.; L'environnement interpelle l'urbanisme? Journée SCOT TEMOINS du 28 sep 2005 relative à la prise en compte de l'environnement dans lês SCOT, site: www.urbanisme.equipement.gov.fr/actu/scot/reunionsechanges/28092005/interv_mrrousset.pdf f. apud GONÇALVES, R.F.; Alves, W.C.; Zanella, L. **Conservação de água no meio urbano**. In: Gonçalves, R.F. (Coord.) *Uso racional da água em edificações*. Rio de Janeiro: ABES, 2006. p. 29-72.

RUSKIN, R. H. Armazenagem de água em cisternas 1º parte: uma velha idéia para um mundo moderno. *Água Latinoamérica*, México, DF, v. 1, n. 2, julho/agosto de 2001. apud MANO, R. S. **A captação residencial de água da chuva para fins não potáveis em Porto Alegre**: aspectos básicos da viabilidade e benefícios do sistema. 2004. 177 f. Dissertação (mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

SACADURA, F. O. M. **Análise de sistemas de aproveitamento de água pluvial em edifícios**. 2011. 153 f. Dissertação (mestrado) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2011.

SANTA CATARINA. **LEI n. 5.722**, de 21 de agosto de 2006. Disponível em: <<http://www.camarasmo.sc.gov.br>>. Acesso em: 30 de out de 2013.

SÃO PAULO. **LEI n. 12.526**, de 2 de janeiro de 2007. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/legilacao>>. Acesso em: 30 de out de 2013.

SÃO PAULO. **LEI n. 13.276** de junho de 2002 – “Torna Obrigatória à execução de reservatórios de águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500m².” Acesso em: 20 de out de 2013.

SENADO FEDERAL. Deputado sugere regulamentação simplificada para aproveitamento de água da chuva. Disponível em: <<http://www12.senado.gov.br/noticias/materias/2013/09/24/deputado-sugere-regulamentacao-simplificada-para-aproveitamento-de-agua-da-chuva>>. Acesso em: 2 nov. 2013.

SILVA, L. R. **A sustentabilidade dos recursos hídricos do Distrito Federal**. In: PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO UNICEUB, 2008, Brasília. UNICEUB, 2008. p 32.

SILVA, T. C. **Curso sobre gerenciamento de bacias hidrográficas**. Tópicos básicos sobre gestão de recursos hídricos - Parte I: recursos hídricos no Brasil e no mundo. UFPB, JOÃO PESSOA, 2004.

SILVA, T. L. **Estudo de viabilidade técnico-económico do aproveitamento das águas em sistemas prediais**. 2012. 199 f. Dissertação (mestrado) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2012.

SILVA, V. G. Avaliação da Sustentabilidade de Edifícios de Escritórios Brasileiros: Diretrizes e Base Metodológica. 2003. Tese (doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. apud KALBUSCH, A. **Critérios de avaliação de sustentabilidade ambiental dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários em edifícios de escritórios**. 2006. 162 f. Dissertação (mestrado) - Escola politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

TELLES, D. D´A; COSTA, R. H. P.G. Reuso de águas: conceitos, teorias e práticas. 2ª edição. São Paulo: Blucher, 2010, 408 p.

TERRY et al. Bacteriological quality of water in DRWH - Rural Development. Germany: 2001, Rainwater International Systems de 10 a 14 de setembro de 2001 em Manheim. apud TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. 2. Ed. São Paulo: Navegar Editora, 2005. 180 p.

TOMAZ, P. **Economia de água**: Para empresas e residências. São Paulo: Navegar, 2001. 112p.

TOMAZ, P. "**Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**", Navegar Editora, São Paulo, 2003. apud ALVES, R. V. **Uso eficiente da água em edificações**: tecnologia, certificação, incentivos económicos. 2010. 183 f. Dissertação (mestrado) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2010.

TOMAZ, P. "**Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**", Navegar Editora, São Paulo, 2003. apud PHILIPPI, L.S. et al. **Aproveitamento da água de chuva**. In: Gonçalves, R. F.(Coord.) **Uso racional da água em edificações**. Rio de Janeiro: ABES, 2006. p. 73-152.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva. Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. 2. Ed. São Paulo: Navegar Editora, 2005. 180 p.

TOMAZ, P.. **Conservação da água**. 1. ed. São Paulo: Parma, 1998. apud MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. 2004. 189 f. Dissertação (mestrado) - Escola politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

TOMAZ, P. Tarifação de esgotos provenientes do aproveitamento da água de chuva. Mensagem recebida por enolasco.ribeiro@gmail.com em 31 de out. 2013.

USEPA (1998) -. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Guidelines for water reuse. Office of water, Washington, DC, EUA. apud GONÇALVES, R. F.; Jordão, E. P. **Introdução**. In: Gonçalves, R. F.(Coord.) **Uso racional da água em edificações**. Rio de Janeiro: ABES, 2006. p. 1-28.

VILLIERS, M.. **Água: Como o uso deste precioso recurso natural poderá acarretar a mais séria crise do século XXI**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2002. apud MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. 2004. 189 f. Dissertação (mestrado) - Escola politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

WERNECK, G. A. **Sistemas de utilização da água da chuva nas edificações**: o estudo de caso da aplicação em escola de Barra do Piraí. 2006. 316 f. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.