

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO
CURSO DE BACHARELADO EM ARQUITETURA E URBANISMO**

LADY SUANY DA SILVA LOBO

**ANÁLISE E PROPOSTA DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS
PLUVIAIS COM APLICAÇÃO NO PROJETO DA CASA DO ESTUDANTE DA
UNIFAP**

SANTANA/AP

2014

LADY SUANY DA SILVA LOBO

**ANÁLISE E PROPOSTA DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS
PLUVIAIS COM APLICAÇÃO NO PROJETO DA CASA DO ESTUDANTE DA
UNIFAP**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Banca de Avaliação do
Colegiado de Arquitetura e Urbanismo
UNIFAP, campus Santana como requisito
parcial para obtenção do título de
Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Me. Jair José dos Santos
Gomes

Coorientador: Me. Elizeu Correa dos
Santos

Santana/AP

2014

Dados Internacionais de catalogação-na-publicação (CIP),
Biblioteca/Campus Santana da Universidade Federal do Amapá

720.4

L799a Lobo, Lady Suany da Silva.

Análise e proposta de um sistema de aproveitamento de águas pluviais com aplicação no projeto da casa do estudante da UNIFAP / -- Santana, 2014.

102 p.

Orientador: Prof. Jair José dos Santos Gomes.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Fundação Universidade Federal do Amapá, Curso de Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo.

1. Arquitetura sustentável. 2. Arquitetura e uso da água. 3. Casa do estudante. I. Gomes, Jair José dos Santos, orient. II. Fundação Universidade Federal do Amapá. III. Título.

A Deus, por está presente em todas as horas de minha vida. Aos meus pais Lucinilda e Raimundo, por me incentivarem e estarem presentes em minha vida. A eles dedico essa conquista.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus pelo dom da vida, força, paciência e perseverança para superar todas as dificuldades vivenciadas durante os anos de aprendizagem e a árdua caminhada do curso.

Em especial a minha mãe e meu pai que contribuíram com seus conselhos e incentivos para então conclusão dessa longa caminhada acadêmica.

Agradeço aos meus avós, tios e primos por estarem presentes em minha vida, apesar de minhas ausências por estar projetando e mesmo assim apoiando para que esse sonho se tornasse realidade.

A família formada durante esse período de caminhada que formei no curso: Alane Souza, Darcirene Balieiro, Elcione Vales, Gabriela de Oliveira, Ramon Duarte e Rita Simone.

Aos colegas de classe, pelo convívio na busca de saber sobre a nossa profissão a cada dia.

A família formada na Assessoria Especial de Engenharia e Arquitetura da UNIFAP, que contribuíram para a minha experiência nesses anos convividos com vocês.

A família formada na Atrium arquitetura Plena, que contribuíram para o meu conhecimento na incansável busca de saber projetar.

Em especial ao meu avô Raimundo Lobo por sua ajuda em solucionar algumas questões textuais, ao engenheiro sanitarista Renan Santos pela disposição de solucionar sempre que possível as dúvidas que apareceram no decorrer do trabalho e aos arquitetos Tayara Maia e Rodrigo Rodrigues pela dicas e conselhos para elaboração deste trabalho

Aos professores do Curso de Arquitetura e Urbanismo que contribuíram para a minha formação profissional. Com destaque aos professores Elizeu Santos e Jair Gomes pelas contribuições dadas através das suas orientações para a qualificação deste trabalho.

A todas estas pessoas, muito obrigada!

“Ser arquiteto hoje em dia significa ser um profissional que se dedica a estudar a natureza e a forma que nela vive”.

(Severiano Porto)

RESUMO

Considerada como uma das alternativas para atenuar o problema da escassez de água e solucionar a má distribuição de água em larga escala, o aproveitamento da água da chuva é um recurso utilizado ao longo dos anos para garantir o uso da água para as devidas atividades que necessitam de água para ser executadas. Diante deste contexto, este trabalho teve como objetivo projetar um sistema de aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis para a Casa do Estudante da Universidade Federal do Amapá - UNIFAP. Esse trabalho iniciou-se com a pesquisa bibliográfica sobre a sustentabilidade, o aproveitamento de água da chuva, levantamento de dados sobre os índices pluviométricos da cidade de Macapá, levantamento dos dados sobre o projeto da Casa do Estudante da UNIFAP, definição dos pontos de água quanto ao uso potável e não potável. Em seguida foram dimensionados de acordo com a NBR 15.527/2007 os elementos que constituem o sistema de aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis. Por fim, foi simulada a economia na conta de água caso o abastecimento da Casa do Estudante fosse abastecida pela CAESA depois da implantação do sistema de aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis. Essa pesquisa proporcionou a busca de conhecimento sobre o assunto que, apesar de ser uma prática muito antiga, não é muito utilizada nas edificações.

Palavras-chave: Arquitetura Sustentável, Arquitetura e o uso da água, Casa do Estudante.

ABSTRACT

Considered as an alternative to alleviate the problem of water shortage and address the maldistribution of water on a large scale , the use of rainwater is a resource used over the years to ensure the use of water due to the activities that need water to be performed. Given this context , this study aimed to design a system for harnessing rainwater for non-potable purposes to the Student House of the Federal University of Amapá UNIFAP . This work began with the literature on sustainability, the use of rainwater , collecting data on rainfall indices city of Macapa , survey data on the design of the Student House of UNIFAP definition of water points to use as drinking and non-potable use. They were then scaled according to NBR 15.527/2007 the elements that constitute the system of harnessing rainwater for non-potable purposes. Finally, a simulation of the economy on your water bill if the supply of the Student House was fueled by CAESA after the implementation of the use of rainwater for non-potable purposes system. This research provided the pursuit of knowledge about the subject despite being a very ancient practice is not widely used in buildings.

Keywords: Sustainable Architecture, Architecture and water use, the Student House.

LISTA DE FIGURAS

Figura1: Fortaleza de Santo Antônio de Ratonés, Florianópolis Santa Catarina.....	29
Figura 2: Dessalinização da água do mar.....	30
Figura 3: Aproveitamento de água de chuva em cisternas.....	31
Figura 4: Acionador duplo de uma descarga.....	31
Figura 5: Torneira de acionamento automático.....	32
Figura 6: Torneira com acionamento com os pés.....	32
Figura 7: Reuso da água na limpeza de ruas.....	33
Figura 8: Vista aérea da cidade de Macapá. Destaque para o rio Amazonas à esquerda.....	37
Figura 9: Mapa de localização dos pontos de atuação de água da CAESA na cidade de Macapá.....	38
Figura 10: Tipos de poços existentes para a captação de águas subterrâneas.....	41
Figura 11: Poço amazonas.....	41
Figura 12: Poço artesiano.....	42
Figura 13: Edifício do instituto Chico Mendes de Conservação a Biodiversidade em Macapá.....	42
Figura 14: Calha para a captação de água de chuva da edificação e o reservatório de água de chuva.....	43
Figura 15: Parte interna do reservatório de água da chuva.....	44
Figura 16: Sistema de aproveitamento de água pluvial.....	45
Figura 17: sistema de fluxo total.....	46
Figura 18: Sistema de derivação.....	46
Figura 19: Sistema de volume de retenção.....	47
Figura 20: Sistema de infiltração do solo.....	47
Figura 21: Cálculos utilizados para a área de contribuição.....	49
Figura 22: Ábaco (a) com saída em aresta viva.....	51
Figura 23: Ábaco (b) calha com funil de saída.....	51
Figura 24: sistema de remoção de materiais grosseiros.....	53
Figura 25: Descarte da primeira água da chuva com o sistema de bóia.....	54

Figura 26: Descarte da primeira água da chuva com reservatório.....	54
Figura 27: Planta de localização da edificação.....	64
Figura 28: Planta baixa humanizada do primeiro pavimento.....	66
Figura 29: Planta baixa humanizada do segundo pavimento.....	66
Figura 30: Perspectiva da edificação.....	67
Figura 31: Planta de cobertura.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Critérios utilizados para avaliar uma edificação de acordo com cada certificado presente no Brasil.....	23
Tabela 2: Coeficientes multiplicativos da vazão de projeto.....	50
Tabela 3: Coeficientes de rugosidade.....	50
Tabela 4: Capacidade de condutores horizontais de seção circular (vazões em L/min).....	52
Tabela 5: Cálculo do método de Rippl - método analítico.....	56
Tabela 6: Coeficiente de Runoff.....	62
Tabela 7: Parâmetro de qualidade de água de chuva para usos restritivos não potáveis.....	62
Tabela 8: Frequência de manutenção.....	63
Tabela 9: Uso e atividades.....	65
Tabela 10: Estimativa de população NB 92.....	69

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Porcentagens de utilização para a realização e tarefas em residências dos Estados Unidos, Colômbia e São Paulo.....	27
Gráfico 2: Porcentagens de economia de água conforme a medida convencional.....	33
Gráfico 3: Quantidade de ligações por categoria.....	39
Gráfico 4: Distribuição dos clientes por situação da ligação de água.....	39
Gráfico5: Diagrama de Rippl - método gráfico.....	58

LISTA DE QUADROS

Quadro 1:Quantitativo de água capitada e distribuída pela CAESA.....	38
Quadro 2:Análise do método da simulação.....	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- A3P** - Agenda Ambiental na Administração Pública
- ABAS** - Associação Brasileira de águas subterrâneas
- ABNT** - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- AEEA** - Assessoria Especial de Engenharia e Arquitetura da UNIFAP
- ANA** - Agência Nacional de Águas
- AQUA** - Alta Qualidade Ambiental
- ASCE** - American Society of Civil Engineer
- BREEAM** - Building Research Establishment Environmental Assessment Method
- CAESA** - Companhia de Água e Esgoto do Amapá
- CASBEE** - Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency
- CNUMAD** - Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento
- COTTS** - Coordenadoria de Trabalho Técnico e Social - CAESA
- ETA** - Estação de Tratamento de água
- GBC** - Green Buildings Challenge
- HQE** - Haute Qualité Environnementale
- IBGE** - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IEPA** - Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá
- IPT** - Instituto de Pesquisas tecnológicas
- LEED** - *Leadership in Energy & Environmental Design do USGBC*
- NABERS** - *National Australian Buildings Environmental Rating System*
- NHMET** - Núcleo de Hidrometeorologia e energias renováveis
- ONU** - Organização das nações unidas
- PES** - Projeto Esplanada Sustentável
- UNIFAP** - Universidade Federal do Amapá
- USP** - Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
1 Sustentabilidade e o aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis	19
1.1 Conceito e origem de sustentabilidade	19
1.2 Construções sustentáveis	21
1.3 Utilizações da água no dia a dia.....	25
1.4 Breve histórico sobre aproveitamento de água de chuva.....	28
1.5 Alternativas para o uso racional da água	29
1.6 Medidas adotadas pelo poder público para promover a sustentabilidade	34
2. Análise da situação da água na cidade de Macapá	37
2.1 Cenário atual do abastecimento e distribuição de água na cidade de Macapá	37
2.2 Alternativas atuais para a captação de água na cidade de Macapá	40
2.3 Projeto existente de aproveitamento de água da chuva em Macapá	42
3. Projeto de aproveitamento de água pluvial	45
3.1 - Formas de captação.....	45
3.2 - Calhas e condutores	48
3.3- Remoção de materiais grosseiros.....	52
3.4- Descarte da primeira água da chuva	53
3.5 - Bombeamento.....	55
3.6.1 - Método de Rippl	56
3.6.2 - Método da simulação	58
3.6.3 - Método Azevedo Neto.....	59
3.6.4 - Método prático Alemão	59
3.6.5 - Método prático Inglês.....	60
3.6.6 - Método prático Australiano.....	60
3.7 - Coeficiente de Runoff.....	61
3.8 - Instalações Prediais	62
3.9 - Qualidade da água de chuva capitada.....	62
3.10 - Manutenção	63
4 Projeto de aproveitamento de águas pluviais da casa do estudante da UNIFAP	64
4.1 Característica da Edificação.....	64
4.2 Volume de água prevista para o uso não potável na edificação	67
4.3-Projeto de Aproveitamento de Água Pluvial na Casa do Estudante.....	70

4.3.1 Dimensionamento de calhas e condutores.....	70
4.3.2 Reservatório de autolimpeza.....	71
4.3.3 Reservatório de armazenamento	71
4.3.4 Qualidade da água da chuva captada.....	72
4.3.5 Manutenção.....	72
4.3.6 Economia de gastos com a água com a implantação do sistema de aproveitamento de águas pluviais na Casa do Estudante.....	72
CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
APÊNDICES.....	80
APÊNDICE A - Memorial Justificativo	81
APÊNDICE B - Memória de cálculo	83
APÊNDICE C - Volumetria do Projeto.....	90
ANEXOS	93
ANEXO A – Projeto de aproveitamento de águas da chuva no prédio do ICMBio944	
ANEXO B – Memorial Descritivo do Projeto de aproveitamento de águas da chuva no prédio do ICMBio.....	955
ANEXO C – Dados Pluviométricos da Estação de Fazendinha, Macapá (1/2) ..	100
ANEXO C – Dados Pluviométricos da Estação de Fazendinha, Macapá (2/2) ..	101
ANEXO D - ESTRUTURA TARIFÁRIA DA CAESA	102

INTRODUÇÃO

Presente em quase tudo o que nos cerca, a água é um elemento primordial para a nossa existência, pois grande parte do nosso corpo é composta por ela e ainda que não se pense em líquido, fazemos o uso indireto, ora no preparo de refeições, na irrigação de vegetais, na produção industrial, no espaço em que vivemos, durante a fase de construção, na geração de energia elétrica, entre outros.

As crescentes degradações do homem ao meio ambiente que afeta diretamente o uso da água como a poluição dos rios, lagos e mananciais, secas em um determinado período do ano ocasionada pelo aumento populacional e também enchentes em decorrência do uso desordenado do solo, gerou ações que se pensassem na sustentabilidade.

Outro fator importante quanto ao uso da água e que afeta diretamente a população é o tipo da utilização que se dá para a água. Quanto ao uso a água pode ser dividida em dois tipos: potável e não potável. Segundo TOMAZ in ANNECCHINI (2005, pg.22) "Estudos mostram que o consumo de água destinado aos usos não potáveis em uma residência varia de 30 a 40% do total de água consumida".

Essa porcentagem de água utilizada para fins não nobres como a rega de plantas, descarga de vasos sanitários e lavagem de carro, aliado à situação de algumas regiões do Brasil e do mundo que convivem com a escassez de água fizeram com que as alternativas para amenizar essas situações fossem pensadas como: a dessalinização da água do mar ou salobra, dispositivos que economizam o uso da água, o reuso da água e o aproveitamento da água da chuva.

O aproveitamento de água da chuva é uma prática antiga e está ao longo dos anos se aperfeiçoando com o uso das tecnologias para o seu melhor funcionamento. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo geral analisar e projetar um sistema de aproveitamento de água da chuva com fins não potáveis para a Casa do Estudante da UNIFAP e tem como objetivos específicos: analisar o sistema de aproveitamento de água da chuva, projetar o sistema de aproveitamento de água da chuva para a Casa do Estudante da UNIFAP e simular a economia de gastos com conta de água a partir da implantação do sistema de aproveitamento de águas pluviais, caso o abastecimento da água da edificação seja proveniente do abastecimento público.

O presente trabalho segue como metodologia: a pesquisa bibliográfica com o uso de livros, artigos científicos e material disponível na internet sobre o

aproveitamento de água pluvial; pesquisa exploratória sobre medidas para o aproveitamento e economia de água e pesquisa aplicada que será a proposta de uma alternativa sustentável na questão do uso da água na Casa do Estudante da UNIFAP.

Esse trabalho procura através dos conceitos sustentáveis e das políticas públicas para a sustentabilidade aplicada nos órgãos públicos projetar de acordo com a NBR 15.527/2007 um sistema de aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis, aplicado à Casa do Estudante da UNIFAP.

Desse modo o trabalho é constituído em quatro capítulos. O primeiro capítulo aborda os conceitos de sustentabilidade, as medidas adotadas pelo poder público para promover a sustentabilidade e o uso racional da água, mostrando as alternativas utilizadas enfatizando o aproveitamento da água da chuva. O segundo capítulo trabalha a situação da água na cidade de Macapá, mostrando dados sobre o abastecimento de água através da concessionária de água (CAESA) e as alternativas existentes para a captação de água.

O terceiro capítulo apresenta os elementos que constituem o sistema de aproveitamento de águas pluviais de acordo com as normas estabelecidas para esse tipo de projeto. O quarto capítulo é proposto um sistema de aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis, aplicado ao projeto da Casa do Estudante da UNIFAP.

O projeto para esse sistema de aproveitamento de água da chuva na Casa do Estudante da UNIFAP se justifica pelo fato da construção possuir uma grande área de cobertura, que favorece a captação de um considerável volume de água das chuvas (levando-se em conta o grande índice pluviométrico que a cidade de Macapá possui) para armazenamento e seu uso para fins não potáveis e, considerando o número de moradores da edificação que utilizarão essa água para fins não nobres, poderá se alcançar uma economia nos custos relativos à utilização da água potável.

1 Sustentabilidade e o aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis

1.1 Conceito e origem de sustentabilidade

A palavra sustentabilidade é discutida em vários campos presentes em nosso dia a dia como na arquitetura, na educação, nas empresas, nas mídias, etc. As discussões sobre o meio ambiente vêm sendo debatidas desde a década de 70 do século XX, tendo como marco a conferência de Estocolmo que discutiu sobre a situação climática e os problemas ambientais do planeta, oficializando a partir desse evento o surgimento do termo desenvolvimento sustentável.

No ano de 1983, a Organização das Nações Unidas (ONU) criou a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento e teve como atividade inicial estudar a situação em que se encontrava o meio ambiente e como o desenvolvimento social estava acontecendo. Em 1987 foram mostrados os resultados dos estudos realizados através de um documento intitulado como Nosso Futuro Comum também conhecido como Relatório de *Brundtland* no qual definiu ser desenvolvimento sustentável “*aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades*”. Souza (2006).

Em 1992, a ONU realiza a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) na cidade do Rio de Janeiro; essa conferência ficou mais conhecida como Rio 92 e contou com a participação de 179 países. Um documento foi assinado pelos países participantes, conhecido como Agenda 21, um programa baseado em promover a construção de sociedades sustentáveis em diferentes bases geográficas e com isso conciliar métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica. (Ministério do Meio Ambiente)

No que tange à discussão sobre sustentabilidade dos recursos hídricos, a abordagem se dá desde o ano de 1998, onde é definido segundo a *American Society of Civil Engineer (ASCE)* in Tomaz (2005) como: "aqueles recursos projetados e gerenciados para contribuir com os objetivos totais da sociedade, agora e no futuro, devendo manter o meio ambiente e a integridade ecológica e hidrológica".

Tomaz (2005) nos diz que autores como Butler e Parkinsom sob a orientação de Larry W. Mays identificam quatro objetivos para promover a sustentabilidade do sistema moderno urbano de drenagem:

1. Manter a saúde pública e proteção contra enchentes;
2. Evitar a poluição local e distante;
3. Minimizar o uso dos recursos hídricos e
4. Ser operável e adaptável a longo prazo.

No Brasil começou-se a pensar na preservação do meio ambiente só a partir da década de 80 do século XX, com a criação da Política Nacional do Meio Ambiente em 1981, na qual define o que é meio ambiente, degradação da qualidade ambiental, poluição, poluidor, recursos ambientais e as devidas punições que devem ser aplicadas quando o meio ambiente for degradado pela ação humana. Na Constituição de 1988 há um capítulo dedicado ao meio ambiente, cujo conteúdo está expresso da seguinte forma:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. (Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, capítulo VI).

A preocupação em se conservar a água no Brasil, iniciou-se através de pesquisas documentadas nos Anais do Simpósio Internacional sobre Economia de Água de Abastecimento Público realizado no ano de 1896 em São Paulo.

Já no ano de 1997 foi criada a Lei de nº 9.433 (também conhecida como a lei das águas) que instituiu a política nacional dos recursos hídricos e cria o sistema nacional dos recursos hídricos. Essa lei tem como objetivo:

I - assegurar a atual e as futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;

II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;

III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

Outra medida instituída pelo governo com relação à água foi a criação da Agência Nacional de Águas (ANA) no ano 2000. A agência exerce ações de regulação, apoio à gestão dos recursos hídricos, monitoramento dos rios e reservatórios, planejamento dos recursos hídricos, desenvolvimento de programas e

projetos e oferecer um conjunto de informações com o objetivo de estimular a adequada gestão e o uso racional e sustentável dos recursos hídricos. (ANA, 2013).

1.2 Construções sustentáveis

A construção civil é considerada uma das áreas que contribuem para a degradação do meio ambiente através da extração dos recursos naturais. Segundo LEMOS in AMARAL (2013, p.16) em um estudo sobre impactos ambientais, a indústria da construção civil aparece como responsável pela extração de aproximadamente 20% dos recursos naturais e como um importante gerador de poluições atmosférica e residual.

Apesar da discussão sobre sustentabilidade não ser algo tão recente, foi só a partir do ano de 2003 que surge a definição arquitetura sustentável como “conjunto de estratégias de utilização do solo, projeto arquitetônico e construção em si que reduzem o impacto ambiental e visam a um menor consumo de energia, à proteção dos ecossistemas e mais saúde para os ocupantes”. ADAM in AMARAL (2013, p.17).

Uma das partes principais para que ocorra uma construção sustentável é a arte de projetar do arquiteto equilibrando o belo com as questões ambientais. A preocupação com o meio ambiente vai desde a sua pré-construção onde devem ser analisados o ciclo de vida do empreendimento e do material que será usado, passando por cuidados com a geração de resíduos e minimização do uso de matérias-primas com reaproveitamento de material durante a execução da obra até o tempo de vida útil da obra e a sustentabilidade da sua manutenção (A3P, 2009, pag.80). De acordo com CORBELLA *apud* AMARAL (2013, p.17) “o arquiteto, sem desprezar o belo e a plasticidade das formas, [teve que] forçosamente reencontrar o meio ambiente, cujo equilíbrio é de fundamental importância para a sobrevivência da espécie humana na Terra”.

A arquitetura sustentável é dividida em duas linhas de trabalho: a ecocentrista que se preocupa com aspectos naturais e com as iniciativas individuais de transformação entre o homem e a natureza; e a tecnocentrista que trabalha para solucionar os possíveis problemas ambientais através do uso das máquinas. FOLADORI in AMARAL (2013, pag.18).

Com o intuito de avaliar se uma edificação é ou não sustentável, foram criados certificados sustentáveis que avaliam através de pontuações ou conceitos o

grau de sustentabilidade e a avaliação do ciclo de vida de uma determinada edificação. Alguns certificados que conceituam essas edificações são: *Leadership in Energy & Environmental Design do USGBC* (LEED) utilizado nos Estados Unidos, *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM) no Reino Unido, *National Australian Buildings Environmental Rating System* (NABERS) na Austrália, *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency* (CASBEE) no Japão e o *Green Buildings Challenge* (GBC) que trabalha em nível internacional. No Brasil adotam-se os certificados de Alta Qualidade Ambiental (AQUA), o LEED e os selos Sustentax e o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica em Edificações (PROCEL EDIFICA). Na tabela 01 mostra quais são os critérios utilizados para avaliar uma edificação de acordo com cada certificado presente no Brasil.

Tabela 1: critérios utilizados para avaliar uma edificação de acordo com cada certificado presente no Brasil

O que é	Como funciona	Categorias de análise	Como participar e quanto custa
<p>LEED</p>  <p><i>Leadership in Energy and Environmental Design</i> é um sistema Americano de certificação aplicado pela USGBC (<i>United States Green Building Council</i>) que leva em conta o impacto gerado ao meio ambiente em consequência dos processos relacionados ao edifício (projeto, construção e operação).</p>	<p>Pontua soluções no quesito: espaço sustentável, localização, entorno, eficiência no uso da água e de energia, qualidade do ar, uso dos materiais, qualidade ambiental interna, inovação e processos. Usa um checklist com as principais exigências das sete categorias. A pontuação tem classificação em Platinum(Platina), Gold(Ouro) ou Silver (Prata).</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ LEED NC (New Construction) – novas construções ou grandes reformas. ▪ LEED CS (Core & Shell) – envoltória do empreendimento, suas áreas comuns e internamente com o sistema de ar-condicionado e elevadores. É complementado pelo LEED CI(Comercial Interior) ▪ Pré-certificação – para os projetos registrados na modalidade LEED CS. Permite a divulgação visando a pré-venda do empreendimento ▪ LEED CI(Comercial Interior) Interiores comerciais ▪ LEED ND (Neighbourhood) – avalia os bairros e o desenvolvimento de comunidades ▪ LEED School – baseado no sistema de certificação LEED NC específico para escolas ▪ LEED EB (Existing Building) – para edifícios existentes ajuda o proprietário a medir suas operações e fazer melhorias na manutenção 	<p>Pelo site www.gbci.org e paga a taxa de cadastro de US\$600.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Projetos com até 5 mil m² pagam mais de US\$2.250. ▪ De 5 mil m² até 50 mil m², pagam mais US\$0,45m² ▪ Acima de 50 mil m² mais US\$22.500 ▪ Consultoria (não obrigatória) aproximadamente 1% do custo da obra
<p>AQUA</p>  <p>Processo AQUA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL</p> <p>A certificação Aqua(Alta qualidade ambiental) é um processo de gestão de projeto implantado pela fundação Vanzolini com o objetivo de obter a qualidade ambiental de um empreendimento de construção ou de reabilitação. É baseado na certificação francesa Dermachê HQE.</p>	<p>Avalia: Programa (definição das necessidades e o desempenho do projeto); Concepção (o sistema de gestão proposto é mantido e há correção de eventuais desvios); Realização (a meta é alcançar o Maximo de eficiência com a menor presença de desvios) e operação (Obra até a sua conclusão). Em cada uma das etapas, o empreendimento passa por auditorias e recebe uma certificação daquela fase.</p>	<p>Todo o processo conta com 14 categorias ou objetivos distribuídos em quatro bases de ação: ecoconstrução, ecogestão, conforto e saúde. O empreendedor é pontuado por três níveis de desempenho: excelente, superior e bom. Para obter a certificação deve alcançar pelo menos três níveis “excelente” e quatro “superior”.</p>	<p>Pelo site www.vanzolini.or.br</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Empreendimento o até 1.500 m² pagam R\$17.500 por m² ▪ Acima de 1500m² R\$1.609m² ▪ Uma edificação com 10 mil m², por exemplo, paga R\$31.178,00(R\$17.500 dos 1.500m² e R\$13.678,00 dos 8.500m² restantes)

O que é	Como funciona	Categorias de análise	Como participar e quanto custa
<p>SUSTENTAX</p>  <p>É um selo desenvolvido pelo grupo Sustentax para identificar e atestar a qualidade ambiental de produtos e serviços prestados por construtoras e incorporadoras.</p>	<p>Atesta a conformidade dos procedimentos de desenvolvimento do projeto, seleções de materiais; o comprometimento com práticas socioambientalmente corretas, com responsabilidade social e disseminação de práticas que geram economia, evitam desperdícios e aumentam a produtividade.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diagnóstico do local de implantação do projeto ▪ Sistemas e componentes hidráulicos ▪ Armazenamento e coleta seletiva de resíduos ▪ Interferência na construção existente ▪ Reutilização de moveis e outros componentes ▪ Uso de materiais reciclados; regionais e renováveis ▪ Uso de madeira certificada ▪ Seleção de tintas, colas, carpetes, laminados etc. ▪ Armazenamento de materiais poluentes ▪ Uso de iluminação natural ▪ Acessibilidade e ergonomia ▪ Atendimento de questão acústica ▪ Compromisso com questões socioambientais ▪ Controle de erosão e sedimentação ▪ Racionalização do uso da água ▪ Qualidade ambiental interna ▪ Gerenciamento dos resíduos da construção civil 	<p>Pelo site www.selosustentax.com.br</p> <p>Uma análise de produto pode levar um ano e o custo médio para a obtenção do selo é de R\$600,00 por mês. A cada dois anos o selo é revisto e se a empresa deixa de cumprir as exigências, perde o selo.</p>
<p>PROCEL EDIFICA</p>  <p>É um subprograma do Procel (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica) do Governo Federal que tem com função promover a eficiência energética nas edificações brasileiras, contribuindo para a conservação de energia elétrica. Não é uma certificação e, sim, uma etiquetagem.</p>	<p>Aplica-se somente aos edifícios comerciais, de serviços e públicos. São avaliados três sistemas individuais – envoltória, iluminação e condicionamento de ar. É feita uma classificação geral que pode ser acrescida de bonificações relacionadas ao uso eficiente da água, emprego de fontes alternativas de energia ou qualquer inovação tecnológica que promova a eficiência energética.</p>	<p>Os níveis de eficiência variam de A, mais eficiente, até E, menos eficiente. A avaliação é feita em duas etapas: fase de projeto e edifício construído, após o alvará de construção da obra. O projeto do edifício pode ser avaliado segundo o método prescritivo ou pelo método da simulação termoenergética computacional.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Construtora ou proprietário de algum edifício novo comercial, de serviço e público ou que tenha passado por retrofit com no mínimo 500m² devem encaminhar o projeto a um laboratório de inspeção acreditado pelo Inmetro. No início do programa, os projetos devem ser encaminhados para o Labeee, laboratório designado pelo Inmetro para a realização da etiquetagem. Estima-se que o valor global varie entre R\$15 mil e R\$20 mil.

Fonte: Revista Técnica, edição 155, fevereiro de 2010.

Segundo a Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P, 2009, p.81) existem nove princípios em comum utilizados pelos certificados BREEAM, Green Star, LEED e HQE para que uma obra possa se tornar sustentável:

1. Planejamento Sustentável da Obra
2. Aproveitamento passivo dos recursos naturais
3. Eficiência energética
4. Gestão e economia de água
5. Gestão dos resíduos na edificação
6. Qualidade do ar e do ambiente interior
7. Conforto termoacústico
8. Uso racional de matérias
9. Uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis

Um dos quesitos apontados nos certificados de sustentabilidade nas edificações e também em outras esferas relacionadas ao meio ambiente é o reaproveitamento da água nas edificações. A aplicação dessa medida em especial traz inúmeros benefícios como pode ser observada nos itens apontados na A3P(2009, p.69).

- Redução do consumo de água;
- Evita o uso de água potável onde esta não é necessária;
- Os investimentos na construção dos reservatórios têm retorno em 2 anos e meio;
- Faz sentido ecológica e financeiramente não desperdiçar um recurso natural escasso em toda cidade, e disponível em abundância em nosso telhado;
- Ajuda a conter as enchentes, represando parte da água que teria que ser drenada para galerias e rios;
- Encoraja a conservação da água, a autossuficiência e uma postura ativa perante os problemas ambientais da cidade;
- A instalação do sistema, que é modular, pode ser realizada tanto em obras em andamento como em construções finalizadas.

1.3 Utilizações da água no dia a dia

A água é um dos bens mais valiosos que possuímos e está presente em grande parte do nosso planeta, seja desde as chuvas que caem sobre nossos telhados, até as atividades domésticas que costumamos realizar em nosso dia a dia.

Dessa forma, a água é um dos elementos primordiais para a vida humana, bem como para o bom andamento e funcionamento de toda a natureza, onde ambos dependem dela para manter o fluxo diário da vida. Sendo assim, é pensando nesta utilização que devemos avaliar a maneira pela qual este recurso tão importante vem sendo utilizado ao longo dos tempos, para realizar um diagnóstico de seu aproveitamento e verificar se a maneira pela qual a água é usada condiz com uma realidade de aproveitamento adequado e renovável.

Pensando a respeito da utilização da água, é importante distinguir as categorias em que ela está classificada no que diz respeito ao seu uso, sendo que estas categorias correspondem a dois tipos: uso potável e uso não potável.

Segundo o dicionário Aurélio: "Potável. [Do lat.tard.*potabile*.]Adj.2 g Que se pode beber; que é bom para beber.~V. água -.[Pl.:*potáveis*.] " A água para o uso potável é aquela de consumo próprio, para a preparação dos alimentos, para tomar banho, beber, etc. Ela pode ser encontrada em nosso planeta nos rios, lagos, lagoas, geleiras e aquíferos, em uma porcentagem que corresponde a 2,5% em comparação com o restante da água existente no planeta, a água salgada.

No mundo, 97,5% de água é salgada. A água doce somente corresponde aos 2,5%restantes. Porém 68,9% da água doce estão congelados nas calotas polares do Ártico, Antártica e nas regiões montanhosas.

A água subterrânea corresponde a 29,9% do volume total de água doce no planeta. Somente 0,266% da água doce representa toda água dos lagos, rios e reservatórios (significa 0,007 do total de água doce e salgada existente no planeta).

O restante da água doce está na biomassa e na atmosfera sob a forma de vapor. (Tomaz, 2005, p. 20).

Já o uso não potável da água é aquele que se dá através de atividades que não merecem a utilização de água tratada de qualidade, em atividades como a lavagem de calçadas, a rega de plantas, o uso da água em descarga de vasos sanitários e em reservas de incêndio.

É preocupante ver a quantidade de água desperdiçada em atividades que não necessitam da utilização de fontes tratadas para sua realização. O fato pode ser observado através do exemplo colocado por TOMAZ in CARVALHO, (2007) ao relatar que "Foi realizada uma estimativa de consumo residencial da água na cidade de São Paulo pela Universidade de São Paulo e pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas"esse estudo possibilitou a análise da porcentagem de quanto se gasta nas atividades do dia a dia em uma residência, como pode ser vista na figura 01.

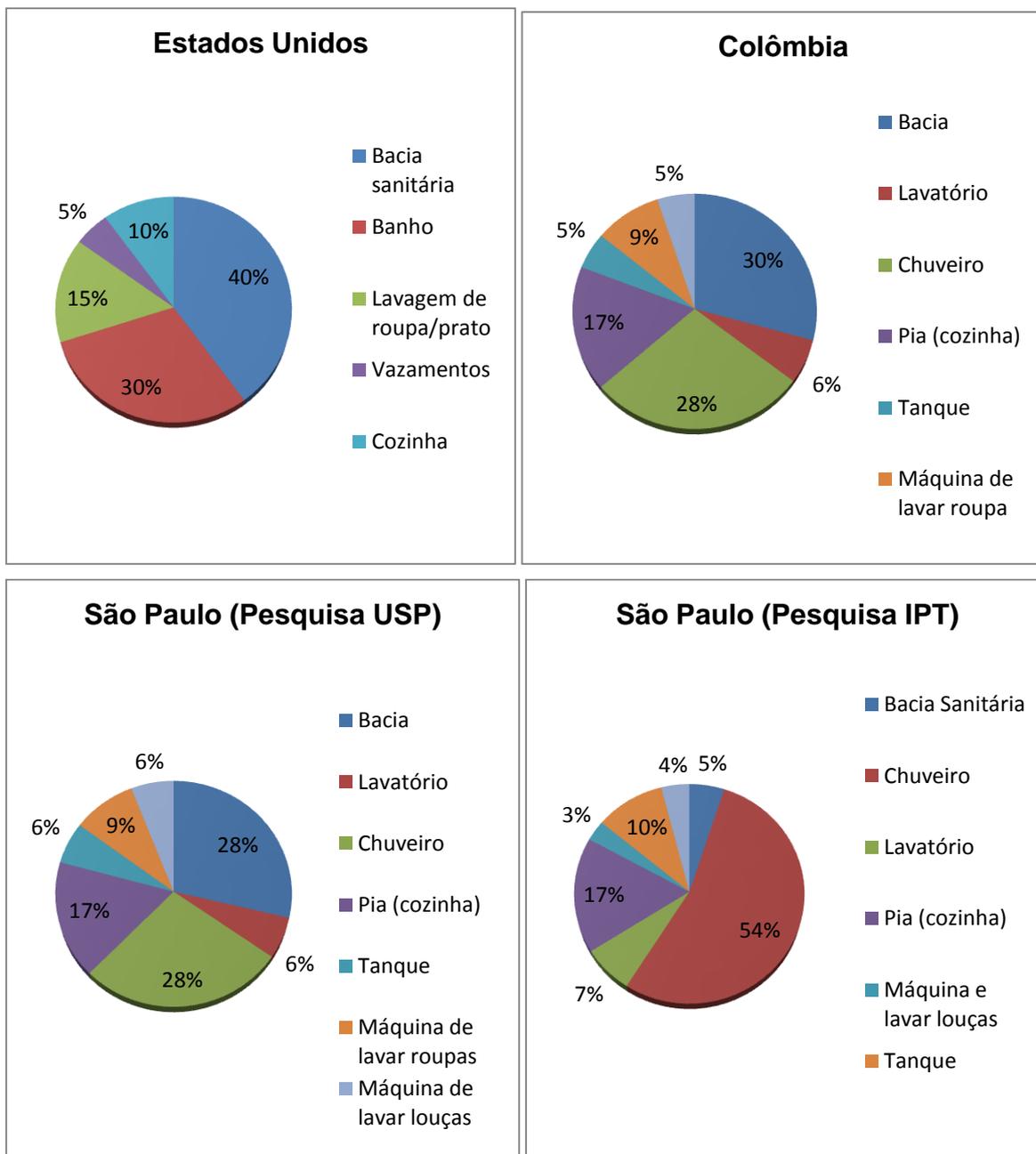


Gráfico 1: Porcentagens de utilização para a realização e tarefas em residências dos Estados Unidos, Colômbia e São Paulo.

Fonte: Ghisi (2005) e Uso [200-?] in carvalho, p.14.

Podem-se concluir alguns fatores levantados neste gráfico com o resultado da pesquisa realizada, três fatores foram abordados nas quatro pesquisas: bacia sanitária, banho e pia (cozinha). No fator bacia sanitária observa-se um alto consumo nos Estados Unidos 40% e um menor consumo em São Paulo na pesquisa realizada pelo IPT 5%, essa menor porcentagem pode ser atribuída na escolha de período do ano para realização da pesquisa, isso pode ser deduzida pela pesquisa realizada também em São Paulo feita pela USP na qual foi registrado 28%.

O consumo de água através do banho registrou um maior consumo em São Paulo na pesquisa feita pelo IPT 54% e o menor consumo também em São Paulo na pesquisa da USP, confirmando a possibilidade do consumo de água de um mesmo lugar modificar de acordo com os fatores climáticos predominantes de uma determinada época do ano.

O uso da água da pia da cozinha mostra apenas o menor consumo nos Estados Unidos 10% e o mesmo valor nas outras três pesquisas 17%. Esses valores mostram o modo de vida de cada população de cada lugar que a pesquisa foi realizada.

Percebemos aqui que o uso da água não atende à expectativa de consumo adequado, haja vista o mau uso e desperdício que contribuem para que nem todas as pessoas tenham acesso a uma água de qualidade. Essa situação de uso e acesso à água proporciona em algumas áreas do Brasil a morte de animais, problemas na agricultura e a falta de água para o consumo.

1.4 Breve histórico sobre aproveitamento de água de chuva

Considerada uma atitude sustentável em uma edificação, o aproveitamento de água da chuva não é uma atividade recente no mundo. Existem relatos do uso da água da chuva a milhares de anos antes de Cristo. Segundo WERNECK in CARVALHO (2007), os povos antigos utilizavam essa água para suas atividades, desde irrigação até o abastecimento de cidades principalmente em regiões áridas e semiáridas.

Segundo TOMAZ (2005), no Palácio de Knossos na ilha de Creta, aproximadamente em 2000 A.C, era aproveitado à água de chuva para descarga de bacias sanitárias. Há 2750 A.C, na Mesopotâmia, utilizava-se de água de chuva. Foram descobertos em 1885, em Monturque, Roma, doze reservatórios subterrâneos com entrada superior. Cada unidade tinha largura de 3,08m, com comprimento de 6,65m e altura de 4,83m que perfaziam 98,93m³ cada perfazendo o volume total de 1.187m³ e que era usado para abastecimento público.

De acordo com GNADLINGER in ANNECCHINI (2005) No Planalto de Loess na China já existiam cacimbas e tanques para armazenamento de água de chuva há dois mil anos. Na Índia existem inúmeras experiências tradicionais de colheita e aproveitamento de água de chuva. No deserto de Negev, hoje território de Israel e

da Jordânia, há 2.000 anos existiu um sistema integrado de manejo de água de chuva.

Na América Latina também foi registrado o uso da água da chuva, ANNECCHINI apud GNADLINGER (2005) cita que no século X, ao sul da cidade de Oxtutzcab, a agricultura era baseada na coleta da água da chuva, sendo a água armazenada em cisternas com capacidade de 20 a 45 m³, chamadas de Chultuns pelos maias.

No Brasil o aproveitamento de águas pluviais também vem de algum tempo, como pode ser visto no litoral do Estado de Santa Catarina. CAMPUS in FENDRICH (2004) cita a existência da Fortaleza de Santo Antônio de Ratonos, que foi construída no Século XVIII, onde a água dos telhados era coletada e conduzida a uma cisterna para ser consumida pelas tropas do Império (Figura 1).



Figura 1: Fortaleza de Santo Antônio de Ratonos, Florianópolis, Santa Catarina.

Fonte: <http://www.vivendofloripa.org.br/aproveite/ponto-turistico/fortaleza-de-santo-ant-nio-de-ratonos>

1.5 Alternativas para o uso racional da água

O problema com a escassez de água onde há falta do produto, ou a falta de um tratamento adequado para ela obrigou ao ser humano a procurar alternativas para armazenar e economizar a água para a sua vida cotidiana. Entre essas alternativas estão: a dessalinização da água do mar ou salobra, o aproveitamento da água de chuva, dispositivos que economizam o uso de água e o reuso da água.

O processo de dessalinização da água do mar ou salobra é uma alternativa muito usada em países onde a quantidade de água da chuva não supre a

necessidade da população local, com poucas fontes de água doce e que possuem uma grande quantidade disponível de água do mar (figura 2).

"A dessalinização da água do mar ou de águas salobras está sendo usada desde a década de 1950. As técnicas de dessalinização são duas, a osmose reversa e a destilação. São muito usadas nos países do oriente médio nos países detentores de petróleo"(Tomaz, 2001, p. 89).



Figura 2: Dessalinização da água do mar.

Fonte: <http://meioambiente.culturamix.com/recursos-naturais/dessalinizacao-da-agua-do-mar>

O aproveitamento de água da chuva pode ser feito através de três tipos de captação de acordo com Gould e Nissen-Petersen (1999 apud CAMPOS, 2004, p.35):

- Sistemas de captação de água de chuva através de represas;
- Sistemas de captação de água de chuva através de pisos pavimentados;
- Sistemas de captação de água de chuva através de coberturas.

No Brasil podemos observar a utilização do sistema de captação através de coberturas e com o uso de cisternas na Região Nordeste do país em que a situação da seca é presente em um determinado período do ano (figura 3).



Figura 3: Aproveitamento de água de chuva em cisterna.

Fonte: <http://marcopasserini.blogspot.com.br/2012/03/cisterna-so-se-for-de-placas.html>

Os dispositivos que economizam o uso da água são medidas tecnológicas que ajudam a não desperdiçar um bem tão precioso como a água. A seguir exemplifica alguns dispositivos existentes para a economia de água.

Diminuição da quantidade de água disponível para a descarga de vasos sanitários: existe a venda no mercado bacias sanitária com caixa de descarga que possui duplo acionamento para a descarga, uma com maior volume de água e outra com menor volume (figura 4).



Figura 4: Acionador duplo de uma descarga.

Fonte: <http://www.coletivoverde.com.br/eco-banheiro-dicas-para-transformar-seu-banheiro-economizar-agua-e-trazer-mais-sustentabilidade-para-sua-casa/>

Torneiras de acionamento automático são utilizadas em espaços com grande número de pessoas, esse tipo de torneira tem seu tempo de fechamento de aproximadamente 8 segundos e descarga de 0,5 a 0,75 litros. Na extremidade da

torneira há um arejador autolimpante que dá a impressão de haver mais água do que realmente existe (figura 5). (Tomaz, 2001, p. 50).



Figura 5: Torneira de acionamento automático.
Fonte: <http://www.coletivoverde.com.br/economize-agua-em-casa/>

Uso de torneiras com acionamento com o pé não possibilita o contato manual com a torneira e economiza a água. Esse tipo de torneira é muito usado em ambientes hospitalares e em cozinhas industriais (figura 6).



Figura 6: Torneira com acionamento com os pés.
Fonte: http://www.torneiraeletronica.com.br/ecommerce_site/index.php?pg=lista_produtos&idcat=51499%7C51502&cdg=3260

O reuso da água nada mais é do que a reciclagem do uso da água usada na lavagem de roupa, chuveiro, ralos e pia do banheiro também chamada de água cinza, na qual a sua utilização é apenas para o uso não potável. O sistema de reuso de água foi aplicado em São Paulo pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) em que as águas cinza são utilizadas para lavar às ruas da cidade (figura 7).



Figura 7: Reuso da água na limpeza das ruas.

Fonte: <http://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/lenoticia.php?id=217963>

Tomaz (2001, p.39) mostra através de um gráfico uma estimativa de quanto se pode economizar utilizando medidas convencionais para a conservação da água (Gráfico 2).

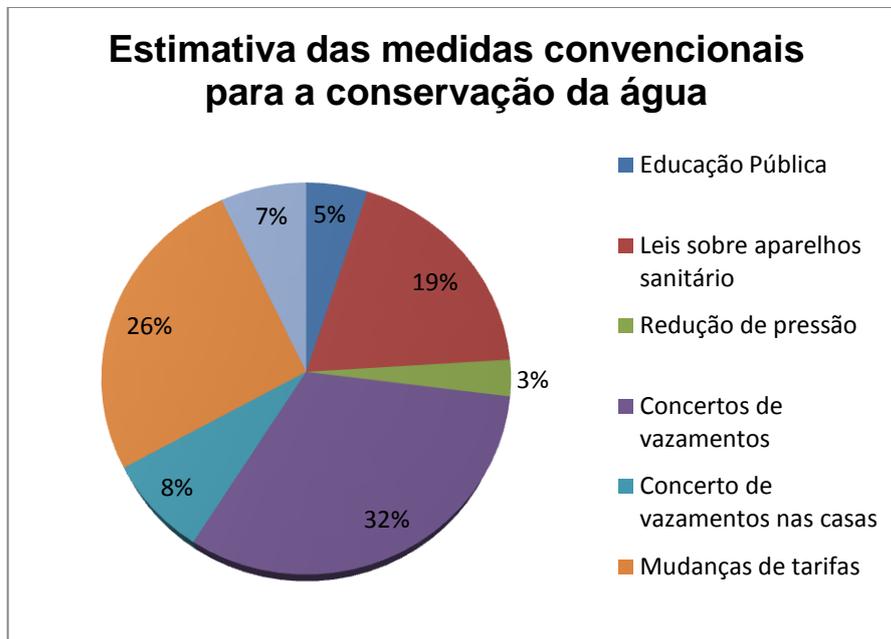


Gráfico 2 : Porcentagens de economia de água conforme a medida convencionalada.

Fonte: Thomaz, 2001, p.39.

1.6 Medidas adotadas pelo poder público para promover a sustentabilidade

Baseado em três conceitos norteadores: econômico, social e ambiental, a sustentabilidade é uma das questões indispensáveis que deve ser trabalhada pelos poderes públicos. Esse quesito é abordado pelos poderes públicos através de políticas públicas como leis que tratam de questões relacionadas ao meio ambiente até a vinculação de medidas que possam proporcionar o menor impacto possível para o meio ambiente.

Quanto à Lei, tem-se na Constituição Federal de 1988 no artigo 225 do capítulo VI, em especial o parágrafo 1º, aborda os deveres que o poder público tem com o meio ambiente:

Art.225

§ 1º - Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

I - preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas;

II - preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do país e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético;

III - definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção;

IV - exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade;

V - controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente;

VI - promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente;

VII - proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade. (Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, capítulo VI).

Já em relação às políticas públicas, em 2001 foi criado pelo Ministério do Meio Ambiente a Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P), com o intuito de promover a redução do consumo dos recursos naturais, a diminuição dos impactos ambientais, o combate ao desperdício e o uso de práticas de reaproveitamento e reciclagem de materiais nas instituições públicas.

Esse programa tem como objetivo:

- Promover o uso racional dos recursos naturais e a redução de gastos institucionais;
- Contribuir para revisão dos padrões de produção e consumo e para a adoção de novos referenciais de sustentabilidade no âmbito da administração pública;
- Reduzir o impacto socioambiental negativo direto e indireto causado pela execução das atividades de caráter administrativo e operacional;
- Contribuir para a melhoria da qualidade de vida. (A3P, 2009, p.33)

A agenda segue cinco princípios norteadores, conhecido como a política dos 5 R's: Repensar, Reduzir, Reaproveitar, Reciclar e Recusar consumir produtos que gerem impactos sócio ambientais significativos. O programa é estruturado em cinco eixos temáticos: 1 - Uso racional dos recursos naturais e bens públicos, 2- Gestão adequada dos recursos gerados, 3 - Qualidade de vida no ambiente de trabalho, 4- Sensibilização e capacitação dos servidores e 5 - Licitações sustentáveis.

O programa também aborda medidas a serem seguidas nas obras de caráter público como:

- Uso de equipamentos de climatização mecânica, ou de novas tecnologias de resfriamento do ar, que utilizem energia elétrica, apenas nos ambientes onde for indispensável;
- Automação da iluminação do prédio, projeto de iluminação, interruptores, iluminação ambiental, iluminação tarefa, uso de sensores de presença;
- Uso exclusivo de lâmpadas fluorescentes compactas ou tubulares de alto rendimento e de luminárias eficientes;
- Energia solar, ou outra energia limpa para aquecimento de água;
- Sistema de medição individualizado de consumo de água e energia;
- Sistema de reuso de água e de tratamento de efluentes gerados;
- Aproveitamento da água da chuva, agregando ao sistema hidráulico elementos que possibilitem a captação, transporte, armazenamento e seu aproveitamento;

- Utilização de material que seja reciclado, reutilizado e biodegradável, e que reduza a necessidade de manutenção; e
- Comprovação da origem da madeira a ser utilizada na execução da obra ou serviço. (A3P, 2009, p.49)

A A3P também sugere medidas sustentáveis a serem aplicadas nas edificações públicas já existentes que não foram executadas de maneira sustentável.

Outra medida surge no ano de 2003 quando o Ministério do Meio Ambiente passa a seguir quatro linhas no que diz respeito às políticas ambientais no Brasil. Essas linhas são: a promoção do desenvolvimento sustentável, a necessidade de controle e participação ambiental, o fortalecimento do sistema nacional de meio ambiente e o envolvimento dos diferentes setores do poder público nas soluções de problemas ambientais. (A3P, 2009, p.13).

Já em 2007 foi criada a Lei de Saneamento Básico de nº 11.445 que estabelece diretrizes para o saneamento básico no Brasil e com isso além de promover a saúde pública também contribui com a não poluição do meio ambiente. Essa lei é constituída de 10 capítulos que inclui o abastecimento de água potável, o sistema de esgoto e a limpeza urbana.

Outra ação conjunta entre o Ministério do Planejamento, Meio Ambiente, Minas e Energia e de Desenvolvimento Social e Combate à fome, criam através da Portaria nº 244 de junho de 2012, o Projeto Esplanada Sustentável (PES). Esse projeto tem com objetivo:

- I - promover a sustentabilidade ambiental, econômica e social na Administração Pública Federal;
- II - melhorar a qualidade do gasto público pela eliminação do desperdício e pela melhoria contínua da gestão dos processos;
- III - incentivar a implementação de ações de eficiência energética nas edificações públicas;
- IV - estimular ações para o consumo racional dos recursos naturais e bens públicos;
- V - garantir a gestão integrada de resíduos pós-consumo, inclusive a destinação ambientalmente correta;
- VI - melhorar a qualidade de vida no ambiente do trabalho; e
- VII - reconhecer e premiar as melhores práticas de eficiência na utilização dos recursos públicos, nas dimensões de economicidade e socioambientais.

2. Análise da situação da água na cidade de Macapá

2.1 Cenário atual do abastecimento e distribuição de água na cidade de Macapá

Localizada nas margens do rio Amazonas, a cidade de Macapá possui 255 anos, com recursos hídricos em abundância e uma realidade bastante contraditória quando se trata do aproveitamento destes recursos. Segundo o censo 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) a população da capital do Estado do Amapá é de: 397.913 mil habitantes distribuídos em 28 bairros registrados oficialmente e em 32 bairros não oficiais (Figura 8).



Figura 8: Vista aérea da cidade de Macapá. Destaque para o rio Amazonas à esquerda.
Fonte: http://castelorooger.blogspot.com.br/2011/04/patrimonios-do-amapa-fortaleza-de-sao_23.html

O abastecimento e distribuição de água no Estado são realizados através da Companhia de Água e Esgoto do Amapá (CAESA). O sistema funciona a partir da captação da água do rio Amazonas e também a água presente no subsolo da cidade, localizado na propriedade da CAESA na Avenida Ernestino Borges nº 222. A partir dos dados fornecidos pela Coordenadoria de Trabalho Técnico e Social - CAESA (COTTS) foi feito um mapa com os pontos de atuação da CAESA quanto a distribuição de água na cidade de Macapá (Figura 9).

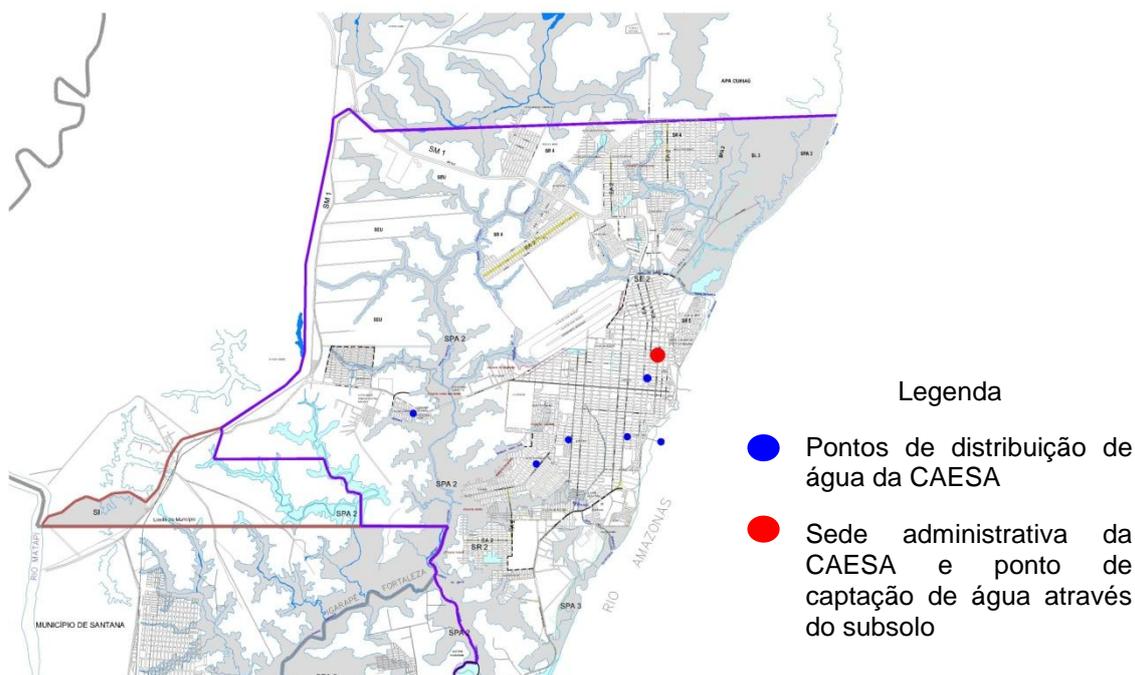


Figura 9: Mapa de localização dos pontos de atuação de água da CAESA na cidade de Macapá.
Fonte: Acervo da autora.

A água captada chega até a estação de tratamento por onde passa por um percurso de quatro fases:

- 1- adição de produtos químicos;
- 2- floculação;
- 3 - decantação;
- 4- filtração para depois seguir para o reservatório da estação de tratamento e posteriormente para os reservatórios dos bairros.

Segundo dados coletados pela concessionária de água do Estado pode-se ver a situação de distribuição de água em Macapá (Quadro 1 e Gráfico 3 e 4).

Quadro 1: Quantitativo de água captada e distribuída pela CAESA

Quantitativo de água captado e distribuído pela CAESA
Água Bruta => 3.681.338m ³ / mês
Água Tratada => 3.424.711 m ³ / mês
Perdas no processo => 256.627 m ³ / mês
Abastecimento carro pipa => 164.000 m ³ / mês
Água distribuída ao consumidor => 3.260.711 m ³ / mês

Fonte: COTTS-CAESA

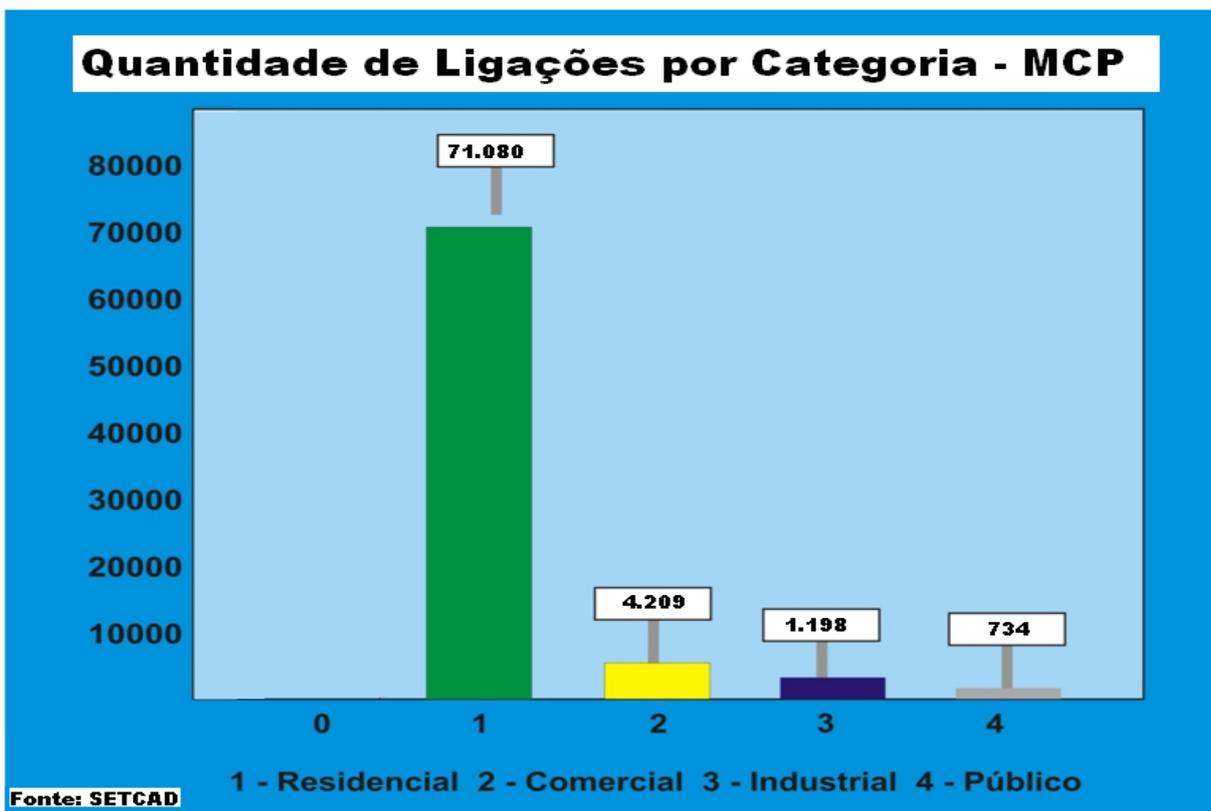
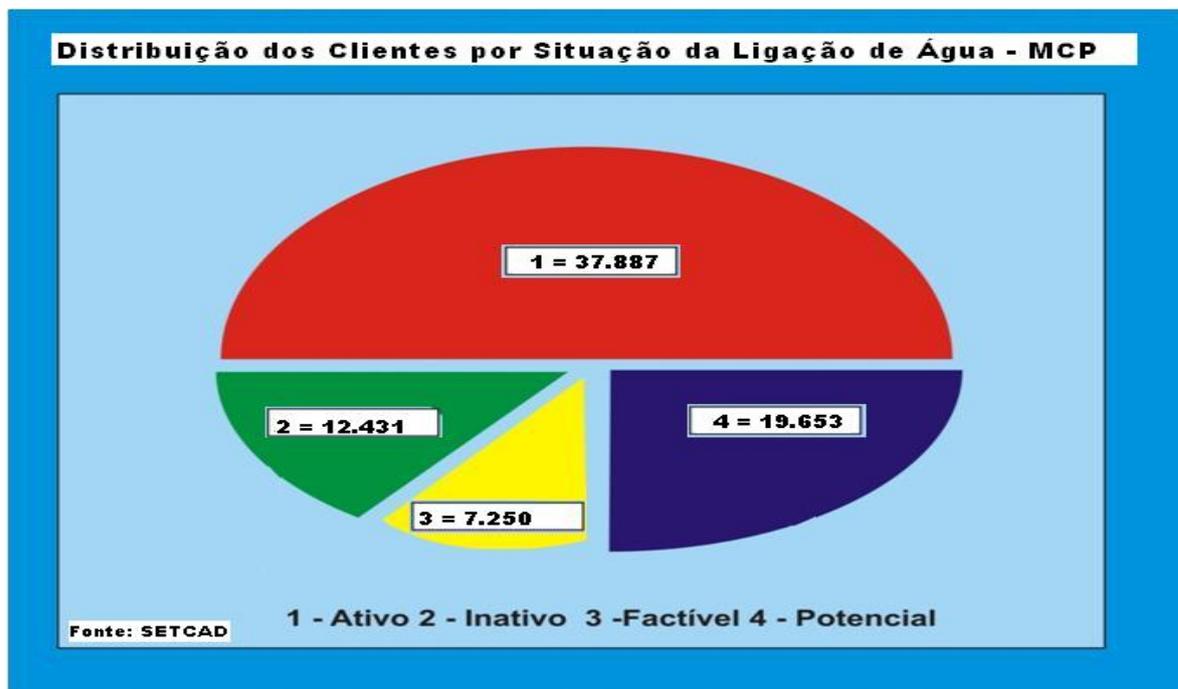


Gráfico 3: Quantidade de ligações por categoria
Fonte: COTTS-CAESA



- 1 - ATIVO – Ligados a Rede
 2 - INATIVOS – Desconectados da rede (cortados) já tiveram ligados.
 3 - FACTÍVEL – A rede passa em frente ao imóvel, mas eles não usufruem do serviço.
 4 - POTENCIAL – A rede não passa em frente ao imóvel.

Gráfico 4: Distribuição dos clientes por situação da ligação de água
Fonte: COTTS-CAESA

Apesar de a CAESA estar atuando há 46 anos no Estado, a estrutura de captação e distribuição ainda está em processo de expansão através da construção de novas Estações de Tratamento de Água (ETA). Segundo o Atlas Brasil sobre o abastecimento urbano de água nos estados realizado pela ANA:

Em Macapá, a CAESA concluiu em 2007 o projeto básico da ETA 03. Após a execução desse módulo será feita a ampliação e a otimização da operação das ETAs 01 e 02, resultando em um aumento da capacidade nominal para 2,4m³/s suficiente para atender as demandas projetadas para o ano de 2025. (ANA, 2010, p.18)

Apesar disso, grande parte da população não é contemplada com o uso da água tratada em suas residências. Essa situação vivida pelos macapaenses foi retratada em uma reportagem exibida pelo Jornal Nacional no dia 30/11/2013, na qual relata: Segundo dados disponíveis pela Secretaria Nacional de Saneamento ambiental, do Ministério das Cidades: de cada 100 moradores, 60 não têm água encanada. Percentuais que colocam Macapá na última posição entre as capitais brasileiras no quesito saneamento básico.

Nessa mesma reportagem o prefeito da cidade de Macapá Clécio Luiz foi procurado para comentar sobre o assunto e segundo ele, para fornecer os quatro mil litros que a cidade consome por segundo, precisa da ajuda do estado, que é responsável pela CAESA.

O governador do Estado Camilo Capiberibe, por sua vez, promete: “Nós estamos trabalhando para dobrar o fornecimento de água tratada até o final de 2014 na capital, Macapá”.

2.2 Alternativas atuais para a captação de água na cidade de Macapá

Observada a falta de água tratada na maioria das residências na cidade de Macapá, aliada ao constante crescimento populacional que a cidade está passando, foram adotadas alternativas para a captação de água para o consumo, entre as quais estão: o uso de poço amazonas e uso do poço artesiano.

Segundo a Associação Brasileira de águas subterrâneas (ABAS), existem cinco tipos de captações de águas subterrâneas: poço amazonas também chamado de cacimba ou poço raso ou cisterna, poço perfurado em rochas consolidadas em rochas, poço perfurado em rochas inconsolidadas e consolidadas, poço no aquífero guarani e poço sedimentar (Figura 10).

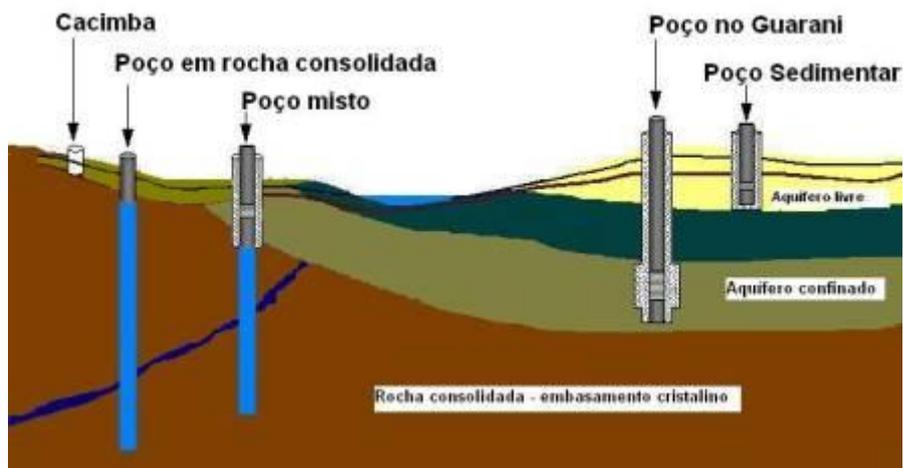


Figura 10: Tipos de poços existentes para a captação de águas subterrâneas
 Fonte: http://www.abas.org/educacao_pocos.php

Em Macapá é muito utilizado o poço amazonas e o poço artesiano. O uso de poço amazonas se dá através de escavações para poder chegar às águas subterrâneas existentes; esse tipo de captação tem profundidade de escavação que varia em média entre 3 a 5 metros. A área do fosso pode ser revestida de cimento ou tijolo e sua instalação deve ser o mais distante possível da fossa sanitária para que não haja contaminação da água coletada (Figura 11). (Mello e Win, 3º Simpósio Brasileiro de Captação de água de chuva no semiárido, 2001).



Figura 2: Poço amazonas.

Fonte: <http://www.santanaoxente.net/site/a-saude/1736-situacao-critica-falta-de-chuva-esta-secando-as-cacimbas-dos-arapiraquenses>

A utilização de poço artesiano, também conhecida como poço de captação subterrânea, possui normas para a sua implantação como a NBR 12212 que fala sobre o projeto de poço para a captação de água subterrânea e NBR 12244 que fala

sobre a construção de poço de captação de água subterrânea. Segundo a ABAS é um poço perfurado em rocha consolidadas e inconsolidadas, com grandes diâmetros (até 36") e profundidades (até 1.500m) (Figura 12).



Figura 3: Poço artesiano.

Fonte: <http://2irmaosperfuracoes.blogspot.com.br/>

2.3 Projeto existente de aproveitamento de água da chuva em Macapá

O único projeto encontrado durante o período da pesquisa, implantando, está no prédio do Instituto Chico Mendes de Conservação a Biodiversidade - ICMBio (Anexo A), localizado na Rua Leopoldo Machado nº 1126 no Bairro Central, foi projetado no ano de 2010 pelas arquitetas Ana Paula Corrêa e Izoneth Aguillar através da Construtora Equatorial Engenharia LTDA, o qual utilizou como uma medida sustentável o aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis (Figura 13).



Figura 4: Edifício do Instituto Chico Mendes de Conservação a Biodiversidade em Macapá.

Fonte: Google street - <https://www.google.com.br/maps/@0.042319,-51.06154,3a,75y,300.03h,84.63t/data=!3m4!1e1!3m2!1szKXrT7MnXIMfSyLsU1h1Bw!2e0>

Segundo o memorial descritivo do projeto, a água recolhida do telhado deveria ir para dois reservatórios de aço inox com capacidade de 2.000 litros cada, obedecendo a NBR 10844: Instalações Prediais de águas Pluviais e à NBR 15527: Água de Chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis, o qual a água da chuva seria destinada para a rega do jardim e para a lavagem (Anexo B).

Em visita realizada na edificação no dia 10/04/2013 pode ser observado que este não exerce seu funcionamento de sistema de aproveitamento de água da chuva. No local os elementos para a captação da água da chuva não são os mesmos especificados em projeto e não é captado nenhum milímetro de água como foi proposto (Figura 14 e 15).



Figura 5: Calha para a captação de água de chuva da edificação e o reservatório de água de chuva.

Fonte: Autora, 2013.



Figura 6: Parte interna do reservatório de água de chuva.

Fonte: Autora, 2013

3. Projeto de aproveitamento de água pluvial

O projeto de aproveitamento de água pluvial tem como técnicas mais comuns à captação através da superfície de telhados ou a drenagem do solo.

Segundo a ANA em uma cartilha intitulada: Conservação e reuso de água nas edificações, o sistema de aproveitamento de água da chuva segue o seguinte sistema (Figura 16):

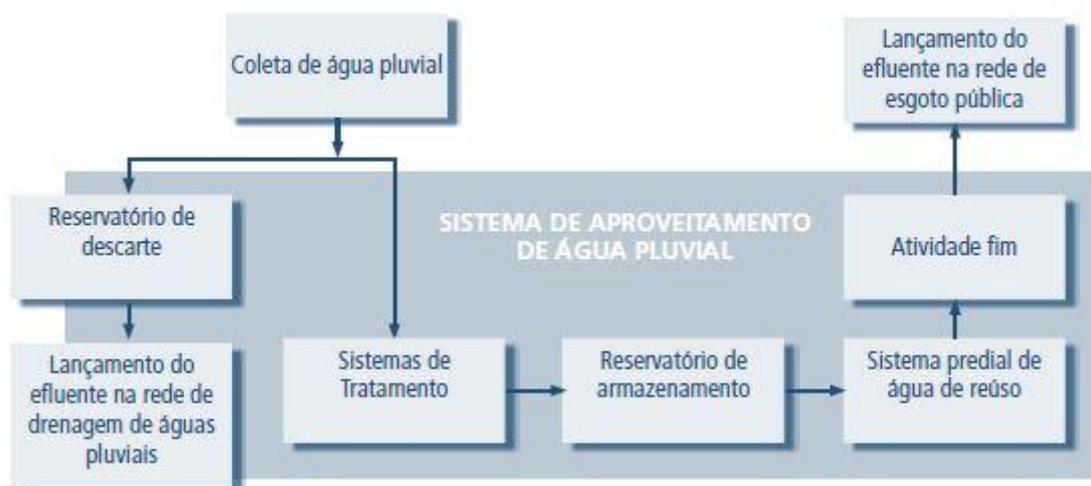


Figura 7: Sistema de aproveitamento de água pluvial
Fonte: ANA, São Paulo, 2005.

A seguir são apresentados os elementos presentes no sistema de aproveitamento de água da chuva baseado na NBR 15.527/2007 - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos e também outros elementos importantes presentes em estudos ligados ao aproveitamento de água da chuva. Será mostrado apenas o modelo de aproveitamento de água através do telhado, pois a proposta que será trabalhada para a Casa do Estudante segue essa linha de captação.

3.1 - Formas de captação

Segundo Herrmann e Schmida (1999 apud ANNECCHIN, 2005) quando a captação da água da chuva for através do telhado existem quatro formas de se aplicar o sistema de aproveitamento de água pluvial:

1-Sistema de fluxo total: Onde toda a chuva coletada pela superfície de captação é direcionada ao reservatório de armazenamento, passando antes por um filtro ou uma tela. A chuva que extravasa do reservatório é direcionada ao sistema de drenagem (Figura 17).

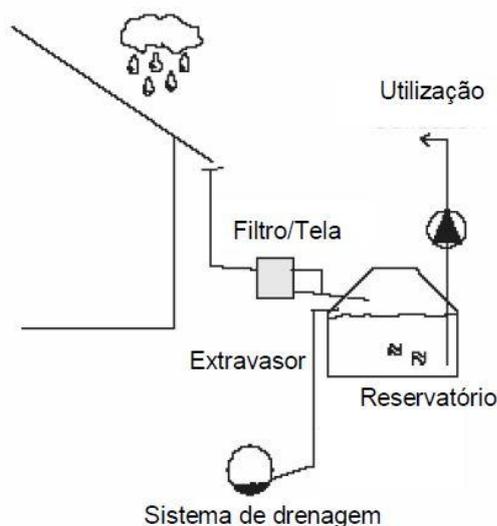


Figura 17: Sistema de fluxo total.

Fonte: Adaptado pela autora, Herrmann e Schmida, 1999 apud ANNECCHIN, 2005.

2- Sistema com derivação: Neste sistema uma derivação é instalada na tubulação vertical de descida da água da chuva, com o objetivo de descartar a primeira chuva, direcionando-a ao sistema de drenagem. Esse sistema é também denominado de sistema auto-limpante. Em alguns casos instala-se um filtro ou uma tela na derivação. Assim como no sistema descrito anteriormente, a chuva que extravasa do reservatório é direcionada ao sistema de drenagem (Figura 18).

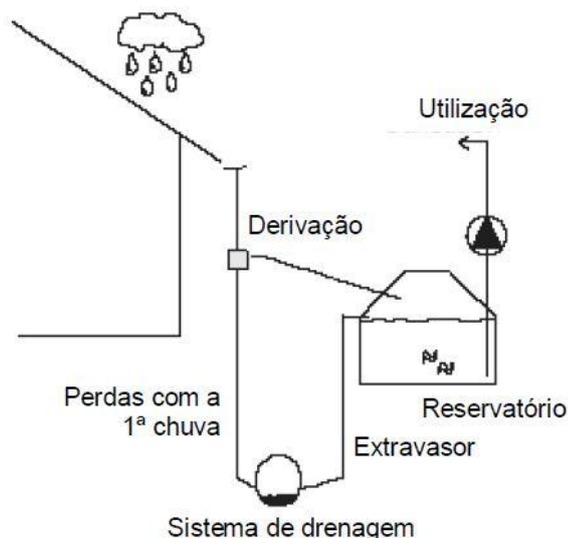


Figura 18: Sistema de derivação.

Fonte: Adaptado pela autora, Herrmann e Schmida, 1999 apud ANNECCHIN, 2005.

3-Sistema com volume adicional de retenção: No qual, constrói-se um reservatório maior, capaz de armazenar o volume de chuva necessário para o suprimento da

demanda e capaz de armazenar um volume adicional com o objetivo de evitar inundações. Neste sistema, uma válvula regula a saída de água correspondente ao volume adicional de retenção para o sistema de drenagem (Figura 19).

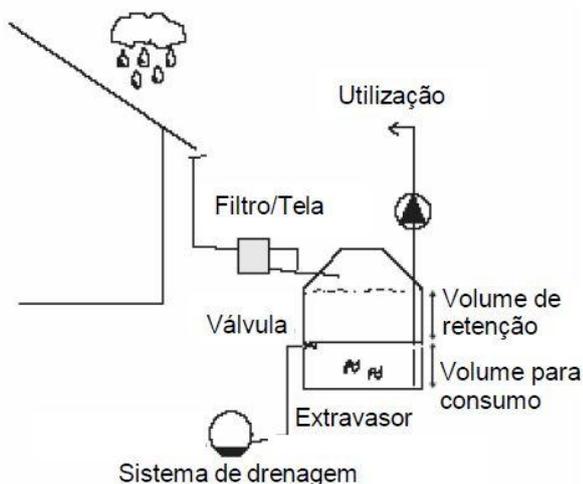


Figura 19: Sistema com volume de retenção.

Fonte: Adaptado pela autora, Herrmann e Schmida, 1999 apud ANNECCHIN, 2005.

4-Sistema com filtração no solo: Neste sistema toda a água da chuva da chuva coletada é direcionada ao reservatório de armazenamento, passando antes por um filtro ou por uma tela. O volume de chuva que extravasa do reservatório é direcionado a um sistema de infiltração de água no solo (Figura 20).

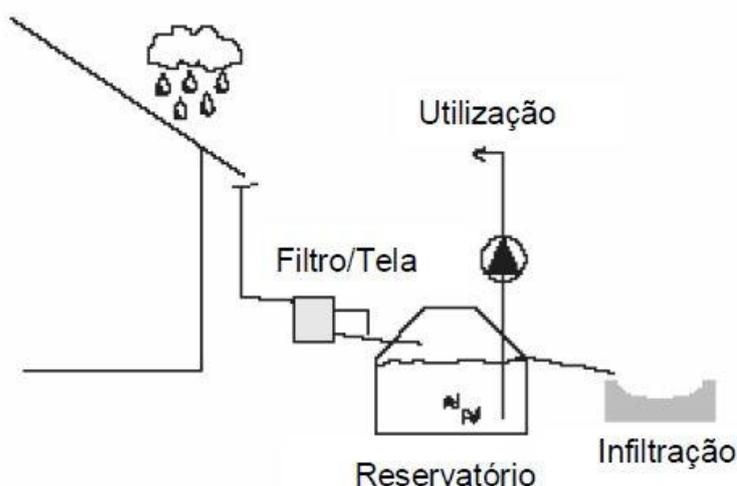


Figura 20: Sistema de infiltração do solo.

Fonte: Adaptado pela autora, Herrmann e Schmida, 1999 apud ANNECCHIN, 2005.

Para projetar esse tipo de sistema a norma 15.527 estabelece seis fatores importantes: calhas e condutores, reservatórios, instalações prediais, qualidade da água, bombeamento e manutenção.

3.2 - Calhas e condutores

Nesse tópico da NBR 15.527, aborda o dimensionamento que deve ser feito das calhas e condutores, a atenção que se deve ter em relação ao período de retorno escolhido, a vazão e o índice pluviométrico, os dispositivos de remoção de detritos e os dispositivos de descarte da primeira água da chuva.

Segundo a NBR 10.844/1989 - Instalações prediais de águas pluviais devem tomar como base os dados pluviométricos do lugar onde será projetado o sistema de águas pluviais, fixando valores adequados para a duração da precipitação e o período de retorno.

A NBR 10.844 determina que o período de retorno seja definido de acordo com as características da área a ser drenada, seguindo os seguintes valores estabelecidos:

T= 1ano, para áreas pavimentadas, onde o empoçamentos possam ser tolerados;

T= 5 anos, para coberturas e/ou terraços;

T=25anos, para coberturas e áreas onde empoçamento ou extravasamento não possa ser tolerado.

A norma determina que o tempo e precipitação seja fixado em $t=5$ min.

A área de contribuição, segundo a NBR 10. 844 devem considerar os incrementos devido à inclinação da cobertura e as paredes que interceptem a água da chuva que possa ser drenada pela cobertura. Os cálculos devem ser feitos de acordo com cada área de contribuição (Figura 21).

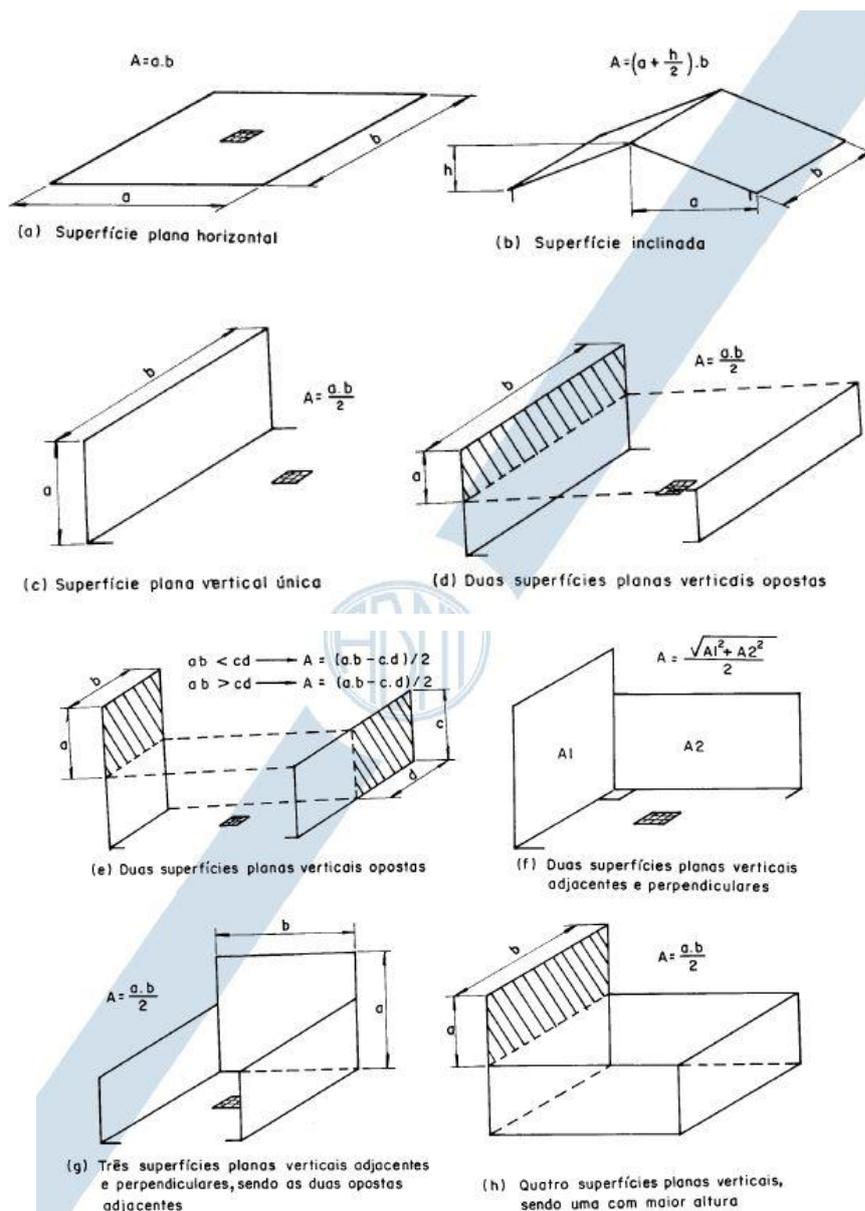


Figura 218: Cálculos utilizados para a área de contribuição.
Fonte: NBR 10.844, 1989, p.5.

Para realizar o cálculo da vazão na calha a NBR 10.844 utiliza a seguinte equação:

$$Q = \frac{I \cdot A}{60} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

Q: vazão do projeto (L/min)

I: Intensidade pluviométrica (mm/h)

A: área de contribuição (m²)

Segundo a NBR 10.844 a inclinação das calhas de beiral e platibanda deve uniforme com valor mínimo de 0,5%. Quando a saída estiver a menos de 4m de uma

mudança de direção, a vazão do projeto deve ser multiplicada pela pelos coeficientes (tabela 2):

Tabela 2: Coeficientes multiplicativos da vazão de projeto

Tipo de curva	Curva a menos de 2m da saída da calha	Curva entre 2 a 4 m da saída da calha
Canto reto	1,2	1,1
Canto arredondado	1,1	1,05

Fonte: Modificado, ABNT NBR 10.844/89

Para dimensionar a calha a NBR 10.844 usa a formula de Manning - Strickler:

$$Q = K \frac{S}{n} R_H^{2/3} \cdot i^{1/2} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

Q= vazão do projeto, em L/min

S=área de seção molhada em m²

n=Coeficiente de rugosidade (ver tabela 3)

R=raio hidráulico, em m

$R_H = \frac{P}{S}$ perímetro molhado, em m

i = declividade da calha em m/m

K=60.000

Tabela 3: Coeficientes de rugosidade

Material	n
Plástico, fibrocimento, aço, metais não ferrosos	0,011
Ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida	0,012
Cerâmica, concreto não alisado	0,013
Alvenaria de tijolos não revestidas	0,015

Fonte: ABNT NBR 10.844/89

A NBR 10.844 estabelece que os condutores verticais podem ser colocados tanto interna quanto externa do edifício, dependendo do uso e da ocupação do edifício e dos materiais dos condutores. O diâmetro interno mínimo dos condutores verticais de seção circular é de 70 mm.

Para o dimensionamento dos condutores verticais a NBR 10.844 estabelece que seja feito a partir dos seguintes dados:

Q=Vazão de projeto, em L/min;

H=altura da lâmina de água na calha, em mm

L =comprimento do condutor vertical, em m

O diâmetro interno (D) do condutor vertical é obtido através de ábacos disponíveis na NBR 10.844 (figura 22 e 23).

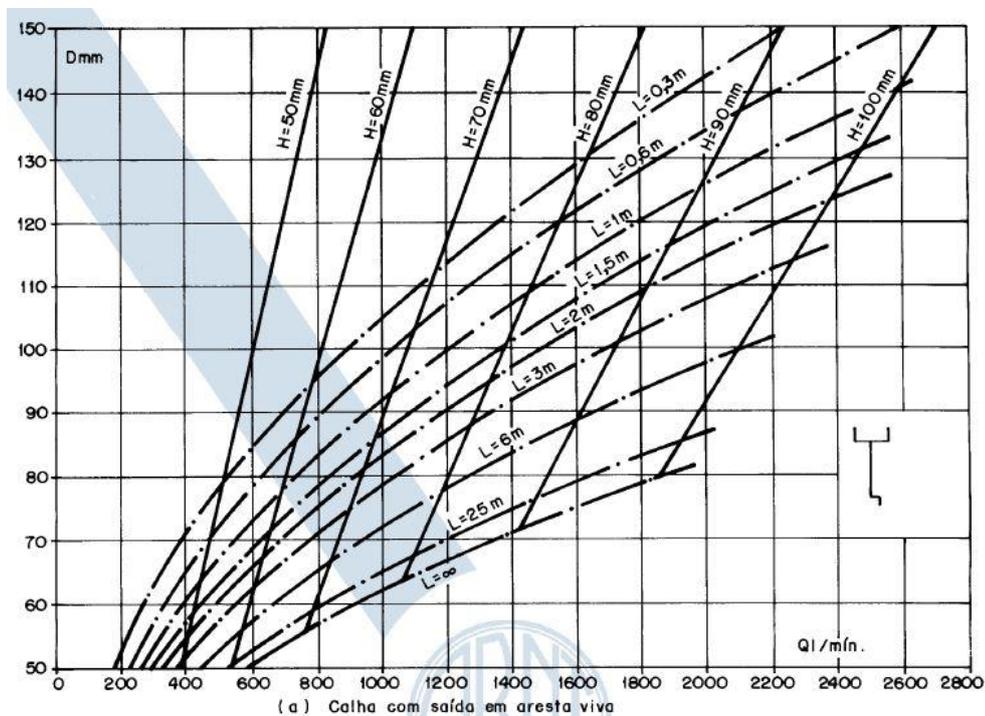


Figura 22: Ábaco (a) calha com saída em aresta viva.
Fonte: NBR 10.844, 1989, p.8.

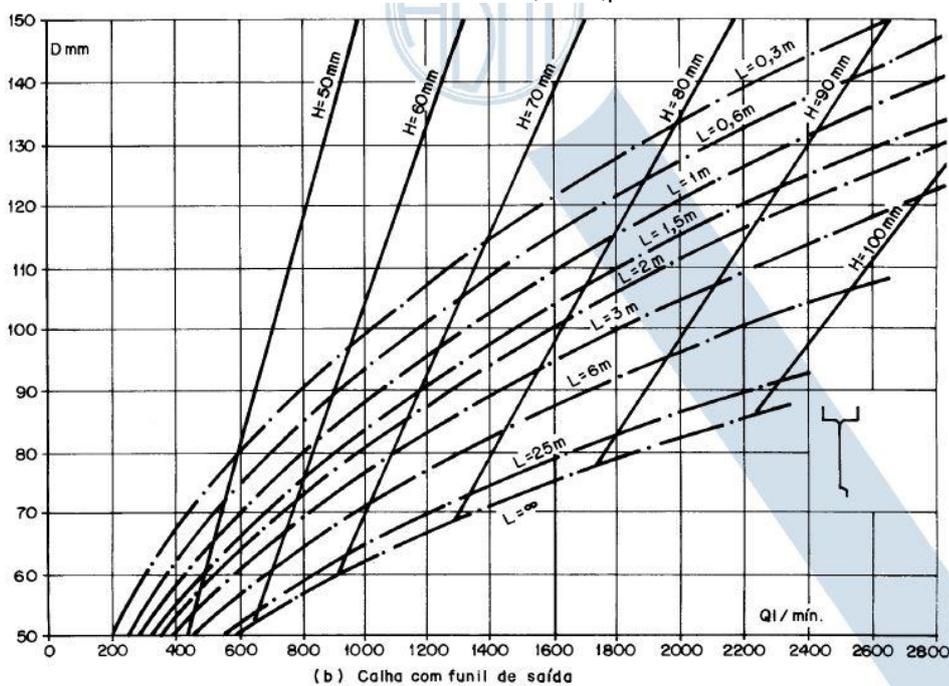


Figura 9: Ábaco (b) calha com funil de saída.
Fonte: NBR 10.844, 1989, p.8.

Na NBR 10.844/89 diz que os condutores horizontais de seção circular devem ser dimensionados para que o escoamento com lamina com altura igual a 2/3 do diâmetro interno (D) do tubo. As vazões para tubos de vários materiais e inclinações usuais estão indicadas na tabela 4.

Tabela 4: Capacidade de condutores horizontais de seção circular (vazões em L/min)

Diâmetro interno (D) (mm)	N=0,011				N=0,012				N=0,012			
	0,5%	1%	2%	4%	0,5%	1%	2%	4%	0,5%	1%	2%	4%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	242	343	486
125	370	521	735	1.040	339	478	674	956	313	441	622	882
150	602	847	1.190	1.690	552	777	1.100	1.550	509	717	1.010	1.430
200	1.300	1.820	2.570	3.650	1.190	1.670	2.360	3.350	1.100	1.540	2.180	3.040
250	2.350	3.310	4.660	6.620	2.150	3.030	4.280	6.070	1.990	2.800	3.950	5.600
300	3.820	5.380	7.590	10.800	3.500	4.930	6.960	9.870	3.230	4.550	6.420	9.110

Fonte: NBR 10.844,1989, p.9.

De acordo com a NBR 10.844, nas tubulações aparentes, devem ser previstas inspeções sempre que houver conexões com outra tubulação, mudança de declividade, mudança de direção e ainda cada trecho de 20 m nos percursos retilíneos.

Segundo a NBR 10.844, as tubulações enterradas, devem ser previstas caixas de areia sempre que houver conexões com outra tubulação, mudança de declividade, mudança de direção e ainda cada trecho de 20 m nos percursos retilíneos.

A NBR 10.844 ainda resalta que a ligação entre condutores verticais e horizontais seja sempre feita por curva de raio longo, com inspeção e caixa de areia, estando o condutor aparente ou enterrado.

3.3- Remoção de materiais grosseiros

O aproveitamento de água da chuva através do telhado requer que seja pensado um modo para que folhas, gravetos e outros tipos de materiais que possam estar presente no telhado não contamine a água coletada da chuva que esteja no reservatório.

De acordo com ANNECCHINI, (2005, p.39) a remoção desse tipo de material pode ser feita de maneira simples, promovendo a retenção dos mesmos através do uso de telas ou grades, para o caso de telhados (...) (Figura 24).

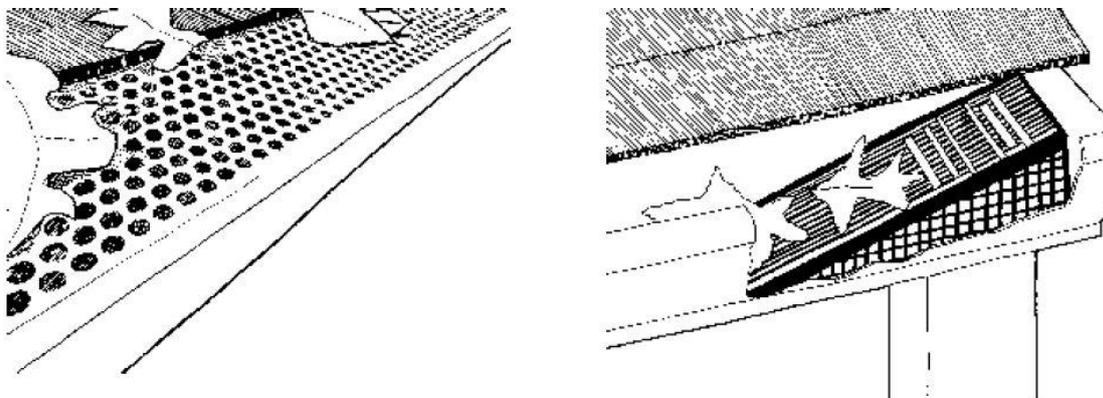


Figura 24: Sistema de remoção de materiais grosseiros
Fonte: Waterfall in Annechchini, 2005, p.39.

3.4- Descarte da primeira água da chuva

Para que água da chuva coletada do telhado não sofra contaminações de agentes externos, além do uso de grades ou telas de remoções de materiais grosseiros é necessário também do descarte da primeira água da chuva. Segundo Tordo (2004) in CARVALHO (2007, p.21), a primeira chuva contém impurezas originárias das deposições no telhado de matéria orgânica eliminada pelos pássaros e/ou trazidas pelo vento, como folhas e pequenos insetos.

Segundo Thomaz (2011) in COUTO (2012, p.30), a primeira chuva que contém muita sujeira dos telhados pode ser removida manualmente com o uso de tubulações que podem ser desviadas do reservatório ou automaticamente através de dispositivos de autolimpeza em que o homem não precisa fazer nenhuma operação.

Annechchini (2005, p.41) apresenta dois sistemas de descarte da primeira chuva. O primeiro sistema estando completado o volume do reservatório de descarte da primeira água da chuva, a entrada da água é vedada através de uma bola flutuante (Figura 25).

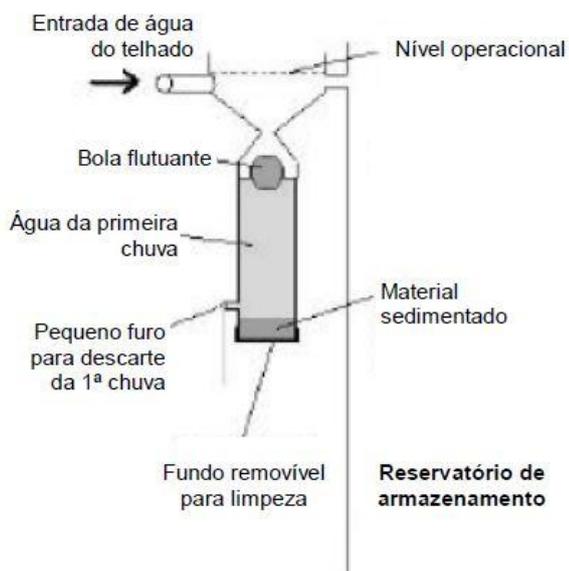


Figura 10: Descarte da primeira água de chuva com o sistema de bóia.
 Fonte: Ranatunga, 1999 in Anecchini, 2005, p.41.

O segundo sistema de descarte da primeira água da chuva consiste em ao completar o volume do reservatório de primeira chuva, através do extravazamento a água irá para o reservatório de armazenamento (Figura 26).

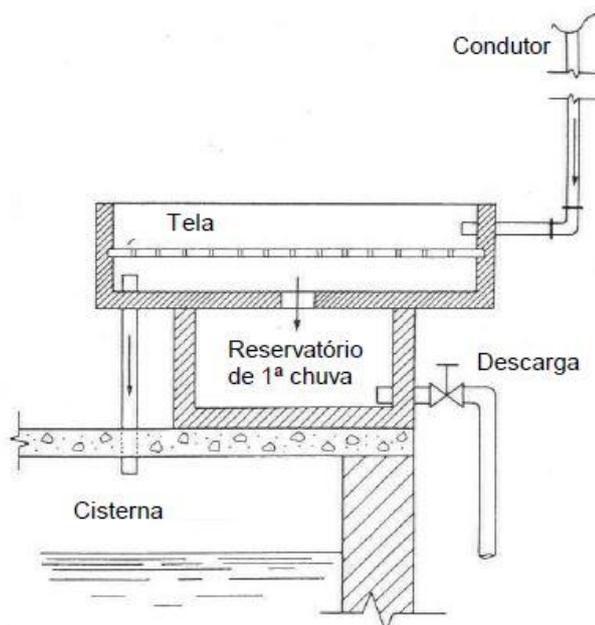


Figura 26: Descarte da primeira água da chuva com reservatório.
 Fonte: Dacach, 1981, in Anecchini, 2005, p.41.

3.5 - Bombeamento

Nesse quesito presente na NBR 15.527/2007, estabelece que o bombeamento seja feito de acordo com a NBR 12214/1989 - Projeto de bombeamento de água para abastecimento público, onde devem ser observadas as indicações quanto às tubulações de sucção e recalque, velocidades mínimas de sucção e seleção conjunto motor-bomba.

3.6- Dimensionamento de reservatório de água de chuva

Para dimensionar o reservatório de água de chuva é necessário conhecer os elementos constituintes para o funcionamento do reservatório que são: extravasor, dispositivo de esgotamento, cobertura, inspeção, ventilação e segurança.

É recomendado na norma que a retirada de água do reservatório seja feita a 15 cm da superfície e que a alimentação de água potável seja distribuída em um sistema totalmente diferente para que a água da chuva utilizada não contamine a água potável.

Para começar os cálculos de dimensionamento do reservatório é necessário antes saber o volume de água pluvial que será aproveitado, o coeficiente de escoamento superficial da cobertura e a quantidade que será descartada da primeira quantidade de água de chuva. Para o conhecimento da quantidade de água pluvial que será utilizado, é utilizada a seguinte equação:

$$V = P \times A \times C \times \eta_{\text{fator de captação}} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

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

P=precipitação média anual, mensal ou diária;

A=área de coleta

C= é o coeficiente de escoamento superficial da cobertura;

η = é a eficiência do sistema de captação, levando em conta o dispositivo de descarte de sólidos e desvio de escoamento inicial, caso este último seja utilizado.

Para dimensionar a quantidade de água pluvial que será armazenado no reservatório são utilizados os seguintes métodos: método de Rippl, método da simulação, método de Azevedo Neto, método prático alemão, método prático inglês e método prático australiano.

3.6.1 - Método de Rippl

Segundo Tomaz (2011) in COUTO (2012, pag.55), " em Hidrologia, é comum o uso do " diagrama de massas" para regularização de vazões em reservatórios, isto é, o estudo que garante o abastecimento constante d'água tanto no período chuvoso quanto no seco".

Conforme a NBR 15.527 o método de Rippl segue a seguinte equação:

$$S_{(t)} = D_{(t)} - Q_{(t)} \quad (\text{Equação 4})$$

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

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

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

Onde:

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

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

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

V= volume do reservatório

C= coeficiente de escoamento superficial

Tomaz (2005) mostra duas maneiras de utilizar o método de Rippl para demanda constante e chuvas mensais e para demanda variável e chuvas mensais: o método analítico e o método gráfico. Para melhor exemplificar COUTO (2012, pg.56) modificou a tabela usada por Tomaz para mostrar e explicar o método analítico presente no método de Rippl.

Tabela 5: Cálculo do método de Rippl - método analítico.

Meses	Chuvas Médias Mensais (mm)	Demanda Constante Mensal (m³)	Área da Captação (m²)	Volume De Chuva Mensal (m³)	Diferença Entre os Volumes da Demanda - Vol. de Chuva Col.3-Col. 5	Diferença Acumulada da Coluna 6 Dos Valores Positivos	Obs.
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8

Fonte: Couto, 2012.

Onde:

Coluna 1: São os meses que compõe o ano;

Coluna 2: Chuvas médias mensais do lugar de estudo (mm);

Coluna 3: Demanda mensal ou consumo mensal (m^3);

Coluna 4: Área de captação de água da chuva (m^2);

Coluna 5: Volumes mensais disponíveis de água de chuva. Os valores obtidos nesta coluna são o resultado da multiplicação da coluna 2 pela coluna 4 e pelo coeficiente de Runoff que é 0,80 e dividido por 1000, o resultado dessa equação é dado em m^3 .

Coluna 6: É o resultado da diferença entre os volumes da demanda e os volumes de chuvas mensais, no caso a diferença entre a coluna e menos a coluna 5. Quando o resultado obtido for negativo indica excesso de água e quando for positivo indica que nos meses correspondentes, supera o volume de água disponível.

Coluna 7: É o resultado da diferença acumulada da coluna 6, onde é apenas considerado valores positivos. Para preencher esta coluna, foi admitida a hipótese inicial de o reservatório estar cheio. Os valores negativos não foram computados, pois correspondem aos meses com excesso de água.

Começa-se com a soma pelos valores positivos, prosseguindo até que a diferença se anule, desprezando todos os valores negativos seguintes, recomeçando a soma quando aparecer o primeiro valor positivo.

Coluna 8: Para preencher a coluna 8 é necessário usar as letras E, D e S.

Onde:

E=água escoando pelo extravasor;

D=nível de água baixando;

S=nível de água subindo.

O método gráfico de Rippl para a demanda constante e chuvas mensais e para a demanda variável e chuvas mensais é feito usando Microsoft Excel, vale lembrar que é utilizado à mesma tabela utilizada no método analítico diferenciando apenas na criação de um gráfico para facilitar a compreensão dos dados obtidos (Gráfico 5).

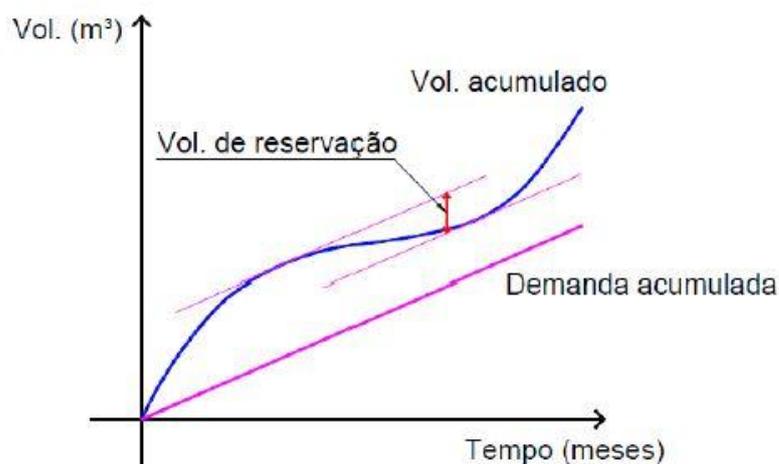


Gráfico 5 : Diagrama de Rippl - método gráfico.
Fonte: Souza, 2007 in COUTO 2012, pag.57.

3.6.2 - Método da simulação

Segundo a NBR 15.527/2007 esse método não leva em consideração a evaporação da água. Para calcular o uso do reservatório para um determinado mês, utiliza-se a equação da continuidade a um reservatório finito.

$$S_{(t)} = Q_{(t)} + S_{(t-1)} - D_{(T)} \quad (\text{Equação 5})$$

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

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

Onde:

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

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

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

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

V = Volume do reservatório fixado;

C = Coeficiente de escoamento superficial.

Através da opinião de outros autores Giacchini, (2010, p.48) elenca os pontos positivos e negativos do método de simulação, o qual será mostrado neste trabalho em forma de quadro comparativo.

Quadro 2: análise do método de simulação

Limitações do método de simulação	Atributos do método de simulação
A condição de o reservatório estar inicialmente cheio;	A análise do comportamento histórico é um processo simples, de fácil

	entendimento e representa com clareza o comportamento da água armazenada;
A análise é baseada em registros históricos que podem ser representativos para o conjunto de escoamentos;	A análise de séries históricas incorpora as variações sazonais entre outros parâmetros;
Dificuldades nas alterações de demanda ao longo do tempo.	O método pode ser aplicado para dados baseados em qualquer intervalo de tempo, em geral diários ou mensais.

Fonte: Adaptado de Giacchini, 2010, p.48.

3.6.3 - Método Azevedo Neto

Conforme Azevedo Neto (1991) in Giacchini (2010, p.51) o dimensionamento dos sistemas de abastecimento de chuva, segue os seguintes dados:

- 1- Precipitação anual mínima;
- 2- Número máximo de dias sem chuvas significativas;
- 3- Consumo de água mensal.

A NBR 15.527/2007 mostra a seguinte equação para encontrar o volume de água:

$$V=0,042 \times P \times A \times T \quad (\text{Equação 6})$$

Onde:

P= Valor numérico da precipitação média anual, expresso em milímetro (mm);

T=Valor numérica do número de meses de pouca chuva ou seca;

A=Valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados;

V = Valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, expresso em litros (L).

3.6.4 - Método prático Alemão

Considerado como um método empírico utiliza-se para realizar os cálculos, o menor volume do reservatório, 6% do volume anual de consumo ou 6% do volume anual de precipitação aproveitável. Segundo a NBR 15.527/2007, segue a seguinte equação:

V adotado = mínimo de (volume anual precipitado aproveitável e volume anual de consumo) x 0,06(6%)

$$V \text{ adotado} = \text{mín} (V; D) \times 0,06 \quad (\text{Equação 7})$$

Onde:

V = Valor numérico do volume aproveitável de água, expresso em litros (L);

D = Valor numérico da demanda anual da água não potável, expresso em litros (L);

V adotado = Valor numérico do volume de água do reservatório, expresso em litros.

3.6.5 - Método prático Inglês

Esse método também é considerado empírico e segue conforme a NBR 15.527/2007 a seguinte equação:

$$V = 0,05 \times P \times A \quad (\text{Equação 8})$$

Onde:

P=Valor numérico da precipitação média anual, expresso em milímetros (mm);

A= Valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados (m²);

V = Valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água da cisterna, expresso em litros(L).

3.6.6 - Método prático Australiano

Outro método empírico, conforme a NBR 15.527/2007 segue a seguinte equação:

$$Q = A \times C \times (P - I) \quad (\text{Equação 9})$$

Onde:

C = Coeficiente de escoamento superficial, geralmente 0,80;

P=Precipitação média mensal;

I= Interceptação da água que molha as superfícies e perdas por evaporação, geralmente 2 mm ;

A= Área de coleta;

Q= Volume mensal produzido pela chuva.

Conforme a NBR 15.527/2007 o cálculo do volume do reservatório feito através de tentativas, até que sejam utilizados valores otimizados de confiança e do volume do reservatório.

$$V_t = V_{t-1} + Q_t - D_t \quad (\text{Equação 10})$$

Onde:

Q_t = Volume mensal produzido pela chuva no mês t ;

V_t = Volume de água que está no tanque no fim do mês t ;

V_{t-1} = Volume de água que está no tanque no início do mês t ;

D_t = Demanda mensal

Nota: Para o primeiro mês, considera-se o reservatório vazio.

Quando $(V_{t-1} + Q_t - D) < 0$, então $V_t = 0$

O volume do tanque escolhido será T .

Confiança:

$Pr = Nr / N$

Onde:

Pr = Falha;

Nr = número de meses em que o reservatório não atendeu à demanda, isto é, quando $VI = 0$;

N = número de meses considerado, geralmente 12 meses;

Confiança = $(1 - Pr)$

Recomenda-se que os valores de confiança estejam entre 90 % e 99 %.

Os reservatórios utilizados no sistema de aproveitamento de água da chuva contam com outros elementos para compor o processo de captação de águas pluviais. Esses elementos que auxiliam o uso do reservatório são: filtro volumétrico, extensão telescópica, cesta de coleta de sujeira para filtro, haste para coleta de sujeira com filtro, bóia para sucção de água, extravasor, peça direcionadora de fluxo e peneiras.

3.7 - Coeficiente de Runoff

Também conhecido como coeficiente de escoamento superficial, o coeficiente de Runoff é assim definido por alguns autores:

Nem todo volume de água de chuva precipitado é aproveitado devido às perdas, como, por exemplo, a evaporação e a limpeza do telhado. Para justificar estas perdas utiliza-se um valor a partir do quociente entre a água que escoar superficialmente pelo total de água precipitada, chamado de coeficiente de escoamento superficial, cujo símbolo é representado pela letra C . Este coeficiente varia com a inclinação do telhado e com o material da superfície de captação. (PHILIPPI, 2006, in COUTO, 2012, p.52)

Segundo Thomaz, (2005, p.79) o coeficiente de Runoff é o quociente entre água que escoar superficialmente pelo total de água precipitada. Couto, (2012, p.52) insere uma tabela com os valores do coeficiente de Runoff (tabela 6)

Tabela 6: Coeficiente de Runoff médio

MATERIAL	COEFICIENTE DE RUNOFF
Telhas cerâmicas	0,8 a 0,9
Telhas esmaltadas	0,9 a 0,95
Telhas corrugadas de metal	0,8 a 0,09
Cimento amianto	0,8 a 0,09
Plástico, PVC	0,9 a 0,95

Fonte: Tomaz, 2011 in Couto, 2012, p.52.

3.8 - Instalações Prediais

Conforme a NBR 15.527/2007 as instalações prediais devem atender à ABNT NBR 5626/1998 - Instalações Prediais de água fria. As tubulações e demais componentes utilizados no sistema de aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis devem ser diferenciados da tubulação de água potável, não podendo haver conexões cruzadas entre o sistema de água potável com o sistema de água da chuva não potável, deverá ser implantado dois reservatórios distintos um para o uso potável e outro para uso não potável e os pontos uso de água não potável devem ser devidamente identificados com uma placa de identificação com a seguinte inscrição: "água não potável".

3.9 - Qualidade da água de chuva capitada

A NBR 15.527/2007 estabelece que o projetista defina os padrões de qualidade que a água deve ter de acordo a utilização prevista, para o uso mais restritivo a norma estabelece que seja utilizada a seguinte tabela:

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

Parâmetro	Análise	Valor
Coliformes totais	Semestral	Ausência em 100 mL
Coliformes Termotolerantes	Semestral	Ausência em 100 mL
Cloro residual livre ^a	Mensal	0,5 a 3,0 mg/L
Turbidez	Mensal	<2,0 uT ^b , para uso menos restritivos < 5,0 uT
Cor aparente (caso não seja utilizado nenhum corante, ou antes, da sua utilização).	Mensal	< 15 uH ^c
Deve prever ajuste de pH para a proteção das redes de distribuição, caso necessário.	Mensal	pH de 6,0 a 8,0 no caso de tubulação no caso de aço carbono ou galvanizado

NOTA: Podem ser usados outros processos de desinfecção além do cloro, como aplicação do raio ultravioleta e aplicação de ozônio.

^a No caso de serem utilizados outros processos para desinfecção.

^b uT é a unidade de turbidez.

^c uH é a unidade Hazen.

Fonte: Adaptado da ABNT 15.527, 2007, p.04.

3.10 - Manutenção

A NBR 15.527/2007 disponibiliza uma tabela para a realização da manutenção do sistema de aproveitamento de água de chuva.

Tabela 8: Frequência de manutenção

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

Fonte: Adaptado da ABNT 15.527, 2007, p.05.

4 Projeto de aproveitamento de águas pluviais da casa do estudante da UNIFAP

4.1 Característica da Edificação

A Casa do Estudante da UNIFAP é um projeto desenvolvido pela Assessoria Especial de Engenharia e Arquitetura da UNIFAP, esta edificação será destinada a abrigar os acadêmicos que estudam na instituição que não possuem moradia na cidade onde está localizada a matriz da universidade denominada como Campus Marco Zero, por não possuírem renda para se manter em uma residência e os estudos.

A edificação fica localizada na Rua Lispector Aymoré sem número no bairro Universidade, segundo o Plano Diretor do Município de Macapá (PDMM, 2004) o lote da edificação está classificado como Setor Residencial 3 (SR3), destinado ao uso residencial, comercial e de serviços de apoio a moradia com restrição as atividades que causem incômodo a vizinhança (Figura 27).



Figura 27: Planta de localização da edificação.

Fonte: Imagem de satélite adaptada de GNES/ Spot Image, Digital Globe, 2014.

Tabela 9: Usos e atividades

SETOR	USO E ATIVIDADES		
	DIRETRIZES	USOS PERMITIDOS	OBSERVAÇÕES
Residencial 3 – SR3	Uso residencial; atividades comerciais e de serviços de apoio à moradia com restrição as atividades que causem incômodo a vizinhança.	Residencial uni e multifamiliar; comercial e industrial nível 1 em 2 ; de serviços níveis 1,2 e 3	De serviços nível 3 somente clube e estabelecimento de nível fundamental, médio, técnico e profissionalizante

Fonte: Adaptado de lei de uso e ocupação do solo no município de Macapá, 2004, p.34.

O projeto da Casa do estudante está em fase de construção, ela terá um espaço de 765,22 m² de área construída, contemplando 32 dormitórios, cada dormitório abrigará três pessoas totalizando o número de 96 pessoas morando na edificação. O prédio será constituído em dois pavimentos, o primeiro pavimento conterà: área de convivência, sala de TV, cozinha / refeitório, lavanderia, vestiários atendendo as normas de acessibilidade e dezesseis dormitórios. O segundo pavimento possuirá: duas salas de estudo, sala com acesso a internet, vestiários, coordenação, depósito e dezesseis dormitórios como pode ser vista nas plantas baixas humanizadas do primeiro e segundo pavimento e a volumetria da edificação (Figura 28,29 e 30).

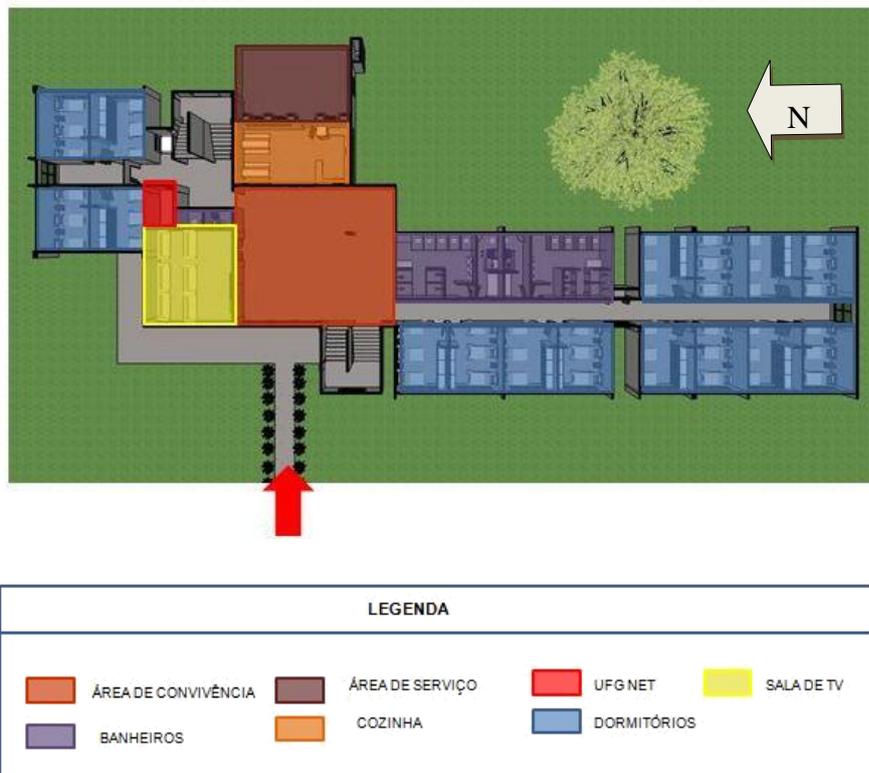


Figura 28: Planta baixa humanizada do primeiro pavimento.
Fonte: Autora, 2013.



Figura 29: Planta baixa humanizada do segundo pavimento.
Fonte: Autora, 2013.



Figura 30: Perspectiva da edificação.
Fonte: Autora, 2013.

Os dados do índice pluviométrico mensal da área da Casa do Estudante foram obtidos no Núcleo de Hidrometeorologia e energias renováveis - NHMET/IEPA (Anexo C).

4.2 Volume de água prevista para o uso não potável na edificação

A partir dados do índice pluviométrico da cidade de Macapá nos últimos trinta anos e da planta de cobertura da Casa do Estudante, disponibilizada pela Assessoria Especial de Engenharia e Arquitetura (AEEA) da UNIFAP, foi possível calcular a área de captação do telhado para o aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis (Figura 31).



Figura 31: Planta de cobertura.

Fonte: Modificado pela autora, AEEA- UNIFAP, 2013.

De acordo com a equação (b) do cálculo de área de contribuição do telhado, presente na NBR 10.844 a área de contribuição dos telhados presente na Casa do Estudante tem os seguintes valores:

ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO				
	a	h	b	RESULTADO
TELHADO 01	7	1	8	120
TELHADO 02	5	1	6	35
TELHADO 03	4	0	4	18
TELHADO 04	10	1	13	130
TELHADO 05	11	1	18	203
TELHADO 06	4	0	4	18
TELHADO 07	7	1	15	226
TELHADO 08	7	1	16	237
ÁREA TOTAL DE CONTRIBUIÇÃO				989

Para saber a estimativa de quanto a Casa do estudante irá consumir de água quando estiver em funcionamento foi utilizada a tabela 10 presente na NB 92.

Tabela 10: Estimativa de população NB 92

PRÉDIO	CONSUMO LITROS/DIA
Alojamentos provisórios	80 per capita
Ambulatórios	25 per capita
Apartamentos	200 per capita
Casas populares ou rurais	120 per capita
Cavaliças	100 por cavalo
Cinemas e teatros	2 por lugar
Creches	50 per capita
Edifícios públicos ou comerciais	50 per capita
Escolas - Externatos	50 per capita
Escolas - Internatos	150 per capita
Escolas - Semi-internatos	100 per capita
Escritórios	50 per capita
Garagens	50 por automóvel
Hotéis- sem cozinha - sem lavanderia	120 por hóspede
Jardins	1,5 por m ²
Lavanderias	30 por kg de roupa seca
Matadouros - animais de grande porte	300 por cabeça abatida
Matadouros - animais de pequeno porte	150 por cabeça abatida
Mercados	5 por m de área
Oficina de costura	50 per capita
Orfanatos, asilos, berçários	150 per capita
Posto de serviço para automóveis	150 por veículo
Quartéis	150 per capita
Residências	150 per capita
Restaurantes e similares	25 por refeição
Templos	2 por lugar

Fonte: MELLO, V.O., NETTO, J.M.A. Instalações
Paulo: Blucher, 1988, p25.

prediais hidráulicos-sanitárias, São

A casa do Estudante foi considerada pra fins de cálculo como escolas-internatos, na qual constam na tabela da NB 92 com o valor de 150 litros/dia per capita. Com isso foi feito o seguinte cálculo:

Cálculo de uso de água para a Casa do Estudante

$96(\text{pessoas}) \times 150(\text{litros/dia per capita}) = 14.400 \text{ litros/dia}$

$14.400 (\text{litros/dia}) \times 30 \text{ dias} = 432.000 \text{ litros/mês}$

$14.400 (\text{litros/dia}) \times 365 \text{ dias} = 5.256.000 \text{ litros/ano}$

A partir da identificação dos pontos de utilização de água na edificação, foi definido o uso da água da chuva para fins não potáveis nas seguintes atividades: descarga de vasos sanitários e rega de plantas.

Após essa definição foi calculado uma estimativa da quantidade de água que irá ser consumida no projeto da casa do Estudante.

Cálculo de uso não potável interno

*Bacia Sanitária

$92 \text{ pessoas} \times 5 \text{ descargas/pessoas/dia} \times 6 \text{ litros/descarga} \times 1,08 \text{ (vazamentos)} \times 30 \text{ dias} = 89.424 \text{ litros/mês} - 2.980,8 \text{ litros/dia.}$

$4 \text{ pessoas portadoras de necessidades especiais} \times 5 \text{ descargas/pessoas/dia} \times 11,9 \text{ litros /descarga} \times 1,08 \text{ (vazamentos)} \times 30 \text{ dias} = 7.711,2 \text{ litros/mês} - 257,04 \text{ litros/dia}$

O Somatório do uso de todas as bacias sanitárias presentes na Casa do Estudante tem como consumo de água o seguinte valor:

Bacia sanitária	Volume Mensal (Litros/mês)
Caixa acoplada	89.424
Válvula	7.711,2
Total	97.135,2

Cálculo de uso não potável externo

*Gramado ou Jardim

$589,56\text{m}^2 \times 2 \text{ litros/dia/m}^2 \times 0,40 \text{ vezes} \times 30 \text{ dias} = 14.149,44 \text{ litros/mês} - 471,64 \text{ litros/dia}$

Uso da água não potável no projeto da Casa do Estudante	Volume Mensal (Litros/mês)
Bacias Sanitárias	97.135,2
Uso Externo	14.149,44
Total	111.284,64

A partir desses dois dados pode saber a quantidade de água não potável que irá ser trabalhado para o sistema de água da chuva para fins não potáveis.

Uso de água na Casa do Estudante: 14.400 litros/dia

432.000 litros/mês

Uso de água não potável na Casa do Estudante: 3.709,48 litros/dia

111.284,64 litros/mês

Diferença do consumo de água geral com o uso de água não potável na Casa do estudante é:

$14.400 - 3.709,48 = 10.690,52$ litros/dia

$432.000 - 111.284,64 = 320.715,36$ litros/mês

4.3-Projeto de Aproveitamento de Água Pluvial na Casa do Estudante

Com base no que foi apresentado neste trabalho, foi projetado um sistema de aproveitamento de água pluvial para a Casa do estudante de acordo com as normas vigentes que abordam esse assunto. Neste tópico foram apresentados apenas os resultados que foram utilizados para o projeto de aproveitamento de água pluvial, os outros cálculos que foram realizados para o sistema de aproveitamento estão no apêndice B deste trabalho e o projeto desse sistema está presente no caderno de projeto.

4.3.1 Dimensionamento de calhas e condutores

A partir dos dados da área de contribuição do telhado da Casa do Estudante, puderam ser dimensionados as calhas e os condutores da edificação.

De acordo com a equação 01 presente na NBR 10844/1989 a vazão da calha no projeto da casa do estudante teve como resultado o valor de $Q = 43$ litros/min. Onde foi considerada a intensidade pluviométrica $I = 157$ (mm/h) e a área de contribuição do telhado $A = 989$ (m²).

Para dimensionar as calhas foi utilizada a equação 02 a qual foi considerada a declividade $I = 0,05$ e terá como diâmetro do condutor vertical o valor de 80mm e o diâmetro horizontal no valor de 125 mm.

4.3.2 Reservatório de autolimpeza

Para dimensionar esse reservatório foi adotado o valor de 1,00L/m² de área do telhado, o que teremos 989 litros ou 0,989 m³. O valor encontrado foi aproximado com os tamanhos de reservatórios existentes no mercado e com isso foi especificado um reservatório de autolimpeza de 1000l.

4.3.3 Reservatório de armazenamento

Diante dos métodos de dimensionamento dos reservatórios de armazenamento da água de chuva, foi escolhido o método da simulação. A escolha deste método ocorreu pelo fato de melhor analisar os aspectos que constituem o sistema de armazenamento da água da chuva como: o índice pluviométrico do lugar, a demanda de água que a edificação irá necessitar e o comportamento da água no reservatório (excesso ou a escassez).

Para a realização dos cálculos do método da simulação foi utilizada a precipitação média dos últimos 30 anos na cidade de Macapá, para a demanda mensal foi calculado o consumo de água não potável que deverá ser utilizada na Casa do Estudante no valor constante, para o valor do volume do reservatório foi feita uma média de acordo com os valores encontrados nos outros métodos presentes na NBR 15.527/2007 resultando no valor de 275m³. O volume encontrado para o reservatório mostrou inexecutável, pois necessitaria de um grande espaço e com isso implicaria na questão do custo de execução.

Como o método da simulação faz a análise de armazenamento para o mês inteiro, foi pensado o armazenamento da água da chuva para suprir o número de dias sem chuvas no mês, no caso foi adotado 5 dias. Desse modo foi admitido o valor de 25m³ o valor do reservatório de armazenamento de água da chuva, para o reservatório elevado foi adotado o valor de 5m³, resultando ao todo 30m³.

MÊS	CHUVA MÉDIA MENSAL	DEMANDA CONSTANTE MENSAL (m³)	ÁREA DE CAPTAÇÃO (m²)	VOL. DE CHUVA MENSAL C=0,80 (m³)	VOL. DO RESER. FIXADO (m³)	VOL. DO RESER. NO TEMPO t-1 (m³)	VOL. DO RESER. NO TEMPO t.(m³)	OVERFLOW	SUP. DE ÁGUA EXTERNO
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
JAN	287	111	989	227	25	0	25	91	0
FEV	357	111	989	282	25	25	25	171	0
MAR	406	111	989	321	25	25	25	210	0
ABR	365	111	989	289	25	25	25	177	0
MAI	327	111	989	258	25	25	25	147	0
JUN	227	111	989	179	25	25	25	68	0
JUL	191	111	989	151	25	25	25	40	0
AGO	89	111	989	70	25	25	-16	0	66
SET	34	111	989	27	25	0	-85	0	85
OUT	30	111	989	24	25	0	-87	0	87
NOV	62	111	989	49	25	0	-63	0	63
DEZ	136	111	989	108	25	0	-4	0	4
TOTA	2510			1986					304

Para solucionar o problema da falta de água no período de estiagem, foi proposta a alimentação do reservatório superior de água não potável com a água proveniente do poço artesiano implantado na edificação para atender a demanda de água.

4.3.4 Qualidade da água da chuva captada

De acordo com os parâmetros de qualidade presente na NBR 15.527 foi escolhido para tratar a água da chuva o clorador flutuante.

4.3.5 Manutenção

Conforme foi estabelecido pela norma 15.527 será realizada a manutenção do sistema de aproveitamento da água da chuva.

4.3.6 Economia de gastos com a água com a implantação do sistema de aproveitamento de águas pluviais na Casa do Estudante

De acordo com o resultado obtido através do método da simulação pode-se perceber o excesso de quantidade do volume de chuva nos sete primeiros meses do ano. Com base nessa constatação, foi multiplicada a demanda constante de chuva mensal com o número de meses em que o volume de chuva excede o volume

necessário para o armazenamento. O valor dessa multiplicação gerou o valor de 862,82 m³.

Com base nesse valor obtido, foi encontrado o valor de 58,33% que representa o valor do volume não potável em relação à demanda constante de água da chuva do ano todo, também foi encontrado o valor de 16,64% que representa o percentual de água não potável que será economizada com relação ao uso geral de água na Casa do Estudante.

A partir disso foram simulados os gastos com a água de acordo com a tabela de preços da CAESA (Anexo D), como a Casa do Estudante é uma edificação pública foram utilizadas as taxas do valor cobrado para instituições públicas onde é cobrado o valor mínimo de R\$97,00 mais uma taxa de R\$5,02 para cada intervalo de volume de água estipulado na tabela. Com isso foram obtidos os seguintes valores:

Valor cobrado=	Taxa mín. para categoria de consumo público	taxa 11 a 20 x 10	taxa 21 a 30 x 10	taxa de 31 a 50 x 20	taxa acima de 50	Mensal	Anual
Valor cobrado=	97	5,02	5,02	5,02	5,02		
Valor cobrado não potável=	97	50,2	50,2	100,4	89,03	386,83	4641,96
Valor cobrado potável=	97	50,2	50,2	100,4	1917,64	2215,44	26585,28
Percentual economizado ao ano=		17,46 %					
Valores calculados com base na tabela da CAESA e dados estimados de água potável e de água não potável.							

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A criação de medidas que promovam a sustentabilidade pelo poder público vem sendo trabalhada através de leis, cartilhas e projetos. Esses meios encontrados para promover a sustentabilidade são em alguns casos ações repetitivas por parte do Ministério do Meio Ambiente, o qual não intensifica um único foco de ação ambiental, como o caso da Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P) que foi criada no ano de 2001 como um modelo de medidas a serem seguidas pelas instituições públicas para promover a sustentabilidade e mesmo com a existência dessa agenda sustentável foi criada em 2012 o projeto Esplanada Sustentável que possui o mesmo objetivo da A3P.

A sustentabilidade através dos recursos hídricos vem sendo trabalhada em regiões onde a escassez de água é uma realidade, porém, percebeu-se que em regiões como a cidade de Macapá onde a presença de água doce é abundante, a população sofre com a falta de água. Esse cenário é causado pela falta de um planejamento adequado do poder público onde é necessária a aplicação eficiente de recursos em projetos que visem a ampliação da capacidade de distribuição de água na cidade afim de atender a crescente demanda de água tratada devido ao aumento da população.

Esse trabalho alcançou o objetivo de propor um sistema de aproveitamento de águas pluviais para a Casa do Estudante da UNIFAP em Macapá, com o intuito de ser uma alternativa sustentável na esfera dos recursos hídricos. Foi definido o consumo de água não potável produzida pelos moradores da Casa do Estudante, o dimensionamento de calhas e condutores, os elementos necessários para a implantação do projeto de aproveitamento de água da chuva na edificação e readequando os pontos de água não potável sem fazer grandes alterações no projeto arquitetônico da edificação.

Durante a elaboração deste trabalho, a maior dificuldade encontrada foi no desenvolvimento do dimensionamento do reservatório de armazenamento da água da chuva, pois os valores encontrados tanto no método da simulação quanto nos outros métodos apresentados na NBR 15.527/2007 eram valores bem diferentes e não condizentes com a realidade dos reservatórios existentes.

A implantação do projeto de aproveitamento de águas pluviais para a Casa do Estudante é viável do ponto de vista do custo de economia de água, em que essa mostra uma economia de 15,77%, o que corresponde ao valor de R\$4281,15 com

relação ao consumo total de água consumido por ano, quando esse foi simulado com o abastecimento público de água.

O presente trabalho procurou incentivar a prática sustentável no setor público e com isso estender para outros tipos de edificação o uso racional da água com o enfoque no aproveitamento de águas pluviais para o uso não potável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A3P - **Agenda Ambiental na Administração pública**, 2009.

Artigo 225, capítulo VI, parágrafo 1º. Constituição Federal de 1988.

AMARAL, Marco Antônio Teixeira de. **Green building: análise das dificuldades (ainda) enfrentadas durante o processo de certificação LEED no Brasil.** Rio de Janeiro: FGV, 2013.

ABAS – Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. Disponível em http://www.abas.org/educacao_pococ.php. Acesso em 07 de Janeiro de 2014 às 11h50.

ANA - **Agência Nacional de Águas. ATLAS Brasil – Abastecimento Urbano de Água – Resultado por Estados.** Volume 2. Brasília: Superintendência de Recursos Hídricos – SPR, 2010.

ANNECCHINI, Karla Ponso Vaccari. **Aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis na cidade de Vitória (ES).** Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2005.

ANNECCHINI, Karla Ponso Vaccari. in CARVALHO, Gabriela dos Santos. _____.

BRASIL. Portaria Interministerial nº 244 de 06 de Junho de 2012. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 08 Jun. 2012. Seção I pág. 137. Disponível em: <http://www.orcamentofederal.gov.br/eficiencia-do-gasto/Ptr_Intermin_244_de_060612.pdf> Acesso em 09 Set. 2013 às 01h16.

COTTS (Coordenadoria de Trabalho Técnico e Social) – CAESA, 2012.

CAMPOS, Marcus André Siqueira. **Aproveitamento de Água Pluvial em Edifícios Residenciais Multifamiliares na Cidade de São Carlos**. São Carlos: UFSCar, 2005.

IBGE. **Dados Demográficos de Macapá – CENSO 2010**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/pagina.html> Acesso em: 13 de Dezembro de 2013 às 20h33.

JORNAL NACIONAL. **Mais de 90% da população de Macapá não tem acesso à rede de esgoto**. Disponível em g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2013/11/mais-de-90-da-populacao-de-macapá-nao-tem-acesso-rede-de-esgoto.html. Acesso em 24 de Dezembro de 2013 às 09h14.

Lei nº 9. 433 de 8 de Janeiro de 1997.

Lei nº 11. 445 de 5 de Janeiro de 2007.

TOMAZ, Plínio. In ANNECCHINI, Karla Ponzó Vaccari. _____.

TOMAZ, Plínio. In CAMPOS, Marcus André Siqueira. _____.

CARVALHO, Gabriela dos Santos. **Análise de uma Proposta de um Sistema de Captação e Aproveitamento de Água de Chuva para uso em Bacias Sanitárias com Caixa Acoplada em Residências Unifamiliares**. Rio Claro: UNESP, 2007.

COUTO, Vanessa Bacca. **Projeto de Aproveitamento de Água de Chuva para o Ginásio de Esportes da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) em Joinville**. Joinville: UDESC, 2012.

GNADLINGER, J. In: ANNECCHINI, Karla Ponzó Vaccari. _____.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Dicionário de Língua Portuguesa /Aurélio Buarque de Holanda Ferreira**. 3ªEdição. - Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.

FENDRICH, R. In: CAMPOS, Marcus André Siqueira. _____.

GOULD, J.; NISSEN-PETERSEN, E. In: CAMPOS, Marcus André Siqueira
_____.

HERMANN, T.; SCHMIDA, U. In: ANNECCHINI, Karla Ponzio Vaccari. _____.

MELLO, V. O.; NETTO, J. M. A. **Instalações prediais hidráulico-sanitárias**. São Paulo: Blucher, 1988.

MELLO; WIN. **3º Seminário Brasileiro de captação de água da chuva no semiárido**, 2001.

NBR 10. 844/1989. **Instalações prediais de águas pluviais**.

NBR 15. 527/2007. **Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – requisitos**.

PHILIPPI, Luís Sergio. In: COUTO. Vanessa Bacca. _____.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MACAPÁ. **Lei Complementar 029/2004 do uso e ocupação do solo do município de Macapá**. Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental de Macapá (PDDUM). Macapá: PMM, 2004.

SOUSA, Ana Carolina Cardoso. **Responsabilidade social e desenvolvimento sustentável: A incorporação dos conceitos à estratégia empresarial**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2006. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis/sousacc.pdf>> Acesso em 13 nov. 2013 às 14h48

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de Água de Chuva para Áreas Urbanas e Fins não Potáveis**. 1ª edição. Navegar Editora, São Paulo. 2005.

TOMAZ, Plínio. Economia de água para Empresas e Residências - Um Estudo Atualizado sobre o Uso Racional da Água. 2ª edição. Navegar Editora, São Paulo. 2001.

TOMAZ, Plínio. In: COUTO, Vanessa Bacca. _____.

TORDO, O. C. In: CARVALHO, Gabriela dos Santos. _____.

WERNECK, G. A. M. In: CARVALHO, Gabriela dos Santos. _____.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Memorial Justificativo

Localizada na região Norte do Brasil e banhada pelo rio Amazonas, a cidade de Macapá tem um grande índice pluviométrico e teoricamente uma grande quantidade de água doce disponível, para o consumo da população que ali reside e com isso viva sem problemas com a distribuição de água. Porém, com aumento populacional da capital do estado do Amapá e com falta de desenvolvimento por parte da Companhia de Água e Esgoto do Amapá (CAESA) para acompanhar a necessidade de consumo da cidade, parte da população convive com a falta de água sendo obrigada a recorrer a alternativas como o uso de poço amazonas ou artesiano para fazer o uso da água nas suas atividades do dia a dia.

Diante do cenário apresentado, o projeto de aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis foi a alternativa para atenuar o problema de abastecimento de água que se apresentou condizente com as características vivenciadas na cidade de Macapá.

A escolha para aplicar esse projeto na Casa do Estudante da UNIFAP no Campus Marco Zero foi motivada pela grande área de cobertura que a edificação possui, pelo seu caráter sustentável, educacional, público e econômico o qual os 96 moradores que ali irão residir por um determinado período podem usufruir e difundir essa prática para a comunidade.

O projeto de aproveitamento de água pluvial da Casa do Estudante da UNIFAP foi concebido para promover o uso da água da chuva na utilização de atividades destinadas para fins não nobres o qual não merecem o uso da água tratada e com isso diminuir os impactos causados com o uso de poço artesiano o qual a edificação faz uso.

Para a elaboração do projeto de aproveitamento de água pluvial pensou-se na mínima intervenção da edificação para a implantação desse sistema, com o uso dos elementos que a edificação já possui como: calhas, condutores de águas pluviais e caixas de passagem.

Foi acrescentado caixas de passagem para auxiliar na condução das águas pluviais para o sistema de aproveitamento de água da chuva, além da construção do filtro telado, do reservatório de autolimpeza, da cisterna e do castelo para o reservatório superior.

Os pontos de uso não potável na Casa do Estudante da UNIFAP foi criada uma nova tubulação independente que evitaria uma possível contaminação da água

da chuva para os pontos potáveis da edificação; foi pensado em ser executado a uma altura mais baixa do que o sistema existente de água potável e os seus pontos antigos foram vedados.

A implantação desse sistema na frente da edificação foi motivada pela topografia do local da edificação o que facilitaria o recolhimento das águas pluviais provenientes da cobertura do alojamento estudantil.

No período de seca em que o índice pluviométrico diminui, foi pensado o abastecimento dos pontos não potável através do uso da água proveniente do poço artesiano existente no local, onde este possuiria uma nova tubulação que seria interligada ao reservatório inferior do sistema de água não potável.

APÊNDICE B - Memória de cálculo

Reservatório de Autolimpeza

Para dimensionar o reservatório de autolimpeza foi utilizada a seguinte equação:

$$Q = \frac{I.A}{60}$$

Onde:

I=intensidade volumétrica de chuva (mm/h)

A= área de captação do telhado (m²)

$$Q = \frac{0,4.989}{60} = 6,59 \text{L/min}$$

Para dimensionar o tamanho do reservatório de autolimpeza foi adotado 1,00L/m² de área do telhado, o que teremos 989 litros ou 0,989 m³. O valor encontrado foi aproximado com os tamanhos de reservatórios existentes no mercado e com isso foi especificado um reservatório de autolimpeza de 1000l.

Reservatório de armazenamento

Método de Rippl

Para efetuar os cálculos do método de Rippl foi utilizada a equação 4, o qual foi transformado em uma tabela para melhor entendimento.

Método de Rippl para a demanda constante

MESES	CHUVA MÉDIA MENSAL	DEMANDA CONSTANTE MENSAL (m ³)	ÁREA DE CAPTAÇÃO (m ²)	VOLUME DE CHUVA MENSAL (m ³)	DIFERENÇA ENTRE OS VOLUMES DA DEMANDA - VOL. DE CHUVA COL.3- COL.5 (m ³)	DIFERENÇA ACUMULADA DA COLUNA 6 DOS VALORES POSITIVOS (m ³)	OBS.
01	02	03	04	05	06	07	08
JANEIRO	287	111	989	227	-116		E
FEVEREIRO	357	111	989	282	-171		E
MARÇO	406	111	989	321	-210		E
ABRIL	365	111	989	289	-177		E
MAIO	327	111	989	258	-147		E
JUNHO	227	111	989	179	-68		E
JULHO	191	111	989	151	-40		E
AGOSTO	89	111	989	70	41	41	D
SETEMBRO	34	111	989	27	85	125	D
OUTUBRO	30	111	989	24	87	213	D
NOVEMBRO	62	111	989	49	63	275	D

DEZEMBRO	136	111	989	108	4	279	D
TOTAL	2510	1335		1986			

Esses cálculos resultaram no valor do reservatório de 1986 m³ ou 1.986.000l

Método de Rippl para a demanda variável

MESES	PRECIPAÇÃO (mm)	DEMANDA (m ³)	ÁREA DE CAPTAÇÃO (m ²)	VOLUME DE CHUVA MENSAL C=0,80 (m ³)	VOLUME DE CHUVA ACUMULADA (m ³)	DEMANDA ACUMULADA (m ³)	DIFERENÇA ENTRE VOLUME CHUVA E DEMANDA (m ³)
01	02	03	04	05	06	07	08
JANEIRO	287	97	989	227	227	97	130
FEVEREIRO	357	97	989	282	509	194	315
MARÇO	406	97	989	321	831	291	539
ABRIL	365	97	989	289	1119	389	731
MAIO	327	97	989	258	1378	486	892
JUNHO	227	111	989	179	1557	597	960
JULHO	191	111	989	151	1708	708	1000
AGOSTO	89	111	989	70	1779	819	959
SETEMBRO	34	111	989	27	1805	931	875
OUTUBRO	30	111	989	24	1829	1042	787
NOVEMBRO	62	111	989	49	1878	1153	725
DEZEMBRO	136	97	989	108	1986	1250	735
TOTAL	2510	1250		1986			

Método Azevedo Neto

Para efetuar os cálculos do método Azevedo Neto foi utilizada a equação 4.

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

Onde:

$$P= 2504,05 \text{ mm}$$

$$T=6$$

$$A=989\text{m}^2$$

A partir desses dados resultaram-se no valor V=623866 litros

Método Prático Alemão

Para efetuar os cálculos do método Prático Alemão foi utilizada a equação 7 o qual foi transformado em tabela.

MÊS	ÁREA DO TELHADO	VOLUME DE CHUVA POR MÊS	COEFICIENTE DE RUNOFF	RESULTADO	DEMANDA (L)	MINIMO
JANEIRO	989	287,23	0,8	227256	97135	5828
FEVEREIRO	989	356,55	0,8	282102	97135	5828
MARÇO	989	406,15	0,8	321346	97135	5828
ABRIL	989	364,86	0,8	288677	97135	5828
MAIO	989	326,62	0,8	258422	97135	5828
JUNHO	989	226,85	0,8	179484	111285	6677
JULHO	989	190,73	0,8	150906	111285	6677
AGOSTO	989	89,03	0,8	70441	111285	4226
SETEMBRO	989	33,67	0,8	26640	111285	1598
OUTUBRO	989	30,48	0,8	24116	111285	1447
NOVEMBRO	989	61,63	0,8	48762	111285	2926
DEZEMBRO	989	135,97	0,8	107579	97135	5828
TOTAL				1985730	1250519	75031

Método Prático Inglês

Para efetuar os cálculos do método Prático Inglês foi utilizada a equação 8.

$$V = 0,05 \times P \times A$$

Onde:

$$P = 2504,05 \text{ mm}$$

$$A = 989\text{m}^2$$

A partir desses dados resultaram-se no valor $V=123783$ litros

Método Prático Australiano

Para efetuar os cálculos do método Prático australiano foi utilizada a equação 9.

MÊS	ÁREA DO TELHADO	COEFICIENTE DE RUNOFF	VOLUME DE CHUVA POR MÊS	PERDA POR EVAPORAÇÃO	VOLUME MENSAL PRODUZIDO PELA CHUVA
JANEIRO	989	0,8	287	2	225674
FEVEREIRO	989	0,8	357	2	280520
MARÇO	989	0,8	406	2	319763
ABRIL	989	0,8	365	2	287095
MAIO	989	0,8	327	2	256839
JUNHO	989	0,8	227	2	177901
JULHO	989	0,8	191	2	149323
AGOSTO	989	0,8	89	2	68858
SETEMBRO	989	0,8	34	2	25057
OUTUBRO	989	0,8	30	2	22533
NOVEMBRO	989	0,8	62	2	47179
DEZEMBRO	989	0,8	136	2	105997

Volume escolhido	Vt-1	Qt	Dt	Vt
275	0	225674	111	275
275	225674	280520	111	275
275	280520	319763	111	275
275	319763	287095	111	275
275	287095	256839	111	275
275	256839	177901	111	275
275	177901	149323	111	275
275	149323	68858	111	275
275	68858	25057	111	275
275	25057	22533	111	275
275	22533	47179	111	275
275	47179	105997	111	275

Método da Simulação

Para efetuar os cálculos do método da simulação foi utilizada a equação 5 o qual foi transformado em tabela. Para definir o volume do reservatório fixado foi feito a média dos resultados obtidos através dos outros métodos.

Método de Rippl para a demanda constante

MESES	CHUVA MÉDIA MENSAL	DEMANDA CONST. MENSAL (m³)	ÁREA DE CAPTAÇÃO (m²)	VOL. DE CHUVA MENSAL C=0,80 (m³)	VOL. DO RESER. FIXADO (m³)	VOL. DO RESER. NO TEMPO t-1 (m³)	VOL. DO RESER. NO TEMPO t.(m³)	OVERFLOW	SUPRIMENTO DE ÁGUA EXTERNO
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
JAN	287	111	989	227	275	0	116	0	0
FEV	357	111	989	282	275	116	275	11	0
MAR	406	111	989	321	275	275	275	210	0
ABR	365	111	989	289	275	275	275	177	0
MA	327	111	989	258	275	275	275	147	0
JUN	227	111	989	179	275	275	275	68	0
JUL	191	111	989	151	275	275	275	40	0
AGO	89	111	989	70	275	275	235	0	0
SET	34	111	989	27	275	235	150	0	0
OUT	30	111	989	24	275	150	63	0	0
NOV	62	111	989	49	275	63	0	0	0
DEZ	136	111	989	108	275	0	-3	0	4
TOTAL	2510	1335		1986					4

O valor resultante das médias dos resultados atendeu relação da quantidade de volume de chuva disponível com a demanda de consumo, porém o volume do reservatório encontrado exigiria um grande gasto para a sua execução.

Determinação dos reservatórios inferior e superior

- 1- Cálculo do consumo diário de água (CD)

$$CD=q*P$$

Onde:

q=taxa de consumo per capita

P=população abastecível a ser considerada no projeto (habitantes)

$$CD=111.284,64 /30dias$$

$$CD=3.709,48 \text{ l/Dia}$$

$$CD=3,7m^3$$

- 2- Cálculo do volume total (V_t)

$$CD \leq V_t \leq 3*CD$$

$$3,7 \leq 11,1 \leq 3*3,7$$

→ Foi adotado o volume 25m³

- 3- Volume útil do reservatório Superior (V_{RSu})

$$V_{RSu} = \frac{2}{5} V_t + V_{res.inc}$$

$$V_{RSu} = \frac{2}{5} 25000 + (2*130*60)$$

$$V_{RSu} = 0,4*25000 + 15600$$

$$V_{RSu} = 25600 \text{ litros}$$

→ Foi adotado 5.000 Litros

- 4- Volume útil do reservatório Inferior (V_{RSu})

$$V_{RInf} = \frac{3}{5} V_t$$

$$V_{RInf} = 0,6 * 25000$$

$$V_{RInf} = 15000 \text{ Litros}$$

a) Sistema de distribuição indireto ou misto

$$Q = \frac{CD}{86400} \text{ (l/s)}$$

$$Q = \frac{3,7}{86400}$$

$$Q = 4,2824 \cdot 10^{-5}$$

Diâmetro do tubo

$$D = \sqrt{\frac{4*Q}{\pi*v}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 4,2824 \cdot 10^{-5}}{3,14 \cdot 1}} = \sqrt{\frac{1,71 \cdot 10^{-4}}{3,14}} = \sqrt{5,4 \cdot 10^{-5}} = 7,38 \cdot 10^{-3}$$

$$7,38 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 = 7,38 \text{ litros}$$

$$\varnothing = 20 \text{ mm}$$

Dimensionamento do conjunto Motor-bomba

1. Cálculo de vazão do recalque

$$Q_R = Q_B = \frac{CD}{t}; \text{ onde } t = 2 \text{ h}$$

$$Q_R = Q_B = \frac{3,7}{2} = 1,85$$

$$\frac{3,7}{7200} = 0,000513888 \text{ m}^3/\text{s} \qquad 5,13 \cdot 10^{-4}$$

2. Cálculo do diâmetro do recalque

$$D_r = 1,3 \cdot \sqrt[4]{Q_R} \cdot \sqrt[4]{x}$$

$$D_r = 1,3 \cdot \sqrt[4]{0,000513888} \cdot \sqrt[4]{\frac{2}{24}}$$

$$D_r = 1,3 \cdot 0,022669097 \cdot 0,53728496$$

$$D_r = 0,015833694 \cdot 1000 = 15,83369434 \text{ mm}$$

$$15,83/25,4 = 0,62'' \sim 0,75'' = 3/4'' (0,01905 \text{ m})$$

$$D_s = 1'' = 0,0254 \text{ m}$$

3. Cálculo dos comprimentos virtuais de sucção (L_{V_s}) e recalque (L_{V_R})

$$L_{V_s} = L_{r_s} + L_{e_s}$$

$$L_{V_s} = (11 + 0,5) + 0,4$$

$$L_{V_s} = 11,9$$

$$L_{V_R} = L_{r_R} + L_{e_R}$$

$$L_{V_R} = (2,50 + 0,20) + (0,5 + 9,5)$$

$$L_{V_R} = (2,70) + (10)$$

$$L_{V_R} = 12,70$$

4. Cálculo da perda de carga unitária na sucção (J_s) e recalque (J_R)

$$J_s = \left(\frac{Q}{55,934 \cdot D_s^{2,714}} \right)^{1,75}$$

$$J_s = \left(\frac{0,000513888}{55,934 \cdot 0,0254 \text{ m}^{2,714}} \right)^{1,75}$$

$$\left(\frac{0,000513888}{55,934 \cdot 0,00004685} \right)^{1,75}$$

$$\left(\frac{0,000513888}{0,002620562} \right)^{1,75} = 0,196098328^{1,75} = 0,057786888$$

$$JR = \left(\frac{Q}{55,934 * DR^{2,714}} \right)^{1,75}$$

$$JR = \left(\frac{0,000513888}{55,934 * 0,01905^{2,714}} \right)^{1,75}$$

$$\left(\frac{0,000513888}{55,934 * 0,00002146} \right)^{1,75}$$

$$\left(\frac{0,000513888}{0,001200358} \right)^{1,75} = 0,428112218^{1,75} = 0,226582226$$

5. Cálculo da perda de carga na sucção (h_{ps}) e no recalque (h_{pR})

$$H_{ps} = L_{vs} * J_s$$

$$H_{ps} = 11,9 * 0,057786888$$

$$H_{ps} = 0,687663967$$

$$H_{pR} = L_{vR} * J_R$$

$$H_{pR} = 12,70 * 0,226582226$$

$$H_{pR} = 2,87759427$$

6. Cálculo da perda de carga total

$$H_p = h_{ps} + h_{pR}$$

$$H_p = 0,687663967 + 2,87759427$$

$$H_p = 3,565258237$$

7. Altura manométrica

$$H_m = H_g + h_p$$

$$H_m = 13,50 + 3,565258237$$

$$H_m = 17,5226449$$

8. Potência da bomba

$$P = \frac{\gamma Q H_m}{75 \eta}$$

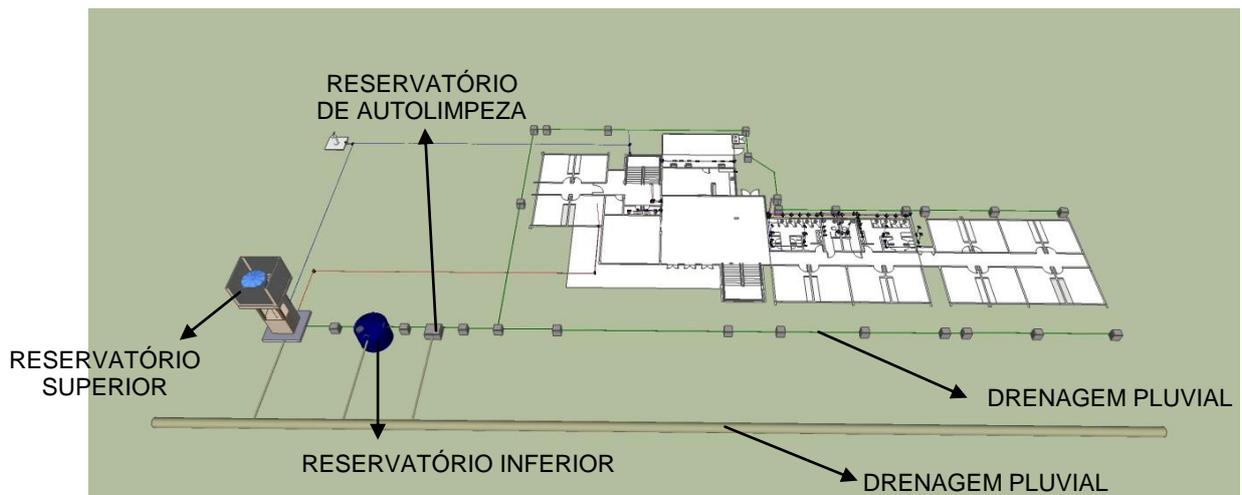
$$P = \frac{1000 * 0,000513888 * 17,5226449}{75 * 0,5}$$

$$P = \frac{9,004676942}{37,5} = 0,240124718 \longrightarrow 1/3 \text{ CV}$$

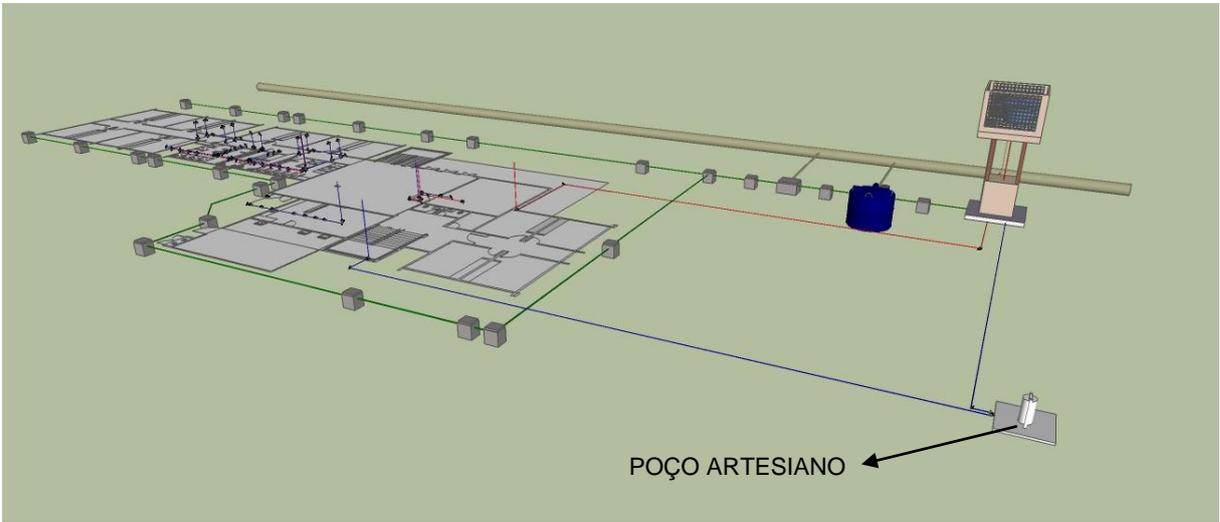
APÊNDICE C - Volumetria do Projeto



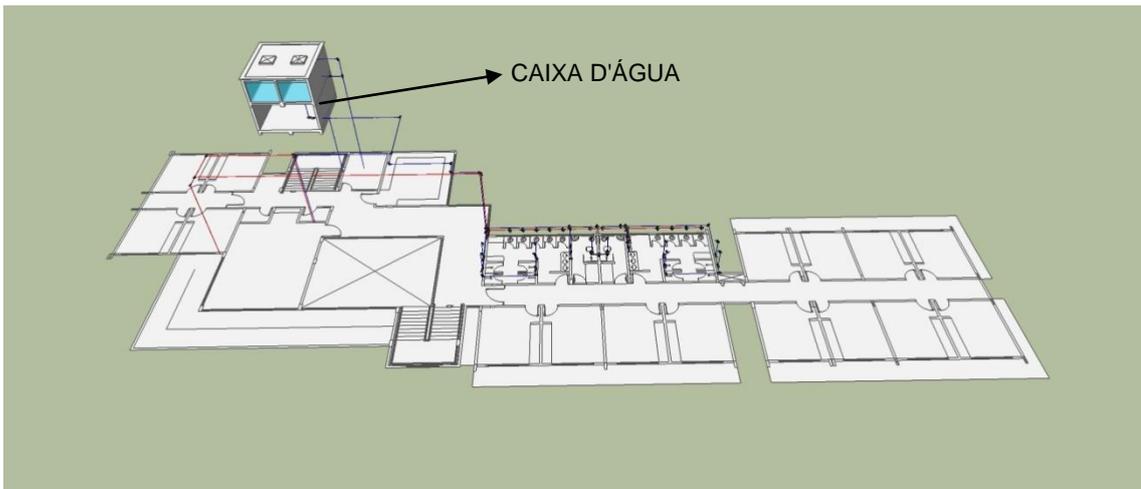
Casa do Estudante



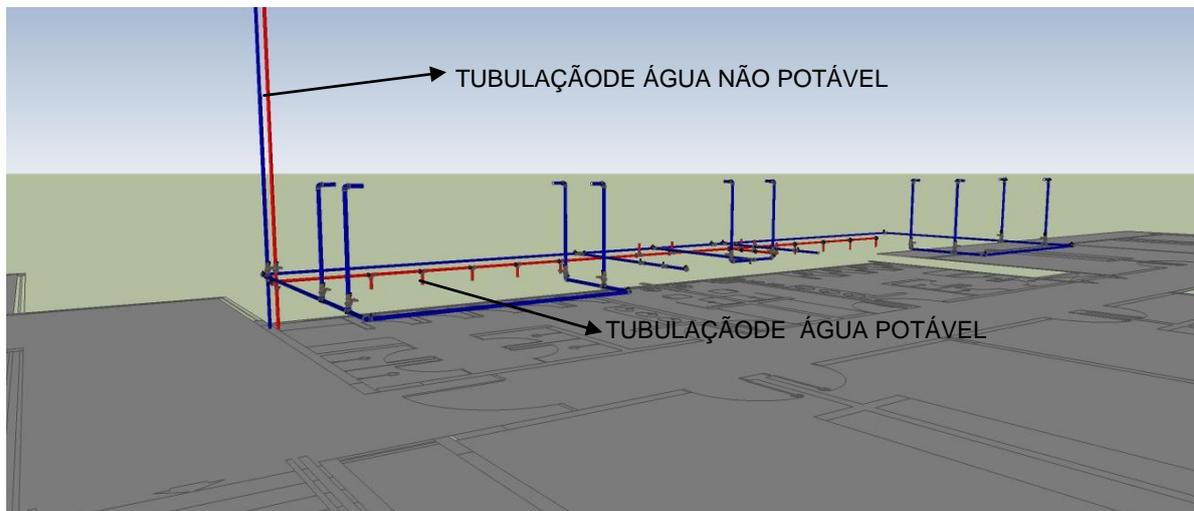
Sistema de aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis - Térreo



Sistema de aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis - Térreo



Sistema de aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis - Superior



Sistema de aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis - Detalhe do sistema

ANEXOS

ANEXO A – Projeto de aproveitamento de águas da chuva no prédio do ICMBio

Ver caderno de projeto

ANEXO B – Memorial Descritivo do Projeto de aproveitamento de águas da chuva no prédio do ICMBio

14 INSTALAÇÕES DE ÁGUAS PLUVIAIS E APROVEITAMENTO DE ÁGUAS DA CHUVA.

As águas das chuvas provenientes do telhado serão recolhidas em dois reservatórios de aço inox de 2.000 litros cada, posições indicadas em projeto. O extravasor dos reservatórios será lançado em caixas coletoras e serão conduzidas por canaletas em concreto armado 30x30cm com tampa e gralha de ferro, até a caixa de inspeção mais próxima e daí ao meio-fio e linha d'água pública.

Estas águas pluviais proveniente do telhado serão aproveitadas para o abastecimento exclusivamente de torneiras de jardim e lavagens.

Não Contribuirá para a cisterna toda água proveniente dos drenos de ar condicionado devendo as mesmas ser lançadas nas canaletas de águas pluviais.

- Reservatório Inferior:

Será instalado 02 (dois) reservatórios em aço inox com capacidade para 2.000 litros, cada e interligado entre-se conforme projeto.

- Reservatório superior de aproveitamento das Águas da Chuva

Haverá um moto-bomba, sendo utilizado para bombeamento de água do reservatório inferior para o superior com sistema de automático de bóia , com as seguintes características:

-Tipo: Submersível

- Vazão = 1,5 m³/h

- Altura manométrica = 20 m.c.a.

- Potência = 1, cv

- Recalque: será em PVC Classe 15, Ø25mm, até o reservatório superior, localizados na cobertura, conforme projeto.

As instalações foram projetadas em conformidade com a ABNT, em especial:

NBR 10844: Instalações Prediais de Águas Pluviais

NBR 15527: Água de chuva: Aproveitamento

A construtora cumprirá o Projeto, fielmente, dentro da melhor técnica, e segundo as prescrições das normas técnicas aplicáveis em cada caso. No caso de dúvidas ou divergências, a interpretação deve seguir orientação da Fiscalização.

Pelo simples fato de apresentar sua proposta, a Construtora reconhece ter examinado cuidadosamente todos os documentos e indicado à Contratante quaisquer imprecisões.

A relação e quantificação de materiais e serviços nos documentos são orientativa, cabendo à Construtora indicar, quantificar e cotar eventuais omissões, e em não o fazendo concorda que tais materiais e serviços estão implicitamente incluídos.

I) RECOMENDAÇÕES

- Serão tomados especiais cuidados durante a instalação dos tubos e conexões, de modo a evitar a entrada de corpos estranhos nos mesmos.

- Não será aplicado nenhum material sem cuidadoso exame.
- As ligações, emendas e derivações deverão ser executadas através de prontas.
- Todas as tubulações serão testadas antes de seu recobrimento com pressão de, no mínimo, o dobro da pressão de serviço.
- Os serviços de escavação serão efetuados conforme as dimensões e cotas previstas no projeto, dando a estas dimensões o devido incremento, para que se torne possível à execução das obras previstas dentro do espaço disponível.
- A tubulação será assentada sobre leito de areia de 10 cm de espessura.
- Após a montagem e assentamento dos tubos, as valas serão preenchidas e compactadas, manualmente, em camadas de 10 cm, até 20 cm acima da geratriz superior dos tubos. O restante do reaterro deverá ser executado de maneira que resulte em densidade, aproximadamente igual a do terreno natural.

II) ABREVIATURAS

RALO – Ralo seco em PVC Ø 100x100 x40mm, com grelha e aro em PVC

AP - TUBO DE QUEDA PLUVIAL

AF - COLUNA DE ÁGUA FRIA- POTÁVEL

AC – COLUNA DE ÁGUA REUSO

REUSO - TUBO DE QUEDA REUSO

14.1 Canaleta em concreto armado de 30x30cm com tampa em grelha de ferro barra chata e cantoneira

As águas das chuvas e de lavagem provenientes das ruas internas e calçadas e parte do telhado serão recolhidas por caixas de coleta pluvial nas dimensões e posições indicadas em projeto. Das caixas coletoras as águas das chuvas serão conduzidas por condutores de PVC e Canaleta em concreto armado de 30x30cm com tampa em grelha de ferro até a caixa de inspeção mais próxima e daí aos subcoletores. Destes direcionadas ao sistema público de drenagem pluvial.

14.2 Canaleta em concreto armado de 30x30cm com tampa em concreto espessura 5 cm sobre cantoneira de ferro barra chata

Das canaletas as águas da chuva serão conduzidas por condutores de PVC de 150 mm ao sistema drenagem pluvial público.

14.3 Caixa de passagem 50x50x50cm interna em tijolo maciço de 1 vez com tampa e concreto de 15MPA

As caixas de passagem de esgoto pluvial serão de alvenaria de tijolos maciços rebocados com espessura final de, no mínimo, 15 cm.

Serão rebocadas internamente com argamassa de cimento e areia (1:3), com adição de aditivo impermeabilizante tipo Sika 1 ou similar.

Terão seção retangular e profundidade conforme indicado no projeto.

Tampa de concreto ou tampa de concreto com grelha, marco e contramarco em chapa metálica, conforme indicado em projeto.

14.4 Caixa de passagem 75x75x75cm interna em tijolo maciço de 1 vez com tampa e concreto de 15MPA

As caixas de passagem de esgoto pluvial serão de alvenaria de tijolos maciços rebocados com espessura final de, no mínimo, 15 cm. Serão rebocadas internamente com argamassa de cimento e areia (1:3), com adição de aditivo impermeabilizante tipo Sika 1 ou similar. Terão seção retangular e profundidade conforme indicado no projeto. Tampa de concreto ou tampa de concreto com grelha, marco e contramarco em chapa metálica, conforme indicado em projeto.

14.5 Concreto armado para laje da plataforma da caixa d'água Preparo e aplicação dos materiais e seu controle

Baseado na dosagem pré-estabelecida, o amassamento do concreto só será permitido por processos mecânicos. O tempo de mistura dos componentes de concreto não será inferior a 1 (um) minuto, medido após todos os componentes, exceto a totalidade de água, terem entrado na betoneira (ver NBR-6118/07 item 12.4.). O tempo mínimo de amassamento deve obedecer ao item 12-4 da NBR-6118/07.

A FISCALIZAÇÃO reserva-se o direito de solicitar o aumento de tempo de mistura, quando as operações de carga e de moldagem não produzirem uma mistura de componentes uniformemente distribuídas e de consistência uniforme. A água deverá ser acrescentada no início e durante a operação de carga na betoneira, resultando uma massa plástica trabalhável de acordo com as dimensões e moldagens das peças.

O transporte do concreto e seu lançamento deverão ser executados conforme o item 13 da NBR-6118/07.

O tempo decorrido entre o amassamento e o lançamento do concreto deverá ser o mínimo possível (máximo 1 hora), cuidado especial tomar-se-á para evitar a desagregação e segregação do concreto durante seu manuseio nesta fase de execução.

É exigido o adensamento mecânico através de vibradores adequados aos diferentes tipos de serviços em execução.

14.6 Tubo PVC de Esgoto de 150 mm

Serão em PVC Série Reforçada, diâmetro de 150 mm com traçado e dimensionamento conforme projeto.

14.7 Fornecimento e assentamento de tubo PVC branco esgoto DN 100 mm com conexões

Serão em PVC Série Reforçada, com traçado e dimensionamento conforme projeto.

14.8 Fornecimento e assentamento de tubo PVC branco esgoto DN 75mm com conexões

Serão em PVC Série Reforçada, para interligação entre os reservatórios inferiores com traçado e dimensionamento conforme projeto.

14.9 Fornecimento e assentamento de tubo PVC branco esgoto DN 50 mm com conexões

Serão em PVC Série Reforçada, para ventilação e dreno entre os reservatórios inferiores com traçado e dimensionamento conforme projeto.

14.10 Fornecimento e assentamento de tubo PVC soldável marrom DN 20 mm incluindo conexões

Será em PVC Classe 15 Ø 20 mm para água de aproveitamento incluindo conexões.

14.11 Fornecimento e assentamento de tubo PVC soldável marrom DN 25 mm incluindo conexões

Será em PVC Classe 15 Ø 25 mm para água de aproveitamento incluindo conexões alimentação do reservatório superior.

14.12 Fornecimento e assentamento de tubo PVC soldável marrom DN 32mm incluindo conexões

Será em PVC Classe 15 Ø 32mm para água de aproveitamento incluindo conexões o sistema alimentação das torneiras de jardim e lavagens.

14.13 Registro de Gaveta bruto Ø 20 mm fornecimento e instalação

A instalação dos registros deverá seguir rigorosamente as dimensões consignadas no projeto aproveitamento de água de chuva. Registros da marca Deca ou similar, sem acabamento, linha Belle Epoque.

14.14 Registro de Gaveta bruto Ø 32 mm fornecimento e instalação

A instalação dos registros deverá seguir rigorosamente as dimensões consignadas no projeto de aproveitamento de água de chuva. Registros da marca Deca ou similar, sem acabamento, linha Belle Epoque.

14.15 Registro de Gaveta bruto Ø 40 mm fornecimento e instalação

A instalação dos registros deverá seguir rigorosamente as dimensões consignadas no projeto de aproveitamento de água de chuva. Registros da marca Deca ou similar, sem acabamento, linha Belle Epoque.

14.16 Motor elétrico de 1cv

Estação Elevatória de Águas de aproveitamento

Haverá um moto-bombas, sendo para reserva, com as seguintes características:

- Tipo: Submersível
- Vazão = 1,5 m³/h
- Altura manométrica = 20 m.c.a.
- Potência = 1, CV
- Recalque: será em PVC Classe 15, Ø32mm, até o reservatório superior, localizados na cobertura, conforme projeto.

14.17 Ponto de drenagem de água de chuva de central de ar

Conforme indicado projeto será em PVC Classe 15, Ø20mm embutido na parede com conexões

14.18 Calha em chapa de aço galvanizado nº 24 com largura de 1,50m

Será fornecido e instaladas em todos os trechos da calha em concreto de aço nº 24 com largura de 1,50m e afixadas em parede.

14.19 Revestimento com carvão vegetal e=17 cm

Enchimentos de carvão vegetal espessura de 17 cm para apoio da calha de zinco em toda a extensão.

ANEXO C – Dados Pluviométricos da Estação de Fazendinha, Macapá (1/2)

PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA ACUMULADA - NHMET/IEPA/INMET													
mês ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ACUMULADO
1968	250,00	339,70	439,00	321,10	358,00	137,90	238,50	61,60	70,50	13,30	102,50	156,70	2488,80
1969	333,50	247,70	215,20	397,10	445,80	250,10	187,40	139,20	31,30	6,70	0,00	0,00	2254,00
1970	132,30	233,30	406,60	221,40	237,60	227,50	123,00	86,70	61,20	8,00	201,80	58,60	1998,00
1971	224,80	193,60	326,40	175,30	311,30	202,20	128,50	142,40	20,70	35,40	53,00	73,30	1886,90
1972	263,10	357,90	432,00	403,40	238,50	106,70	203,40	69,70	40,90	8,80	22,70	102,10	2249,20
1973	279,20	584,70	548,10	249,50	508,00	323,60	159,10	96,20	117,50	18,40	19,40	417,50	3321,20
1974	462,10	498,80	585,90	232,30	601,90	242,80	212,50	13,70	44,20	14,10	49,20	244,50	3202,00
1975	198,90	414,90	300,60	706,10	537,90	172,40	134,60	125,10	41,10	22,90	54,70	71,00	2780,20
1976	450,00	408,10	399,10	272,70	236,60	205,20	223,80	92,80	13,90	0,00	4,10	33,40	2339,70
1977	298,20	632,70	409,70	538,90	309,20	236,10	201,60	126,50	36,80	48,20	0,00	106,50	2944,40
1978	441,50	271,70	550,50	536,70	310,80	185,30	188,70	210,40	60,70	39,10	17,20	234,60	3047,20
1979	222,00	425,20	563,70	329,70	300,90	174,70	185,00	78,60	86,20	0,70	37,60	115,60	2519,90
1980	228,60	214,20	482,70	162,80	177,20	288,50	301,30	114,40	2,80	24,30	33,70	48,20	2078,70
1981	409,30	195,20	84,90	387,40	386,40	186,40	233,90	42,10	39,50	29,80	0,40	99,30	2094,60
1982	286,10	294,60	438,00	493,20	265,80	163,60	258,80	142,50	13,30	10,90	15,00	52,40	2434,20
1983	216,30	188,10	251,00	233,70	184,80	247,70	62,10	81,80	34,90	26,90	0,00	90,10	1617,40
1984	275,10	330,30	428,00	338,70	455,40	220,80	130,80	104,20	39,20	127,20	130,60	168,20	2748,50
1985	249,90	308,50	554,20	385,30	437,40	345,00	167,90	196,50	78,00	23,90	183,40	316,90	3246,90
1986	314,60	433,00	595,80	617,60	398,10	354,30	95,20	49,40	33,40	50,40	98,60	227,20	3267,60
1987	272,30	364,30	278,10	465,70	258,10	199,50	186,60	22,80	21,00	23,60	2,80	46,80	2141,60
1988	315,90	390,70	377,10	464,60	428,50	175,70	170,80	68,30	31,70	29,30	55,70	82,70	2591,00
1989	303,00	298,10	325,00	374,50	448,80	104,30	287,90	83,30	16,40	140,60	131,00	412,80	2925,70
1990	331,50	394,20	385,20	362,40	358,60	304,10	111,80	100,00	75,45	109,40	135,00	170,00	2837,65
1991	548,70	355,40	390,10	416,10	258,50	245,40	171,65	135,70	0,20	18,00	27,30	4,40	2571,45

Fonte: NHMET/IEPA/NHMET

ANEXO C – Dados Pluviométricos da Estação de Fazendinha, Macapá (2/2)

PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA ACUMULADA - NHMET/IEPA/INMET													
mês ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ACUMULADO
1992	112,80	575,30	493,50	367,20	224,50	243,50	176,70	56,00	33,83	0,00	30,60	35,40	2349,33
1993	256,10	315,20	392,20	330,20	242,20	328,10	164,11	24,20	33,50	3,00	251,50	99,30	2439,61
1994	261,10	351,50	442,50	454,10	462,40	224,20	173,95	86,20	67,00	4,80	128,00	115,60	2771,35
1995	354,70	268,30	242,20	600,80	220,10	301,70	228,80	34,30	24,30	9,20	231,20	92,60	2608,20
1996	352,50	161,20	744,20	323,70	261,10	276,60	244,50	77,70	32,30	25,30	40,80	29,80	2569,70
1997	348,70	328,30	396,90	346,10	248,30	133,90	251,30	188,30	0,00	0,00	130,40	99,50	2471,70
1998	253,50	309,30	428,70	287,60	221,90	207,20	113,50	88,20	3,20	4,10	143,20	214,60	2275,00
1999	320,00	424,50	484,70	357,20	306,40	246,50	171,50	147,40	37,70	12,90	10,40	188,10	2707,30
2000	309,60	294,10	443,10	362,70	465,10	265,50	303,60	88,00	59,10	26,60	42,30	42,10	2701,80
2001	442,40	331,80	156,80	271,60	251,20	352,20	131,40	24,30	8,00	46,30	7,30	90,50	2113,80
2002	240,30	365,20	504,00	383,40	441,30	241,70	120,30	59,90	0,80	0,80	16,60	136,10	2510,40
2003	88,00	379,30	318,70	274,50	215,90	166,70	266,00	20,20	41,20	17,20	11,70	128,80	1928,20
2004	182,80	679,20	501,30	356,20	329,80	174,90	191,10	146,10	34,40	0,40	0,00	105,10	2701,30
2005	169,70	455,80	330,80	282,60	258,80	210,40	310,20	116,80	0,70	41,60	25,40	388,70	2591,50
2006	424,80	312,50	436,90	203,80	292,60	412,60	264,60	100,80	45,40	11,00	144,90	170,10	2820,00
2007	64,60	209,80	509,60	550,90	336,80	234,90	232,60	165,10	19,10	59,50	3,30	309,10	2695,30
2008	239,80	268,70	376,30	334,30	261,60	192,10	172,60	30,60	25,20	89,70	15,80	346,60	2353,30
2009	339,20	522,70	316,20	363,70	317,20	286,20	150,90	67,00	1,10	9,20	0,20	134,40	2508,00
2010	281,20	206,90	214,70	401,90	345,60	286,70	115,40	155,30	33,60	91,80	79,60	201,10	2413,80
2011	253,90	371,60	456,20	242,20	377,40	270,00	325,40	95,20	0,10	129,70	28,40	7,60	2557,70
2012	206,60	381,60	465,9	273,70	256,90	130,20	214,00	77,20	10,00	9,60	16,40	111,20	2153,30
2013	328,90	427,40	385,50	490,20	460,50	179,70	251,00	158,30	18,00	16,30	22,70	78,50	2817,00
MÉDIA	285,61	354,68	408,87	368,37	331,56	231,85	194,31	95,46	33,46	31,28	59,92	140,38	2535,75
CLIMÁTICA	305,50	341,50	407,70	378,90	361,70	219,80	182,30	97,80	43,00	31,90	58,60	132,50	2561,30
ULTIMOS ANOS	255,13	371,90	386,86	342,26	329,34	243,13	217,79	93,20	21,19	39,26	29,61	160,71	2490,39

Fonte: NHMET/IEPA/INMET

ANEXO D - Estrutura Tarifária da CAESA



COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO AMAPÁ - CAESA
 NÚCLEO DE PLANEJAMENTO - NUPLAN
 GERÊNCIA DE PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO - GERPLAN
 ESTRUTURA TARIFÁRIA - VIGÊNCIA 01/_/12 - RESOLUÇÃO nº 17/2012 - CONSAD DE 05/09/2012

CORREÇÃO DE 19% - LINEAR, A SER APLICADO NAS TARIFAS DE ÁGUA.

CATEGORIA CLASSE DE CONSUMO	VALORES DA TARIFA							
	CONSUMIDORES MEDIDOS						CONSUMIDORES NÃO MEDIDOS	
	COTA MINIMA M ³	TARIFA MINIMA R\$	TARIFAS DE EXCESSO				COTA ESTIMADA M ³	VALOR R\$
			11-20 R\$/M ³	21-30 R\$/M ³	31-50 R\$/M ³	>50 R\$/M ³		
RESIDENCIAL	0-10	15,00	1,57	1,77	2,30	3,25	25	39,55
COMERCIAL C1	0-10	17,70	3,54	3,54	3,54	3,54	15	35,40
COMERCIAL C2	0-10	35,40	4,25	4,25	4,25	4,25	15	56,64
COMERCIAL C3	0-10	42,48	4,86	4,86	4,86	4,86	15	66,78
INDUSTRIAL I1	0-10	48,60	4,86	4,86	4,86	4,86	20	97,20
PÚBLICA P1	0-20	97,20	5,02	5,02	5,02	5,02	35	172,50

TARIFAS ESPECIAIS (Procedimentos para enquadramento - anexo)

CATEGORIA / CLASSE DE CONSUMO	CÓDIGO DE ATIVIDADE	COTA (M ³)	VALOR - R\$
RESIDENCIAL SOCIAL	104	10	15,00
COMERCIAL DIFERENCIADO	240	10	17,70

TARIFA DE ESGOTO

A TARIFA DE ESGOTO É IGUAL A 75,00% (SETENTA E CINCO POR CENTO) DA TARIFA DE ÁGUA DE TODAS AS CATEGORIAS DE CONSUMO

OUTROS

VALOR DO M ³ DE ÁGUA DESTINADA A CARROS PIPAS - R\$/M ³	4,86
---	------

