



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UNB  
IG / IB / IQ / FACE-ECO/ CDS  
CURSO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS

**VIABILIDADE TÉCNICA E FINANCEIRA DE CAPTAÇÃO DE  
ÁGUAS PLUVIAIS EM SISTEMAS PREDIAIS EM BRASÍLIA – DF.**

PAULO ALIPIUS MIKETEN DA SILVA

BRASÍLIA – DF  
MARÇO/2016

PAULO ALIPIUS MIKETEN DA SILVA

**VIABILIDADE TÉCNICA E FINANCEIRA DE CAPTAÇÃO DE  
ÁGUAS PLUVIAIS EM SISTEMAS PREDIAIS EM BRASÍLIA – DF.**

Monografia realizada e apresentada durante o Curso de Graduação em Ciências Ambientais da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção de grau de bacharel em Ciências Ambientais, sob a orientação do professor Dr. Pedro Henrique Zuchi da Conceição.

BRASÍLIA – DF

MARÇO/2016

DA SILVA, Paulo Alipius Miketen.

ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO USO DO MÉTODO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM SISTEMAS PREDIAIS E REDUÇÃO DE TRANSTORNOS HÍDRICOS URBANOS EM BRASÍLIA – DF.

Orientação: Dr. Pedro Henrique Zuchi da Conceição.

páginas.

Projeto final em ciências ambientais – Consórcio IG/ IB/ IQ/ FACE-ECO/ CDS – Universidade de Brasília.

Brasília – DF, 2015.

1. Ciências Ambientais- 2.Desenvolvimento Sustentável- 3. Sistema de Captação- 4. Águas Pluviais 5- Interdisciplinaridade.  
(PALAVRAS CHAVES)

**VIABILIDADE TÉCNICA E FINANCEIRA DE CAPTAÇÃO DE  
ÁGUAS PLUVIAIS EM SISTEMAS PREDIAIS EM BRASÍLIA – DF.**

Paulo Alipius Miketen da Silva

Prof. Orientador: Dr. Pedro Henrique Zuchi da Conceição

Brasília-DF, .

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Pedro Henrique Zuchi da Conceição (Orientador)

FACE - Faculdade de Economia, Administração e Ciências  
Contábeis - UnB

---

Prof. Dr. Luciano Soares da Cunha (Avaliador)

IG – Instituto de Geociências – UnB.

---

## DEDICATÓRIA

Dedico esta monografia a minha mãe e minha madrinha que proporcionaram educação para que pudesse alcançar esta conquista, a todos os amigos que me apoiaram e ajudaram nessa jornada acadêmica e a todos profissionais da área ambiental, principalmente os Cientistas Ambientais.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente gostaria de agradecer a minha mãe, Maria Tereza Silva, e minha madrinha, Lourdes Maria Balby Silva, duas pessoas que foram fundamentais para minha formação acadêmica e como pessoa.

Agradeço ao meu orientador, professor e coordenador do Curso de Ciências Ambientais, Pedro Zuchi, pela paciência e excelente instrução para a finalização deste trabalho e por tê-lo como referência, tanto como profissional como pessoa. Também gostaria de agradecer a dedicação do Zuchi para com o curso de Ciências Ambientais e conseqüentemente para os alunos contribuindo para a formação de todos.

Agradeço ao professor Carlos Henke pelos conselhos dados ao decorrer do curso para minha formação como futuro profissional.

Agradeço ao professor Maurício Amazonas pelo suporte que me deu ao longo da graduação e por tê-lo como referência acadêmica.

Gostaria de agradecer a Elaine Souto, que sempre foi muita prestativa, se dedicando ao máximo para sempre atender todos os alunos.

Por fim, gostaria de agradecer a todos os meus amigos que me aturaram ao decorrer do curso, compartilhando experiências novas, e de certa forma me ajudaram a concluir este trabalho.

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

*(Carta da Terra)*

## RESUMO

O presente trabalho apresenta a viabilidade de implantação de um sistema de captação em Brasília (DF), mais especificamente na Superquadra 111 Norte. Com essa forma alternativa de utilização de águas pluviais para fins não potáveis, há uma maior conscientização em relação ao uso de água potável e conseqüentemente uma mudança no pensamento ambiental da população que possa vir a aderir a um sistema de captação de águas pluviais. Portanto, o sistema é feito para captar água da chuva e ser redirecionado para o uso de “água cinza” e ver o quanto viável é sua implantação. Os dados apresentados foram calculados a partir de estimativas, envolvendo uma diferença entre o custo total de implantação de um sistema de captação pluvial e a possível economia que se pode obter ao decorrer do tempo. Com tal sistema é possível estimar em quanto tempo há um retorno a partir de sua implantação e a possibilidade de uma redução de transtornos hídricos urbanos, tais como enchentes e alagamentos, que têm se tornado constantes em Brasília.

**Palavras chave:** 1. Ciências Ambientais- 2.Desenvolvimento Sustentável- 3. Sistema de Captação- 4. Águas Pluviais – 5. Interdisciplinaridade.

## **ABSTRACT**

This paper presents the feasibility of implementing a collection system in Brasilia (DF), more specifically in Superquadra 111 North. With this alternative form of use of rainwater for non-potable purposes, there is a greater awareness of the use of potable water and consequently a shift in environmental thinking of the population that may join a rainwater collection system. Therefore, the system is designed to capture rainwater and be redirected to the use of "gray water" and see how viable is its implementation. The data presented were calculated from estimations involving a difference between the total cost of setting a rainwater collection system and possible savings that can be achieved over the time. With such a system it is possible to estimate how much time there is a return from its implementation and the possibility of a reduction of urban water disorders and consequently reduce flooding and overflowing, which have become constant in Brasilia.

**KEYWORDS:** 1. Environmental Sciences- 2. Development Sustainable 3-Caption System 4. Rainwater - 5. Interdisciplinary.

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 01: Consumo Doméstico de Água.

Gráfico 02: Percentual para Reutilização de Águas Pluviais.

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 01: Dados de Precipitação.

Tabela 02: Dimensionamento dos Blocos.

Tabela 03: Dimensionamento da População.

Tabela 04: Consumo doméstico de água.

Tabela 05: Percentual para Reutilização de Águas Pluviais.

Tabela 06: Preço dos Produtos do Sistema de Captação sem Fluxo.

Tabela 07: Preço de Manutenção do Sistema de Captação.

Tabela 08: Valor da Tarifa Cobrado pela CAESB.

Tabela 09: Preço dos Produtos do Sistema de Captação com Fluxo.

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 01: Tripé da Sustentabilidade.

Figura 02: Funcionamento de um Sistema de Captação.

Figura 03: Fluxograma do Sistema de Captação.

Figura 04: Conta Discriminada do Condomínio.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

AE: *Área Aedificandi*

AT: Área Total

CAC: Superintendência de Atendimento Comercial

CAESB: Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal

CEB: Companhia Energética de Brasília

CMMAD: Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento

CNUMAD: Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento

DF: Distrito Federal

DS: Desenvolvimento Sustentável

*ECOSOC: Economic and Social Council of the United Nations*

*EPA: Environmental Protection Agency*

GDF: Governo do Distrito Federal

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

KwH: Quilo Watts Hora

L: Litros

M<sup>2</sup>: Metros Quadrados

M<sup>3</sup>: Metros Cúbicos

ONU: Organização das Nações Unidas

SABESP: Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SEMA: Secretaria Especial do Meio Ambiente

SNRH: Sistema Nacional de Recursos Hídricos

SQN: Superquadra Norte

UC's: Unidades de Consumo

UNB: Universidade de Brasília

UNG: Universidade de Guarulhos

UFSM: Universidade Federal de Santa Maria

UFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

## Sumário

INTRODUÇÃO .....	14
1 – Cidades sustentáveis e o Ciclo hidrológico. ....	16
1.1 - Políticas Públicas e a relação com as cidades sustentáveis: definições, aplicação conceitos.....	21
2 – Sustentabilidade, desenvolvimento sustentável e a sua importância. ....	29
3 – A viabilidade de implantação do sistema de captação pluvial em Brasília – DF.....	39
3.1 – Apresentação de dados.....	39
3.2 – Águas pluviais e águas cinzas. ....	42
3.3 – Métodos de Dimensionamento do Reservatório. ....	45
3.4 – Análise de caso para um prédio da Superquadra 111 Norte. ....	45
3.4.1 – Análise de caso para a Superquadra 111 Norte. ....	48
3.5 – Funcionamento do sistema de captação.....	49
3.5.1 – Dificuldades para implantação do sistema.....	52
Tal sistema apresenta como dificuldade o local onde seriam instaladas as cisternas, uma vez que geraria um peso sobre o telhado. Dessa forma o sistema seria instalado no jardim cobrando um custo adicional.....	52
3.5.2 – Custo de implantação do sistema de captação fechado em um prédio.....	52
3.6 – Taxas e valores cobrados para utilização de água.....	53
3.7 – Cálculos de economia e retorno de investimento para um sistema fechado. ..	56
3.8 – Cálculos de dimensionamento para um sistema com fluxo. ....	58
3.8.1 – Custo de implantação do sistema de captação com fluxo em um prédio..	59
3.8.2 – Cálculos de economia e retorno de investimento para um sistema com fluxo. ....	61
4 – Conclusão e Considerações Finais. ....	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	65

## INTRODUÇÃO

O problema ambiental urbano assume atualmente um papel importante para os governos e para a sociedade em geral em muitos países, pelo fato de um crescimento significativo de pessoas vivendo no meio urbano, acabou ocasionando em uma degradação ambiental e de certa forma uma queda na qualidade de vida da população. Por isto, é de suma importância destacar que os problemas ambientais urbanos, como a poluição, o consumo de energia, o gasto descontrolado de água potável entre outros, forçaram os profissionais ambientais e de outras áreas a buscar novas alternativas para a solução destes problemas. Surgindo assim as cidades sustentáveis, que na atualidade são a chave para uma convivência mais harmoniosa entre meio urbano e o meio ambiente.

Em decorrência do aumento da urbanização, as áreas foram pavimentadas e cobertas por prédios, casas, monumentos entre outras edificações, ocasionando na impermeabilização do solo em áreas naturais. Devido a esse fator, o ser humano vem demandando novas soluções para o controle e mitigação de impactos causados pela chuva, tais como alagamentos. Os governos de modo geral vêm encontrando sérias dificuldades quanto às questões de gestão dos alagamentos em suas áreas públicas. Para Brasília e o Governo do Distrito Federal esse problema é recente e nem tão alarmante quando comparado aos das grandes capitais brasileiras como São Paulo ou Rio de Janeiro. Sendo assim, é necessário que se tenha uma precaução com o uso das águas tratadas para que não haja desperdício e que as águas pluviais possam ser utilizadas em fontes alternativas. Com o objetivo de aproveitamento de águas pluviais, a captação de água advinda das chuvas possui um viés sustentável do ponto de vista técnico e econômico, quando aplicado em sistemas de uso privativo.

Portanto, cabe ressaltar, que esse estudo baseia-se em estimativas e que visa um projeto de aproveitamento de águas pluviais que atenda as demandas de água não potável em um prédio residencial, substituindo uma parte da água fornecida pela companhia de abastecimento, e tendo como base

a precipitação de chuva local, sendo assim a quantidade de água pluvial a ser aproveitada pelo sistema é diretamente proporcional à área que se utiliza para a captação. De forma secundária o trabalho também tenta trazer a captação de chuva como uma fonte para amenizar os problemas hídricos urbanos causados recentemente pelas chuvas em Brasília-DF.

Para atingir os objetivos mencionados, o trabalho foi modelado da seguinte forma:

No capítulo I, é apresentado o surgimento das cidades sustentáveis em decorrência da necessidade de fontes alternativas para a degradação ambiental e utilização de recursos naturais. A manifestação dessa busca por aperfeiçoamento das cidades baseia-se em conceitos e inter-relações entre população e governo por meio de políticas públicas.

No capítulo II, é exposto um histórico da sustentabilidade e do desenvolvimento sustentável com a finalidade de contextualizar o leitor e facilitar a compreensão quanto à evolução do viés ambiental que encontramos atualmente, tornando o entendimento do leitor mais vasto e conseqüentemente informá-lo sobre a sua importância, englobando questões ecológicas, políticas, econômicas, sócias e culturais.

No capítulo III, é apresentada a viabilidade de implantação do sistema de captação em um prédio residencial em Brasília-DF, com os dados coletados; a caracterização das águas pluviais e “água cinza”, métodos de dimensionamento do reservatório; análise de caso para um prédio na SQN 111 e a possível aplicação do sistema para uma quadra; funcionamento do sistema de captação e custo de implantação desse sistema; taxas e valores cobrados pela CAESB para utilização de água; e os cálculos de economia e retorno do investimento.

Por fim, no capítulo IV, apresentam-se as considerações finais e a conclusão sobre o estudo realizado.

## **1 – Cidades sustentáveis e o Ciclo hidrológico.**

Atualmente, os problemas ambientais vêm sendo o grande destaque do cenário global, tanto pela ação antrópica como pelos desastres naturais. Tais problemas preocupam não só a geração atual como as gerações futuras, dando assim a iniciativa para criação de novas tecnologias, métodos e conceitos.

A partir de problemas como a extinção de recursos naturais, o ser humano tem dado prioridade a novas fontes para esses recursos, tanto em novas alternativas de obtenção como nas formas de reduzir o gasto exacerbado. Dessa forma, as cidades entram como principal ator para criação de alternativas de mitigar os problemas ambientais, focando no reaproveitamento de matéria, redução de uso dos combustíveis fósseis, formas alternativas de obtenção de energia, aproveitamento de águas pluviais e possíveis reduções nos transtornos urbanos. Assim, o conceito de cidades sustentáveis cria um alicerce e torna-se base para que as cidades tomem a iniciativa de serem o modelo de redução dos problemas ambientais.

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), pouco mais da metade da população mundial vive em zonas urbanas desde o ano de 2006. Por isso, conclui-se que, de fato, o mundo é urbano.

Atualmente, o problema urbano, de modo geral, possui grande importância para a sociedade e os governos em geral em diversos países. Devido a esse crescimento desenfreado do número de pessoas vivendo nas cidades, e conseguinte redução na qualidade de vida, deve-se considerar que as cidades configuram uma das maiores potenciais de utilização energética e de degradação do meio ambiente, ocasionando a criação de métodos para o direcionamento correto do crescimento urbano e monitoramento dessas alterações ambientais.

A urbanização trouxe fortes aliados que geram transtornos e, devido a esse aumento de pessoas vivendo em cidades, a preocupação com problemas urbanos tornou-se destaque para a criação do conceito de cidades sustentáveis. Mas o que viria a ser “cidades sustentáveis”? De forma básica e

sem aprofundamento, cidades sustentáveis são aquelas que visam métodos e práticas eficientes para a preservação do meio ambiente, sem deixar de almejar o desenvolvimento econômico e a melhoria na qualidade de vida da população. Sendo assim, “a sustentabilidade é vista como algo bom, desejável, consensual, a definição que vai prevalecer vai construir autoridade para que se discriminem, em seu nome, as boas práticas das ruins” (Acselrad, 1999, p. 80).

Para melhor esclarecimento, o conceito de sustentabilidade associado ao desenvolvimento das cidades “tem origem nas rearticulações políticas pelas quais um certo número de atores envolvidos na produção do espaço urbano procuram dar legitimidade as suas perspectivas, evidenciando a compatibilidade delas com os propósitos de dar durabilidade ao desenvolvimento, de acordo com os propósitos da Agenda 21, resultante da Conferência da ONU sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente” (Acselrad, 1999, p. 81). Para tanto, o governo deve ter um planejamento para que possa tomar medidas no sentido de amenizar os transtornos urbanos e ambientais decorrentes da ação antrópica. Diversas estratégias devem ser implementadas para que se possa promover o conceito de cidades sustentáveis, e priorizar a qualidade de vida urbana em toda sua abrangência, partindo do princípio da análise crítica da condição atual de desenvolvimento das cidades, pensando no contexto na qual se encontram.

Segundo Magalhães (2006, p. 2), no início, a sustentabilidade urbana sofreu bastante em questões políticas, pois o “discurso mais estabelecido dos projetos urbanos à temática ambiental está longe de ser o centro das preocupações. Quando muito, ela é considerada do ponto de vista do provimento de áreas livres dentro dos espaços urbanos, mas mesmo essas, são destinadas à intensa movimentação imaginada para as áreas requalificadas ou revitalizadas”.

Porém devido a estudos tornou-se possível ampliar os horizontes e perceber que a sustentabilidade tem sido aplicada junto aos objetivos da cidade, a partir da Agenda 21 e da noção do que é desenvolvimento sustentável. Contudo, esses novos interesses surgiram a partir dos distúrbios causados aos habitantes, sendo esses distúrbios ambientais ou não. Essa

participação mais ativa da população remete a uma das vertentes expostas por Acselrad (1999) de que a sustentabilidade urbana deve estar associada não somente às políticas públicas, mas também ao modelo “cidade-empresa”, no qual a cidade torna-se atrativo de investimentos para a implementação de métodos alternativos de sustentabilidade.

Para Magalhães (2006, p. 5), “a noção de risco tornou-se parte de diversos aspectos do dia a dia das pessoas, fazendo-as corresponsáveis pelos efeitos de suas ações”, portanto, é necessário que se tenha um controle governamental, a partir de políticas públicas, das ações individuais de seus habitantes, com o propósito de reduzir os riscos de agravantes nas cidades.

Cabe ressaltar que uma questão importante a ser vista é que os problemas causados nas cidades, não refletem apenas nas cidades em si, mas também nas áreas que a circundam e em outras localidades, o que obriga a rever o pensamento de que cidades sustentáveis englobam apenas a própria cidade.

Segundo Magalhães (2006, p. 6, *apud* Satterhwaite, 2004, p. 134) “para avançar e alcançar métodos de desenvolvimento sustentável, o desempenho ambiental das cidades deve melhorar não apenas em termos de qualidade ambiental dentro dos seus limites, mas também em termos de redução da transferência de custos ambientais para outras pessoas, outros ecossistemas ou para o futuro”. A partir desse pensamento, nota-se que o conceito de cidades sustentáveis vai além da consolidação da sustentabilidade urbana, afirmando que cidades sustentáveis são um projeto que necessita de um extenso processo e não algo pré-definido, visando mais de um objetivo comum. Na visão de Magalhães (2006, p. 8), “tal processo deve envolver questões além das estritamente ambientais; uma melhor definição de que propostas poderão contribuir para o seu avanço; a criatividade na concepção de bons projetos e a capacidade de se evitar os falsos atalhos”.

Sendo assim, para a construção de projetos de cidades sustentáveis é necessário que se tenha uma visão ampla e com diferentes abordagens desse processo de urbanização. Para o projeto de cidades sustentáveis é necessário que se tenha três abordagens: a espacial, que vislumbra a análise das relações

metabólicas operadas pela cidade, compreendendo territórios distantes; a temporal, uma vez que pleiteia gerações futuras; e a conceitual, que exige um enfoque transdisciplinar.

Magalhães (2006, p. 9, *apud* Peter Brand, 1999, p. 10) faz uma análise sobre a implementação dessas abordagens: "{...} uma metáfora social, como cidade sustentável ou desenvolvimento urbano sustentável, nunca pode ser uma meta objetiva, e sim uma gama de possibilidades abertas cujas prioridades são determinadas pelas urgências do presente". Com essa ampliação do conceito de sustentabilidade urbana, percebe-se que há uma nova utopia, com um ideal diferenciado de cidade, tendo como base ações voltadas para o meio ambiente e a redução da desigualdade causada pelos transtornos ambientais, dando prioridade a uma parte relevante de sua matéria e energia para a organização e manutenção interna e depois, ao crescimento da cidade. Então, por que seguir algo utópico? Coloco em pauta uma frase destacada por Galeano (1993, p. 230) na qual ele expõe: -"A utopia está lá no horizonte. Me aproximo dois passos, ela se afasta dois passos. Caminho dez passos e o horizonte corre dez passos. Por mais que eu caminhe, jamais alcançarei. Para que serve a utopia? Serve para isso: para que eu não deixe de caminhar."

Com essas colocações, Magalhães (2006, p. 16) expõe a criação de uma ideia de "desempenho ambiental urbano", o qual mostra um conceito mensurável e comparável junto com a ampliação de níveis de justiça ambiental, locacional e de democracia nas cidades, que se torna útil para construção de parâmetros de atuação. Essa ideia mostra que o urbanismo tem muito a contribuir.

Atualmente, há muitos estudos científicos que são voltados para a crise ambiental que vivemos, que teve como origem a pressão do crescimento populacional sobre as áreas verdes e pelo modo de vida ocidental, como a alta produção e consumo exagerado. Nesse contexto, retomamos que as cidades têm sido o principal fator e foco gerador dessa crise ambiental e que agora concentramos as políticas públicas voltadas para o desenvolvimento urbano como grande objetivo.

Tanto pesquisadores, através de estudos, quanto a sociedade, através da mídia que divulga os riscos ambientais decorrentes das novas formas de produção e seus efeitos, alertam a população da gravidade causada e assim provocam uma preocupação generalizada acerca do problema ambiental.

Sendo assim, uma reflexão deve ser feita sobre o conceito de cidade sustentável, uma vez que, as cidades concentram a maior fonte de poluição e produção de resíduos, além de consumirem parte da energia do planeta.

Como foi dito anteriormente, cidades sustentáveis devem pensar além da própria localidade, mas para ter essa abordagem é necessário focar primeiramente em uma escala local. Para Schussel (2004, p. 63, *apud* Camagni, 2001, p. 345), “é mais eficaz enfrentar um mesmo problema localmente (em termos tanto de efeito como de autoridades) do que enfrentá-los globalmente (onde as autoridades são frequentemente ausentes, os agentes poluidores longínquos, as interdependências das ações dos diferentes sujeitos mais elevadas, onde também a incertitude sobre a grandeza dos fenômenos e seus encadeamentos causais é maior)”. Com esse ponto de vista, é importante que se deva dar uma atenção ao processo de mudança da aprendizagem coletiva das cidades, com uma interação saudável entre a economia, tecnologia e meio ambiente.

É importante ressaltar que a implantação de cidades sustentáveis juntamente com a gestão do meio ambiente urbano possui uma alta complexidade para a sociedade moderna, ao analisar que não devemos apenas pensar na conservação dos recursos ambientais, mas também devemos nos atentar ao transporte público, para redução da emissão de gases poluentes; melhorar a mobilidade urbana, diminuindo consideravelmente o tráfego de veículos; dar incentivo e propiciar ações para a utilização de transportes alternativos, como bicicletas; otimizar a utilização do espaço urbano; devemos ainda criar mais espaços verdes, voltados para o lazer da população; criar programas voltados para a arborização dos espaços públicos; destinar adequadamente o lixo urbano; aplicar programas educacionais voltados para o desenvolvimento sustentável; investir em educação de qualidade, para uma boa instrução da população; favorecer a economia local

dinâmica e sustentável; e criar ações para a utilização racional da água, juntamente com o aproveitamento de águas pluviais.

A autora Silva (Políticas Públicas e Estratégias de Sustentabilidade Urbana p. 1, *apud* Metzger, 1994), cujo inventário realizado sobre trabalhos de ecologia urbana e meio ambiente urbano identifica três concepções distintas. A primeira trata da natureza na cidade, no qual Metzger fez estudos referentes aos elementos biológicos do meio urbano, no que diz respeito à preservação dos espaços verdes e dos elementos físico naturais da cidade. A segunda concepção do meio ambiente urbano está relacionada aos riscos da cidade e na cidade, aos problemas ambientais enfrentados pela população e como esses problemas afetam a qualidade de vida da mesma. Por fim, a última vertente que visa mensurar o problema de gestão ou administração da cidade, tratando das políticas públicas sob uma visão do uso do solo e a influência que as questões ambientais causam na determinação das políticas públicas.

### **1.1 - Políticas Públicas e a relação com as cidades sustentáveis: definições, aplicação conceitos.**

É necessário que sejam identificados os locais de atuação das políticas públicas, que têm como objetivo a sustentabilidade urbana, mas analisando previamente as mudanças que ocorreram no âmbito das ações governamentais que ocasionaram a adoção de determinadas políticas públicas como estratégias e diretrizes da própria ação governamental e dos indivíduos.

Mas o que são políticas públicas e por que as políticas públicas são consideradas tão importantes quando se trata da sustentabilidade urbana? Segundo Silva (Políticas Públicas e Estratégias de Sustentabilidade Urbana p. 2, *apud* Bucci, 2002, p. 241) políticas públicas “são programas de ação governamental para um setor da sociedade ou um espaço geográfico, buscando a concretização de determinados objetivos e metas”, e destaca ainda que “são programas de ação governamental visando a coordenar os meios à disposição do Estado e as atividades privadas, para a realização de objetivos socialmente relevantes e politicamente determinados”.

Quando relacionadas à cidadania, as políticas públicas encontram dificuldade para alcançar a sustentabilidade urbana, já que devem assegurar

uma vida harmônica entre o habitante e o meio ambiente. Isso ocorre devido a globalização dos espaços, em que são levantadas novas tecnologias e há o problema da crescente urbanização. Esse enfoque possui alguns princípios que devem ser levados em consideração, princípios esses que guiam as políticas públicas no meio ambiente urbano. Esses princípios são destacados e relacionados por Silva (Políticas Públicas e Estratégias de Sustentabilidade Urbana p. 5), como o princípio do interesse público na proteção do meio ambiente urbano sobre os interesses privados; o princípio da realização de uma avaliação prévia dos impactos ambientais, advindos da ação antrópica ou natural; o princípio de que o Estado deve intervir na defesa e proteção do meio ambiente e do meio ambiente urbano; o princípio da função da função socioambiental da propriedade urbana; o princípio da participação da sociedade e da gestão democrática da cidade; e o princípio da garantia do direito a cidades sustentáveis.

Cabe ressaltar, que apesar de existirem tantos princípios que devem ser vistos como diretriz, a realidade foge um pouco do que é mostrado na teoria, já que as políticas públicas seguem programas finalísticos que são flexíveis, e quando relacionados às exigências legais, devem ser diferenciados de acordo com o grau de finalização da ação e de imperatividade das normas.

Quando tratamos do urbano e do meio ambiente, as políticas públicas devem ser integradas e possuem uma interação entre si, como, por exemplo, ao tratar das políticas de habitação não se pode deixar de levar em consideração as políticas de saneamento ambiental, ou então, ao tratar de políticas de transporte público e mobilidade urbana deve-se considerar a própria política ambiental. Sendo assim, os programas e projetos governamentais devem contemplar os aspectos ambientais, urbanos, sociais e econômicos.

Para Silva (Políticas Públicas e Estratégias de Sustentabilidade Urbana p. 6), “se os planos são obrigatórios para o setor público, para o setor privado eles são indicativos”. Reforçando o conceito de políticas públicas, essas podem ser definida como “processo - ou conjunto de processos - que culmina na escolha racional e coletiva de propriedades para definição dos interesses

públicos reconhecidos pelo direito”, sendo que, quando se diz respeito a direitos, todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, englobando também o meio ambiente urbano. Portanto, quando é utilizado o termo “urbano” para qualificar o meio ambiente, não significa que há uma segregação classificatória do meio ambiente, o adjetivo “urbano” vem como uma proposta de demarcar a problemática ambiental em um determinado espaço geográfico - no caso, as cidades - sem deixar de considerar os fatores que nelas estão inseridos como os sociais e os ambientais.

Assim, para empregar políticas públicas visando a sustentabilidade urbana, deve-se repensar o modelo de desenvolvimento da cidade juntamente com o modo de vida da população e a conscientização da mesma, apoiando-se nas relações sociais e econômicas exercidas na cidade sem deixar de considerar essas interações como propulsoras do direito à cidade sustentável.

Para ratificar, inciso I do art. 2º do Estatuto da Cidade - Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001, reconhece, entre as diretrizes de políticas públicas expostas, o direito a cidades sustentáveis. De acordo com essa lei, esse direito proporciona o direito a terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, aos serviços públicos em geral, ao trabalho e ao lazer, tanto para as gerações atuais como para as futuras.

Sendo assim, as cidades devem desenvolver-se, respeitando a sustentabilidade, por isso, o desenvolvimento urbano deve ser feito sem degradação, possibilitando uma vida urbana digna e igualitária. Contudo, as cidades necessitam de mudanças, diversos pontos de vista, reformulação das políticas públicas e criação de novas, e soluções sobre como interagir no dia a dia com o local que vivemos. A partir dessa visão, destaco o que é exposto por Acselrad (1999, p. 86), em que “acredita-se que quando o crescimento urbano não é acompanhado por investimentos em infraestrutura, a oferta de serviços urbanos não acompanha o crescimento da demanda. A falta de investimentos na manutenção dos equipamentos urbanos virá por sua vez, acentuar o déficit na oferta de serviços, o que se rebaterá especialmente na forma de segmentação socioterritorial entre as populações atendidas e não atendidas por tais serviços”.

Após tratar de um modo geral cidades sustentáveis e a sustentabilidade urbana, é interessante analisar o caso brasileiro. Infelizmente, a preocupação ambiental brasileira foi tardia e a evolução foi lenta. Em questões de urbanização, houve uma transformação estrutural de ordem socioeconômica reformulando a ocupação do território nacional, ocasionando impactos ambientais e no dado de que cerca de 80% da população brasileira mora em áreas urbanas. Mas ao decorrer do tempo, a questão ambiental foi ligada ao social, os pensamentos acerca desse tema tiveram uma nova percepção. Como exemplo, temos o caso dos recursos hídricos, em que a legislação teve o cuidado de considerar, além do aspecto ambiental, os aspectos sociais e econômicos.

Foi criado o Sistema Nacional de Recursos Hídricos (SNRH), que no texto de Schussel (2004, p. 65) são expostas: a valoração da água como bem econômico; a prioridade do abastecimento público em detrimento da produção de energia; e a gestão compartilhada entre usuários, poder público e sociedade civil de bacias hidrográficas, por meio da implantação dos “Comitês de Bacia”.

Essa questão de integração do ambiental ao social e econômico ocorreu na década de 80, em que Silva (Políticas Públicas e Estratégias de Sustentabilidade Urbana p. 2, *apud* Ribeiro, 2001, p. 134-135) destaca: “a questão urbana é integrada à questão social, e as representações antiurbanas são substituídas pelo diagnóstico orientado por ideais republicanos de justiça social e democracia. A tarefa do pensamento e da ação dos urbanistas passa a ser o fazer coincidir a cidade e a cidadania”. Apesar do atraso na aplicação do pensamento ambiental - no caso o de cidades sustentáveis - atualmente, o Brasil apresenta um nível considerável de desenvolvimento tecnológico e social que podem retardar a degradação e os malefícios causados nas cidades. E por que não ocorre tal melhoria no setor ambiental urbano? O Brasil carece de políticas públicas que sirvam para o propósito ambiental, sem contar a falta de instrução ambiental de uma boa parcela da sociedade. Isso é confirmado com as atitudes da população, no texto de Loureiro e De Gregori (Revista Eletrônica do Curso de Direito – UFSM, p. 459) é exposto que “o lixo jogado nas ruas causa entupimento de bueiros, o que dificulta o escoamento da água da chuva. Além disso, mesmo quando ocorre escoamento, a água leva detritos

diretamente para o curso dos rios, córregos, mananciais, entre outros. Em razão do exposto, um meio indireto, mas eficiente de se poluir a água”.

Desse modo termo “sustentabilidade”, atrelado às necessidades urbanas, merece se conciliado de certa maneira que o ser humano produza desenvolvimento e também conserve o meio ambiente. Portanto, para o Brasil, os modelos que devem ser desenvolvidos nas cidades precisam ser justos, éticos e sustentáveis, abrangendo todas as classes sociais e sendo igualitário, trazendo assim a concepção de que as transformações não necessariamente devem partir do governo, e sim, das ações que integrem os cidadãos, almejando a sustentabilidade. Quando se diz “as ações que integrem os cidadãos”, na verdade, o que se busca expressar é que a atitude deve partir da população e não do governo, pois tais ações promovidas pela população as aproximam das políticas públicas, gerando melhores oportunidades e formas alternativas de sistemas igualitários quando relacionados a exposição de riscos ambientais. Tudo isso para oferecer um ambiente urbano com um desenvolvimento em equilíbrio, ambientalmente sustentável e socialmente justo.

Retomando o Artigo 2º do Estatuto da Cidade, Loureiro e De Gregori (Revista Eletrônica do Curso de Direito – UFSM, p. 462) expõem que houve uma mudança de paradigma ao se pensar em ambientes urbanos, assim expondo três objetivos a serem alcançados com as cidades: “o primeiro seria um ambiente destinado à moradia de um acúmulo de comunidades, já em uma segunda perspectiva, seria um ambiente de políticas a fim de atingir função social urbana, e por fim, a garantia de ambientes urbanos como um meio sustentável e sadio de desenvolvimento”. É importante ressaltar, que esse ponto de vista reflete que só será possível assegurar um ambiente urbano para a presente geração, e para as futuras, partindo da preservação do meio ambiente.

Portanto, diversas iniciativas podem tornar o ambiente urbano em cidade sustentável, o que procura promover uma estabilidade e um equilíbrio às cidades, com uma visão a longo prazo. O processo de implantação de cidades sustentáveis no Brasil, deve primeiramente partir de ações individuais, ou

privadas, e articulada às políticas públicas, para que haja uma eficiência na aplicabilidade, sem desconsiderar que há uma possibilidade de gerar um sistema insustentável. Por que pode se tornar um sistema insustentável? Segundo Loureiro e De Gregori (Revista Eletrônica do Curso de Direito – UFSM, p. 465, *apud* Godard, 1990, p.40-45) “a insustentabilidade exprime, assim, a incapacidade de as políticas públicas adaptarem a oferta de serviços urbanos à quantidade e à qualidade das demandas sociais, provocando um “desequilíbrio” entre necessidades cotidianas da população e os meios de as satisfazer, entre a demanda por serviços urbanos e os investimento em redes e infraestrutura”.

Já que a realidade brasileira exprime uma grande distorção do que é apresentado nos estudos, como conseguir implantar uma cidade sustentável e assim suportá-la? Primeiramente, é necessário ampliar o ponto de vista, não se prendendo às políticas públicas; em segundo plano é preciso que se tenha uma ação coletiva da população, através da conscientização ou de ações que promovam a sustentabilidade dentro da cidade.

É importante ressaltar, que não se pode descartar as políticas públicas, mas também não se pode esperar que elas resolvam todos os problemas presentes na cidade. Sendo assim, para que uma cidade torne-se sustentável é preciso que as ações realizadas pela população sejam emparelhadas com as políticas públicas aplicadas pelo governo. No Brasil, há cidades que são consideradas sustentáveis, mas essas cidades optaram apenas por um planejamento urbano voltado para reconstituição de áreas verdes, aprimoramento nas soluções urbanísticas e na tecnologia do transporte urbano. Tais ações não devem ser desconsideradas e sim exaltadas, pelo funcionamento adequado e promoção da sustentabilidade urbana. Outras questões, tão importantes quanto, são deixadas de lado pelo governo e nesse caso deve-se ter uma aplicação da sociedade para que ganhe uma visão e assim sejam aplicadas políticas públicas voltadas para tais questões.

Em específico, coloco o problema hídrico, que tem assolado várias cidades do país, por trazer prejuízos de forma direta e indireta a população. O problema hídrico brasileiro não é apenas o causado pela estiagem e falta de

água em algumas localidades, ele também é expresso pelas chuvas torrenciais. Em face disso, é importante unir o útil ao agradável. Vale expor que em decorrência do aumento da urbanização, as áreas foram pavimentadas e cobertas por prédios, casas, monumentos entre outras edificações, ocasionando na impermeabilização do solo em áreas naturais. Devido a esse fator, o ser humano vem demandando novas soluções e políticas públicas para o controle e mitigação de impactos causados pela chuva, tais como alagamentos.

Os governos, de modo geral, vêm encontrando sérias dificuldades quanto às questões de gestão dos alagamentos em suas áreas públicas. Para Brasília e o Governo do Distrito Federal, esse problema é recente e nem tão alarmante quando comparado aos das grandes capitais brasileiras como São Paulo ou Rio de Janeiro. Portanto, é necessário que se tenha uma precaução com o uso das águas tratadas para que possam ser utilizadas fontes alternativas. Com o objetivo de aproveitamento de águas pluviais, a captação de água advinda das chuvas possui um viés sustentável do ponto de vista técnico e econômico, quando aplicado em sistemas de uso privativo. Cabe ressaltar, que esse estudo visa aliar o conceito de cidades sustentáveis, a partir da iniciativa privada, às necessidades encontradas na cidade de Brasília, no caso, de um projeto de aproveitamento de águas pluviais que atenda a demanda de água não potável, tendo como base a precipitação de chuva local, sem desconsiderar o ciclo hidrológico, para que não ocorra um desequilíbrio do mesmo e ocasione mais desastres ambientais.

Tal sistema tem como objetivo gerar uma fonte de água não potável para uso diário em sistemas prediais, como descarga, limpeza do prédio, irrigação de jardins, disponibilidade para lavagem de automóveis entre outras possibilidades, gerando uma economia da água utilizada e, conseqüentemente, uma economia monetária. Além desse objetivo reducionista de gasto e água, há também a possibilidade da redução de transtornos hídricos urbanos.

Portanto, ao abordar sobre políticas públicas, é de suma importância compreender que o “desenvolvimento sustentável é um processo de aprendizagem social de longo prazo, que por sua vez, é direcionado por

políticas públicas orientadas por um plano de desenvolvimento nacional” (Barbosa, 2008, p. 6). O conceito de desenvolvimento sustentável será melhor apresentado no capítulo seguinte.

## **2 – Sustentabilidade, desenvolvimento sustentável e a sua importância.**

Início esse capítulo com uma frase de Nascimento (2012, p. 57), em que, se queremos sugerir uma sustentabilidade para toda a sociedade, é necessário que tenhamos uma “linha transversal a ética solidária com os excluídos de hoje para que não haja excluídos amanhã”.

Por que a sustentabilidade é algo importante para nós? É necessário que seja de conhecimento geral de que estamos ameaçados em todos os aspectos ligados à utilização de recursos naturais e aproveitamento dos mesmos. Portanto, há uma conexão direta ao desenvolvimento sustentável. Nascimento (2012, p. 58) ainda aponta que, “até meados do século XX, a humanidade temia basicamente duas grandes extinções – uma externa (choque de um grande meteorito, como aparentemente ocorreu há 65 milhões de anos, extinguindo os dinossauros) e outra interna (o advento de uma epidemia desconhecida e incontrolável). Em meados do século passado, foi acrescida mais uma ameaça, provinda dos próprios seres humanos: a bomba atômica. O seu poder de destruição ficou evidente com as explosões de Hiroshima e Nagasaki”. Sendo assim, é perceptível que o estilo de vida de alta produção e consumo vigente nos leva a crer que um desastre é cada vez mais plausível.

“Que a economia está em um conflito com os sistemas naturais do planeta é uma evidência que ressalta das informações cotidianas sobre o desaparecimento das zonas de pesca, redução das florestas, a erosão do solo... e o desaparecimento de espécies” (Nascimento, 2012, p. 58, *apud* Brown, 2003, p.14). Portanto, a crise ambiental aponta um desgaste das condições “normais” de vida no planeta Terra. Segundo Nascimento (2012, p. 58), “[...] é possível, caso o cenário mais pessimista do aquecimento global venha a se confirmar, que uma nova possibilidade de auto extinção seja criada no final desse século”. Desta forma, o atual modelo de vida não deteriora apenas o meio ambiente, também prejudica a vida humana e para que sejam reduzidos esses transtornos à vida humana é preciso que iniciativas e

alternativas sejam criadas por meio de inovações tecnológicas, para que haja uma saída.

“A crise ambiental assumiu contornos mais graves com a percepção da responsabilidade antrópica do aquecimento global e a dinâmica de ascensão de um contingente humano mais significativo no mercado de consumo” (Nascimento, 2012, p. 61). Quando a crise ambiental se tornou algo de suma importância? Quando, como e por que a sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável se tornaram relevantes para o combate à crise ambiental? É necessário compreender que a sustentabilidade possui dois vieses quando relacionada à sua origem. Uma de suas origens tem base na biologia, mais precisamente na ecologia, a qual atribui o conceito de resiliência – capacidade de recuperação e reprodução dos ecossistemas – perante as degradações antrópicas, com o uso exacerbado dos recursos naturais. Ainda relacionado à ecologia, há as causas naturais, como terremotos, fogo, tsunamis, pragas, entre outros. O outro viés de origem da sustentabilidade advém da economia, como o adjetivo do desenvolvimento, diante da visibilidade que ganhou ao longo do século XX, referente ao padrão de consumo desenvolvido ao redor do mundo (Nascimento, 2012, p. 51).

Segundo Nascimento, a ideia de sustentabilidade, como enfoque mundial, tem origem na década de 1950. O surgimento e a importância desse termo ocorrem devido a um risco ambiental global: a poluição nuclear. “Os seus indícios alertaram os seres humanos de que estamos em uma nave comum, e que problemas ambientais não estão restritos a territórios limitados” (Nascimento, 2012, p. 2). Segundo Nascimento (2012, p. 52, *apud* Machado, 2005), “A ocorrência de chuvas radiativas a milhares de quilômetros dos locais de realização dos testes acendeu um caloroso debate no seio da comunidade científica”. Na década de 1960, houve outro fato importante que implicou na questão da percepção da crise ambiental, dando importância a sustentabilidade, devido ao uso de inseticidas e pesticidas químicos, e transtornos causados por esses, apontados por Rachel Carson em seu livro intitulado de “Primavera Silenciosa” – *Silent Spring*.

Ainda na década de 60, as chuvas ácidas recorrentes nos países nórdicos levaram a Suécia, junto ao Conselho Econômico e Social das Nações Unidas (ECOSOC), a propor a realização de uma conferência para tratar de um acordo internacional, para uma possível redução na emissão dos gases responsáveis por tal transtorno. Com isso, ocorreu a Conferência de Estocolmo, em 1972, colocando em evidência os países subdesenvolvidos e desenvolvidos da época. A princípio, as preocupações não eram nem um pouco igualitárias, já que os países desenvolvidos estavam atentos à degradação ambiental que afetavam sua qualidade de vida, enquanto os países subdesenvolvidos estavam preocupados em não sofrerem sanções comerciais e apresentarem um retardo em seu desenvolvimento, uma vez que, naquela época, os problemas ambientais eram associados ao crescimento econômico dos países de terceiro mundo. Nessa conferência, ficou exposto que os países desenvolvidos defendiam a proteção do meio ambiente como principal foco, e os países em desenvolvimento focavam no combate à pobreza.

Para melhor esclarecer, Nascimento expõe a partir do documento “*Only One Earth*” (Ward & Dubos, 1973) “[...] O problema ambiental como decorrente de externalidades econômicas próprias do excesso de desenvolvimento (tecnologia agressiva e consumo excessivo), de um lado, e de sua falta (crescimento demográfico e baixo PIB per capita), de outro. Posta dessa forma, a questão ambiental deixava de ficar restrita ao meio natural e adentrava o espaço social.” Contemporâneo a isso, temos o relatório do Clube de Roma – *Limits to Growth* (Meadows et al., 1972), que propunha uma redução do desenvolvimento industrial, nos países desenvolvidos, e uma contenção no crescimento populacional, nos países subdesenvolvidos, juntamente com o apoio daqueles aos subdesenvolvidos, para que pudessem crescer economicamente. A partir desses eventos, os governos se conscientizaram e criaram agências que tratassem das questões ambientais, para que pudessem juntar dados ambientais, já que, na época, careciam de tais informações.

No Brasil foi criada a Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), em 1973, enquanto nos EUA, já existia a Environmental Protection Agency (EPA) desde 1970.

Dez anos após a Conferência de Estocolmo, uma análise dos resultados foi feita pela ONU, e mostrou que o resultado estabelecido deixou a desejar, e que os esforços realizados foram inferiores. Em decorrência desse mal desempenho, foi formada a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), presidida por Gro Harlem Brundtland, responsável pelo relatório “Nosso Futuro Comum” – *Our Common Future* – que tinha como principal proposta a criação de uma agenda global para focar em uma mudança considerável. Esse estudo obteve informações durante três anos, a partir de pesquisas e análises, com enfoque na parte social. Segundo Barbosa (2008, p.2), as informações colhidas do relatório com base nas questões sociais referiam-se “ao uso da terra, sua ocupação, suprimento de água, abrigo e serviços sociais, educativos e sanitários, além de administração do crescimento urbano”.

Tal relatório foi responsável pela criação do termo “Desenvolvimento Sustentável”, que “consistiu o maior esforço então conhecido para conciliar a preservação do meio ambiente com o desenvolvimento econômico” (Nascimento, 2012, p. 54). Uma definição básica do que é DS é exposta por Nascimento (2012, p. 58, *apud* Lenzi, 2006): “Desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras em satisfazer suas próprias necessidades”. Estender e Pitta (O Conceito do Desenvolvimento Sustentável, *apud* Camargo, 2003, p. 43) também fazem citação à outra definição apontada no relatório:

“Em essência, o desenvolvimento sustentável é um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações humanas”.

Nascimento (2012, p. 54) aponta que “A força e a fraqueza dessa definição encontram-se justamente nessa fórmula vaga, pois deixam-se em

aberto quais seriam as necessidades humanas atuais, e mais ainda as das gerações futuras”.

Segundo Barbosa (2008), o relatório faz considerações às questões urbanas, no qual, as cidades, em seu desenvolvimento, devem contemplar as necessidades básicas de toda a população e conceder oportunidades de melhora na qualidade de vida de todos, buscando alcançar uma equidade na sociedade por meio de processos democráticos, para que haja um desenvolvimento urbano adequado. Ainda com referência ao relatório, há “a necessidade de descentralização das aplicações de recursos financeiros e humanos, e a necessidade do poder político favorecer as cidades em sua escala local” (Barbosa, 2008, p. 2). Quanto à questão do uso de recursos naturais, foi avaliada no relatório a capacidade de resiliência da biosfera, os efeitos e as possíveis consequências causadas pela ação antrópica, apontando ainda que a pobreza pode ser considerada como um problema ambiental e que a tentativa de erradicar a mesma pode ser a base para a busca da sustentabilidade. Com essa contribuição na mudança do modo de perceber as necessidades urbanas, o relatório apresentou três princípios básicos, ou aspectos, que deveriam ser cumpridos – proteção ambiental, equidade social e o desenvolvimento econômico – e que serão expostos mais adiante.

Apesar de todos esses pontos levantados, o relatório Brundtland recebeu várias críticas pelo fato de acusar a pobreza e o descontrole do crescimento populacional nos países subdesenvolvidos como a fonte principal dos problemas ambientais e da insustentabilidade do planeta, e de colocar em segundo plano a poluição causada, até a data de publicação do relatório pelos países desenvolvidos.

Em 1986 foi realizada a conferência de Ottawa – Carta de Ottawa, 1986 – na qual foram estabelecidas cinco condições para que se tentasse alcançar o desenvolvimento sustentável, entre elas: a manutenção da integração ecológica; a satisfação das necessidades básicas humanas; a provisão da autodeterminação social e da diversidade cultural; a integração da conservação e do desenvolvimento; e o alcance de equidade e justiça social. Para a CMMAD, as condições que procedem do conceito de desenvolvimento

sustentável estão associadas ao processo de urbanização e do crescimento da cidade e tem como finalidade o uso adequado dos recursos naturais. Em face disto, são expostos alguns objetivos: mudança de qualidade do crescimento; crescimento renovável; satisfação das necessidades essenciais por emprego, água, energia, alimento e saneamento básico; garantia de um nível sustentável da população; conservação da base de recursos; reorientação da tecnologia e do gerenciamento de risco; e reorientação das relações econômicas internacionais (CMMAD, 1988, 1991).

Postumamente, foi realizada a Assembleia das Nações Unidas, a qual aprovou a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), ocorrida em 1992 e ficou conhecida como Rio-92. A Rio-92 teve maior visibilidade graças à criação da Convenção da Biodiversidade e das Mudanças Climáticas – que posteriormente resultou na criação do Protocolo de Kyoto –, da Agenda 21 e da Declaração do Rio. Essa última segue os mesmos padrões expostos na Conferência de Estocolmo, citada anteriormente, interligando o desenvolvimento econômico com o meio ambiente, através de uma gestão consciente dos recursos naturais, sem comprometer o modelo econômico vigente.

Em decorrência desses acontecimentos, tornou-se de fácil entendimento que o desenvolvimento sustentável é composto por três aspectos: ambiental, econômico, e social. Outros autores como Ignacy Sachs, consideram ainda outras variáveis relevantes para o entendimento do DS, como: sustentabilidade ecológica e política.

# TRIPLE BOTTOM LINE

## Tripé da Sustentabilidade



Figura 1: Tripé da Sustentabilidade.

Fonte: Nicholas Gimenes (2012).

Com base nesses três aspectos apontados, chegamos ao conhecido *Triple Bottom Line* – “Tripé da Sustentabilidade”. No tripé da sustentabilidade, são expostos: o aspecto ambiental, que tem como base a produção e o consumo de tal forma, que possa garantir que os ecossistemas não sofram problemas quanto a sua capacidade de resiliência; o aspecto econômico, que assume a denominada ecoeficiência, a qual incentiva a inovação tecnológica para tentar mitigar alguns dos problemas ambientais e ampliar a desmaterialização da economia; e o último aspecto, o social, o qual supõe que a população de uma determinada sociedade tenha o mínimo necessário para uma condição de vida aceitável, buscando erradicar a desigualdade social. Segundo Nascimento, existem diversas definições desses três aspectos, mas essas apontadas são as mais recorrentes e de simples entendimento. Não podemos esquecer que, assim como é apontado por Ignacy Sachs e outros autores, outros aspectos para a definição do DS devem ser levados em consideração, em especial a cultura. Apesar de não ser citada como base do “tripé”, a cultura é importante em qualquer sociedade quando relacionada ao meio ambiente, pois é ela quem dita o comportamento da população. O Brasil

sofre com questões ambientais, muitas das vezes, por falta de instrução da população que não tem conhecimento do quão impactante pode ser sua ação. Deste modo, quando se trata de questões ambientais é necessário que se tenha uma mudança, não repentina, e sim gradativa, nos padrões de consumo, no estilo de vida e na educação ambiental.

Retomando os conceitos de DS e sustentabilidade, temos uma definição de Clovis Cavalcanti, em que sustentabilidade “significa a possibilidade de se obterem continuamente condições iguais ou superiores de vida para um grupo de pessoas e seus sucessores em dado ecossistema” (Cavalcanti, 2003). Analisando essa definição proposta por Cavalcanti, vemos que se assemelha do que foi exposto por Gro Harlem Brundtland em seu relatório. Como já foi mencionado, para Sachs, o “*Triple Bottom Line*” – Tripé da Sustentabilidade – possui cinco vertentes da sustentabilidade, que são: a “sustentabilidade ecológica, refere-se a física do processo de crescimento e tem como objetivo a manutenção de estoques dos recursos naturais, incorporados as atividades produtivas; a sustentabilidade ambiental, que refere-se à manutenção da capacidade de sustentação dos ecossistemas, o que implica a capacidade de absorção e recomposição dos ecossistemas em face as agressões antrópicas; sustentabilidade social, que refere-se ao desenvolvimento e tem por algum objetivo a melhoria da qualidade da vida da população. Para caso de países com problemas de desigualdade e de inclusão social, implica a adoção de políticas distributivas e a universalização de atendimento a questões como saúde, educação, habilitação e seguridade social; sustentabilidade política, refere-se ao processo de construção da cidadania para garantir a incorporação plena dos indivíduos ao processo de desenvolvimento; e a sustentabilidade econômica, que refere-se a uma gestão eficiente dos recursos em geral e caracteriza-se pela regularidade de fluxos do investimento público e privado. Implica a avaliação da eficiência por processos macro sociais”. (Sachs, 1993, Agenda 21 brasileira).

Barbosa (2008, p. 4) faz uma citação em seu trabalho sobre o livro de Leila Ferreira – “A questão ambiental: sustentabilidade e políticas públicas no Brasil” – referente ao padrão de vida da sociedade, em que:

“O padrão de produção e consumo que caracteriza o atual estilo de desenvolvimento tende a consolidar-se no espaço das cidades e estas se tornam cada vez mais o foco principal na definição de estratégias e políticas de desenvolvimento”.

Sendo assim, é de fundamental importância que formas alternativas sustentáveis sejam alcançadas para que possam influenciar, de forma positiva, na qualidade de vida das cidades e no processo de planejamento urbano. Para Acselrad (1999, p. 85), a sustentabilidade urbana é definida como “a capacidade das políticas urbanas se adaptarem à oferta de serviços, à qualidade e à quantidade das demandas sociais, buscando o equilíbrio entre as demandas de serviços urbanos e investimentos em estrutura”. Como o desenvolvimento sustentável possui muitos conceitos e definições, há uma em especial que se destaca pelo fato de estar relacionada às cidades, juntamente com o termo “sustentabilidade”, exposta por Barbosa (2008, p. 4, *apud* Satterthwaite, 2004) em que:

*“a resposta às necessidades humanas nas cidades como o mínimo ou nenhuma transferência dos custos da produção consumo ou lixo para outras pessoas ou ecossistemas, hoje e no futuro”.*

Assim, a participação da sociedade e a diversidade dos interesses, que a mesma possui, gera um conflito entre as políticas públicas e o desenvolvimento sustentável, mas nada que não possa ser contornado a partir da conscientização individual dos cidadãos. Como é exposto por Barbosa, “é imprescindível para a sustentabilidade urbana o uso racional dos recursos naturais, a boa forma do ambiente urbano baseado na interação clima e os recursos naturais, além das respostas às necessidades urbanas com o mínimo de transferência de dejetos e rejeitos para outros ecossistemas atuais e

futuros” (Barbosa, 2008, p. 9). Em detrimento disso, “o desenvolvimento sustentável não deve ser apresentado como um slogan político” (Barbosa, 2008, p. 10), deve ser apresentado como uma possível solução para a mitigação dos problemas ambientais encontrados atualmente na sociedade. Portanto, a sustentabilidade visa emoldurar novos meios alternativos de produção, distribuição e consumo dos recursos naturais existentes de forma mais racional, ecologicamente viável e economicamente eficaz.

Ao retratar esses problemas de padrões vividos pela sociedade relacionados ao meio ambiente, mais especificamente a utilização de recursos naturais, Nascimento (2012, p. 58) aponta que “há uma quase unanimidade hoje entre os cientistas de que os recursos naturais não serão suficientes para fornecer um modo de vida similar ao da classe média mundial a todos os novos ingressantes no mercado. No entanto, eles têm tanto direito quanto os que já participam do mercado consumidor”. Mas como podemos contornar tais problemas e a crise ambiental? Através da criatividade humana, muitas formas alternativas foram criadas e podem ser inventadas quando se tratam dos recursos finitos utilizados pelo homem. Temos como exemplo a água, sobre a qual poucos são os estudos apresentados, relacionando o aproveitamento de águas pluviais e cidades sustentáveis. Na maioria das vezes, os estudos são feitos com base em outras necessidades como a dessalinização das águas do mar para consumo humano. Não podemos esquecer que, atualmente, existem diversos sistemas de captação de águas pluviais para diferentes finalidades, sejam elas para aproveitamento de consumo humano, ou não.

### **3 – A viabilidade de implantação do sistema de captação pluvial em Brasília – DF.**

#### **3.1 – Apresentação de dados.**

Primeiramente, serão apresentados dados sobre a população e o consumo de água presente nas residências de Brasília e que serão utilizados como base para a implantação do sistema de captação na Asa Norte.

Segundo Ferreira C., diretor Superintendente de Atendimento Comercial (CAC) da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB), “Em Brasília o consumo médio por habitante é de 190 litros de água por dia, o que resulta em um consumo mensal de 6m<sup>3</sup> por habitante”. De acordo com a ONU, cada pessoa necessita de 110 litros por dia para atender as necessidades de consumo e higiene. A Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP, 2010) afirma que, “no Brasil, o consumo por pessoa pode chegar a mais de 200 litros/dia”. A estimativa da SABESP (2010) é de que 54 litros (27%) vão para cozinhar e beber, 50 litros (25%) para tomar banho e escovar os dentes, 66 litros (33%) para descarga de banheiro, 24 litros (12%) para lavagem de roupa e 6 litros (3%) para outras tarefas como lavagem de carro, por exemplo. Segundo dados da CAESB, Brasília (Plano Piloto), consome cerca de 2.757.890m<sup>3</sup> por mês e que o consumo por habitante é de 13,81m<sup>3</sup>/mês.

Devido ao alto consumo de água em Brasília, os recorrentes transtornos hídricos urbanos e a ausência de sistemas captação pluvial, este capítulo traz um estudo da viabilidade técnica e econômica da implantação de um sistema em um prédio residencial do bairro Asa Norte, mais especificamente na Superquadra 111 Norte. Não há nenhum estudo realizado que comprove a frequência dos alagamentos nessa região, portanto, tal quadra foi selecionada em decorrência de matérias e reportagens que mostram a dificuldade que a população sofre quando há uma chuva anormal.

Primeiramente é necessário que se tenha uma noção do período chuvoso em Brasília. Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Brasília apresenta um regime de precipitação bem definido, sendo que a estação chuvosa tem início em Outubro e estende-se até Março e a estação

seca ocorre no restante do ano (Abril a Setembro). Ainda segundo o INPE, “a estação chuvosa é causada pelo forte aquecimento da atmosfera na Amazônia, que favorece o desenvolvimento de um sistema quase estacionário em altos níveis, a Alta Bolívia. Como resultado dessa circulação, observa-se nos baixos níveis uma região de baixa pressão e a convergência de ar são os principais fatores que provocam a precipitação neste período, responsável por 70% do total médio anual”. A partir desses elementos apresentados pelo INPE e com base nos dados, os quais foram obtidos da estação meteorológica de Brasília localizada na Latitude (°) -15,8; Longitude (°)-47,9 temos a precipitação de Brasília dada mês a mês. Os dados partem de Janeiro de 2006 e vão até Outubro de 2015. É importante frisar que, os dados foram formulados a partir da precipitação acumulada, para tornar mais fácil de calcular a média.

**Tabela 01: Dados de Precipitação**

Ano/Mês	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média Mensal
2006	123,2	191,4	258	141,7	35,1	0,9	0,1	52,8	40,3	526,4	195,6	182,1	145,63
2007	260,9	265,9	35,7	50,1	7,5	0	0	0	0	53,5	224,9	275	97,79
2008	201	242,5	234,6	210,9	0	0	0	2,7	80	38,7	271	322,6	133,7
2009	202,8	134,7	81	375,9	61,2	9,3	0	72,5	50,5	295,8	199,1	307,8	149,2
2010	121,1	36,8	249,4	238,8	27,5	0	0	0	0	34,9	254,7	318	106,8
2011	126,8	172,4	243,3	69,6	13,9	3,8	0	0	7	263,9	333,8	470,4	142,1
2012	269,9	114,9	198,2	121,3	44,4	2,4	0,2	0	33,3	109,8	444,6	142,8	123,5
2013	491,8	189,3	190,3	95,4	22,2	6,2	0,3	0	65,9	106,9	271,1	352,5	149,3
2014	153,1	139,2	340,2	249,3	2,8	10	7,9	0	16,2	201,4	192	366,7	139,9
2015	93,9	129,7	345,6	207,6	49,9	0	0,8	0	21,8	69,4	S/D	S/D	91,87
Média para cada mês	204,45	161,68	217,63	176,06	26,45	3,26	0,93	12,8	31,5	170,07	265,2	304,21	127,97

Tabela contendo os dados de chuva acumulada mês a mês em milímetros (mm)

\*Fonte: INPE 2015.

Obs 1\*- S/D - são dados que não foram coletados devido pois o trabalho foi realizado antes desses meses.

Obs2\*- Média calculada com os dados obtidos, no caso os meses de novembro e dezembro de 2015 não entram no cálculo, pois ainda não existiam os dados.

Temos também, a partir do estudo realizado por Brino (Brasília: Superquadras Residenciais), os dimensionamentos dos prédios e a quantidade de apartamentos por pavimentos, conforme as tabelas a seguir.

**Tabela 02: Dimensionamento dos Blocos.**

A SUPERQUADRA			% AE	%AT
<b>Área de Projeção por Bloco.</b>	Área Total = 11.760m <sup>2</sup> Número total de Blocos = 11	1.069m <sup>2</sup>	1,85	1,36
<b>Área Construída por bloco (sem pilotis e subsolo).</b>	Pavimentos = 6 Área do Pavimento = 1.069m <sup>2</sup>	6.414m <sup>2</sup>	11,13	8,18
<b>Área Construída por superquadras (sem pilotis e subsolo).</b>	Prédio = 11 Área por Prédio = 6.4141m <sup>2</sup>	70.554m <sup>2</sup>	89,99	122,5

\* AE - Área Aedificandi e AT - Área Total.

**Tabela 03: Dimensionamento da População.**

A POPULAÇÃO			(5 Pessoas / apart.)
6 apartamentos por pavimento.	36 apartamentos por bloco.	396 apartamentos por superquadra.	1.980 pessoas por superquadra.
8 apartamentos por pavimento.	48 apartamentos por bloco.	528 apartamentos por superquadra.	2.640 pessoas por superquadra.
10 apartamentos por pavimento.	60 apartamentos por bloco.	660 apartamentos por superquadra.	3.300 pessoas por superquadra.
12 apartamentos por pavimento.	72 apartamentos por bloco.	792 apartamentos por superquadra.	3.960 pessoas por superquadra.

Cálculo para as faixas 100, 200 e 300 (seis pavimentos).

\* Fonte: SUDUR

O estudo apresentado por Brino (Brasília: Superquadras Residenciais) considera uma família composta por cinco pessoas para cada apartamento, nesse caso iremos desconsiderar essa informação e basearmos nos dados apresentados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Nos dados do IBGE (Censo Demográfico, 2010) constam que a média de moradores em domicílios particulares ocupados é de 3,3 moradores.

Partindo dos elementos de precipitação, área de projeção por bloco, média de moradores por apartamento, total de apartamentos de um prédio e

consumo médio de água/dia por habitante podemos dar início as formas de captação e armazenamento de águas pluviais.

### **3.2 – Águas pluviais e águas cinzas.**

Mas porque focar em aproveitamento de águas pluviais? Segundo Rapoport (2004, p. 1), “o aumento populacional acompanhado pelas mudanças climáticas globais vem contribuindo para o aumento na demanda por recursos hídricos”. Ainda expõe que, “embora a água seja um recurso renovável, ela tende a se deteriorar em função do seu uso indiscriminado o que compromete conseqüentemente a quantidade de água com qualidade disponível para o consumo nas diversas localidades” (Rapoport, 2004, p. 1).

Um fato importante abordado por Rapoport (2004, p.1) é que “a quantidade de água disponível é sempre a mesma já que está sempre sendo renovada através do ciclo hidrológico. Entretanto a água de qualidade para consumo está se tornando rara”. A título de esclarecimento “sabe-se que o ciclo hidrológico se constitui basicamente do transporte de massas d’água do oceano para atmosfera por evaporação e da atmosfera através de precipitações, escoamentos superficiais e subterrâneos para os oceanos influenciando diretamente a distribuição e extensão dos corpos d’água continentais” (Rapoport 2004, p. 1). Sendo assim, a interferência humana tem causado alterações no ciclo hidrológico em diversas regiões. Esse assunto será melhor abordado mais adiante, pois o uso do sistema de captação pode influenciar no ciclo hidrológico negativamente, mas utilizado da forma adequada pode continuar mantendo o ciclo equilibrado.

Além do uso indevido da água e de sua escassez Lima e Machado (2008, p. 13) apontam que “outro fator importante é o aumento de inundações e enchentes devido ao escoamento superficial da água de chuva e da impermeabilização do solo”. Portanto, a captação de águas pluviais pode contribuir para a redução dos transtornos hídricos urbanos e ao mesmo tempo reduzir a demanda por água potável da companhia de distribuição local.

Segundo Amorim e Pereira (2008, p. 54), “uma das soluções em estudo para aumentar a oferta de água para as edificações é o aproveitamento da

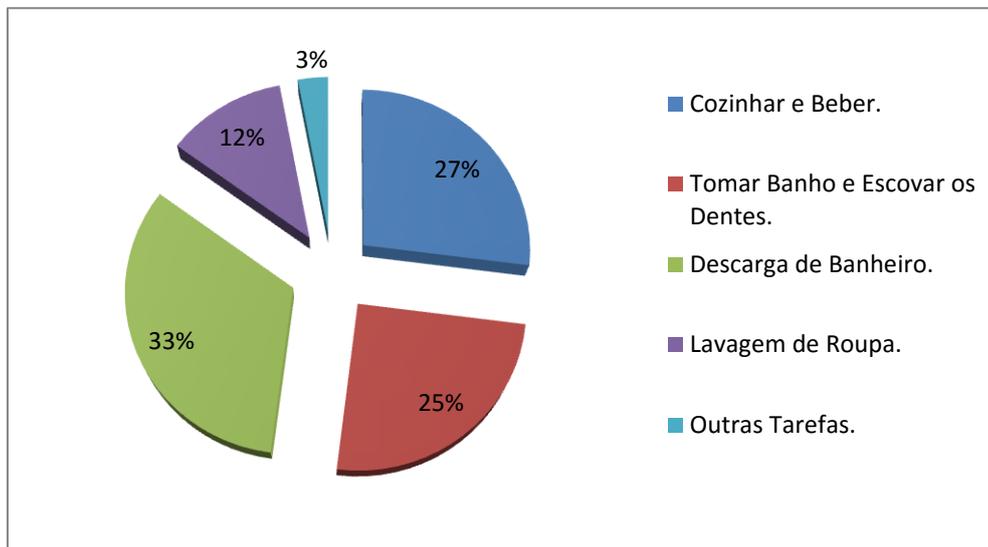
água pluvial. Esta apresenta uma boa alternativa, visto que, além de reduzir o consumo de água potável, ainda surge como uma ação no combate às enchentes, funcionando como uma medida não-estrutural do sistema de drenagem urbana”. Mas o que é necessário para formar um sistema de captação adequado e funcional? Amorim e Pereira (2008, p. 54) apresentam que “os sistemas de aproveitamento de água pluvial são formados basicamente pela área de captação (geralmente coberturas), os componentes de transporte (calhas e condutores verticais) e o reservatório”. Cabe ressaltar que para esse estudo a captação das águas pluviais será destinada apenas para a utilização em “águas cinzas”. Neste sentido o reuso das águas cinzas, que são as águas provenientes de todas as atividades domésticas com exceção de fontes de águas negras tais como sanitários bidês e urinol, vem sendo estudadas com vista ao reuso tanto em irrigação como em sanitários (Rapoport 2004, p. 8).

Retomando os dados apresentados pela SABESP (2010), temos a tabela 04, a qual apresenta os dados de consumo doméstico e em sequência o gráfico 01, que demonstram que se analisarmos as quantidades de água utilizada no consumo doméstico teremos uma base para o tamanho do reservatório. E posteriormente a tabela 05 mostra em que situações se podem reutilizar as águas pluviais.

**Tabela 04: Consumo doméstico de água.**

	Litros
Cozinhar e Beber.	54
Tomar Banho e Escovar os Dentes.	50
Descarga de Banheiro.	66
Lavagem de Roupa.	24
Outras Tarefas.	6
Total =	200

\* Fonte: SABESP (2010).

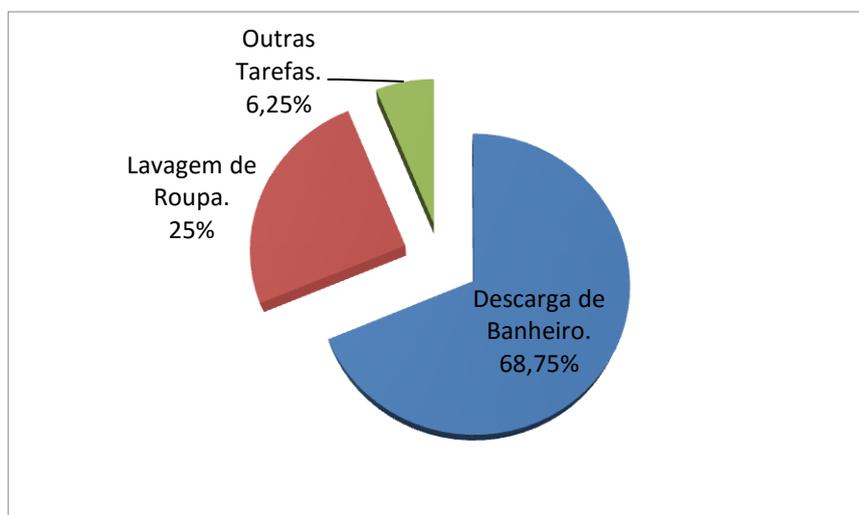


**Gráfico 01: Consumo Doméstico de Água.**

**Tabela 05: Percentual para reutilização de águas pluviais.**

		Porcentagem (%)
Descarga de Banheiro.	66	68,75
Lavagem de Roupa.	24	25
Outras Tarefas.	6	6,25
Total =	96	100%

\*Fonte: SABESP(2010).



**Gráfico 02: Percentual para Reutilização de Águas Pluviais.**

### **3.3 – Métodos de Dimensionamento do Reservatório.**

Amorim e Pereira (2008, p. 54, Soares *et al.* 2000, *apud* May 2004) apresentam que existem quatro grupos principais para o dimensionamento do reservatório:

- (a) Métodos determinísticos: os dados referentes à precipitação pluviométrica e à demanda são analisados pela curva de massa;
- (b) Métodos aproximados: baseados em relações empíricas conhecidas;
- (c) Métodos de modelação: são também conhecidos como métodos de transição probabilística da matriz; e
- (d) Métodos de análise de sistemas: sendo linear, não linear ou programação dinâmica.

Dentro desses grupos de dimensionamento temos os diversos métodos: método de Rippl que consiste na determinação do volume com base na área de captação, que é subdividido em método analítico e método gráfico; método de consideração dos períodos de dias consecutivos sem chuva que necessita da observação dos registros pluviométricos para identificar os maiores períodos de dias consecutivos sem chuvas e sua taxa de repetição; método de análise de simulação de um reservatório com capacidade suposta que consiste basicamente na fixação de um volume para o reservatório e na verificação do percentual de consumo que será atendido; método prático brasileiro; método prático alemão; método prático inglês; e o método prático australiano (Amorim e Pereira, 2008 p. 55-58).

### **3.4 – Análise de caso para um prédio da Superquadra 111 Norte.**

A partir dos dados já apresentados, temos que o objeto de estudo é um prédio residencial localizado na Superquadra 111 Norte que possui uma área de projeção de 1.069m<sup>2</sup>, com seis (6) pavimentos constituindo uma área construída de 6.414m<sup>2</sup>, apresentando seis (6) apartamentos por pavimento e conseqüentemente trinta e seis (36) apartamentos no total (Brino, Brasília: Superquadras Residenciais). O prédio contém 3,3 habitantes por apartamento (IBGE, 2010) que consomem em média cerca de 190 litros de água/dia resultando em um consumo mensal de aproximadamente 6m<sup>3</sup> por pessoa

(CAESB), mas como a água captada da chuva será utilizada apenas para suprir a demanda de água cinza temos 66 litros para descarga de vasos sanitários.

Temos então que a demanda por água por habitante nesse edifício é dada por:

$$\text{Demanda por morador} = 66L = 66L/\text{Dia}$$

$$\text{Demanda por apartamento} = 3,3p \times 66L \sim 217 L/\text{Dia}$$

$$\text{Demanda por prédio} = (3,3p \times 66L) \times 36 \sim 7.840L/\text{Dia}$$

$$\text{Demanda mensal por prédio} = \frac{7.840L}{\text{dia}} \times 30\text{Dias} = 235.224L$$

\*Legenda: L = Litros; p = Pessoas.

Para facilitar nos cálculos ao aplica-los para o reservatório e para o sistema de captação é necessário realizar a conversão de litros para m<sup>3</sup> (metros cúbicos). Sendo assim: 66L = 0,066m<sup>3</sup>; 217L = 0,217m<sup>3</sup>; 7.840L = 7,840m<sup>3</sup>; e 235.224L = 235,224m<sup>3</sup>.

Será utilizado o ano de 2014 para os dados de precipitação da estação meteorológica de Brasília localizada na Latitude (°) -15,8; Longitude (°)-47,9 fornecidos pela professora Rafaela Lisboa, durante o período chuvoso. O ano de 2014 apresenta registros jornalísticos de alagamento nos meses de Fevereiro, com precipitação de 139,2 m<sup>3</sup>; Março, com precipitação de 340,2m<sup>3</sup>; e Dezembro, com precipitação de 366,7m<sup>3</sup>. Importante ressaltar que o setor Noroeste de Brasília foi construído em 2011 (site G1), o que aumentou a área de solo impermeabilizado e a redução no escoamento superficial da água, ocasionando em um aumento nas enchentes e alagamentos na Asa Norte.

Segundo Amorim e Pereira (2008, p.57), um dos métodos a ser utilizado para poder saber o volume de água aproveitável e conseqüentemente o volume de água do reservatório. Trata-se de um método empírico apresentado na NBR 15527/2007. O volume de água do reservatório V, expresso em L, é exposto a seguir.

*Método Prático Brasileiro:*

$$V = 0,042 \times P \times A \times T$$

Em que, “V” representa o volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório (L); “P” a precipitação média mensal (mm); “A” a área de coleta em projeção; “T” número de meses de pouca chuva ou seca; e “0,042” é um coeficiente estipulado.

Portanto, segundo Fontanela (2010, p. 25) para estipular o volume do reservatório temos que calcular 4,2% do produto entre o volume de chuva coletada pelo telhado e o número de meses com pouca chuva ou seca.

Atribuindo valores do ano de 2014, temos que:

$$V = 0,042 \times 139,9mm \times 1.069 \times 5$$
$$V \sim 31.406L \text{ ou } 31,406m^3$$

Ressaltando que esse valor obtido é uma estimativa do tamanho do reservatório e que pode haver um reservatório de maior capacidade.

De forma comparativa é de bom senso que se faça outro cálculo com um método alternativo.

Amorim e Pereira (2008, p.56) expõem que existe um método de análise de simulação do reservatório com capacidade suposta o qual consiste basicamente na fixação de um volume para o reservatório e na verificação de consumo que será atendido. Sendo assim, “o primeiro passo para a aplicação desse método é adotar alguns valores possíveis para o volume, com base na estimativa do consumo mensal de água não potável” (Amorim e Pereira, 2008, p.57). Portanto partindo do ponto que o prédio consome cerca de 235.000L devemos calcular uma base que possa ser favorável economicamente:

*Método de Simulação do Reservatório:*

$$235.224L \rightarrow 100\%$$

$$V \rightarrow 30\%$$

$$V \sim 70.000L \text{ ou } 70m^3$$

Também há outra alternativa apresentada por L. Pereira (Viabilidade Econômico/Ambiental, p. 18):

$$Vac = AT \times PPMA *$$
$$Vac = 1069m^2 \times 1,399m^3 = 1495,531m^3/ano$$

Equação a qual “Vac” corresponde ao volume de água captado, “AT” área do telhado e “PPMA” é a precipitação pluviométrica média mensal.

Porém, o resultado obtido é para os 12 meses do ano e como foi visto no ano de 2014 temos 7 meses com chuva, portanto:

$$Vac = \frac{Total \frac{m^3}{ano}}{7 \text{ meses}} *$$
$$Vac = \frac{1495,531m^3/ano}{7} = 213,64m^3 \text{ ou } 213.640L$$

\*dados somente seriam válidos se a precipitação fosse uniforme durante os 7 meses de chuva.

### 3.4.1 – Análise de caso para a Superquadra 111 Norte.

Retomando a tabela 02, temos que a quadra apresenta 11 prédios aproximadamente que variam o número de apartamentos por pavimentos e conseqüentemente o número de moradores, mas os edifícios continuam tendo uma área de 1.069m<sup>2</sup> gerando um uma área total de 70.554m<sup>2</sup>, mas teremos como base os cálculos feitos para o prédio selecionado no item **3.4**.

Realizando um cálculo básico tem-se como estimativa de armazenamento para esta quadra o seguinte:

*Método Prático Brasileiro:*

$$V \sim 31.406L \text{ ou } 31,406m^3$$

$$11 \text{ Prédios} \times 31.406L = 345.466L \text{ ou } 345,466m^3$$

*Método de Simulação do Reservatório:*

$$V \sim 70.000L \text{ ou } 70m^3$$

$$11 \text{ Prédios} \times 70.000L = 770.000$$

*Volume de água captado \*:*

$$Vac = 213,64m^3 \text{ ou } 213.640L$$
$$11 \text{ Prédios} \times 213.640L = 2.350.040L \text{ ou } 2350,04m^3$$

\*dados somente seriam válidos se a precipitação fosse uniforme durante os 7 meses de chuva.

*Demanda total da quadra com descarga de banheiro:*

$$11 \text{ Prédios} \times 235.224L = 2.587.464L \text{ ou } 2587,464m^3$$

Segundo Brino (Brasília: Superquadras Residenciais), temos que as dimensões máximas de uma superquadra são de 280x280m, resultando numa área de 78.400m<sup>2</sup> que é denominado de Área Total (AT). A partir disso, foi definido que deveria existir uma faixa externa de 20m, denominada de *non aedificandi*, que foi destinada ao plantio de uma “massa vegetal” de grande porte, e no interior da quadra encontra-se a área *aedificandi*, a qual possui 240x240m e uma área de 57.600m<sup>2</sup>. Realizando uma subtração da Área total pela Área *aedificandi* obtêm-se que a área *non aedificandi* é de 20.800m<sup>2</sup> que corresponde a 26,5% da área total.

Com base nessas informações é necessário atentar-se ao detalhe de que uma parte da precipitação cai no solo e outra parte nos telhados dos prédios. Sendo assim, parte da chuva pode ser aproveitada pelo sistema de captação enquanto outra parte chega ao solo sem uma interferência direta no ciclo hidrológico.

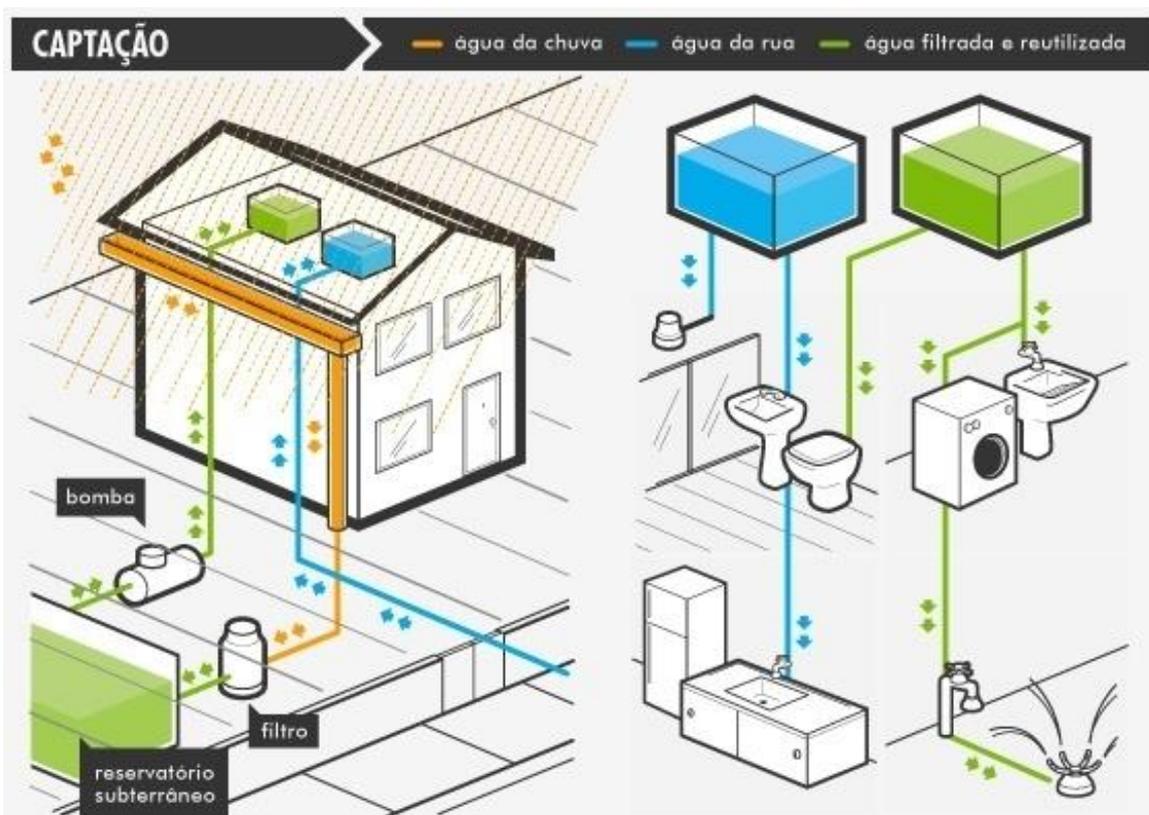
### **3.5 – Funcionamento do sistema de captação.**

É importante frisar que o sistema de aproveitamento de águas pluviais é regido pela norma **NBR 15527** (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2007), norma a qual faz algumas considerações importantes para implantação e correto funcionamento do sistema de captação. Alguns destes são:

- 4.3.5 – O volume dos reservatórios deve ser dimensionado com base em critérios técnicos, econômicos e ambientais, levando em conta as boas práticas da engenharia, podendo, a critério do projetista, ser utilizados os métodos contidos no Anexo A ou outro, desde que devidamente justificado.

- Item 4.3.6 – Os reservatórios devem ser limpos e desinfetados com solução de hipoclorito de sódio, no mínimo uma vez por ano, de acordo com a ABNT NBR 5626.
- Item 4.4.2 – As tubulações e demais componentes devem ser claramente diferenciados das tubulações de água potável.
- Item 4.4.3 – O sistema de distribuição de chuva deve ser independente do sistema de água potável, não permitindo a conexão cruzada de acordo com a ABNT NBR 5626.
- Item 4.4.4 – Os pontos de consumo como, por exemplo, uma torneira de jardim, devem ser de uso restrito e identificados com placa de advertência com a seguinte inscrição “água não potável” e identificação gráfica.
- Item 4.4.5 – Os reservatórios de água de distribuição de água potável e de água da chuva devem ser separados.
- Item 4.6.1 – Quando necessário o bombeamento, este deve atender à ABNT NBR 12214.
- Deve-se realizar manutenção em todo o sistema de aproveitamento de água de chuva.

Para maiores esclarecimentos, “o funcionamento de um sistema de coleta e aproveitamento de água pluvial consiste de maneira geral, na captação da água da chuva que cai sobre os telhados ou lajes da edificação. A água é



conduzida até o local de armazenamento através de calhas, condutores horizontais e verticais, passando por equipamentos de filtragem e descarte de impurezas. Após passar pelo filtro, a água é armazenada geralmente em reservatório enterrado (cisterna), e bombeada a um segundo reservatório (elevado), do qual as tubulações específicas de água pluvial irão distribuí-la para o consumo não potável” (Carvalho, 2010 p. 27 e 28). Conforme ilustra a imagem a seguir.

Figura 02: Funcionamento de um Sistema de Captação.

Fonte: Adão D. Padini (2013).

De forma mais simplificada, podemos ver a representação no fluxograma a seguir.

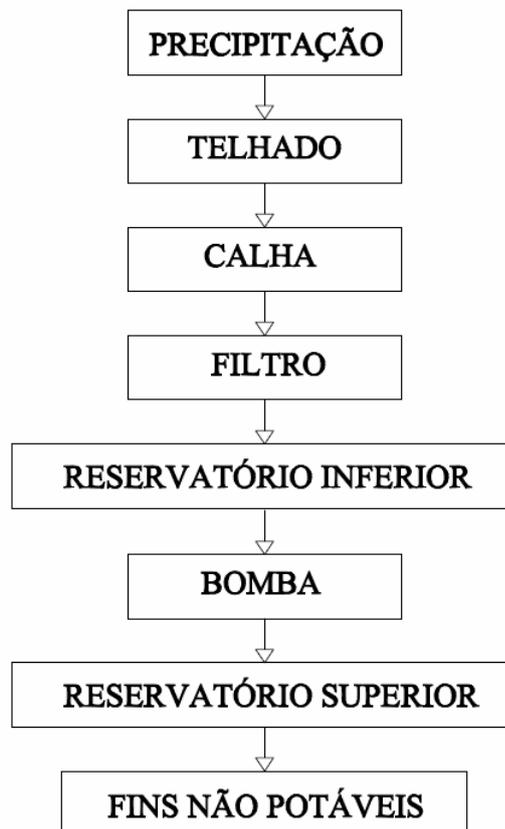


Figura 03: Fluxograma do Sistema de Captação.

Fonte: Leandro Roncato Pereira.

### 3.5.1 – Dificuldades para implantação do sistema.

Tal sistema apresenta como dificuldade o local onde seriam instaladas as cisternas, uma vez que geraria um peso sobre o telhado. Dessa forma o sistema seria instalado no jardim cobrando um custo adicional.

### 3.5.2 – Custo de implantação do sistema de captação fechado em um prédio.

Na implantação desse sistema os materiais utilizados terão como base o método prático brasileiro, e para aumentar a eficiência do sistema o volume de 31.406L será arredondado para 35.000L.

Os valores de alguns dos materiais apresentados a seguir seguem os dos apresentados no trabalho de L. Pereira (Viabilidade Econômico/Ambiental, p. 18), apenas o valor da caixa d'água de 10.000L foi obtido através de pesquisas em lojas de construção, e assim utilizando a de menor valor. Também devemos considerar que a bomba consome energia ao bombear água para o prédio (CEB), portanto os valores seguem conforme a tabela a seguir:

**Tabela 06: Preço dos Produtos do Sistema de Captação sem Fluxo.**

Produto	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Cx. D'água 10.000L	3	4.960,90	14.882,70
Cx. D'água 5.000L	1	1.080,00	1.080,00
Bóia Elétrica	1	27,50	27,50
Bóia Comum	1	12,20	12,20
Registro de Gaveta	1	34,90	34,90
Bomba Anauger	1	230,00	230,00
Filtro 3P VF1	1	220,00	220,00
Tubulações	*	70,00	70,00
Disjuntor	1	13,10	13,10
Escavação	M <sup>3</sup>	36,66	1.283,10
Mão de Obra	1	585,74	585,74
Energia	**	0,54	0,54
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>7.271,54</b>	<b>18.439,78</b>

\* Observação: Pelo fato desse estudo se tratar de um modelo de implantação, o custo das tubulações vai variar de acordo com a demanda necessitada pelo prédio, portanto podendo variar de acordo com o projeto implantado. Para este estudo será adotado o valor de R\$ 70,00.

\*\* Observação: Pelo fato desse trabalho tratar-se de um modelo de implantação, o custo da energia pode variar de acordo com a demanda necessitada pelo prédio, portanto podendo variar de acordo com o uso da bomba. Para este estudo será adotado o valor de R\$ 0,54, que é o valor do kWh cobrado pela CEB.

Segundo Saravy (2010, p. 46) há também um custo para manutenção do sistema, conforme a tabela a seguir:

**Tabela 07: Preço de Manutenção do Sistema de Captação.**

Componente	Frequência da Manutenção	Custo da Manutenção
Calhas e Condutores	Semestral	R\$ 130,00
Reservatório	Limpeza e Desinfecção Anual	R\$ 200,00

Com esses dados podemos ver o valor total final a ser pago pelo sistema de captação, que é de R\$ 18.899,78.

### **3.6 – Taxas e valores cobrados para utilização de água.**

Segundo a Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB), quando várias residências são atendidas por uma única ligação de água é aplicado o conceito de consumo. “Para exemplificar podemos citar um prédio residencial, onde, cada apartamento corresponde a uma unidade de consumo” (CAESB). Contudo, o cálculo de gastos será realizado primeiro em um apartamento e posteriormente multiplicado pelo total de apartamentos do prédio, uma vez que os prédios residências da Asa Norte pagam a conta de água através do condomínio. O prédio

desse estudo apresenta um hidrômetro que mede o consumo de água para o todo o prédio.

É de suma importância destacar também que há uma taxa de esgoto que é cobrada pela CAESB, conseqüentemente, “o valor da tarifa de esgotos corresponde a 100% do valor da tarifa de água, exceto quando se tratar de coleta do tipo condominial, que equivale a 60% do valor da tarifa de água” (CAESB).

Deste modo, a CAESB utiliza tarifas para diversas categorias de moradia e comércio e neste estudo será aplicada a tarifa de “residencial normal” em concordância com a tabela a seguir:

**Tabela 08: Valor da Tarifa Cobrado pela CAESB.**

		TABELA DE TARIFA - VIGÊNCIA DE 01/01/2016 À 31/05/2016				
		TARIFA MENSAL				
RESIDENCIAL NORMAL						
Faixa m3		Vol. Faixa	Alíquota (R\$) Preço p/ m3	Fator de Correção(R\$)	Da Faixa (R\$)	Acumulado (R\$)
1	0 a 10	10	2,65	0,00	26,50	26,50
2	11 a 15	5	4,92	22,70	24,60	51,10
3	16 a 25	10	6,28	43,10	62,80	113,90
4	26 a 35	10	10,15	139,85	101,50	215,40
5	36 a 50	15	11,20	176,60	168,00	383,40
6	> 50		12,27	230,10		-

Para melhor compreensão do cálculo que a CAESB faz, temos uma conta do condomínio do prédio da Superquadra 111 Norte:

HIDRÔMETRO		CATEGORIA	IMÓVEL	UNIDADE DE CONSUMO	DATA PRÓXIMA LEITURA				
		RESIDENCIAL		39	16/12/2015				
LEITURA ANTERIOR		LEITURA ATUAL		MEDIDO					
DATA	LEITURA	DATA	LEITURA						
19/10/2015	20976	17/11/2015	21950	974					
CONSUMOS FATURADOS EM	10/15	09/15	08/15	07/15	06/15	05/15	CONSUMO FATURADO		
	1053	1058	1194	1090	1394	985	MEDIDO	974	
CONSUMOS FATURADOS EM	04/15	03/15	02/15	01/15	12/14	11/14	FAIXA PREVISTA DE CONSUMO		
	909	742	984	909	941	984	MÍNIMO	MEDIO	MAXIMO
							496	992	1388
FAIXAS DE CONSUMO (M3)	VOL. POR UNID. CONS. (M3)	NÚMERO DE UNID. CONSUMO	VOLUME TOTAL (M3)	PREÇO (M3) R\$	SUB TOTAL R\$				
0	10	10	39	390	2,58	1.006,20			
11	15	5	39	195	4,79	934,05			
16	25	39	389	6,12	2.360,68				
TARIFA DE AGUA						4.320,93			
TARIFA DE ESGOTO 100%						4.320,93			
<b>TOTAL A PAGAR</b>						<b>8.641,86</b>			

Figura 04: Conta Discriminada do Condomínio.

Fonte: Condomínio do Prédio.

O cálculo feito pela CAESB consiste primeiramente em saber a demanda de água gasta, em metros cúbicos, por Unidade de Consumo – apartamento – para saber qual faixa “m<sup>3</sup>” é aplicada. Após saber qual a faixa “m<sup>3</sup>” que se enquadra é atribuído o volume por UC (em m<sup>3</sup>), em sequência multiplica-se o volume por UC, ou volume da faixa, pelo número de UC’s correspondente para se obter o volume total gasto (em m<sup>3</sup>). Tendo o volume total gasto basta multiplicar pelo preço corresponde à faixa a qual se encaixa o consumo, e assim obtendo o valor total a pagar. A partir do momento que se tem o valor total a pagar é necessário acrescentar 100% do valor para cobrir a tarifa de esgoto, conforme a figura.

Partindo desses dados podemos calcular por apartamento quanto é cobrado pela CAESB a partir dos dados apresentados no capítulo 3.4:

$$\text{Demanda por apartamento} = 3,3p \times 66L \sim 217 \frac{L}{\text{Dia}}$$

$$\text{Demanda por apartamento ao mês} = 217L/\text{dia} \times 30\text{Dias} = 6.510L \text{ ou } 6,510m^3$$

Com base nesses dados, temos que calcular o volume total, de descarga em sanitários, que o prédio consome com a seguinte fórmula:

$$VT = VF \times N^{\circ} \text{ de UC's}$$
$$VT = 10m^3 \times 36 = 360m^3$$

Em que “VT” corresponde ao volume total do prédio; “VF” ao volume da faixa, que é estipulado pela CAESB; e “UC’s” são as unidades de consumo que é correlato ao número de apartamentos existente.

Portanto o total a se pagar em um mês é calculado da seguinte forma:

$$\text{Total a Pagar (Prédio)} = VT \times \text{Tarifa de água} + \text{Tarifa de esgoto}$$

$$\text{Total a Pagar (Prédio)} = 360m^3 \times R\$ 2,65 + \text{Tarifa de esgoto}$$

$$\text{Total a Pagar (Prédio)} = R\$ 954 + R\$ 954 = R\$ 1908.$$

Em 7 meses seriam pagos em descarga:

$$\text{Total a Pagar (Prédio)} = R\$ 1908 \times 7 \text{ Meses} = R\$ 13.356.$$

### **3.7 – Cálculos de economia e retorno de investimento para um sistema fechado.**

Conforme exposto por L. Pereira (Viabilidade Econômico/Ambiental, p. 15), “para o cálculo da economia da taxa de água multiplica-se o valor do m<sup>3</sup> (valor cobrado por m<sup>3</sup> do responsável pelo fornecimento de água na cidade [...]) pelo volume captado, e então obtêm-se o valor economizado por ano na taxa de água”. Recapitulando que para esse estudo será utilizado o método prático brasileiro, devido aos meses de seca ou pouca chuva.

Sendo assim:

$$\text{Economia da taxa de água} = \text{Valor do m}^3 \times \text{Volume captado}$$

$$\text{Economia da taxa de água} = R\$ 2,65 \times 31,406m^3$$

$$\text{Economia da taxa de água} = \text{R\$ } 83,22.$$

Essa economia de R\$ 83,22 é para um mês de chuva para o prédio todo, sendo assim para os 7 meses de chuva tem-se:

$$\text{Economia de taxa de água (Prédio)} = \text{R\$ } 83,22 \times 7 \text{ meses} = \text{R\$ } 582,54.$$

Ainda segundo L. Pereira (Viabilidade Econômico/Ambiental, p. 16), para o cálculo da economia referente ao esgoto é necessário multiplicar o valor do m<sup>3</sup> pelo volume captado e por 0,8, uma vez que considera-se 20% de perda, ou seja, para cada 1 litro de água que chega na residência é cobrado 0,8 litros para o tratamento do esgoto.

Portanto, tem-se:

$$\text{Economia da taxa de água} = \text{Valor do m}^3 \times \text{Volume captado} \times 0,8$$

$$\text{Economia da taxa de esgoto} = \text{R\$ } 2,65 \times 31,406 \text{m}^3 \times 0,8$$

$$\text{Economia da taxa de água} = \text{R\$ } 66,58.$$

Esse valor encontrado de R\$ 66,58 corresponde a um mês de chuva para o prédio, sendo assim o total economizado pelo prédio em 7 meses é de:

$$\text{Economia de taxa de água (Prédio)} = \text{R\$ } 66,58 \times 7 \text{ meses} = \text{R\$ } 466,06.$$

“Para o cálculo do retorno do investimento divide-se o valor investido pela economia anual com a implantação do sistema de captação e reaproveitamento da água pluvial” L. Pereira (Viabilidade Econômico/Ambiental, p. 16).

Portanto para 7 meses de chuva tem-se o seguinte:

$$\text{Retorno/Investimento} = \frac{\text{Valor investido}}{\text{Economia (7meses)}}$$

$$\text{Retorno/Investimento} = \frac{\text{R\$ } 18.439,24}{\text{R\$ } 582,54 + \text{R\$ } 466,06}$$

$$\text{Retorno/Investimento} = \frac{\text{R\$ } 18.439,24}{\text{R\$ } 944,6}$$

$$\frac{\text{Retorno}}{\text{Investimento}} = 19,52 \text{ anos.}$$

### 3.8 – Cálculos de dimensionamento para um sistema com fluxo.

Os cálculos apresentados no subitem anterior são relativos a um sistema o qual não adota a possibilidade de fluxo dentro do reservatório. Quando se fala em fluxo, temos que considerar que ao mesmo tempo em que o prédio utiliza água do reservatório de água pluvial, o mesmo vai enchendo com água pluvial. Portanto, há um ciclo no qual o prédio demanda água do reservatório e o mesmo vai enchendo conforme chove no local.

Sabendo que a média mensal é de  $139,9m^3$ , é preciso multiplicar isso por 12, para se obter o quanto choveu em 2014. Sendo assim:

$$Total\ ao\ ano = 139,9mm \times 12\ meses$$

$$Total\ ao\ ano = 1.678,8mm$$

Mas como foi visto, o período chuvoso é de 7 meses, então temos:

$$Precipitação\ para\ 7\ meses = 1.678,8mm \div 7 = 239,8mm$$

Com isso, é necessário realizar o cálculo da média de captação de água por mês para a área de  $1069m^2$ :

$$Media\ de\ Captação = 239,8mm \times 1069m^2$$

$$Média\ de\ Captação = 256.346L\ ou\ 256,346m^3$$

Ao considerar o valor obtido temos que realizar o quanto seria captado diariamente:

$$Média\ diária = 256,346m^3 \div 30\ dias = 8,5m^3/dia$$

A partir desses cálculos podemos realizar a seguinte comparação. O prédio consome cerca de  $7,8m^3$  ao dia de água para descarga de vasos sanitários enquanto a média diária de captação é de  $8,5m^3$ , por conseguinte temos um fluxo positivo de água para o reservatório de  $0,67m^3/dia$  nos dias chuvosos.

Se colocarmos um reservatório de  $35m^3$  sem nenhuma água armazenada poderemos constatar que o reservatório iria encher por completo em cerca de 53 dias conforme o cálculo a seguir:

$$35m^3 = 0,67m^3 \times x\ dias$$

$$x \text{ dias} = 35m^3 \div 0,67m^3 = 52,23 \text{ dias}$$

Analisando esses dados, temos que a partir do 54º dia o reservatório estaria completamente cheio e no restante dos 156 dias que teríamos de chuva esses 0,67m³ seriam de certa forma desperdiçados, uma vez que esse fluxo de 0,67m³ ao final dos 7 meses gerariam cerca de 140,7m³ enquanto o reservatório tem a capacidade de 35m³, conforme o cálculo a seguir:

$$Potencial = 0,67m^3 \times 156 \text{ dias} = 104,5m^3$$

Se considerarmos esse fluxo positivo de 0,67m³/dia, temos que, ao final dos 210 dias (7meses) seria possível armazenar 140,7 m³ de água. Com um reservatório de 35m³, 105,7m³ estariam sendo escoados para fora do reservatório. Portanto o ideal seria um reservatório que se aproxime de 140,7m³, para que, ao final dos 7 meses, toda água possível fosse armazenada, no entanto o reservatório deveria ser de 145m³.

Devemos considerar ainda que ao final dos 7 meses o reservatório estaria cheio, no período de seca conseguiria abastecer o prédio de acordo com a demanda do prédio, sendo assim:

$$Utilização \text{ na seca} = Total \text{ do reservatório} \div Demanda \text{ diária}$$

$$Utilização \text{ na seca} = 145m^3 \div 7,8m^3/dia$$

$$Utilização \text{ na seca} = 18,58 \text{ dias.}$$

### **3.8.1 – Custo de implantação do sistema de captação com fluxo em um prédio.**

Na implantação desse sistema os materiais utilizados terão como base as estimativas que foram apresentadas no subitem anterior, e para aumentar a eficiência do sistema o volume de 140.000,7L será arredondado para 145.000L.

Devido ao tamanho do reservatório, é de se esperar que o reservatório não seja instalado em cima do prédio, uma vez que a estrutura do prédio não conseguiria suportar o peso que o reservatório faria sobre o telhado, conseqüentemente o reservatório deverá ser instalado no jardim do prédio, que irá gerar um custo a mais por conta da escavação.

Os valores de alguns dos materiais apresentados a seguir seguem os dos apresentados no trabalho de L. Pereira (Viabilidade Econômico/Ambiental, p. 18), apenas o valor da caixa d'água de 10.000L foi obtido através de pesquisas em lojas de construção, e assim utilizando a de menor valor, conforme a tabela a seguir: Segundo o Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO) o custo de escavação é calculado a partir do total de m<sup>3</sup> além de 3m de profundidade.

**Tabela 09: Preço dos Produtos do Sistema de Captação com Fluxo.**

Produto	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Cx. D'água 10.000L	14	4.960,90	69.452,60
Cx. D'água 5.000L	1	1.080,00	1.080,00
Bóia Elétrica	1	27,50	27,50
Bóia Comum	1	12,20	12,20
Registro de Gaveta	1	34,90	34,90
Bomba Anauger	1	230,00	230,00
Filtro 3P VF1	1	220,00	220,00
Tubulações	*	70,00	70,00
Disjuntor	1	13,10	13,10
Escavação	M <sup>3</sup>	36,66	5.315,7
Mão de Obra	1	585,74	585,74
Energia	**	0,54	0,54
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>7.271,54</b>	<b>77.042,28</b>

\* Observação: Pelo fato desse estudo se tratar de um modelo de implantação, o custo das tubulações vai variar de acordo com a demanda necessitada pelo prédio, portanto podendo variar de acordo com o projeto implantado. Para este estudo será adotado o valor de R\$ 70,00.

\*\* Observação: Pelo fato desse trabalho tratar-se de um modelo de implantação, o custo da energia pode variar de acordo com a demanda necessitada pelo prédio, portanto podendo variar de acordo com o uso da bomba. Para este estudo será adotado o valor de R\$ 0,54, que é o valor do kWh cobrado pela CEB.

### 3.8.2 – Cálculos de economia e retorno de investimento para um sistema com fluxo.

Partindo dos dados apresentados podemos calcular por apartamento quanto é cobrado pela CAESB a partir dos dados apresentados no capítulo 3.4:

$$\text{Demanda por apartamento} = 3,3p \times 66L \sim 217 \frac{L}{\text{Dia}}$$

$$\text{Demanda por apartamento ao mês} = 217L/\text{dia} \times 30\text{Dias} = 6.510L \text{ ou } 6,510m^3$$

Em que “VT” corresponde ao volume total do prédio; “VF” ao volume da faixa, que é estipulado pela CAESB; e “UC’s” são as unidades de consumo que é correlato ao número de apartamentos existente.

Portanto o total a se pagar em um mês é calculado da seguinte forma:

$$\text{Total a Pagar (Prédio)} = VT \times \text{Tarifa de água} + \text{Tarifa de esgoto}$$

$$\text{Total a Pagar (Prédio)} = 360m^3 \times R\$ 2,65 + \text{Tarifa de esgoto}$$

$$\text{Total a Pagar (Prédio)} = R\$ 954 + R\$ 954 = R\$ 1908.$$

Retomando o cálculo exposto por L. Pereira (Viabilidade Econômico/Ambiental, p. 15) no subitem anterior, temos que o cálculo da CAESB seria feito da seguinte maneira:

$$\text{Economia da taxa de água} = \text{Valor do } m^3 \times \text{Volume captado}$$

$$\text{Economia da taxa de água} = R\$ 2,65 \times 145m^3$$

$$\text{Economia da taxa de água} = R\$ 384,25 .$$

Esse cálculo é equivalente a um mês de captação, para os 7 meses teremos o seguinte:

$$\text{Economia de taxa de água (Prédio)} = R\$ 384,25 \times 7 \text{ meses} = R\$ 2.689,75.$$

Conforme foi visto, para o cálculo da economia de esgoto é necessário multiplicar o valor do  $m^3$  pelo volume captado e por 0,8, uma vez que considera-se

20% de perda, ou seja, para cada 1 litro de água que chega na residência é cobrado 0,8 litros para o tratamento do esgoto. Portanto para um mês segue-se:

$$\text{Economia da taxa de água} = \text{Valor do m}^3 \times \text{Volume captado} \times 0,8$$

$$\text{Economia da taxa de esgoto} = \text{R\$ } 2,65 \times 145\text{m}^3 \times 0,8$$

$$\text{Economia da taxa de água} = \text{R\$ } 307,4.$$

“Para o cálculo do retorno do investimento divide-se o valor investido pela economia anual com a implantação do sistema de captação e reaproveitamento da água pluvial” L. Pereira (Viabilidade Econômico/Ambiental, p. 16).

Portanto para 7 meses de chuva tem-se o seguinte:

$$\text{Retorno/Investimento} = \frac{\text{Valor investido}}{\text{Economia (7meses)}}$$

$$\text{Retorno/Investimento} = \frac{\text{R\$ } 177.042,28}{\text{R\$ } 2.689,75 + \text{R\$ } 2.151,8}$$

$$\text{Retorno/Investimento} = \frac{\text{R\$ } 77.042,28}{\text{R\$ } 4.841,55}$$

$$\frac{\text{Retorno}}{\text{Investimento}} = 15,91\text{anos.}$$

#### **4 – Conclusão e Considerações Finais.**

De acordo com o que foi exposto, temos que, a implantação do sistema de captação para o aproveitamento de águas pluviais é uma ótima alternativa para substituição da “água cinza”, possibilitando também um destino mais correto, do ponto de vista ambiental, para a água que se tornaria esgoto. Como é de conhecimento, este tipo de método é utilizado em diversas regiões, não somente aquelas que sofrem com escassez de água.

Mesmo sabendo que o Brasil possui um grande potencial hídrico, observamos que uma parcela da população não tem consciência quanto ao gasto de água, gerando um grande desperdício de forma desnecessária. Portanto, partindo de um pensamento racional, um sistema de captação seria viável para o aproveitamento da água para fins de consumo doméstico, mais precisamente “água cinza”.

Considerando os cálculos apresentados a partir da taxa de precipitação média em Brasília, a criação de um sistema de captação pluvial predial traz benefícios econômicos e ambientais. O projeto torna-se viável economicamente, pois desde que se faça a manutenção de forma adequada do sistema, este terá uma vida útil longa, e considerando que se obtém o retorno do investimento em aproximadamente 16 anos para um sistema com fluxo, após este período o sistema passa a ser lucrativo para o prédio que implanta, pois o custo é dividido no condomínio dentre os moradores do prédio.

Analisando do ponto de vista ambiental, o desenvolvimento urbano de Brasília ocasionou em superfícies impermeáveis, dificultando a absorção de águas pluviais pelo solo, e juntamente com o sistema de redes pluviais e o sistema de drenagem ultrapassados, os alagamentos e enchentes têm se tornado constante quando ocorrem chuvas anormais. Com as estimativas feitas neste trabalho é possível que tais transtornos hídricos urbanos possam ser amenizados a partir da implantação do sistema, sem que afete o ciclo hidrológico natural. Logicamente essa não é a solução, uma vez que ela deve ser apenas um complemento à políticas públicas, políticas de incentivo entre outras medidas de cunho sustentável.

Em vista disso, a implantação do sistema de captação e aproveitamento de águas pluviais acarretaria em uma significativa melhora ambiental, através da

substituição de uma parcela da água fornecida pela CAESB e possivelmente mitigando os transtornos hídricos urbanos se aplicado em larga escala.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**ABNT NBR 15527** - <http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-15.527-Aproveitamento-%C3%A1gua-da-chuva.pdf> > Acesso em 28/11/2015.

Acsehrad, Henri – **Discurso da Sustentabilidade Urbana**. R.B. Estudos Urbanos e Regionais, nº1, p. 79-90, Maio de 1999.

Amorim, Simar e Pereira, Daniel – **Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial**. Ambiente construído, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 53-66, abr./jun. 2008.

Brino, Alex Carvalho – **Brasília: Superquadras Residenciais** – Faculdade de Arquitetura – UFRGS.  
<<http://www.docomomo.org.br/seminario%205%20pdfs/006R.pdf>> Acesso em 14/10/2015

**CARTA DA TERRA – Organização das Nações Unidas**, 2002.  
<[http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/arquivos/carta\\_terra.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/arquivos/carta_terra.pdf)>  
Acesso em 01/12/2015

Carvalho, Raquel Saravy de – **Potencial econômico do aproveitamento de águas pluviais: análise da implantação de um sistema para a região urbana de Londrina**. Apucarana, p. 9-50, Dezembro de 2010.

COMPANHIA EMERGÉTICA DE BRASÍLIA – CEB, Janeiro de 2016  
<<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjih8e47sPLAhUBUJAKHaCkDIQFgqiMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.ceb.com.br%2Findex.php%2Fcomponent%2Fphocadownload%2Fcategory%2F27-tarifas%3Fdownload%3D562%3Atarifas-gta-e-gtb->>

[2015&usq=AFQjCNFh0s5TdcXTR9VI\\_7b4vQzD1zaBQ&sig2=-JWxK64jJ\\_DIDE7tHC64bw&bvm=bv.116636494,d.Y2l](http://2015&usq=AFQjCNFh0s5TdcXTR9VI_7b4vQzD1zaBQ&sig2=-JWxK64jJ_DIDE7tHC64bw&bvm=bv.116636494,d.Y2l)> Acessado em 12/01/2016

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP, Julho de 2010. <[http://site.sabesp.com.br/site/uploads/file/asabesp\\_doctos/cartilha\\_fecomercio.pdf](http://site.sabesp.com.br/site/uploads/file/asabesp_doctos/cartilha_fecomercio.pdf)> Acesso em 10/09/2105.

Estender, Antonio Carlos e Pitta, Tercia de Tasso – **O Conceito do Desenvolvimento Sustentável**, Revista Terceiro Setor, UNG, v.2, n.1, p. 22-28, 2008. <<http://revistas.ung.br/index.php/3setor/article/viewFile/399/484>> Acesso em 22/09/2015.

Ferreira, Carlos Antonio (Superintendente de Atendimento Comercial) – **Apresentação da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB)**. [http://www.orcamentofederal.gov.br/eficiencia-do-gasto/Apresentacao\\_Caesb\\_12042012.pdf](http://www.orcamentofederal.gov.br/eficiencia-do-gasto/Apresentacao_Caesb_12042012.pdf) > Acesso em 28/11/2015.

Fontanela, Leonardo. **AVALIAÇÃO DE METODOLOGIAS PARA DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIOS PARA APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL**. p. 13-67, Criciúma, Junho de 2010. <<http://www.bib.unesc.net/biblioteca/sumario/000043/000043F1.pdf>> Acesso em 22/10/2015.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Média de moradores por domicílio. <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=530010&idtema=1&search=distrito-federal|brasilia|censo-demografico-2010:-sinopse->> Acesso em 10/11/2015

<http://g1.globo.com/distrito-federal/noticia/2014/12/em-predio-de-brasilia-18-carros-tem-perda-total-apos-inundacao.html> > Acesso em 28/11/2015.

Lima, Ricardo e Machado, Thiago – **Aproveitamento de água pluvial: análise do custo de implantação do sistema em edificações**. P. 1-46, Barretos 2008.

Loureiro, Mônica e De Gregori, Isabel – **Como construir cidades sustentáveis? I Congresso internacional de direito ambiental e ecologia política – UFSM, III Seminário de Ecologia Política e direito na América Latina, Revista eletrônica do curso de direito – UFSM**, p. 458-469. <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/revistadireito/article/viewFile/8348/5030>> Acesso em 23/10/2015

Magalhães, Roberto – **A construção da sustentabilidade urbana – obstáculos e perspectivas. III Encontro da ANPPAS**, 23 a 26 de Maio de 2006, Brasília-DF.

Nascimento, Elimar Pinheiro – **Trajatória da Sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico**. – Estudos Avançados 26 (74), p. 51-64, 2012.

Pereira, Leandro Roncato – **Viabilidade Econômico/Ambiental da Implantação de um Sistema de Captação e Aproveitamento de Água Pluvial em Edificação de 100m<sup>2</sup> de Cobertura**, p. 1-24. <[http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/arquivosupload/36/file/continua/viabilidade%20economico\\_ambiental%20da%20implanta%C3%87%C3%83o%20de%20um%20sistema%20de%20capta%C3%87%C3%83o%20e%20aproveitamento%20de%20%C3%81gua.pdf](http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/arquivosupload/36/file/continua/viabilidade%20economico_ambiental%20da%20implanta%C3%87%C3%83o%20de%20um%20sistema%20de%20capta%C3%87%C3%83o%20e%20aproveitamento%20de%20%C3%81gua.pdf)> Acesso em 15/11/2015

Rapoport, Beatriz – **Águas Cinzas: Caracterização, Avaliação Financeira e Tratamento Para Reuso Domiciliar e Condominial**, p. 1-72, Rio de Janeiro, março. 2004.

Segundo o Saneamento de Goiás S/A – SANEAGO, 2012.  
<<http://www.saneago.com.br/supre/tabelapreco2012.pdf>> Acessado em 05/11/2015

Schussel, Zulma – **O desenvolvimento urbano sustentável – uma utopia possível? Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 9, p. 57-67, jan./jul. 2004. Editora UFPR.

Silva, Pedro – **Aproveitamento de águas pluviais – Implementação de um sistema na FCUP. Mestrado em ciências e tecnologia do ambiente, Departamento de Geociências, Ambiente e ordenamento território**, 2013.

Silva, Solange Teles da – **Políticas públicas e estratégias de sustentabilidade urbana**, p. 1-14.  
<[http://www.rcc.gov.pt/SiteCollectionDocuments/SolangeTeles\\_Políticas-Pub-Sustentabilidade.pdf](http://www.rcc.gov.pt/SiteCollectionDocuments/SolangeTeles_Políticas-Pub-Sustentabilidade.pdf)> Acesso em 17/10/2015