

Universidade Brasil  
Campus de São Paulo

ELISA BUTSCHKAU

POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS, PARA  
FINS NÃO POTÁVEIS, EM ESCOLAS MUNICIPAIS DA ESTÂNCIA  
BALNEÁRIA DE CARAGUATATUBA – SÃO PAULO

POTENTIAL OF HARNESSING RAIN FOR POTABLE PURPOSES IN PUBLIC  
SCHOOLS IN CARAGUATATUBA – SÃO PAULO

São Paulo  
2016

ELISA BUTSCHKAU

POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS, PARA FINS NÃO  
POTÁVEIS, EM ESCOLAS MUNICIPAIS DA ESTÂNCIA BALNEÁRIA DE  
CARAGUATATUBA – SÃO PAULO

Orientadora: Profa. Dra. Denise Regina da Costa Aguiar

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, como complementação dos créditos necessários para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

São Paulo

2016

FICHA CATALOGRÁFICA  
(em construção)

**Termo de Autorização**

**Para Publicação de Dissertações e Teses no Formato Eletrônico na Página WWW do Respetivo Programa da Universidade Brasil e no Banco de Teses da CAPES**

Na qualidade de titular(es) dos direitos de autor da publicação, e de acordo com a Portaria CAPES no. 13, de 15 de fevereiro de 2006, autorizo(amos) a Universidade Brasil a disponibilizar através do site <http://www.universidadebrasil.edu.br>, na página do respectivo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, bem como no Banco de Dissertações e Teses da CAPES, através do site <http://bancodeteses.capes.gov.br>, a versão digital do texto integral da Dissertação/Tese abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira.

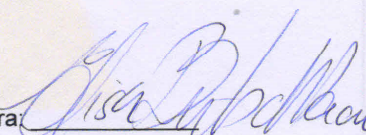
A utilização do conteúdo deste texto, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, fica condicionada à citação da fonte.

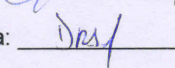
Título do Trabalho: "POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS, PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM ESCOLAS MUNICIPAIS DA ESTÂNCIA BALNEÁRIA DE CARAGUATATUBA/SP"

Autor(es):


Discente: Elisa Butschkau

Orientadora: Denise Regina da Costa Aguiar

Assinatura: 

Assinatura: 

Data: 28/novembro/2016




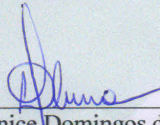
**TERMO DE APROVAÇÃO**

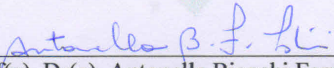
**ELISA BUTSCHKAU**

**POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS, PARA FINS  
NÃO POTÁVEIS EM ESCOLAS MUNICIPAIS DA ESTÂNCIA BALNEÁRIA  
DE CARAGUATATUBA/SP.**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, pela seguinte banca examinadora:

  
Prof(a). Dr(a) Denise Regina da Costa Aguiar (Presidente)

  
Prof(a). Dr(a). Leonice Domingos dos Santos Cintra Lima

  
Prof(a). Dr(a). Antonella Bianchi Ferreira Ishii

São Paulo, 28 de novembro de 2016.

Presidente da Banca Prof(a). Dr(a). Denise Regina da Costa Aguiar

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus pela oportunidade a mim concedida, pois sem Ele, de nada eu seria capaz.

Agradeço também à minha família, pelo apoio, incentivo e pela paciência e compreensão nos meus momentos de ausência para poder estudar.

Agradeço aos meus colegas de curso, orientadores e professores, vocês foram essenciais nesta jornada!

Sou professora a quase vinte anos e quando decidi me candidatar a uma vaga para iniciar o mestrado em Gestão Ambiental meus objetivos, a princípio, eram bastante simples: melhorar meus conhecimentos de modo a ter fundamento para fazer com que as minhas aulas verdadeiramente despertassem o interesse dos alunos para as questões ambientais e defender um currículo mais eficiente. Incomodavam-me profundamente os cronogramas que especificavam datas nas quais o tema deveria ser abordado, não conseguia ver naquela estratégia de ensino uma aprendizagem que resultasse em mudanças de hábitos por parte dos alunos.

Conforme ia participando das aulas, saindo completamente da minha zona de conforto, me deparando com disciplinas completamente alheias ao meu cotidiano, fui percebendo o quanto eu não sabia sobre a realidade ambiental do planeta, do Brasil, e menos ainda da cidade onde vivo.

Fui percebendo que o direcionamento dado as questões ambientais determinariam como seria o futuro dos meus filhos e netos, meus alunos e as futuras gerações: viver uma vida com qualidade aceitável ou sobreviver lutando por poucos recursos indispensáveis a vida.

A princípio me parecia anúncio do apocalipse, o próprio caos, motivo para desanimar e esquecer, me conformar, sentar e chorar, fazer o que? Porém, graças as discussões, as reflexões, aos conhecimentos adquiridos, a desconstrução e construção de novos conceitos, as negações, as aceitações e todo processo foram transformando minhas certezas e cheguei a conclusão de que, com comprometimento era possível sair deste lugar comum. Bastava que o conhecimento enquanto teoria fundamentasse propostas de ações e políticas públicas viáveis.

Entre todos os problemas ambientais que vivenciamos escolhi desenvolver a pesquisa sobre a captação e usos alternativos para água de chuva, talvez influenciada pela grande crise hídrica vivida pelo estado de São Paulo nesse período, ou ainda pela

possibilidade de eliminar desculpas e enfatizar a ação uma vez que para utilizar os Sistemas de Aproveitamento de Água Pluvial não são necessários grandes planejamentos e gastos – podem ser aplicados em edificações que já estão em funcionamento com pequenas adaptações.

Todo este caminho só foi possível porque a Administração Pública, muito bem representada pelo Sr. Prefeito Antônio Carlos da Silva, através de políticas públicas que visam a formação do corpo docente do município, considerando que Educação como caminho para o desenvolvimento integral da sociedade e da conservação e preservação dos ambientes aos quais está integrada oportunizou-me bolsa de estudos integral. Sou e serei imensamente grata – permanecer em formação, continuar estudando é vida para mim!

Procurei honrar este investimento, hoje me sinto feliz por poder devolver, em forma de dissertação de mestrado, como desenvolver uma proposta de ação mitigatória, que poderá – sem grandes mudanças estruturais e de forma imediata - auxiliar na diminuição do consumo de água potável, na redução de custos aos cofres públicos, na diminuição da exploração dos recursos hídricos locais e no encaminhamento de uma sociedade cada vez mais comprometida com a sustentabilidade.

Hoje, encerrando a pesquisa, com muitas respostas e também muitas novas perguntas, sinto-me feliz por ter me desafiado.

“Deus é bom o tempo todo e o tempo todo Deus é bom!”

Ivan Dionizio da Cruz



POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS, PARA FINS NÃO POTÁVEIS, EM ESCOLAS MUNICIPAIS DA ESTÂNCIA BALNEÁRIA DE CARAGUATATUBA – SÃO PAULO

RESUMO

A água, recurso natural limitado e imprescindível à vida, tem sido motivo de discussões sobre a conservação e preservação dos recursos hídricos, sejam nos meios sociais ou científicos, estão sendo cada vez mais frequentes na atualidade. O aproveitamento de água pluvial, como medida mitigatória, através de Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais - SAAP se apresentam nessas discussões como soluções compatíveis com o conceito de desenvolvimento sustentável. O presente trabalho tem por objetivo verificar o potencial hídrico de captação de água de chuva na cidade de Caraguatatuba e a viabilidade da instalação de SAAP em edificações públicas, utilizadas por unidades educacionais com objetivo de gerar economia para os cofres municipais e ainda preservar os ambientes de captação. A opção metodológica da pesquisa foi utilizar as abordagens quantitativa e qualitativa para a revisão bibliográfica, coleta, discussão, análise dos dados e resultados. Pode-se concluir que a implantação de SAAP – Sistemas de Aproveitamento de águas Pluviais são viáveis considerando os aspectos ambientais, econômicos e socioculturais.

**Palavras-chave:** Captação; Reaproveitamento; Água; Chuva;

# POTENTIAL OF HARNESSING RAIN FOR POTABLE PURPOSES IN PUBLIC SCHOOLS IN CARAGUATATUBA – SÃO PAULO

## ABSTRACT

Water, a limited and indispensable natural resource for life, has been the subject of discussions on the conservation and preservation of water resources, whether in social or scientific circles, are becoming more frequent today. The use of rainwater, as a mitigating measure, through SAAP's Systems of Utilization of Rainwater present themselves in these discussions as solutions compatible with the concept of sustainable development. The objective of this study is to verify the rainwater harvesting potential in the city of Caraguatatuba and the feasibility of installing SAAP in public buildings, used by educational units with the purpose of generating savings for the municipal coffers and also preserving the environments of Capture. The methodological option of the research was to use the quantitative and qualitative approaches for bibliographic review, collection, discussion, analysis of data and results. It can be concluded that the implementation of SAAP - Systems for Utilization of Rainwater are feasible considering the environmental, economic and socio-cultural aspects.

**Keywords:** Captation; Reutilization; Water; Rain;

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de funcionamento de sistema de aproveitamento de água de chuva.....	33
Figura 2: Desviador das águas das primeiras chuvas com válvula de desvio horizontal. .....	35
Figura 3: Desviador das águas das primeiras chuvas com válvula de desvio vertical. .....	35
Figura 4: Pedra Moabita.....	47
Figura 5: Abanbar iraquiano.....	48
Figura 6: Chultuns mexicano.....	49
Figura 7: Mapa da Rede Municipal de Educação de Caraguatatuba.....	59
Figura 8: CEI/EMEI – PROF. Maria Carlita Saraiva Guedes – Bairro Morro do Algodão. .....	59
Figura 9: CEI Prof <sup>a</sup> Santina Nardi Marques.....	60
Figura 10: CEI/EMEI Leonor Mendes de Barros – Bairro Travessão.....	60
Figura 11: EMEI/EMEF Pedro João de Oliveira – Bairro Tabatinga.....	61
Figura 12: CIEIF Prof <sup>a</sup> Adolfina Leonor Soares dos Santos – Bairro Sumaré.....	61
Figura 13: EMEI/EMEF Benedito Inácio Soares – Bairro Massaguaçu.....	62
Figura 14: EMEF Prof <sup>a</sup> Antônia Antunes Arouca –Bairro Massaguaçu.....	62
Figura 15: EMEF Prof <sup>a</sup> Maria Thereza de Souza Castro – CEIF Jetuba – EMEI Itoe Yoshimoto – Bairro Jetuba.....	63
Figura 16: EMEF Benedita Pinto Ferreira – Bairro Casa Branca.....	63
Figura 17: EMEF Prof <sup>o</sup> Luiz Ribeiro Muniz – Bairro Martim de Sá.....	64
Figura 18: CIEFI Prof <sup>a</sup> Antônia Ribeiro da Silva – Bairro Jardim Califórnia.....	64
Figura 19: EMEF Prof <sup>o</sup> Antônio de Freitas Avelar – Bairro Estrela Dalva.....	65
Figura 20: EMEI/EMEF Prof <sup>a</sup> Aida de Almeida Castro Grazioli e CIEFI Rio do Ouro – Bairro Rio do Ouro.....	66
Figura 21: EMEI/EMEF Prof <sup>o</sup> Bernardo Ferreira Louzada – Bairro Rio do Ouro.....	66
Figura 22: EMEI/EMEF Prof <sup>o</sup> Jorge Passos e CIEFI Jaraguazinho – Bairro Jaraguazinho.....	67

Figura 23: EMEI/EMEF Prof <sup>o</sup> Lucio Jacinto dos Santos e CIEFI Tinga – Bairro Tinga. .....	67
Figura 24: EMEF Prof <sup>a</sup> Maria Aparecida de Carvalho – CIDE Centro – Bairro Tinga. .....	68
Figura 25: EMEF Dr. Carlos de Almeida Rodrigues – Bairro Indaiá.....	68
Figura 26: EMEF Prof <sup>a</sup> Maria Moraes de Oliveira – Bairro Jardim Gaivota.....	69
Figura 27: EMEI/EMEF Prof <sup>o</sup> João Batista Gardelin e CIEFI Poiares – Bairro Poiares. .....	69
Figura 28: CEI Prof <sup>a</sup> Aparecida Maria Pires de Meneses – Bairro Olaria.....	70
Figura 29: Consumos e custos médios mensais de água nas escolas municipais de Caraguatatuba, entre 2013 a 2015.....	78
Figura 30: Variação da precipitação média mensal (P) e do volume médios mensais captados pelas coberturas de quadras e ginásios (VP) das escolas de Caraguatatuba – SP, entre os anos de 2013 e 2015.....	79
Figura 31: Simulação do aproveitamento (Vap) de 15% do potencial de água da chuva que pode ser captada por todas as escolas de Caraguatatuba. ....	79
Figura 32: Simulação do aproveitamento (Vap) de 40% do potencial de água da chuva que pode ser captada nas escolas de Caraguatatuba. ....	80
Figura 33: Simulação do aproveitamento (Vap) de 55% do potencial de água da chuva que pode ser captada nas escolas de Caraguatatuba. ....	80
Figura 34: Simulação do aproveitamento (Vap) de 100% do potencial de água da chuva que pode ser captada nas escolas de Caraguatatuba.....	82
Figura 35: Economia percentual média mensal de recursos com o abastecimento de água nas escolas municipais de Caraguatatuba, nas simulações do uso de 15, 40, 55 e 100% do potencial de aproveitamento da água da chuva.....	83

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Produção Hídrica no mundo por região.....	24
Tabela 2: Uso final de água tratada para consumo doméstico na Dinamarca. ....	37
Tabela 3: Uso final de água tratada para consumo doméstico nos Estados Unidos da América. ....	37
Tabela 4: Uso final de água tratada para consumo doméstico no Reino Unido.....	38
Tabela 5: Uso final de água tratada para consumo doméstico na Colômbia. ....	38
Tabela 6: Uso final de água tratada para consumo doméstico na Suíça. ....	38
Tabela 7: Usos finais de água tratada em dez edificações do setor público de Florianópolis.....	39
Tabela 8: Distribuição do consumo diário na escola da tipologia EMEI. ....	40
Tabela 9: Distribuição do consumo diário na escola da tipologia CEMEI.....	40
Tabela 10: Distribuição do consumo diário na escola de tipologia EMEF. ....	41
Tabela 11: Classificação da disponibilidade mundial de água doce.....	45
Tabela 12: Proporção de área territorial, disponibilidade de água e população para as cinco regiões do Brasil. ....	46
Tabela 13: Percentual de meta proposta pelo programa, frequência do Brasil, da Região Sudeste, do estado de São Paulo e de Caraguatatuba. ....	58
Tabela 14: Taxa de analfabetismo da população por faixa etária no censo de 2000 e de 2010. ....	58
Tabela 15: Resumo da sequência de cálculos no balanço hídrico, utilizada para determinar o volume médio potencial de aproveitamento da água da chuva.....	76

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Classificação da água doce e sua destinação.....	25
Quadro 2: Variações da qualidade da água de chuva devido ao sistema de coleta.	34

## **ABREVIATURAS E SIGLAS**

CAPES – Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior

CEDAW – Convenção sobre a Eliminação de todas as formas de Discriminação contra a Mulher

CEI – Centro de Educação Infantil

CEIF – Centro de Educação Infantil e Fundamental

CEMEI – Centro de Educação Municipal de Educação Infantil

CIIAGRO – Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas

COGERH – Companhia de Gestão de Recursos Públicos

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CUASO – Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira

EMEI – Escola Municipal de Educação Infantil

EMEF – Escola Municipal de Ensino Fundamental

EPUSP – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

IPT – Instituto de Pesquisa Tecnológica

LSP/PCC – Laboratório de Sistemas Prediais – Departamento de Construção Civil

OMS – Organização Mundial de Saúde

ONU – Organização das Nações Unidas

PNCDA – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água

PVC – Policloreto de Vinila

PURA – Programa de Uso Racional da Água

SAAP – Sistemas de Aproveitamento de Águas da Chuva

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

UGRHI – Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos

UNEP – *United Nations Environment Programme*

UNIÁGUAS – Universidade da Água (ONG)

USP – Universidade de São Paulo

UTGCA – Unidade de Tratamento e Gás de Caraguatatuba



# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	19
1.1. RELEVÂNCIA DO TEMA.....	19
1.1.1. Água como elemento vital .....	20
1.1.1.1. Bem universal: um direito .....	20
1.1.1.2. Quantidades e Qualidades .....	23
1.1.1.3. Ciclo Hídrico .....	25
1.1.1.4. Desperdício .....	27
1.1.1.5. Enchentes .....	28
1.1.2. Aproveitamento de águas pluviais.....	29
1.1.2.1. Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP) .....	30
1.1.2.2. Captação.....	32
1.1.3. Águas de qualidade inferior: usos finais .....	36
1.2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	41
1.2.1. Capitalismo e consumo .....	42
1.2.2. Crise hídrica.....	44
1.2.3 Brasil.....	46
1.2.3. Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais: síntese histórica.....	47
1.2.4. Sustentabilidade .....	50
1.2.5. Uso eficiente da água.....	52
1.3. OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICO .....	54
1.3.1. Objetivo Geral.....	54
1.3.2. Objetivos Específicos .....	54
2. METODOLOGIA .....	55
2.1. ÂMBITO SOCIAL .....	56
2.1.1. Caraguatatuba.....	56
2.1.2. Área de estudo .....	57
2.1.3. Educação Ambiental e o uso eficiente da água.....	70
2.2. ÂMBITO CIENTÍFICO .....	72
2.2.1. Características Gerais .....	72
2.2.2. Volume e custo médio mensal e anual da água nas escolas .....	73
2.2.3. Precipitação média mensal e anual.....	74

2.2.4. Volume médio mensal e anual captado pelas coberturas de quadras e ginásios de escolas municipais.....	74
2.2.5. Percentual de aproveitamento do potencial total de água da chuva .....	75
2.2.6. Análise da economia X Consumo.....	76
2.2.7. Dados das escolas de Caraguatatuba.....	77
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	78
3.1. CONSUMO DE ÁGUA NAS ESCOLAS.....	78
3.2. ECONOMIA COM O APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA.....	78
3.3. ECONOMIA X CONSUMO .....	83
4. CONCLUSÃO.....	85
REFERÊNCIAS.....	88
ANEXO I – Volume consumido de água nas Escolas de Caraguatatuba.....	93
ANEXO 2 - Custo total anual e valor unitário da água nos anos de 2013 a 2015. ....	95

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1. Relevância do tema**

O aproveitamento de água de chuva em ambientes urbanos já ocorreu em civilizações bastante antigas, porém essa prática foi abandonada na medida em que se expandiam os sistemas de abastecimento públicos.

Percebe-se, na atualidade, a necessária resignificação desta prática que possibilita a retomada, a naturalização do ciclo urbano da água, sua conservação e a busca por soluções sustentáveis para os problemas cotidianos destes ambientes.

O potencial dos sistemas de aproveitamento depende do sistema de precipitação local (da sua variabilidade temporal e dos volumes precipitados), da competência de armazenamento de água pluvial e da disponibilidade de áreas úteis de recolha (telhados ou outras superfícies).

Sendo a água potável, ofertada pelas concessionárias públicas ou privadas, um recurso limitado e com altos custos associados, é um desperdício sua utilização na lavagem de pavimentos e carros, descargas de vasos sanitários e irrigação de plantas e jardins entre tantos outros possíveis usos, quando estas práticas podem ser igualmente realizadas com água de qualidade inferior, ou seja, com água pluvial recolhida e armazenada.

A busca por fontes alternativas de recursos naturais é uma necessidade decorrente tanto do crescimento populacional como do aumento dos padrões de consumo da população. A água é um recurso valioso e vital para a vida humana que se for sobre-explorado poderá ser insuficiente para atender as exigências cada vez maiores deste recurso. Assim sendo, a utilização de água pluvial surge como uma fonte alternativa de água que poderá contribuir para reduzir este problema (CARLON, 2005).

O aproveitamento de água pluvial está, assim, associado a conceitos como o uso eficiente, o uso racional e a conservação da água. Na base do uso eficiente da água, está o conceito de conservação da água que consiste na proteção, desenvolvimento e gestão eficiente dos recursos hídricos para fins benéficos.

### 1.1.1. Água como elemento vital

“As populações tendem a crescer exponencialmente quando as condições são favoráveis. Cada população tem seu potencial para crescer exponencialmente, explosivamente. O número de organismos que podem ser sustentados por dados recursos naturais é limitado por sua taxa de produção – capacidade de suporte” (carrying capacity)

A capacidade de suporte para a vida humana e para a sociedade é complexa, dinâmica e varia de acordo com a forma segundo a qual o ser humano maneja os seus recursos ambientais. Ela é definida pelo seu fator mais limitante (como uma corrente, cuja resistência fosse determinada pelo seu elo mais fraco), e pode ser melhorada ou degradada pelas atividades humanas. A sua restauração é mais difícil do que sua conservação.

De acordo com Dias (2004, p. 255), “os fatores limitantes para a humanidade são: água, alimentos, moral e ética”.

A água é um recurso natural essencial, seja como componente nos seres vivos ou como meio de vida de várias espécies vegetais e animais, seja como elemento representativo de valores culturais, seja como fator de produção de bens de consumo e produtos agrícolas. A água é o constituinte inorgânico mais abundante na matéria viva, segundo Dias. Considera ainda que a água é a substância mais abundante no planeta.

#### 1.1.1.1. Bem universal: um direito

A Organização das Nações Unidas (ONU) estabeleceu que a água é um bem universal, ou seja, um bem de direito de todos os seres humanos. Garantir este direito é um dos grandes desafios da humanidade. Responsabilidade de todas as nações e povos.

Para garantir este direito, ameaçado pela visão capitalista a que a humanidade está submetida, a ONU vem desenvolvendo discussões e legislações. Dentre elas destacam-se:

- Conferência da ONU sobre a Água (Mar da Prata, março/1977) – o Plano de Acção resultante desta conferencia reconheceu pela primeira vez a água como um direito ao declarar que *Todos os povos, seja qual for o seu estágio de*

*desenvolvimento e as suas condições sociais e econômicas, tem direito a ter acesso a água potável em quantidade e qualidade igual às suas necessidades básicas.*

- Convenção sobre a Eliminação de Todas as formas de Discriminação Contra as Mulheres, CEDAW (Dezembro/1979) – a convenção estabelece um conjunto de objetivos com vista a acabar com a discriminação contra as mulheres e refere explicitamente a água e o saneamento no seu texto. O Artigo 14(2)(h) da CEDAW diz: *“Os Estados signatários deverão tomar todas as medidas apropriadas para acabar com a discriminação as mulheres nas zonas rurais de forma a assegurar, numa base de igualdade entre homens e mulheres, que elas participem e beneficiam do desenvolvimento rural e, nomeadamente, nomeadamente deverão assegurar a estas mulheres o direito ...(h) A usufruir de condições de vida adequadas, particularmente no que respeita a habitação, saneamento, abastecimento de água e eletricidade, transportes e comunicações”.*
- Convenção sobre os Direitos das Crianças (Novembro/1989) – a convenção refere explicitamente a água, o saneamento ambiental e a higiene. O Artigo 24(2) diz: *“Os Estados signatários deverão assegurar a implementação integral deste direito e, nomeadamente, deverão tomar medidas apropriadas: [...] c) para combater a doença e a subnutrição, incluindo nos âmbitos dos cuidados a saúde primários, através de, entre outras medidas, a aplicação de tecnologias já disponíveis e através da disponibilização de alimentos nutritivos e adequados e água potável, tendo em conta os perigos e os riscos da poluição ambiental; [...] e) para assegurar que todos os níveis da sociedade, nomeadamente os pais e as crianças, estão informados, têm acesso a educação e são apoiados no uso dos conhecimentos básicos sobre saúde e nutrição infantil, vantagens da amamentação, higiene e saneamento ambiental e prevenção de acidentes”*
- Conferencia Internacional sobre a Água e Desenvolvimento Sustentável (Dublin, Janeiro/1992) – o 4º Princípio da Conferencia de Dublin diz que: *... é vital reconhecer primeiro o direito básico de todos seres humanos a terem acesso a água limpa e saneamento a um preço acessível”.*
- Conferencia das Nações Unidas sobre o Ambiente e o Desenvolvimento (Rio de Janeiro, Junho/1992) – O Capítulo 18 da Agenda 21 subscreveu a Resolução da Conferencia sobre a Água de Mar da Prata segundo a qual todos os povos

têm direito a ter acesso a água potável, e chamou-lhe “*a premissa acordada em comum*”.

- Conferencia Internacional das Nações Unidas sobre População e Desenvolvimento (Setembro/1994) – O Programa de Ação desta conferencia afirma que todos os indivíduos: “*Tem direito a um nível de vida adequado para si próprios e para as suas famílias, incluindo alimentação, agasalhos, habitação, água e saneamento adequados*”.
- Comentário Geral nº 15. O direito à Água (Novembro/2002) – este comentário interpreta o Convenio Internacional de 1966 sobre os Direitos Econômicos, Sociais e Culturais confirmando o direito à água no Direito Internacional. Este comentário fornece orientações para a interpretação do direito à água enquadrando-o em dois artigos, o Artigo 11, o direito a um nível de vida adequado, e o Artigo 12, o direito ao grau de saúde mais elevado possível. O Artigo 1.1 diz que: “*O direito à água é indispensável para se viver uma vida com dignidade humana. É um requisito para a realização de outros direitos humanos*”.
- Relatório do Alto Comissário ds Nações Unidas para os Direitos Humanos sobre a abrangência e o teor das obrigações relevantes em termos de direitos humanos relacionados com o acesso equitável a água potável segura e saneamento, ao abrigo dos instrumentos internacionais de direitos humanos (Agosto/2007) - o relatório refere-se que: “*É chegado o momento de considerar o acesso a água potável segura e ao saneamento como um direito humano, definido como o direito ao acesso igual e não-discriminatório a uma quantidade suficiente de água potável por pessoa e para os usos domésticos de forma a assegurar a vida e a saúde*”.
- Resolução da Assembleia Geral da ONU A/RES/64/292 (Julho/2010) – pela primeira vez, esta Resolução da ONU reconhece formalmente o direito à água e ao saneamento e reconhece que a água potável limpa e o saneamento são essenciais para a realização de todos os direitos humanos. A Resolução apela aos Estados e às organizações internacionais que providenciem os recursos financeiros, contribuam para o desenvolvimento de capacidades e transfiram tecnologias de modo a ajudar os países, nomeadamente os países em vias de desenvolvimento, a assegurarem água potável segura, limpa, acessível e a custos razoáveis e saneamento para todos.

Embora esta discussão já aconteça à longa data a realidade ainda é bastante diversa ao exercício do direito a água potável, principalmente nos países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento.

Muitos povos ainda são acometidos por altos níveis de mortalidade em função da falta de água considerada mínima necessária para a subsistência humana. A falta de água impede também o desenvolvimento econômico, impede a evolução das ações básicas do índice de desenvolvimento humano (IDH) o que leva estes povos a dependência ou a gradual extinção.

Conforme estabelecidos pela ONU para que todos os povos tenham este direito assegurado as ações de transferência de tecnologias e de capital, por parte dos países mais favorecidos é fundamental.

#### **1.1.1.2. Quantidades e Qualidades**

A água doce torna-se uma das maiores preocupações para as sociedades humanas, seja pela escassez ou pela qualidade que apresenta. As intensas e crescentes agressões ao meio ambiente vêm comprometendo cada vez mais a qualidade e a quantidade de água doce disponível.

Distribuída nos seus estados sólido, líquido e gasoso pelos oceanos, rios, lagos, nas calotas polares e geleiras, no ar e no subsolo, a água é o elemento mais importante para a sobrevivência da espécie humana bem como de toda a vida na Terra. A água dos oceanos representa 96% do total disponível na Terra. Se somando às águas salgadas subterrâneas e as dos lagos de águas salgadas totaliza 98% da água do planeta, a princípio indisponível para diversos usos. Da água doce restante, aproximadamente 2% do total, cerca de 70% está na forma de gelo e na atmosfera e 30% está distribuída nas águas subterrâneas, a maior parte em grandes profundidades (DIAS, 2004, p.194).

Assim sendo, o mar é a fonte, o reservatório de toda água que ativa a vida no planeta. Fora do ambiente marinho é estimado que apenas 2% seja de água potável ou simplesmente doce. Apenas 0,266% deste total se encontram em lagos, rios e reservatórios, estando o restante distribuído na biomassa e na atmosfera sob a forma

de vapor. Estima-se que somente 0,007% de toda água doce do planeta se encontra em locais de simples acesso para o consumo humano.

A vazão total de água do planeta em km<sup>3</sup> anualmente é de 1.448.000, porém, de distribuição não uniforme (Tabela 1).

**Tabela 1:** Produção Hídrica no mundo por região.

Região do Mundo	Vazão (km <sup>3</sup> /ano)	Porcentagem (%)
Ásia	458.000	31,6
América do Sul	334.000	23,1
América do Norte	260.000	18
África	145.000	10
Europa	102.000	7
Antártida	73.000	5
Oceania	65.000	4,5
Austrália e Tasmânia	11.000	0,8
Total	1.448.000	100

**Fonte:** MARINOSKI, 2007, p.4

Os dados acima justificam a diversidade de condições climáticas e ecossistemas estabelecidos, em grande parte, pelas condições hídricas de cada região.

Em relação aos recursos hídricos duas dimensões devem ser consideradas: uma que já vem sendo mencionada acima que diz respeito às quantidades e a outra que se refere à qualidade. Quanto à qualidade as águas estão divididas entre doces e salobras e suas especificidades dependem de sua destinação.

A finalidade a qual se destina a água é o que determina o grau de potabilidade. O maior grau de potabilidade atende ao homem para consumo/ingestão.

A resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) de número 20 classifica as águas como doces, salinas e salobras. As águas doces, relacionadas ao uso humano, são classificadas conforme Quadro 1.



**Quadro 1:** Classificação da água doce e sua destinação.

Classificação	Destinação
Classe Especial	Abastecimento para consumo humano; com desinfecção.
Classe 1	Ao abastecimento humano, após tratamento simplificado; A recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; A irrigação de hortaliças, que são consumidas cruas, e de frutas, que se desenvolvam rentes ao solo e sejam ingeridas cruas, sem remoção de película.
Classe 2	Ao abastecimento humano, após tratamento convencional, A recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; A irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato.
Classe 3	Ao abastecimento humano, após tratamento convencional ou avançado. Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; A pesca amadora A recreação de contato secundário; À dessedentação de animais.
Classe 4	À navegação À harmonia paisagística

**Fonte:** PHILIPPI et al. (2014, p.198)

A captação e o uso de água de chuva podem gerar água potável para consumo humano a partir da qualificação adequada ou em condições não potáveis para usos secundários diversos.

### 1.1.1.3. Ciclo Hídrico

A matéria não pode ser criada nem destruída, só transformada. A matéria do planeta permanece no planeta, sob contínua transformação, movida pela energia da Terra e do Sol. Materialmente a Terra é aproximadamente um sistema fechado. Energeticamente, contudo, é um sistema aberto. Os materiais necessários para a vida

– água, oxigênio, nitrogênio entre outros – passa por ciclos biogeoquímicos que mantêm a sua pureza e disponibilidade para os seres vivos.

As combinações dos ciclos biogeoquímicos formam o complexo mecanismo de controle, necessário para a manutenção das condições essenciais para a sobrevivência dos seres vivos. Assim, em interação, os mecanismos são mediados pelos seres vivos, através de sua ação sobre o ambiente na manutenção destas condições.

O ciclo hidrológico é o caminho que a água descreve na natureza, sendo esse o grande responsável pelas relações entre os demais ciclos acima mencionados (DIAS, 2004, p.224 e 225).

A energia solar que incide sobre a superfície da Terra e a transpiração da biomassa vegetal e animal, inclusive do homem, transformas em vapor uma parcela importante da água que formam os oceanos, as calotas polares, a umidade do solo e até as águas subterrâneas que são acumuladas a profundidades inferiores a um metro.

Este vapor de água sobe até a atmosfera, onde esfria progressivamente e se condensa para dar origem às nuvens. As massas de água atmosféricas assim formadas são atraídas pela gravidade e voltam a Terra, principalmente na forma da chuva, neblina e neve. Portanto, o gigantesco mecanismo de renovação das águas da Terra é movido pela energia solar (evaporação) e pela força gravitacional (precipitação) há bilhões de anos (REBOUÇAS, 2001, p.16).

Tal ordem cíclica de eventos realmente ocorre, porém não de maneira tão simplista. O ciclo pode experimentar um curto-circuito em vários estágios. Por exemplo, a precipitação pode ocorrer diretamente sobre o mar, lagos e cursos d'água. Além disso, não há nenhuma uniformidade no tempo em que o ciclo ocorre. Durante as secas pode parecer que este ciclo cessou de vez; durante as cheias pode parecer que este ciclo será contínuo. Também a intensidade e a frequência do ciclo dependem da geografia e do clima, uma vez que ele opera como resultado da radiação solar, a qual varia com a latitude e a estação do ano.

O volume de água que evapora dos oceanos e retorna a ele, em forma de precipitação é significativamente menor do que a precipitação que acontece em forma de chuva, granizo, neve e orvalho nos continentes. Esse volume excedente, porém, retorna aos oceanos posteriormente através do escoamento de rios e fluxos subterrâneos, assim, a quantidade de água na Terra permanece constante.

Finalmente, as várias partes do ciclo podem ser, de tal ordem complicadas, que o homem só tem condições de exercer algum controle em sua última parte, quando a chuva já caiu sobre a terra e está empreendendo seu caminho de volta ao mar.

Carvalho, Oliveira e Moruzzi (2007) afirmam que o armazenamento de água pluvial pode, além de combater a escassez de água, ajudar no controle de enchentes em centros urbanos.

Sendo assim, os Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAPs) podem atuar como ferramenta no desenvolvimento sustentável.

#### **1.1.1.4. Desperdício**

A água potável, utilizada em centros urbanos ou rurais, vem se tornando um recurso cada vez mais caro e escasso.

O desconhecimento, falta de orientação, falta de sensibilidade, mal uso de aparelhos e equipamentos hídricos, vazamentos em instalações são alguns dos fatores responsáveis pelo desperdício de água potável nas residências.

Grande parcela desse desperdício acontece nos sistemas públicos ou de concessionárias, segundo a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH, 2015). Nestes sistemas podem ocorrer perdas físicas ou não físicas. As perdas físicas são aquelas que estão relacionadas à água que não chega ao consumidor, devido a vazamentos nas redes de distribuição e nas ligações com as residências ou ramais prediais, as perdas não físicas ou comerciais, que são os erros nas medições de hidrômetros, fraudes, ligações clandestinas ou falhas no próprio cadastro.

As perdas da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), concessionária que atua em 366 municípios do estado de São Paulo, registrou em 2007 33% de perdas (15% físicas e 18% não físicas). Isso representa 9.000 litros por segundo.

Percentual bastante alto quando relacionado ao índice de outros países como Canadá onde o desperdício é de 14%, a Inglaterra com 17,3% e o Japão com 8,4% onde as tubulações são de aço inoxidável e resistente a eventos de terremotos (SABESP, 2007).

Ao mesmo tempo, porém, de forma até incoerente, a água vem sendo desperdiçada das mais diferentes formas, em todo mundo, sobretudo nos grandes centros urbanos.

Evitar os desperdícios de água tratada é assunto cada vez mais presente nos meios de comunicação que buscam incentivar e conscientizar as pessoas e as instituições da preservação. Infelizmente ainda não pela conscientização ambiental, mas pelo custo e pela manutenção das concessionárias responsáveis pelo abastecimento urbano.

Para evitar o desperdício muito se fala sobre o uso racional da água. Que, segundo Thomaz (2001), é um conjunto de atividades, medidas e incentivos que têm como principais objetivos: reduzir a demanda de água tratada, melhorar o uso da água, reduzir as perdas e os desperdícios, implantar práticas e tecnologias, informar e conscientizar os usuários.

O desperdício não acontece somente com a água tratada, acontece com a água que chega a Terra, que superam em muito o volume de água manipulado pelas concessionárias.

Ações mitigatórias, são evoluções obtidas a partir da implantação de novas teorias e tecnologias que necessariamente resultem em mudança de comportamentos sociais promovendo o uso sustentável da água, incentivos feitos por campanhas, informações e educação pública, tarifas e regras que motivem os usuários, de qualquer nível de consumo (doméstico, industrial, agrícola, de produção) a adotar medidas conscientes (MONTIBELLER & SCHIMIDT, 2004).

#### **1.1.1.5. Enchentes**

Um dos grandes problemas urbanos contemporâneos são as enchentes que, em metrópoles, onde a ocupação e a atuação humana interferem na drenagem e escoamento das águas pluviais. Em áreas urbanas litorâneas as ocorrências de eventos naturais combinados de chuva e maré aumentam ainda mais a possibilidade da ocorrência de enchentes.

Esse risco pode ser conceituado, conforme Cartacho (2013) como uma categoria de análise associada, a priori, às noções de incerteza, exposição ao perigo, perda e prejuízos materiais, econômicos e humanos em função de processos de

ordem natural (tais como os processos exógenos e endógenos da Terra) e/ou daqueles associados ao trabalho e às relações humanas.

Cartacho (2013, p.28) afirma que:

A região do Litoral Norte do estado de São Paulo encontra-se em área com importantes atividades atmosféricas. A Serra do Mar atua como barreira aos fluxos atmosféricos provenientes do oceano e sua presença dota a região de uma complexa configuração no que se refere à pluviometria, tendo o efeito orográfico enorme participação nessa dinâmica. Do ponto de vista climático o elemento que mais se destaca é o pluvial, com áreas que apresentam os maiores totais pluviométricos do Brasil (com a média anual superior a 4.000mm, chegando, em anos extremos, a 6.000mm).

Conclui ainda que:

Características climáticas, aliadas a forte declividade do relevo, à pequena extensão da planície costeira, às formas das bacias dos principais rios e à dinâmica oceânica, proporcionam a região uma enorme fragilidade, agravada pela ocupação irracional e a construção de inúmeras rodovias, com a presença de áreas suscetíveis a episódios extremos (CARTACHO, 2013, p.28).

Sendo assim, as possibilidades de ocorrências de enchentes nas cidades do Litoral Norte e mais especificamente em Caraguatatuba são muito evidentes.

Os sistemas de aproveitamento de águas pluviais também podem auxiliar na diminuição dessas ocorrências.

### **1.1.2. Aproveitamento de águas pluviais**

Existem relatos de ocorrência de aproveitamento da água da chuva desde a antiguidade. Os Incas, Maias e Astecas já faziam uso de tal prática.

Apesar de milenar a captação e utilização de água da chuva podem ser consideradas como estratégia bastante moderna se associadas às práticas atuais de segurança sanitária.

Com o desenvolvimento tecnológico que alterou os processos agrícolas, oportunizou a construção de grandes barragens, possibilitou o aproveitamento de

águas subterrâneas e de irrigações encanadas, principalmente nos países considerados de primeiro mundo, essa prática foi perdendo o sentido.

Seja por questões ambientais ou por questões de revisão das linhas de produção, alguns países vêm retomando a utilização de sistemas de abastecimento de águas pluviais

Segundo Cohim, Garcia & Kiperstok (2008) no Japão, por exemplo, a utilização de água da chuva e sua infiltração têm sido estimuladas.

Na Alemanha o uso de águas pluviais é estimulado com o propósito de conservar as águas subterrâneas principal manancial utilizado para o abastecimento público. O sistema subsidiado pelas prefeituras, consiste na captação da água pelos telhados e sua preservação em cisternas de concreto de 6m<sup>3</sup>. Esta água é utilizada para descarga em banheiros, lavagem de roupas, entre outros propósitos, e o excesso desta água é infiltrada para recarga dos aquíferos.

No Brasil, na região nordeste, este sistema é muito utilizado em áreas rurais e constitui em muitas localidades a única fonte acessível. As cisternas coletam e armazenam a maior quantidade possível de água para que possam ser utilizadas nos períodos de estiagem.

O uso de águas pluviais, como ação mitigatória, é solução bastante interessante para o abastecimento rural e urbano.

A captação quando acontece antes que a água tenha contato com substâncias contaminantes tem seu custo de tratamento bem menor do que a água captada em mananciais.

Embora já existam sistemas instalados e em uso, no Brasil e no mundo, esta tecnologia enfrenta preconceitos, por alguns é considerada paliativa e atrasada. A crise hidrológica global tem forçado a que se revejam estes pensamentos preconceituosos.

#### **1.1.2.1. Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP)**

A captação e o uso de águas pluviais podem gerar água potável para o consumo humano a partir da qualificação adequada ou em condições não potáveis para usos secundários diversos.

Os sistemas de coleta e aproveitamento de águas pluviais são estabelecidos sobre quatro critérios principais: segurança higiênica, estética, proteção ambiental e viabilidade técnica e economia.

A qualificação da água para consumo humano pode tornar o sistema mais complexo e oneroso, porém, o tratamento das águas pluviais para atividades de consumo onde a potabilidade não seja necessária (água de reuso) são mais viáveis para o uso nas edificações públicas em questão.

Reuso é o processo de utilização da água por mais de uma vez, tratada ou não, para o mesmo ou outros fins. Essa reutilização pode ser decorrente de ações planejadas ou não. A água de reuso tratada é produzida em estações de tratamento – de concessionárias ou particulares – e pode ser utilizada para inúmeros fins. A água de reuso pode ser utilizada em irrigação de lavouras, gramados e plantas, nas indústrias de beneficiamento de materiais e da construção civil, na compactação de solos, na recarga de aquíferos, geração de energia, refrigeração de equipamentos entre outros usos nos processos de produção.

Em edificações pode ser usada na limpeza de pátios, calçadas, roupas e veículos, em jardins, em vasos sanitários, no uso ornamental como em chafariz ou espelhos d'água.

O reuso da água pode ser direto ou indireto. Direto quando os efluentes, após serem tratados, são encaminhados diretamente para seu ponto de descarga até o local de reuso, não descarregados no meio ambiente e o indireto, quando a água utilizada em alguma atividade humana é descarregada no meio ambiente e novamente utilizada, em sua forma diluída.

Cada vez mais este sistema vem sendo implantados nas linhas de produção. Agregam uma dimensão ambiental ao planejamento econômico alterando a forma de gestão dos recursos hídricos, valorizando assim seus produtos e marcas junto aos consumidores – infelizmente ainda – por adequação ao mercado e não por uma consciência ambiental.

Legalmente, porém, os responsáveis pelas gestões públicas ou privadas, são levados a considerar as questões ambientais em suas decisões.

Mais uma vez os SAAP se mostram eficientes por se apresentarem como solução eficiente e imediata, que pode demandar somente de adaptações para estruturas hidráulicas já existentes e vêm tendo seus custos diminuídos, facilitando assim o uso na construção de novas estruturas.

De um modo geral, os sistemas de aproveitamento de águas pluviais (SAAP) são constituídos por componentes básicos que servem para funções específicas:

**Captação:** inclui a superfície sobre a qual a chuva cai, isto é, a superfície de recolha ou captação;

**Transporte:** é constituído pelos componentes que encaminham a água do telhado para o reservatório;

**Filtração:** abrange os dispositivos que removem detritos e poeiras da água pluvial captada antes de ir para o reservatório, são os crivos de folhas, desviadores dos primeiros fluxos de água e os filtros;

**Armazenamento:** engloba um ou mais reservatórios de armazenamento que também podem ser denominados de cisternas;

**Distribuição:** é o sistema pelo qual a água será transportada para seu uso final através de bombeamento ou pela própria gravidade;

**Tratamento:** apesar de particularmente relevante no caso dos sistemas potáveis, para os usos não potáveis, esta etapa inclui normalmente apenas a remoção de sólidos.

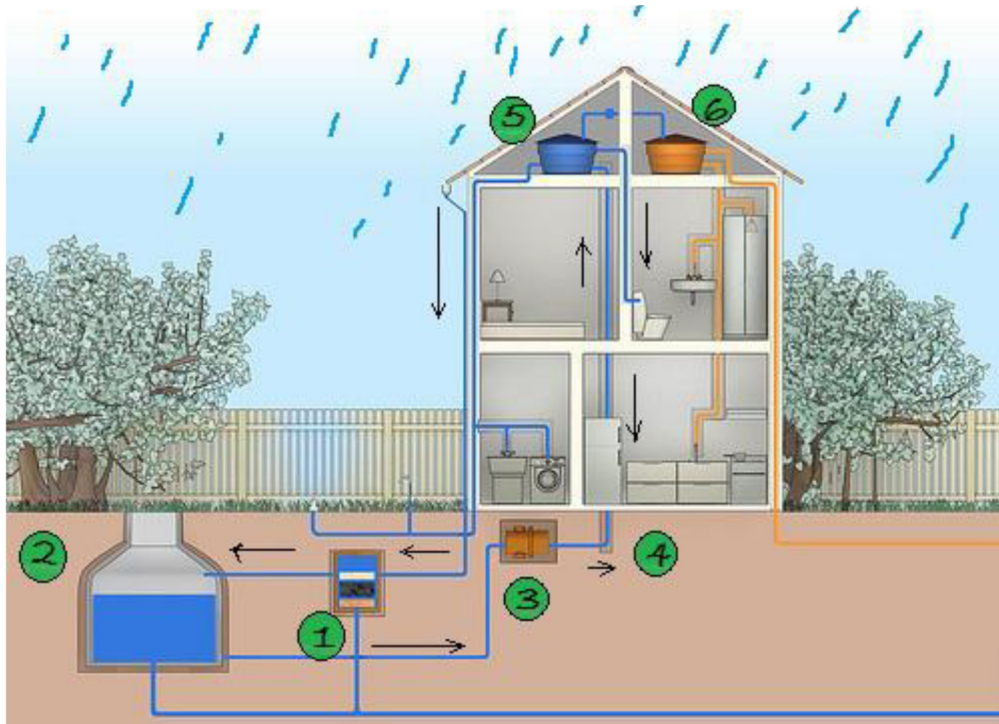
#### **1.1.2.2. Captação**

O funcionamento de um sistema de coleta e aproveitamento de água de pluvial consiste de maneira geral, na captação da água da chuva que cai sobre os telhados ou lajes da edificação. A água é conduzida até o local de armazenamento através de calhas, condutores horizontais e verticais, passando por equipamentos de filtragem e descarte de impurezas. Em alguns sistemas é utilizado dispositivo desviador das primeiras águas de chuva. Após passar pelo filtro, a água é armazenada geralmente em reservatório enterrado (cisterna), e bombeada a um segundo reservatório (elevado), do qual as tubulações específicas de água pluvial irão distribuí-la para o consumo não potável.

Para diminuir os riscos de contaminações posteriores ao contato da água com os mecanismos de captação precisam ser construídos com materiais como: telhas galvanizadas pintadas ou esmaltadas com tintas não tóxicas, superfícies de concreto, cerâmicas, policarbonato e fibra de vidro. As calhas devem ser produzidas com materiais inertes, como PVC ou outros tipos de plásticos, evitando assim, que



partículas tóxicas provenientes destes dispositivos venham a ser levadas para os tanques de armazenagem (MACOMBER, 2001). Os sistemas de aproveitamento de águas pluviais apresentam basicamente a mesma estrutura (Figura 1).



**Figura 1:** Esquema de funcionamento de sistema de aproveitamento de água de chuva.

**Fonte:** Santos (2011).

Após a captação a água de chuva pode ser usada total ou parcialmente. Quando do uso total de água pluvial inclui a possibilidade de consumo humano da água para beber, cozinhar e higiene pessoal, enquanto que o uso parcial abrange aplicações específicas em pontos hidráulicos, como por exemplo, somente nos pontos de abastecimento de vasos sanitários (MANO & SCHMITT, 2004).

O tratamento da água pluvial depende da qualidade da água coletada e de seu uso final. A coleta de água para fins não potáveis não requer grandes cuidados de purificação, embora certo grau de filtração, muitas vezes, seja necessário. Para um tratamento simples, podem-se usar processos de sedimentação natural, filtração simples e cloração. Em caso de uso da água de chuva para consumo humano, é recomendado utilizar tratamentos mais complexos, como desinfecção por ultravioleta ou osmose reversa (MAY & PRADO, 2004).

A qualidade da água de chuva depende muito do local onde é coletada. A qualidade da água pluvial varia em função do local de coleta (Quadro 2).

**Quadro 2:** Variações da qualidade da água de chuva devido ao sistema de coleta.

GRAU DE PURIFICAÇÃO	ÁREA DE COLETA DE CHUVA	OBSERVAÇÕES
A	Telhados (lugares não frequentados por pessoas e animais)	Se a água for purificada é potável.
B	Telhados (lugares frequentados por pessoas e animais)	Apenas uso não potável
C	Pisos e estacionamentos	Necessita de tratamento mesmo para usos não potáveis
D	Estradas	Necessita de tratamento mesmo para usos não potáveis

Fonte: Marinonki (2007, p.23)

Em função do acúmulo de poeira, folhas, insetos, fezes de animais, pesticidas, além de outros resíduos e poluentes transportados por via aérea o fluxo inicial de água de chuva precisa ser desconsiderado. Segundo Brown et al. (2005), o volume do primeiro fluxo de água de chuva a ser descartado varia conforme a quantidade de poeira acumulada na superfície do telhado, que é uma função do número de dias secos, da quantidade e tipo de resíduos, e da estação do ano. Além disso, outras variáveis precisam ser consideradas: a inclinação e as superfícies dos telhados, a intensidade das chuvas e o período de tempo que ocorrem.

A qualidade da água também depende do primeiro local de contato, May e Prado (2004) realizaram estudo com objetivo de avaliar a qualidade da água de chuva para consumo não potável na cidade de São Paulo. Foi utilizado sistema experimental, instalado no Centro de Técnicas de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, onde se analisou a composição física, química e bacteriológica da água de chuva, com objetivo de avaliar a necessidade de tratamento da água antes de sua utilização. Como metodologia de captação as amostras foram coletadas em dois pontos de amostragem: telhados do edifício e reservatórios de acumulação. Comprovou-se, a partir das análises, que a água coletada nos reservatórios apresentou melhor qualidade em relação às amostras coletadas diretamente do coletor de água de chuva nos telhados. Assim sendo, o descarte do volume de água correspondente aos primeiros 15 a 20 minutos de chuva quando

ocorre a limpeza do telhado. Conforme demonstrado na Figuras 2 e 3 o desvio das águas das primeiras chuvas pode acontecer automaticamente.



**Figura 2:** Desviador das águas das primeiras chuvas com válvula de desvio horizontal.

**Fonte:** Marinosl (2007, p. 24) apud Saferain (2007).



**Figura 3:** Desviador das águas das primeiras chuvas com válvula de desvio vertical.

**Fonte:** Marinosl (2007, p. 24) apud Saferain (2007).

O reservatório, porém, é considerado uma das partes mais importantes do sistema de captação. Leva-se em consideração os seguintes critérios: custos totais de implantação, demanda de água, áreas de captação, regime pluviométrico e confiabilidade requerida para o sistema, a distribuição temporal anual das chuvas é importante variável a ser considerada no dimensionamento do reservatório (CASA EFICIENTE, 2007).

Esses critérios são importantes, porque em geral o reservatório de armazenamento é o componente mais caro dos SAAPs, o que muitas vezes inviabiliza

a implantação. Porém, o bom dimensionamento poderá garantir a demanda em períodos curtos, médios ou longos de estiagem (MAY et al., 2004).

Segundo Tomaz (2003) a quantidade de água pluvial que pode ser armazenada depende do tamanho da área de captação, da precipitação pluviométrica do local e do coeficiente de escoamento superficial, também chamado de coeficiente de *runoff*. Como o volume de água de chuva que pode ser aproveitado não é o mesmo que precipitado, o coeficiente de escoamento superficial indica o percentual de água de chuva que será armazenada, considerando a água que será perdida devido à limpeza do telhado, evaporação e outros.

O reservatório de água pluvial, dependendo das características locais e especificidades de uso, podem apresentar três tipos de estruturas diferenciadas:

Elevado - não necessitam de bombeamento, porém necessita de estrutura de sustentação para sua fixação;

Enterrado no solo, ou ainda sobre o solo – não necessitam de estrutura de fixação, porém o abastecimento acontece a partir de bombeamento (MANO, 2004).

Os reservatórios geralmente são produzidos de concreto, madeira, fibra de vidro, aço inoxidável e polietileno. Cada tipo de material é conveniente para um projeto específico.

Cisternas também são utilizadas como reservatórios, porém, em função de seu potencial de armazenamento, são estruturas mais complexas e conta com um poço de inspeção, um tubo de ventilação, dispositivo para limpeza e um tubo de descarga.

O uso de boias eletrônicas permite que o sistema seja automatizado e dependa o mínimo possível de operador. Uma bomba de pressurização dimensionada conforme a edificação é necessária para a alimentação do reservatório superior de água pluvial, que deve ser separado do armazenamento da água potável, a fim de evitar contaminação (SIMIONI et al.,2004).

### **1.1.3. Águas de qualidade inferior: usos finais**

A finalidade a que se destina a água é que determina o seu grau de potabilidade. O maior grau de potabilidade atende ao homem para consumo e ingestão. Este consumo, porém, corresponde a um percentual baixo em relação ao

total de utilidades da água no cotidiano da sociedade e das diversas áreas de produção.

Nas atividades cotidianas básicas diárias a água potável corresponde entre 40% a 55% do consumo total. Na Tabela 2 são demonstrados dados referentes à destinação da água tratada em alguns países.

**Tabela 2:** Uso final de água tratada para consumo doméstico na Dinamarca.

PONTO DE CONSUMO	USO FINAL (%)
Alimentação	5
Banhos	20
Higiene pessoal	10
Vaso Sanitário*	20
Lavagem de roupas	15
Lavagem de louças*	20
Lavagem de carros, jardins*	10
Total	100
*Total não potável	45

**Fonte:** Marinoski (2007, p.14).

Percebe-se assim, que 45% do consumo de água tratada utilizada para consumo doméstico pelo país poderia ser substituído por água de reuso. Do consumo total de água tratada nos Estados Unidos, utilizada para consumo doméstico pelo país, 49% poderia ser substituído por água de reuso (Tabela 3).

**Tabela 3:** Uso final de água tratada para consumo doméstico nos Estados Unidos da América.

PONTO DE CONSUMO	USO FINAL (%)
Vaso Sanitário*	27
Banhos	17
Máquinas de Lavar Roupas*	22
Máquinas de Lavar Louças	2
Vazamentos	14
Torneiras	16
Outros	2
Total	100
*Total não potável	49

**Fonte:** Marinoski (2007).

No Reino Unido (Tabela 4), do consumo total de água tratada utilizada para consumo doméstico pelo país, 48% poderia ser substituída por água de reuso.

**Tabela 4:** Uso final de água tratada para consumo doméstico no Reino Unido.

PONTO DE CONSUMO	USO FINAL (%)
Vaso Sanitário*	37
Banhos e Lavatório	37
Lavagem de roupas*	11
Preparação de alimentos	4
Total	100
*Total não Potável	48

Fonte: SABESP, 2007

Já na Colômbia (Tabela 5), do consumo total de água tratada utilizada para consumo doméstico pela Colômbia 55% poderia ser substituído por água de reuso.

**Tabela 5:** Uso final de água tratada para consumo doméstico na Colômbia.

PONTO DE CONSUMO	USO FINAL (%)
Ducha	30
Vaso Sanitário*	40
Limpeza*	15
Cozinha	5
Lavagem de louças/ mãos	10
Total	100
*Total não potável	55

Fonte: SABESP (2007).

E na Suíça, do consumo total de água tratada utilizada para consumo doméstico pelo país 52% poderia ser substituído por água de reuso.

**Tabela 6:** Uso final de água tratada para consumo doméstico na Suíça.

PONTO DE CONSUMO	USO FINAL (%)
Vaso Sanitário*	40
Banhos	37
Bebidas	5
Cozinha	6
Lavagem de Roupas*	4
Limpeza de pisos*	3
Jardins*	3
Lavagem de automóveis*	1
Outros*	1
Total	100
*Total não Potável	52

Fonte: Kammers (2004, p. 11).

As variações climáticas e os aspectos socioculturais e econômicos justificam as variações de consumo de água tratada apresentadas nas tabelas acima. Porém, é possível observar que o percentual de água tratada utilizada para fins não potáveis varia entre 45% e 55%.

Esta percentagem é muito expressiva, reforça a viabilidade da alternância de fontes de abastecimento e na mudança de paradigmas.

A escassez de água nos grandes centros urbanos e o aumento de custos para sua captação e posterior tratamento, devido ao grau de poluição das fontes convencionais de água, faz dos sistemas de aproveitamento de águas pluviais e do reuso estratégias de significativa importância para o desenvolvimento econômico, de preferência sustentável, mundial. Estudos desenvolvidos por Kammers, (2004) constataram que o maior consumo de água não potável, são em mictórios ou vasos sanitários (Tabela 7).

**Tabela 7:** Usos finais de água tratada em dez edificações do setor público de Florianópolis

	<b>VASO SANITÁRIO</b>	<b>MICTÓRIO</b>	<b>TORNEIRAS</b>	<b>LIMPEZA</b>	<b>OUTROS</b>
BADESC	55,8	14,3	18,3	9,0	2,6
CELESC	31,9	32,9	10,1	4,1	21,1
CREA	23,0	47,0	24,5	2,6	2,9
DETER	86,6	-	31,2	18	0,4
EPAGRI	33,1	43,9	12,5	2,8	7,7
Secretaria da Agricultura	27,9	16,4	6,6	5,8	43,3
Secretaria da Educação	70,0	14,3	9,4	2,1	4,2
Secretaria da Segurança Pública	78,8	-	18,4	2,5	0,3
Tribunal de Contas	36,4	45,9	14,0	1,9	1,8
Tribunal de Justiça	53,2	29,9	8,7	4,6	3,6

Fonte: Kammers (2004).

Em outro estudo Ywashima (2006) realizou estudo sobre o consumo de água em escolas da rede pública de ensino da Campinas, estado de São Paulo, com o objetivo de identificar os diferentes usos da água, a indicação dos ambientes responsáveis pelos indicadores de alto consumo e a hipótese de uma metodologia para avaliação da percepção dos usuários para o uso racional da água.

Foram utilizadas como amostra escolas municipais, dentre elas um Centro Municipal de Educação Infantil CEMEI, uma Escola Municipal de Educação Infantil – EMEI e uma escola municipal de Ensino Fundamental (Tabela 8).

**Tabela 8:** Distribuição do consumo diário na escola da tipologia EMEI.

	CONSUMO DIÁRIO EM LITROS	PORCENTAGEM DE CONSUMO (%)
Refeitório	146	4,3
Banheiro das funcionárias	135	3,9
Banheiro da diretoria	39	1,1
Banheiro dos professores	107	3,1
Banheiro alunos femininos	1.083	31,6
Banheiro alunos masculinos	1.039	30,3
Banheiro Vigia	33	1,0
Cozinha	720	21,0
Área Externa	128	3,7
Total	3.430	100

**Fonte:** Ywashima et al. (2006).

Pode-se observar que nesta unidade de ensino a água utilizada nos banheiros corresponde a 71%, do consumo diário. Ao analisar a Tabela 9, pode-se observar que o consumo nos banheiros atingiu a 42,7% do consumo diário.

**Tabela 9:** Distribuição do consumo diário na escola da tipologia CEMEI.

AMBIENTE	CONSUMO DIÁRIO EM LITROS	PARCELA DE CONSUMO (%)
Banheiro Diretora	13	0,3
Refeitório	4	0,1
Copa	43	1,0
Banheiro de Funcionárias	233	5,6
Banheiro de Funcionárias	66	1,6
Banheiro Infantil	932	22,4
Banheiro Infantil	531	12,8
Lavanderia	336	8,1
Berçário	158	3,8
Cozinha	1.696	40,8
Despensa	0	0
Área de Serviço	15	0,4
Refeitório	108	2,6
Total	4.153	100

**Fonte:** Ywashima et al. (2006).



Ao finalizar os estudos, considerando apenas o consumo de água em descargas de vasos sanitários e mictórios, dos 21.167 litros diários utilizados pelas três unidades de ensino poder-se-ia economizar 27,70% na unidade de tipologia CEI, 66,84% na escola de tipologia EMEI e 82,40% na escola de tipologia EMEF de água potável com o uso de um sistema alternativo de captação e armazenamento de águas pluviais (Tabela 10).

**Tabela 10:** Distribuição do consumo diário na escola de tipologia EMEF.

AMBIENTE	CONSUMO (LITROS)	DIÁRIO	PARCELA DE CONSUMO (%)
Banheiro de alunos	5.424		51,8%
Banheiro alunas	2.410		23,0
Banheiro funcionários	117		1,1
Banheiro professoras e funcionárias	658		6,3
Cozinha	1.385		13,2
Área Externa	476		4,5
Refeitório	0		0
Total	10.470		100

Fonte: Ywashima et al., 2006

## 1.2. Fundamentação Teórica

A ação humana vem alterando os sistemas ecológicos e as condições necessárias de vida no planeta estão ameaçadas.

O espaço e as condições de vida na Terra vêm se degradando de forma universal e avassaladora. Ameaças à vida, de forma geral, geram crises e alargam o nosso entendimento da natureza. Mas, quando se percebe que as ameaças não vem de forças tectônicas incontroláveis, nem mesmo de meteoros errantes, mas sim, pura e simplesmente, da prática da racionalidade humana, a crise torna-se uma crise de sentidos. Crises de sentido impõe-se às convicções, às crenças e aos valores. Por isso uma crise de sentidos não pode ser ultrapassada com as transigências ou com apelos de palavras fáceis, que se usam com pouco esforço, mas que são incapazes por si mesmas, de mostrar o caminho da ação. Crises de sentido exigem esforço crítico, exposição de contradições e exame de possibilidades nem sempre imediatas. (PHILIPPI et al., 2014, p.765)

Nas últimas cinco décadas assiste-se ao agravamento da crise ambiental decorrente, em grande parte, pela evolução do sistema capitalista, após a II Grande Guerra.

MacNeil et al. (1992, p.15) afirma que:

Os progressos passados foram acompanhados pelo enorme recrudescimento na escala do impacto humano sobre a terra. Desde 1990, a população mundial mais que triplicou. Sua economia cresceu 20 vezes. O consumo de combustíveis fósseis aumentou 30 vezes e a produção industrial 50 vezes. A maior parte deste crescimento, cerca de quatro quintos deles, aconteceu a partir de 1.950.

O autor observa também que:

A partir deste evento os governos estiveram preocupados com a interdependência econômica, com a conjugação das economias nacionais e regionais em um sistema global (MAC NEIL et al. 1992, p. 15-16).

Com a interdependência econômica a sociedade foi conduzida a uma nova proposta de conduta: o consumo. O consumo impulsiona o progresso da ciência e da tecnologia como se conhece hoje, mas também promove o esgotamento dos recursos naturais.

Nos ecossistemas onde a ação humana interfere mais intensamente fenômenos como o aquecimento global, buraco no ozônio, chuva ácida, degradação do solo, extinção das espécies entre outros ocorrem com maior frequência.

Os processos de produção, iniciados na extração da matéria prima e finalizados no descarte, são suprimidos pela mídia. Segundo Phipipp et al. (2014) na atual conjuntura mundial e brasileira, circunscrita ao bem orquestrado impacto dos meios de comunicação de massa, é difícil raciocinar e deliberar sem sofrer influência de um modelo capitalista pragmático.

A subsistência da vida em suas diversas formas depende da reversão desta realidade. O desenvolvimento sustentável é uma das propostas para esta reversão.

### **1.2.1. Capitalismo e consumo**

O consumo inconsequente não era uma característica das sociedades ocidentais. Após a II Grande Guerra a desestruturação econômica de diversos países

era uma realidade e recuperar a economia passou a ser algo mais importante do que a sustentabilidade do planeta ou a qualidade de vida dos cidadãos.

Victor Lebow, economista e analista de vendas americano, em 1955 publicou um artigo que explicita o ideal, a concepção proposta para a nova sociedade de consumo, base do capitalismo e das relações não sustentáveis com o meio. Nos dizeres do autor:

A nossa enorme economia produtiva exige que façamos do consumo a nossa forma de vida, que tornemos as compras e o uso de bens em rituais, que procuremos a nossa satisfação espiritual e a satisfação do nosso ego, no consumo. Assim, “precisamos que as coisas sejam consumidas, destruídas, substituídas e descartadas a um ritmo cada vez maior” (JESUS, 2016).

Desta base de consumo advém a economia de materiais, um sistema linear, composto por: extração, produção, distribuição, consumo e descarte. Neste sistema não são consideradas às questões sociais, culturais e humanas uma vez que o objetivo é alcançar aqueles que podem consumir.

Hoje, porém essa base econômica é cada vez mais colocada em cheque, pela lógica uma vez que não se pode gerir um sistema linear num planeta com possibilidades finitas de extração e também pelas alterações dos ciclos biogeoquímicos.

MacNeil (1992, p.16), observa que os sinais da Terra são inconfundíveis:

O aquecimento global é uma forma de feedback do sistema ecológico terrestre para o sistema econômico do mundo. Outras formas são o buraco de ozônio, a chuva ácida na Europa, a degradação do solo na África e na Austrália e a perda de espécies na Amazônia. A economia mundial e a ecologia terrestre estão agora interligadas – até que a morte as separe, para citar um dos líderes industriais do Canadá. Esta é a nova realidade do século [...] que suscita questões fundamentais acerca do modo como são tomadas as decisões econômicas e políticas, e suas implicações para a sustentabilidade.

Nas últimas três décadas foram consumidos 30% dos recursos naturais mundiais. Recursos indispensáveis na produção da indústria onde ocorrem as transformações de materiais e também fundamentais à disponibilização de energias diversas.

Alheia a esta condição o capitalismo considera a distribuição de produtos como principal preocupação. Preocupa-se em manter os preços baixos, o consumo alto e os estoques girando para manter o processo de produção. Dependem assim da

obsolescência, a obsolescência é planejada para descarte por falta de condições de uso ou pela influência da mídia que usa de recursos como moda, eficiência tecnológica, status social no convencimento da população sobre a importância do consumo. Essa obsolescência faz com que o descarte irresponsável seja cada vez maior.

Como consequência há perda das características da diversidade humana que passa a agir meramente como consumidores. Propensa à irracionalidade ambiental, irresponsabilidade social e cultural, passividade em aceitar determinações governamentais ou de corporações, a falta de moral e ética geradas pelo receio em perder o poder de consumo.

O uso excessivo de recursos promove excesso de produção para poucas pessoas. Os materiais retirados da natureza voltam expelidos como lixo ou disseminados em forma de poluição.

Segundo Dias (2004, p.225):

As populações tendem a crescer exponencialmente quando as condições são favoráveis. Cada população tem o seu potencial para crescer exponencialmente, explosivamente.

O número de organismos que podem ser sustentados por dados recursos naturais é limitado por sua taxa de produção – capacidade de suporte (carrying capacity).

A capacidade de suporte para a vida humana e para a sociedade é complexa, dinâmica e varia de acordo com a forma segundo a qual o ser humano maneja os seus recursos ambientais. Ela é definida pelo seu fator mais limitante (como uma corrente cuja resistência fosse determinada pelo seu elo mais fraco), e pode ser melhorada ou degradada pelas atividades humanas. A sua restauração é mais difícil do que a sua conservação.

### **1.2.2. Crise hídrica**

A ação humana, principalmente no que se refere ao crescimento populacional, à demanda da indústria e da agricultura, a formação de grandes aglomerados urbanos e seus processos, a falta de consciência ambiental são alguns fatores evidenciados

por estudiosos como responsáveis, na contemporaneidade, pela crise mundial da escassez e abastecimento de água.

Essas ações ocasionam também as enchentes e alagamentos, problemas ambientais urbanos, sérios, que geram impactos sociais e econômicos.

São considerados países com escassez de águas aqueles cujos índices de distribuição do volume de água doce anual disponível relacionado ao número de habitantes são menores que 500m<sup>3</sup>/hab/ano. Entre estes países estão classificados a Arábia Saudita, Israel, Líbia entre outros. Já entre os países considerados ricos em água encontram-se, entre outros, o Brasil, Canadá, Rússia e Colômbia.

A *United Nations Environment Programme – UNEP* adota como classificação de distribuição do volume de água doce no mundo conforme Tabela 11.

**Tabela 11:** Classificação da disponibilidade mundial de água doce.

Disponibilidade de Água Doce (m <sup>3</sup> /hab/ano)	Classificação
Maior que 20.000	Muito Alto
De 10.000 a 20.000	Alto
De 5.000 a 10.000	Médio
De 2.000 a 5.000	Baixo
De 1.000 a 2.000	Muito Baixo
Até 1.000	Extremamente baixo

**Fonte:** Marinowski (2007, p.5).

O relatório *Água Para Todos, Água para a Vida*, divulgado pela Organização das Nações Unidas – ONU em março de 2003, declarava que a falta de água potável já atingia a 1,1 bilhão de pessoas no mundo – quase 20% do total, que 2,4 bilhões não tinham acesso à água encanada e rede de esgoto.

Há previsão de que em 2050 serão 7 bilhões de pessoas em 60 países sofrendo com a escassez de água.

Ao considerarmos a disponibilidade de água doce de fácil acesso e o ciclo hídrico percebe-se a necessidade urgente de se fazer uso racional da água inclusive através da consideração de diferentes formas de captação.

### 1.2.3 Brasil

Em relação ao potencial hídrico mundial o Brasil conta com 12% da quantidade total de água doce no mundo.

Possui ainda disponibilidade hídrica estimada em 35.732m<sup>3</sup>/hab/ano, sendo considerado um país rico em águas. Entre os países da América do Sul o Brasil se destaca por possuir uma vazão média de água de 117.900 km<sup>3</sup>/ano o que corresponde a 53% da vazão média total da América do Sul (THOMAZ, 2001a).

Apesar destes índices a realidade hídrica brasileira não é tão confortável quando parece. Segundo Ghisi (2006), as regiões mais populosas são aquelas que possuem menos disponibilidade de água e onde há muita água ocorre baixo índice populacional. Como exemplo pode-se citar a Região Sudeste que dispõe de potencial hídrico de 6% do total nacional e conta com 43% do total de habitantes do país. A Região Norte, onde se encontra a Bacia Amazônica, apresenta 69% da água disponível e representa apenas 8% da população brasileira. A Tabela 12 ilustra esta condição.

**Tabela 12:** Proporção de área territorial, disponibilidade de água e população para as cinco regiões do Brasil.

REGIÃO DO BRASIL	ÁREA TERRITORIAL (%)	DISPONIBILIDADE DE ÁGUA (%)	POPULAÇÃO (%)
Norte	45	69	8
Nordeste	18	3	28
Sudeste	11	6	43
Sul	7	6	15
Centro Oeste	19	15	7

**Fonte:** Marinoski (2007, p.6).

O Brasil apresenta potencial para desenvolver grandes e eficientes projetos bioclimáticos e sustentáveis. Porém, essa parece ainda não ser uma preocupação tanto nos meios acadêmicos quanto culturais, econômicos e sociais.

Talvez isso se dê pelo conforto aparente - o potencial hídrico brasileiro é de 36.000m<sup>3</sup>/hab/ano e a Organização das Nações Unidas – ONU, através da Organização Mundial da Saúde/OMS considera que para a manutenção das atividades humanas de qualidade são necessários 2.500m<sup>3</sup> de água/habitante/ano. Porém, quando considerados os consumos de água nas atividades agrícolas, da

pecuária, indústrias e da população em geral percebe-se um déficit no balanço hídrico nacional em diversas regiões.

Garantir este volume a toda população nacional é um dos grandes desafios que os gestores brasileiros deverão enfrentar nas próximas décadas, desenvolvendo políticas públicas e ações mitigatórias e garantam o uso racional e o abastecimento.

### 1.2.3. Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais: síntese histórica

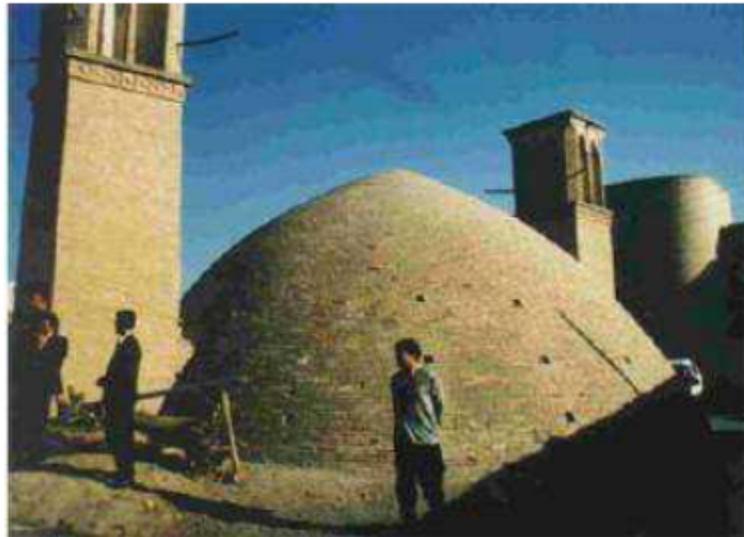
O aproveitamento de águas pluviais é uma ação humana muito antiga. O documento mais antigo, segundo Tomaz (2003) é a Pedra Moabita encontrada na antiga região de Moabe perto de Israel, datada de 830 a.C. a Pedra, constituída em Basalto negro, tem gravada a seguinte mensagem do rei Mesa para os habitantes da cidade de Qarhoh : “E não havia cisterna dentro da cidade de Qarhoh: por isso disse ao povo: Que cada um de vós faça uma cisterna para si mesmo na sua casa” (Figura 4).



**Figura 4:** Pedra Moabita.

Com o passar dos anos, de diferentes formas em todos os continentes, foram desenvolvidas técnicas para aproveitamento da água de chuva. A maioria delas em regiões áridas e semiáridas, onde os recursos hídricos eram limitados e a sazonalidade de precipitação acentuada. Por vezes, esta foi a única opção disponível para a obtenção de água, garantia de sobrevivência em regiões secas.

Existem evidências do uso desses sistemas no Irã que remetem a mais de três mil anos. Os reservatórios eram denominados abanbar e construídos com massa de cal e tijolos (Figura 5).



**Figura 5:** Abanbar iraquiano.

**Fonte:** (Carlton, 2005)

O México é um país rico em antigas tecnologias tradicionais de recolha de águas pluviais, datadas da época dos astecas e dos Maias. O sul da cidade de Oxkutzcab, junto ao monte Puuc, ainda hoje pode ser vista as obras do povo Maia.

Já no século X esta civilização se utilizava do aproveitamento de águas de chuva como base para a agricultura. As pessoas viviam nas encostas e a água potável era recolhida nos Chultuns (nome que davam as cisternas) que apresentavam competência de armazenamento entre 20 e 45 metros cúbicos (Gnadlinger,2000). Estas cisternas tinham diâmetro aproximado de 5 metros, eram escavadas no solo calcário e revestidas com reboco impermeável. Acima delas havia uma área de captação de 100 a 200m<sup>2</sup>, nos vales utilizavam as aguadas, reservatórios cavados artificialmente com capacidade variando entre 10 e 150 mil m<sup>2</sup> ou aguaditas, pequenos reservatórios artificiais com capacidade de 0,1 a 50 m<sup>2</sup> (Figura 6). Essas aguadas e aguaditas eram usadas para irrigar árvores frutíferas e bosques, além de fornecer água para a plantação de verduras e milho em pequenas áreas. Era armazenada muita água, garantindo-se deste modo, água para períodos inesperados de seca (GNADLINGER, 2000).





**Figura 6:** Chultuns mexicano.

**Fonte:** <https://www.thoughtco.com/copal-aztec-mayan-incense-169345>

Na Grécia antiga, o sistema de aproveitamento de águas de chuva já era utilizado em descargas no Palácio de Knossos, localizado na ilha de Creta, assim sendo, provavelmente, um dos autoclismos mais antigos (2500 a 1500 a.C.).

Em Israel, mais precisamente no deserto da Judéia, na Fortaleza de Massada é possível encontrar canis escavados em pedra calcária que captavam e conduziam a água pluvial para grandes reservatórios subterrâneos que garantiam o uso posterior da água, estimam-se que esses reservatórios tinham capacidade superior a 200mil galões.

Em Portugal, foram construídos vários castelos com cisternas de armazenamento de águas pluviais que eram utilizadas para abastecer as populações em situações de escassez ou durante os cercos às muralhas dos castelos por inimigos. Um exemplo é o castelo de Tomar, onde estão a grande fortaleza e o convento dos Templários, construídos em 1160 e cuja dois reservatórios permanecem intactos, um com capacidade de 215m<sup>3</sup> e outro de 145m<sup>3</sup> (TOMAZ, 2003).

A captação de água pluvial permite a obtenção de água de boa qualidade de maneira simples e eficaz (PERDOMO et al., 2005). Portanto seria solução bastante interessante para as sociedades atuais, que tanto se debatem a procura de ações mitigatórias de preservação e conservação dos recursos hídricos.

Através da utilização desta pratica é possível: contribuir para a conservação da água; reduzir a dependência que existe das reservas de águas subterrâneas que quando exploradas em demasia podem se esgotar; reduzir o consumo de água de

rede pública ou concessionária particular e o custo agregado; reduzir os custos de exploração dos sistemas de abastecimento de água; evitar a utilização de água potável em usos compatíveis com qualidade inferior, contribuir para controlar as enchentes, armazenando parte da água que compõe o escoamento superficial (PHILIPS, 2005).

As tecnologias necessárias para a captação e armazenamento de águas pluviais são normalmente simples de instalar e de fácil utilização. Os sistemas de aproveitamento de águas pluviais, desde os mais simples até os mais sofisticados – que incluem o tratamento da água até que se torne potável – estão disponíveis no mercado e se enquadram as demandas de uma sociedade que desenvolva suas atividades e satisfaça suas necessidades de forma sustentável.

#### **1.2.4. Sustentabilidade**

A concepção de desenvolvimento sustentável começou a se formar em Estocolmo, Suécia, na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente que aconteceu em 1972. Desde então movimentos de pesquisas sociais e políticas internacionais, nacionais e locais procuram consolidar esta conduta onde o ser humano continua a ser o centro das preocupações do desenvolvimento, tendo resguardado seu direito a vida saudável e produtiva, porém, em harmonia com a natureza, a cultura e o meio social. Baseia-se em métodos alternativos e tecnologias mitigatórias que procuram reestabelecer o equilíbrio através de atividades que garantam a produção e preservem o meio ambiente.

Novas tecnologias e as que estão despontando nas mais diversas áreas: biologia, materiais, construção, monitoração de satélites, entre outras oferecem grandes promessas para o aumento da produção de alimentos em consonância com o desenvolvimento de fontes mais benignas de energia, elevação da produtividade industrial, conservação das reservas básicas de capital natural da Terra e administração do meio ambiente (MAC NEIL, 1992).

O desenvolvimento sustentável defende a preservação de ambientes naturais e urbanos sem que se provoquem danos à capacidade física e psicológica humana e as gerações futuras.

Sachs (2000) considera que as dimensões foram aumentando: econômica, social, ecológica, política, e, mais do que nunca, o desenvolvimento aparece como um conceito pluridimensional. É, portanto, absurdo atrelá-lo a economia. É preciso intervir a relação. A economia é uma disciplina muito importante para o estudo do desenvolvimento. Os objetivos econômicos são fundamentais, mas não são o carro chefe do desenvolvimento. A economia deve ser recolocada em sua função instrumental (SACHS, 2000). Nessa perspectiva o desenvolvimento sustentável se concentra na funcionalidade, na qualidade de vida e não mais no produto. Qualidade de vida para as gerações futuras, inclusive, garantida pelo respeito às capacidades de suporte dos ecossistemas, considerando seus recursos (renováveis ou não), despojos e hábitos das populações.

Curiosamente essa perspectiva de desenvolvimento foi esboçada em documento resultante da Assembleia Geral das Nações Unidas em 1.948 – Declaração dos Direitos do Homem – que estabelece que todos os homens nascem livres em igualdade e dignidade e de direito. Tem direito ao trabalho, a um padrão de vida adequado, a educação, a participação na vida cultural e social.

Governos e organizações que se comprometem com as questões da sustentabilidade tendem a criar sistemas de produção cada vez mais eficientes, isso significa uma reavaliação das responsabilidades empresariais e sociais.

Em todos estes sistemas, sejam eles industriais, agrícolas, de produção de energia ou de consumo existe um elemento comum: a água.

Os sistemas de captação de águas de chuva apresentam-se como solução eficiente, uma vez que a água da chuva pode ser utilizada em várias atividades com fins não potáveis no setor residencial, industrial e agrícola. No setor residencial pode se utilizar a água da chuva em descargas de vasos sanitários, lavagem de roupas, sistemas de controle de incêndio, lavagem de automóveis, lavagem de pisos e irrigação de jardins. Já no setor industrial pode ser utilizada para resfriamento evaporativo, climatização interna, lavanderia industrial, lavagem de maquinários, abastecimento de caldeiras, limpeza industrial, entre outros inúmeros usos. Na agricultura vem sendo empregada principalmente na irrigação de plantações (MAY & PRADO, 2004).

### 1.2.5. Uso eficiente da água

À medida que o homem opera mudanças sobre a natureza ele, simultaneamente, é modificado por ela, por conseguinte, cada um dos termos dessa relação tem sua participação peculiar nos procedimentos que resultarão nos índices de qualidade de vida; e, se o homem quiser assegurar níveis satisfatórios para sua existência, deverá cuidar – ao mesmo tempo – de condições satisfatórias para o ambiente em que vive (Philippi et al., 2014, p.326).

O uso eficiente da água, em todos os tipos de edificações, está relacionado diretamente com o comportamento dos usuários quanto à utilização deste recurso finito.

Diante disso, muitos programas relacionados ao uso racional da água estão sendo desenvolvidos em todo mundo.

Em âmbito nacional, atualmente, vem sendo desenvolvido o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA), coordenado pelo governo federal, que tem por finalidade promover o uso racional da água de abastecimento público nas cidades brasileiras, em benefício da saúde pública, do saneamento ambiental e da eficiência dos serviços e sistemas (PNCDA, 2006).

Outro projeto é o Programa de Uso Racional da Água – PURA, desenvolvido no estado de São Paulo, criado em 1995 pela parceria entre a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), Laboratório de Sistemas Prediais de Construção Civil (LSP/PCC), Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) e o Instituto de Pesquisas tecnológicas (IPT), tendo como objetivos combater o desperdício de água, garantir o fornecimento de água e a qualidade de vida da população. O PURA encontra-se estruturado em seis macro programas unificados, abrangendo documentação técnica, laboratórios, novas tecnologias, estudos em edifícios residenciais, programas de qualidade e estudos de caso em diferentes tipos de edifícios, como escritórios, escolas, hospitais, cozinhas, entre outros (PURA, 2006).

Segundo Marinowski (2008) em edificações públicas, como escolas e universidades, onde o usuário não é responsável diretamente pelo pagamento da conta de abastecimento de água, ocorre uma tendência de maior desperdício de água.

Desta forma, alguns programas e estudos de uso racional da água em escolas e universidades vêm sendo desenvolvidos atualmente, tendo como principal objetivo a redução do consumo de água.

Pode-se ainda destacar o PURA-USP, que vem sendo implantado desde 1997, no *campus* da Universidade de São Paulo (USP), nas Unidades localizadas na Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira (CUASO), tendo como intuito a redução do consumo de água no *campus*, em virtude dos expressivos valores de consumo observados e seus reflexos no orçamento da Universidade.

As unidades da Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira apresentavam em média, no ano de 1997, um consumo de água de 150.000m<sup>3</sup>/mês, o que representava um gasto de mais de R\$1 milhão por mês, referentes ao abastecimento de água e coleta de esgoto (CODAGE, 2004, apud SILVA, 2004).

Ao considerar o expressivo consumo da USP, a implantação do PURA-USP, tinha três objetivos principais: reduzir o consumo de água através de caráter tecnológico e comportamental (maximizando a eficiência nas atividades que utilizam a água, sem comprometer a qualidade) e manter o perfil de consumo reduzido ao longo do tempo; implantar o sistema estruturado de gestão de demanda de água; desenvolver uma metodologia que pudesse ser aplicada futuramente em outros locais.

Como resultados, a implantação do PURA-USP trouxe, além de benefícios indiretos, uma expressiva redução do consumo de água, pois o consumo total na CUASO diminuiu de 137.881 m<sup>3</sup>/mês – de agosto/98 a dezembro/98 para 88.539 m<sup>3</sup>/mês julho/01 a dezembro/01, o que representa uma redução de aproximadamente 36%. Além da redução do consumo de água, pode-se destacar alguns impactos que o programa PURA-USP promoveu: desenvolvimento de novas tecnologias; conscientização dos usuários da importância da água; de seu uso racional e consequentes benefícios econômicos, sociais e ambientais; aumento do domínio sobre o sistema hidráulico, modernização dos componentes do sistema; confirmação da necessidade de um programa de uso racional permanente dentro da universidade (SILVA et al., 2004).

Como se pode perceber pelo exemplo acima uma das vantagens da utilização de sistemas de aproveitamento de águas pluviais é a de preservar água potável exclusivamente para atendimento de necessidades que exigem a sua potabilidade, como para abastecimento humano. Entre outras vantagens estão a redução de volume de esgoto descartado e a redução dos custos de água, luz e esgoto.

### **1.3. Objetivo Geral e específico**

#### **1.3.1. Objetivo Geral**

Este trabalho tem por objetivo central verificar o potencial e a viabilidade da implantação de SAAP, Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais para captação, armazenamento e uso/reuso em edificações públicas, utilizadas por unidades de ensino da Rede Municipal de Caraguatatuba-SP que atendem a Educação Infantil em Centro de Educação Infantil (CEI) e Escolas Municipais de Educação Infantil (EMEI) e Escolas Municipais de Ensino Fundamental (EMEFs).

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

Com o desenvolvimento desse trabalho buscou-se atingir os seguintes objetivos específicos:

- Estimar o potencial de precipitação em Caraguatatuba-SP;
- Estimar o potencial de captação de água das unidades de ensino;
- Estimar o consumo de água potável das unidades de ensino;
- Relacionar o consumo de água potável com o potencial de captação de água de qualidade inferior das unidades escolares;
- Estimar as despesas, geradas aos cofres públicos, pelo consumo de água pagas à concessionária SABESP;
- Estimar a potencial redução a partir do uso de água de qualidade inferior, proveniente dos sistemas de aproveitamento de água de chuva;
- Avaliar a economia de água potável com a implantação dos sistemas de captação de águas pluviais.

## 2. METODOLOGIA

Esta pesquisa teve como propósito a investigação sobre a viabilidade da utilização de águas de reuso, captadas através de SAAP - Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais, em unidades de ensino da rede municipal do Balneário de Caraguatatuba/SP que apresentam em suas dependências ginásios de esportes ou quadras, em função da área propícia para captação de água de chuva.

Para avaliar a viabilidade da implantação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais foram considerados fatores sociais, culturais e científicos com a mesma intensidade e necessidade, uma vez que, a busca pelas respostas desta pesquisa não se limitava a dados como também não se limitavam a contextos da organização social das áreas e objetos de estudos.

Conforme a pesquisa foi se desenvolvendo observou-se que não era possível qualificá-la apenas em uma abordagem quantitativa ou qualitativa. Existiam características muito marcantes de ambas em todas as nuances e contextos.

Segundo Flick (2009) a relação entre pesquisa quantitativa e qualitativa se encontrava em posições antagônicas, porém, em muitas áreas, a prática de pesquisa se caracteriza por um ecletismo mais ou menos pragmático no uso de uma série de métodos qualitativos e quantitativos segundo o que for necessário para responder a pergunta da pesquisa. Nesse contexto combinar a pesquisa qualitativa com a quantitativa permanece um tanto escassa e limitada. As combinações de pesquisas qualitativas e quantitativas podem ser vistas em níveis diferentes:

- Epistemologia e metodologia (incluindo as incompatibilidades epistemológicas e metodológicas de ambas as abordagens);
- Desenhos de pesquisas, que combinam ou integram dados e/ou métodos qualitativos e quantitativos;
- Métodos de pesquisas qualitativos e quantitativos ao mesmo tempo;
- Vinculação dos resultados da pesquisa qualitativa e quantitativa;
- Generalização;
- Avaliação da pesquisa com o uso de critérios da pesquisa qualitativa para avaliar a pesquisa quantitativa ou o contrário.

Assim, percebeu-se que o conceito de integrar abordagens qualitativas e quantitativas vai mais além, visando a desenvolver um desenho de pesquisa integrado

e, particularmente, integrar os resultados qualitativos e quantitativos (KELLE & ERZBERGUER, 2004)

Se examinarmos a questão de vincular a pesquisa qualitativa à quantitativa, a intenção não é considerar essa como a futura direção da pesquisa social ou como sugestão para abrir mão dos princípios da singularidade da pesquisa quantitativa. Em vez disso, parece necessário refletir sobre formas de vincular ambas as abordagens, por três razões:

- Antes de mais nada, existem, realmente, questões de pesquisa que demandam a combinação de ambas as abordagens;
- Em segundo lugar, as combinações pragmáticas de métodos estão na moda atualmente. Isso não acontece simplesmente porque eles prometem uma simplificação de um campo de proliferação – as diversidades da pesquisa social. Eles parecem ser uma forma de dar fim a discussões metodológicas nas quais se questionou a adequação da pesquisa qualitativa.
- Terceiro, se, por uma das razões acima, a combinação de pesquisa qualitativa com quantitativa se tornar necessária, devemos tentar explicitá-la mais nos níveis teóricos, metodológicos e práticos de pesquisa e interpretação de resultados.

## **2.1. Âmbito Social**

### **2.1.1. Caraguatatuba**

Caraguatatuba localiza-se no estado de São Paulo, na região Sudeste do Brasil. São Paulo está localizado na região sudeste e ocupa 10% do território nacional.

O estado possui cerca de 248.209.426 km<sup>2</sup>, população estimada para 2015 de 44.396.484 habitantes (IBGE, 2010).

A cidade se divide entre diversas frentes econômicas: o turismo de veraneio, extração de petróleo e gás, comércio e atividades de pesca e agricultura familiar.

Cada vez mais atrativa, em função das políticas públicas voltadas para o turismo sazonal, Caraguatatuba recebeu, nas últimas duas gestões, investimentos significativos em urbanismo, fluxo de trânsito e na gestão ambiental (CARAGUATATUBA, 2016).



A exploração imobiliária tanto para residências fixas quanto para segunda moradia tornou-se ainda mais evidente após as instalações da UTGCA - Unidade de Tratamento de Petróleo e Gás de Caraguatatuba.

Essas questões têm gerado grande impacto ambiental urbano. A população da cidade chega a triplicar em temporadas de verão: gerando assim a exaustão dos recursos naturais. Nestes períodos a cidade enfrenta grandes engarrafamentos, quedas de energia elétrica, dificuldade de acesso e conexão a internet, ampliação de produção, e acúmulo de resíduos sólidos e da rede de esgotos e a falta de água potável.

A questão da falta de água potável vem sendo um sério problema não somente para a cidade de Caraguatatuba. A região sudeste do estado de São Paulo vive uma crise hídrica sem precedentes. Segundo Zuffo (2015) o sistema Cantareira está entrando em colapso por baixa precipitação pluviométrica desde meados de 2013. A falta de competência dos gestores, em suprir a demanda já acontece há anos: o déficit hídrico causado pela captação dos Serviços de Água de São Paulo (SABESP), os baixos índices pluviométricos, as deficiências da concepção dos sistemas na década de 60 e a falta de execução de obras de ampliação e manutenção da rede conduziram ao colapso hídrico.

### **2.1.2. Área de estudo**

Foram definidas como área de estudo edificações que fazem parte das unidades de ensino da rede municipal de Caraguatatuba, mais especificamente as áreas cobertas utilizadas como quadra ou ginásios de esportes.

A rede municipal de ensino de Caraguatatuba/SP atende a Educação Infantil e o Ensino Fundamental.

Em 2014, dos 15603 alunos matriculados no ensino fundamental 11378 eram atendidos pela rede municipal. Dos 3306 alunos com idade entre 4 e 5 anos 2927 foram atendidos pela rede e 3397 crianças de 0 a 3 anos foram atendidas nos centros de educação infantil, 312 alunos da educação de jovens e adultos totalizando 18014.

A educação tem sido priorizada pelos gestores do município. Os indicadores abaixo revelam esta realidade. Os dados se referem ao percentual de alunos que

frequentaram as instituições de ensino, no ano de 2014, conforme intenção estabelecida pelo Programa Nacional de Educação (Tabela 13).

**Tabela 13:** Percentual de meta proposta pelo programa, frequência do Brasil, da Região Sudeste, do estado de São Paulo e de Caraguatatuba.

	META BRASIL	BRASIL	REGIÃO SUDESTE	SÃO PAULO	CARAGUATATUBA
0 a 3 anos	50%	23,2%	28,3%	32,1%	40,5%
4 e 5 anos	100%	81,4%	85,0%	87,6%	93,6%
6 a 14 anos	100%	98,4%	99,0%	99,2%	97,7%

Fonte: Caraguatatuba (2016).

Os índices de analfabetismo também caíram significativamente conforme informações do IBGE (2010) (Tabela 14).

**Tabela 14:** Taxa de analfabetismo da população por faixa etária no censo de 2000 e de 2010.

Taxa de analfabetismo da população de:	Censo 2000	Censo 2010
15 anos ou mais de idade	8,0%	4,7%
15 a 24 anos de idade	2,3%	1,1%
24 a 59 anos de idade	7,9%	3,8%
60 anos ou mais	22,6%	14,0%

Fonte: IBGE (2010).

Estes dados refletem e consolidam a intenção da administração municipal que nos últimos oito anos têm investido na Educação como prioridade do município. Demonstrando grande preocupação com a evolução da qualidade do ensino com investimentos nas estruturas físicas das unidades de ensino, materiais para qualificação da ação pedagógica, uniformes, cursos de capacitação e formação continuada da comunidade escolar como um todo e em salários que superam a base legal estabelecida.

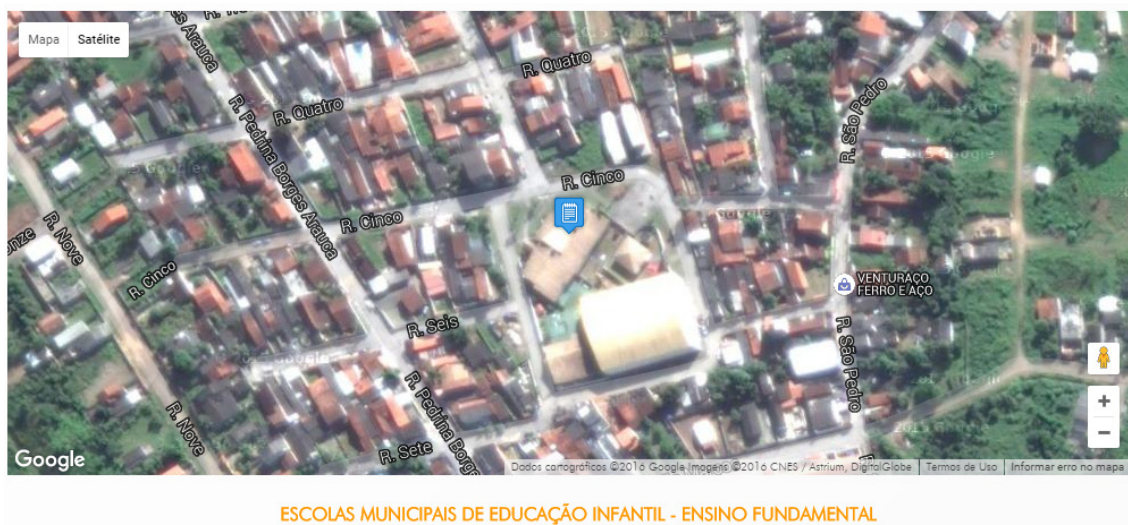
Foram consideradas como objeto de estudo apenas as unidades escolares, da rede municipal de educação de Caraguatatuba, que tenham agregadas a sua área de construção quadras ou ginásios de esportes cobertos.

Na Figura 7 está apresentada a distribuição geral das escolas utilizadas neste estudo.



**Figura 7:** Mapa da Rede Municipal de Educação de Caraguatatuba.  
**Fonte:** Caraguatatuba (2016).

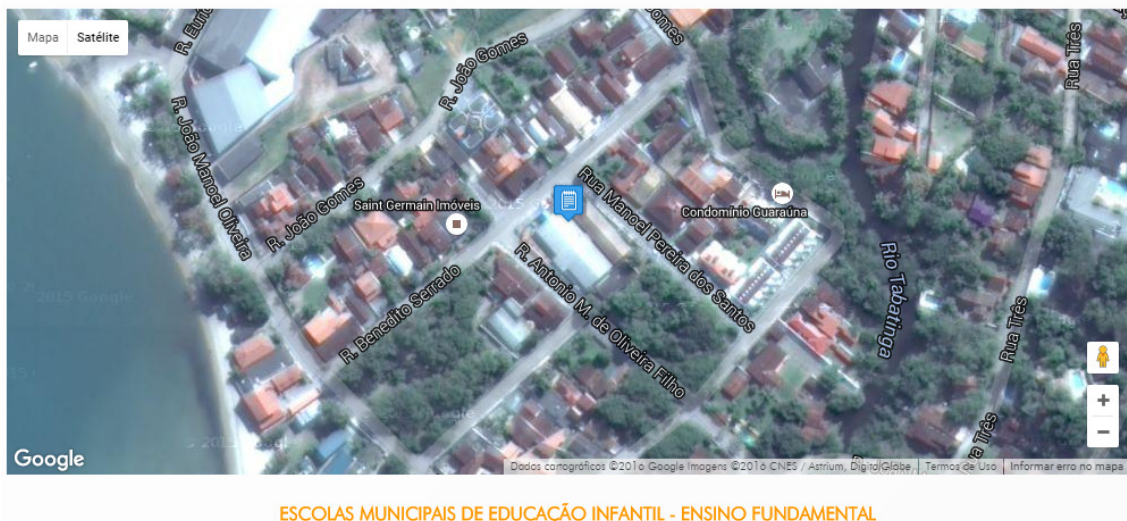
Nas Figuras de 8 a 28 podem ser observadas os detalhes das unidades de ensino objeto desse estudo, ou seja, as unidades que apresentam em suas áreas construídas quadras ou ginásios de esportes cobertos.



**Figura 8:** CEI/EMEI – PROF. Maria Carlita Saraiva Guedes – Bairro Morro do Algodão.  
**Fonte:** Caraguatatuba (2016).

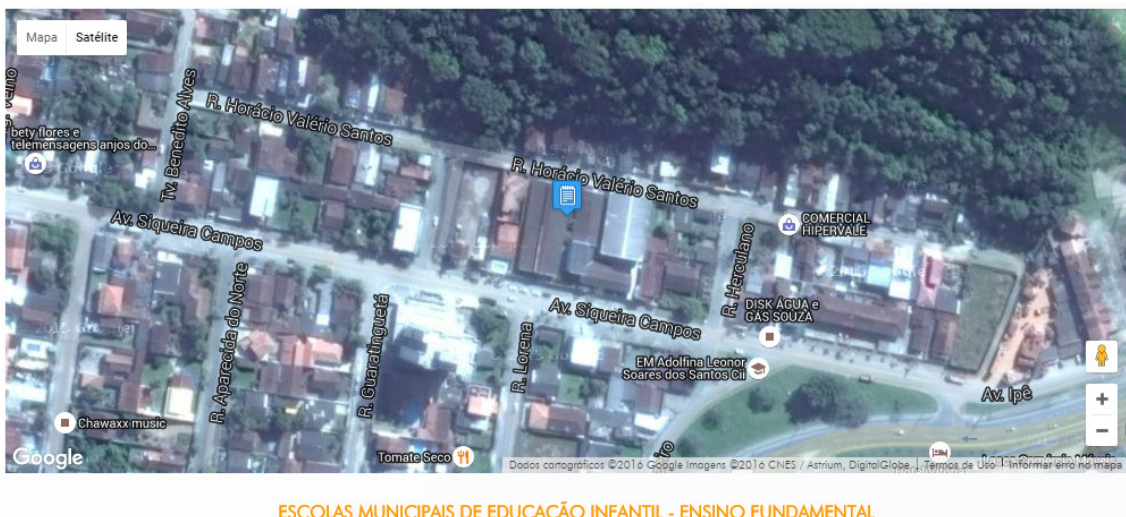
Esta unidade de ensino atendeu nos últimos três anos uma média de 401 crianças. Em período integral atendeu as crianças de 0 a 3 anos e em turnos de 4 horas as crianças de 4 e 5 anos. Das atividades que fazem uso de água considera-se para a alimentação das crianças de 3 a 5 refeições diárias, higiene incluindo banho, consumo para dessedentação, para o prédio lavagem de roupas, limpeza dos banheiros e demais ambientes, nos jardins e horta.





**Figura 11:** EMEI/EMEF Pedro João de Oliveira – Bairro Tabatinga.  
**Fonte:** Caraguatatuba (2016).

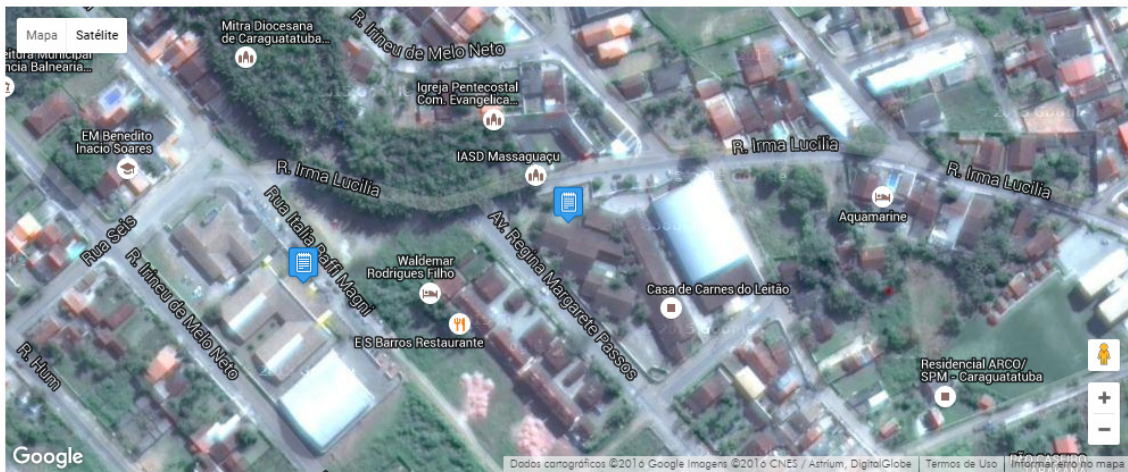
Esta unidade de ensino atendeu nos últimos três anos uma média de 401 crianças, em período integral. Das atividades que fazem uso de água considera-se para alimentação das crianças de 3 a 5 refeições diárias, higiene incluindo banho, consumo para dessedentação, para o prédio lavagem de roupas, limpeza dos banheiros e demais ambientes, nos jardins e horta.



**Figura 12:** CIEIF Profª Adolfina Leonor Soares dos Santos – Bairro Sumaré.  
**Fonte:** Caraguatatuba (2016).

Esta unidade de ensino atendeu nos últimos três anos uma média de 538 crianças, em turnos de quatro horas para crianças de 4 e 5 anos e período integral para crianças de 0 a 3 anos. Das atividades que fazem uso de água considera-se para alimentação das crianças de 3 a 5 refeições diárias, higiene incluindo banho, consumo

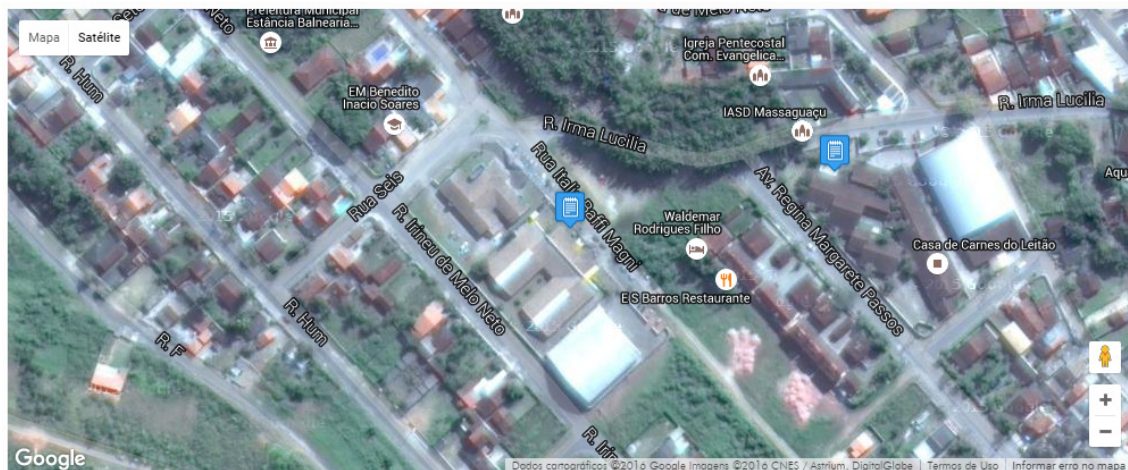
para dessedentação, sendo que para o prédio lavagem de roupas, limpeza dos banheiros e demais ambientes, nos jardins e horta.



ESCOLAS MUNICIPAIS DE EDUCAÇÃO INFANTIL - ENSINO FUNDAMENTAL

**Figura 13:** EMEI/EMEF Benedito Inácio Soares – Bairro Massaguaçu.  
**Fonte:** Caraguatatuba (2016).

Esta unidade de ensino atendeu nos últimos três anos uma média de 605 crianças, em turnos de 4 horas para as crianças de 4 e 5 anos e de 5 horas para as crianças de 6 a 12 anos. Das atividades que fazem uso de água considera-se para as crianças 2 refeições diárias, higiene, consumo para dessedentação, para o prédio descargas, limpeza dos ambientes, nos jardins e horta.



**Figura 14:** EMEF Profª Antônia Antunes Arouca –Bairro Massaguaçu.  
**Fonte:** Caraguatatuba (2016).

Esta unidade de ensino atendeu nos últimos três anos uma média de 508 crianças, em turnos de 5 horas para crianças de 6 a 12 anos. Das atividades que fazem uso de água considera-se para alimentação das crianças 2 refeições diárias,

higiene , consumo para dessedentação e para o prédio descargas, limpeza dos ambientes, nos jardins e horta.



**Figura 15:** EMEF Profª Maria Thereza de Souza Castro – CEIF Jetuba – EMEI Itoe Yoshimoto – Bairro Jetuba.

**Fonte:** Caraguatatuba (2016).

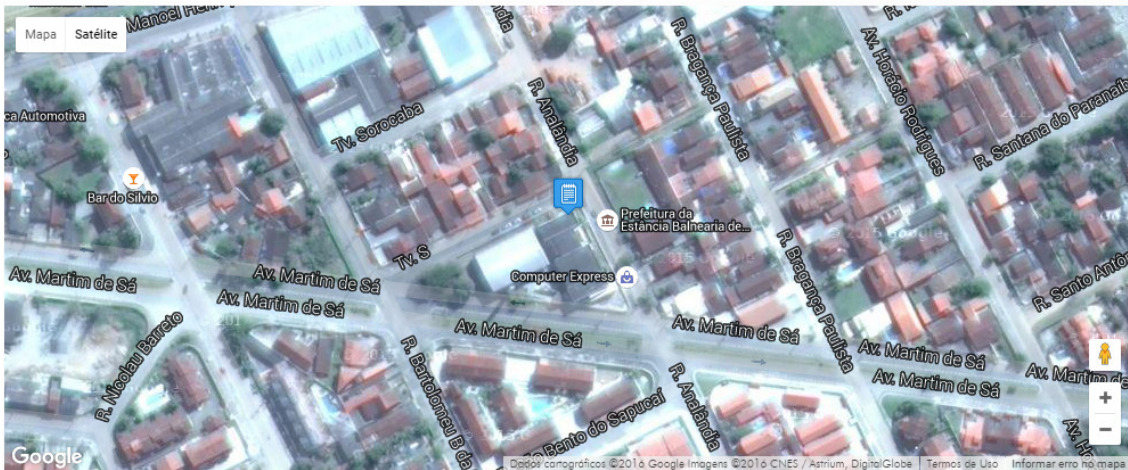
As unidades de ensino EMEI Itoe Yoshimoto e EMEF Profª Maria Thereza de Souza Castro atenderam nos últimos três anos uma média de 501 crianças, em turnos de 5 horas para crianças de 6 a 12 anos e de 4 horas para as de 4 a 5 anos. Das atividades que fazem uso de água considera-se para a alimentação das crianças 2 refeições diárias, higiene , consumo para dessedentação e para o prédio descargas, limpeza dos ambientes, nos jardins e horta.



**Figura 16:** EMEF Benedita Pinto Ferreira – Bairro Casa Branca.

**Fonte:** Caraguatatuba (2016).

Esta unidade de ensino atendeu nos últimos três anos uma média de 508 crianças, em turnos de 5 horas para crianças de 6 a 12 anos. Das atividades que fazem uso de água considera-se para alimentação das crianças 2 refeições diárias, higiene, consumo para dessedentação e para o prédio descargas, limpeza dos ambientes, nos jardins e horta.

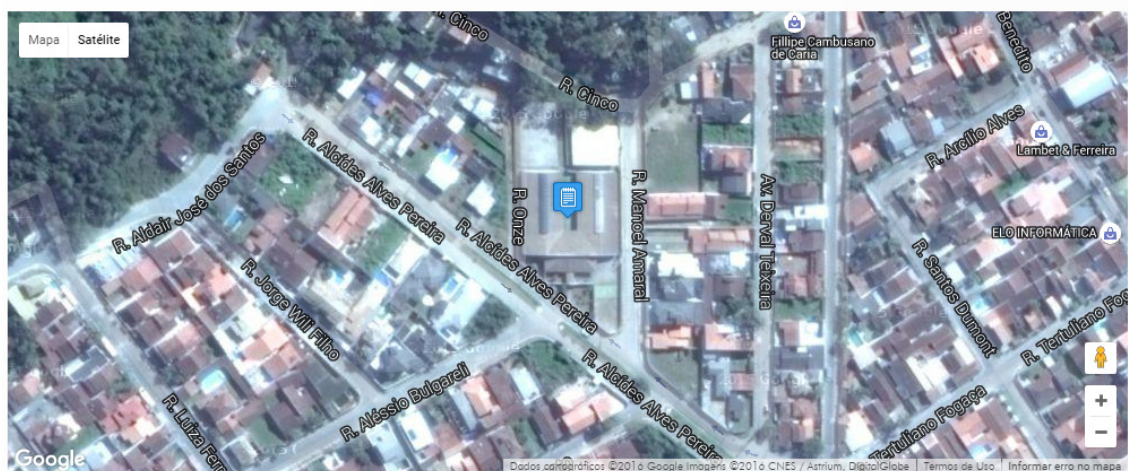


ESCOLAS MUNICIPAIS DE EDUCAÇÃO INFANTIL - ENSINO FUNDAMENTAL

**Figura 17:** EMEF Profª Luiz Ribeiro Muniz – Bairro Martim de Sá.

**Fonte:** Caraguatatuba (2016).

Esta unidade de ensino atendeu nos últimos três anos uma média de 472 crianças, em turnos de 5 horas para crianças de 6 a 16 anos. Das atividades que fazem uso de água considera-se para alimentação das crianças 2 refeições diárias, higiene, consumo para dessedentação e para o prédio descargas, limpeza dos ambientes, nos jardins e horta.



ESCOLAS MUNICIPAIS DE EDUCAÇÃO INFANTIL - ENSINO FUNDAMENTAL

**Figura 18:** CEIFI Profª Antônia Ribeiro da Silva – Bairro Jardim Califórnia.

**Fonte:** Caraguatatuba (2016).







**Figura 20:** EMEI/EMEF Profª Aida de Almeida Castro Grazioli e CIEFI Rio do Ouro – Bairro Rio do Ouro.

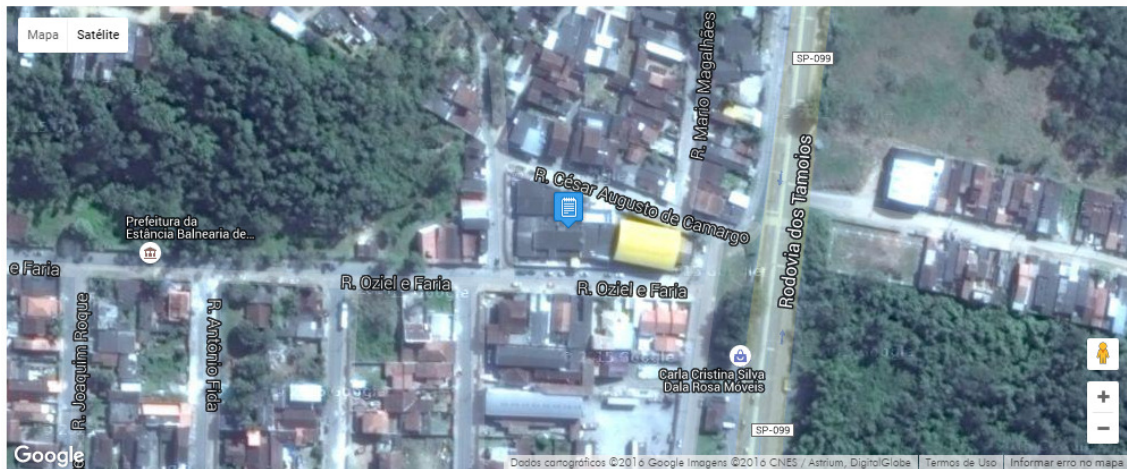
**Fonte:** Caraguatatuba (2016).



**Figura 21:** EMEI/EMEF Profº Bernardo Ferreira Louzada – Bairro Rio do Ouro.

**Fonte:** Caraguatatuba (2016).

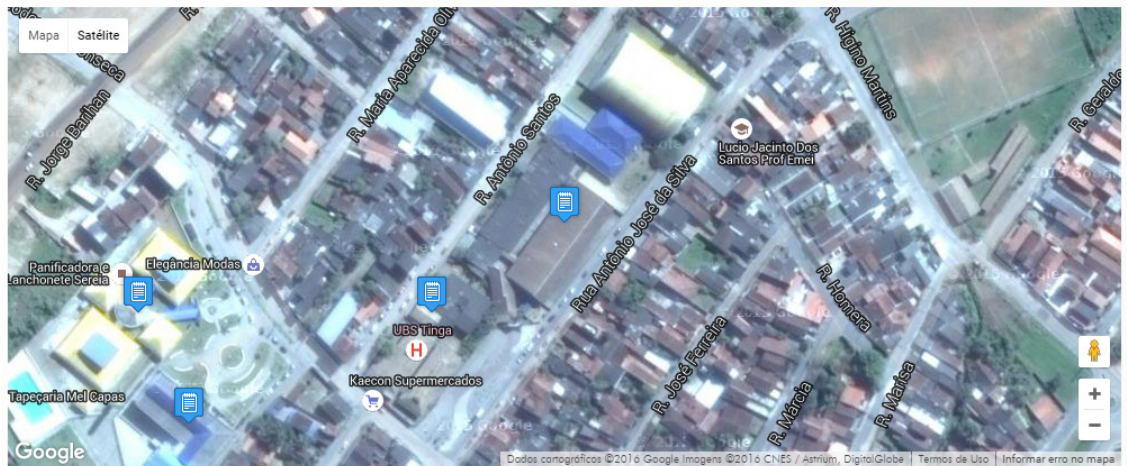
A unidade de ensino atendeu nos últimos três anos uma média de 141 crianças, em turnos de 5 horas para crianças de 6 a 12 anos e de 4 horas para as de 4 a 5 anos. Das atividades que fazem uso de água considera-se para as crianças 2 refeições diárias, higiene, consumo para dessedentação e para o prédio descargas, limpeza dos ambientes, nos jardins e horta.



ESCOLAS MUNICIPAIS DE EDUCAÇÃO INFANTIL - ENSINO FUNDAMENTAL

**Figura 22:** EMEI/EMEF Profº Jorge Passos e CIEFI Jaraguazinho – Bairro Jaraguazinho.  
**Fonte:** Caraguatatuba (2016).

A unidade de ensino atendeu nos últimos três anos uma média de 236 crianças, em turnos de 5 horas para crianças de 6 a 12 anos e de 4 horas para as de 4 a 5 anos, das atividades que fazem uso de água considera-se para as crianças 2 refeições diárias, higiene, consumo para dessedentação e para o prédio descargas, limpeza dos ambientes, nos jardins e horta.

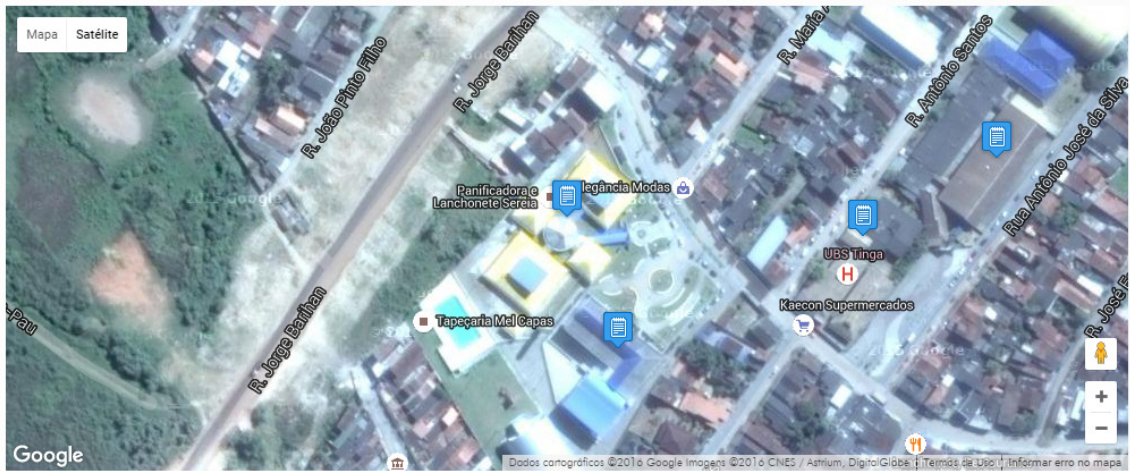


ESCOLAS MUNICIPAIS DE EDUCAÇÃO INFANTIL - ENSINO FUNDAMENTAL

**Figura 23:** EMEI/EMEF Profº Lucio Jacinto dos Santos e CIEFI Tinga – Bairro Tinga.  
**Fonte:** Caraguatatuba (2016).

A unidade de ensino atendeu nos últimos três anos uma média de 574 crianças, em turnos de 5 horas para crianças de 6 a 12 anos e de 4 horas para as de 4 a 5 anos, das atividades que fazem uso de água considera-se para as crianças 2 refeições

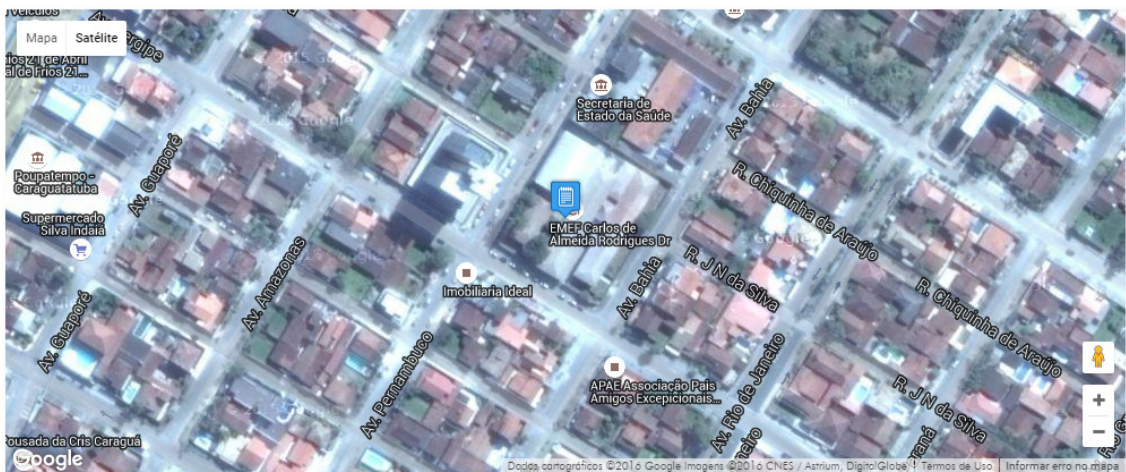
diárias, higiene, consumo para dessedentação e para o prédio descargas, limpeza dos ambientes, nos jardins e horta.



ESCOLAS MUNICIPAIS DE EDUCAÇÃO INFANTIL - ENSINO FUNDAMENTAL

**Figura 24:** EMEF Profª Maria Aparecida de Carvalho – CIDE Centro – Bairro Tinga.  
**Fonte:** Caraguatatuba (2016).

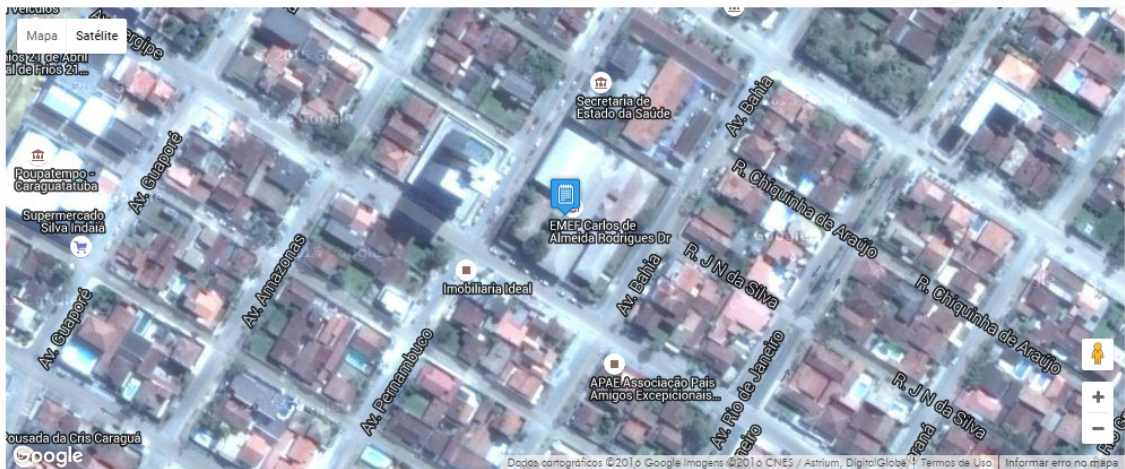
A unidade de ensino atendeu nos últimos três anos uma média de 343 crianças, em turnos de 5 horas para crianças de 6 a 12 anos, das atividades que fazem uso de água considera-se para as crianças 2 refeições diárias, higiene, consumo para dessedentação e para o prédio descargas, limpeza dos ambientes, nos jardins e horta.



ESCOLAS MUNICIPAIS DE EDUCAÇÃO INFANTIL - ENSINO FUNDAMENTAL

**Figura 25:** EMEF Dr. Carlos de Almeida Rodrigues – Bairro Indaiá.  
**Fonte:** Caraguatatuba (2016).

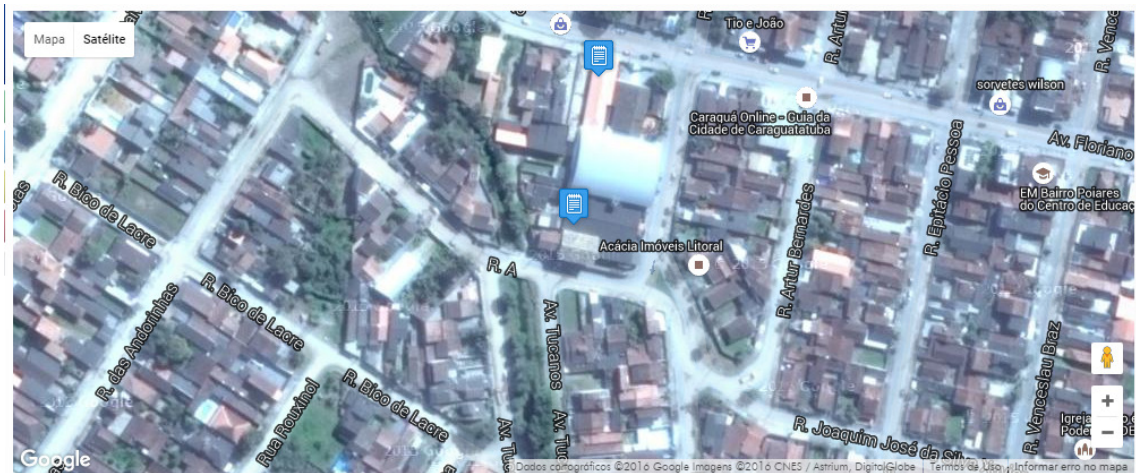
A unidade de ensino atendeu nos últimos três anos uma média de 531 crianças, em turnos de 5 horas para crianças de 6 a 12 anos, das atividades que fazem uso de água considera-se para as crianças 2 refeições diárias, higiene, consumo para dessedentação e para o prédio descargas, limpeza dos ambientes, nos jardins e horta.



ESCOLAS MUNICIPAIS DE EDUCAÇÃO INFANTIL - ENSINO FUNDAMENTAL

**Figura 26:** EMEF Profª Maria Moraes de Oliveira – Bairro Jardim Gaivota.  
**Fonte:** Caraguatatuba (2016).

A unidade de ensino atendeu nos últimos três anos uma média de 393 crianças, em turnos de 5 horas para crianças de 12 a 16 anos, das atividades que fazem uso de água considera-se para as crianças 2 refeições diárias, higiene, consumo para dessedentação, para o prédio descargas, limpeza dos ambientes, nos jardins e horta.



ESCOLAS MUNICIPAIS DE EDUCAÇÃO INFANTIL - ENSINO FUNDAMENTAL

**Figura 27:** EMEI/EMEF Profº João Batista Gardelin e CIEFI Poiares – Bairro Poiares.  
**Fonte:** Caraguatatuba (2016).

Esta unidade de ensino atendeu nos últimos três anos uma média de 511 crianças, em turnos de 4 horas para as crianças de 4 e 5 anos e de 5 horas para as crianças de 6 a 12 anos. Das atividades que fazem uso de água considera-se para as

crianças 2 refeições diárias, higiene, consumo para dessedentação e para o prédio descargas, limpeza dos ambientes, nos jardins e horta.



ESCOLAS MUNICIPAIS DE EDUCAÇÃO INFANTIL - ENSINO FUNDAMENTAL

**Figura 28:** CEI Profª Aparecida Maria Pires de Meneses – Bairro Olaria.  
**Fonte:** Caraguatatuba (2016).

Esta unidade de ensino atendeu nos últimos três anos uma média de 257 crianças, em período integral atende as crianças de 0 a 3 anos e em turnos de 4 horas as crianças de 4 e 5 anos. Das atividades que fazem uso de água considera-se para as crianças de 3 a 5 refeições diárias, higiene incluindo banho, consumo para dessedentação e para o prédio lavagem de roupas, limpeza dos banheiros e demais ambientes, nos jardins e horta.

### 2.1.3. Educação Ambiental e o uso eficiente da água

Ao avaliar a viabilidade em adequar os edifícios ocupados pelas unidades de ensino aos SAAP sistemas de aproveitamento de águas pluviais pode vir a ser uma ação que concretize os movimentos educacionais propostos pela Secretaria Municipal de Educação de Caraguatatuba já existentes voltados para a Educação Ambiental.

Desde a época das antigas civilizações até os dias atuais, as cidades vêm sendo construídas nas proximidades de grandes rios ou lagos. Isso pode ser explicado pelo fato de os recursos hídricos serem utilizados tanto para a retirada de água para abastecimento como também para receber e diluir dejetos.

Essa estreita relação da humanidade com a água, segundo Phillipi & Polocione (2014), faz com que esse recurso natural seja considerado infinito. Isso pode ser

tomado como verdadeiro sob o ponto de vista quantitativo, isto é, enquanto o sol acumular energia suficiente e garantir o ciclo hídrico, porém no que se refere a qualidade o quadro se agravará.

O ambiente escolar, onde se efetivem ações mitigatórias, voltado para a sustentabilidade fortalece a dinâmica da Educação Ambiental em formar e preparar os cidadãos para a reflexão crítica e para uma ação social corretiva, ou transformadora do sistema, de forma a tornar viável o desenvolvimento integral dos seres humanos, que se contrapõe ao consumo exagerado, a falta de ética, de justiça social e de solidariedade.

Educar no sentido da cidadania responsável, em ações individuais e coletivas. Assim, ao se deparar com a vivência de um sistema que viabiliza a diminuição do consumo de água potável e conseqüentemente leva a diminuição da exploração dos recursos hídricos existentes, que pode amenizar os efeitos das enchentes através da captação e reserva de parte da água de chuva nos fluxos de ruas e esgotos, a diminuição de despesas e pagamentos às concessionárias e mais efetivamente ainda, a discussão efetiva no ambiente escolar sobre essas ações são elementos de transformação e de legitimação da viabilidade, dão poder através da reconstrução de conceitos que outrora pareciam possíveis somente no campo teórico.

Para preservar é preciso conhecer. Ao se apropriar de conceitos bastantes simples sobre a água o cidadão, esteja ele em qualquer uma das partes do coletivo escolar, se fundamenta, se instrumentaliza e é essa condição que lhe permite a mudança.

É necessário compreender os mecanismos de autodepuração – respiração aeróbica, que ocorre no processo de oxidação, através da redução da matéria orgânica e seus componentes – para legitimar o porquê não jogar lixo ou dejetos nos rios; é preciso compreender os diferentes níveis de qualidade que a água pode apresentar para que possa se legitimar a necessidade de beber água potável a fim de não adoecer; é preciso ter conhecimento que nem toda atividade humana em que a água se faz presente necessita de água potável para garantir que as pessoas se prestem a reservar água de chuva para atividades cuja uso final possa obter bons resultados mesmo utilizando-se água de qualidade inferior.

Quando a Educação Ambiental é desenvolvida saindo do campo da obrigatoriedade do cumprimento de currículo ou da simples teoria e se torna proativa tem o poder de produzir cidadãos atuantes, defensores de suas convicções e multiplicadores de seus

conhecimentos. Esses serão os cidadãos que garantirão o bom uso dos recursos hídricos e de todos os demais, necessários a vida humana de qualidade.

## **2.2. Âmbito Científico**

### **2.2.1. Características Gerais**

A região do Litoral Norte distribui-se em sentido NE-SW, comprimida entre a Serra do Mar e o Oceano Atlântico, tendo como limites a Serra do Juqueriquerê e a Ilha de São Sebastião. Longitude aproximada do meridiano 46° e a Serra de Parti no limite entre os Estados de Rio de Janeiro e São Paulo, na latitude do meridiano 44°30'. É cruzada no município de Ubatuba pelo trópico de Capricórnio, situando-se numa área de transição climática entre os sistemas atmosféricos intra e extratropicais, apresentando maior atuação dos sistemas tropicais em grandes atividades.

Ambiente recortado, com a presença de escarpas festonadas que, em muitos casos, terminam diretamente sobre o oceano. Desenvolvido em sua maior parte num pacote de sedimentos do quaternário, a planície costeira, aliada às estruturas da Serra do Mar, é dominada por costas altas, intercaladas por pequenas planícies e enseadas, que formam praias de bolsos frontais.

Formado por Caraguatatuba, São Sebastião, Ilhabela e Ubatuba o litoral norte apresenta alto risco de inundações e deslizamentos de terras causados em função de eventos extremos de chuvas e também em função da elevação das marés.

Caraguatatuba está há 2 metros do nível do mar, sua orla é de 40 km<sup>2</sup> e o clima subtropical úmido Cfa. Apresenta temperaturas médias no verão de 26,7° e no inverno de 20,2°C. Na vegetação original do município predomina a Mata Atlântica. A vegetação nativa remanescente está mais preservada na Serra de Caraguatatuba.

A precipitação anual de Caraguatatuba equivale a 2.074mm, com diminuição de chuvas no inverno. Embora se encontre na área com médias anuais superiores a 4.000mm a presença de “ilha de sombra de chuvas” decorrente do maciço da Ilha de São Sebastião, que atua ao norte do canal sobre a região da enseada de Caraguatatuba justifica esta menor precipitação. Mesmo assim ainda apresenta grandes riscos de inundação e de deslizamentos de terra, sendo considerada como o quinto maior potencial de catástrofe por deslocamento de terras de encostas.



Os principais rios do município são: Rio Camburi, Claro, Santo Antônio, Juqueriquerê, Massaguaçu e Guaxinduba de onde são feitas as captações pela concessionária para a distribuição pela rede de água.

Os municípios que fazem divisa territorial com Caraguatatuba são: São Sebastião, Salesópolis, Paraibuna, Natividade da Serra e Ubatuba.

A alta taxa de crescimento demográfico, as condições de saneamento básico e a taxa de urbanização elevaram Caraguatatuba ao status de cidade mais importante do Litoral Norte. O seu Índice de Desenvolvimento Humano – IDH é de 0,759, considerado elevado em relação ao país e o 169º maior do estado.

### 2.2.2. Volume e custo médio mensal e anual da água nas escolas

O volume médio mensal consumido de água pelas escolas municipais de Caraguatatuba no período de 2013 a 2015, foi determinado pela Equação 1.

$$V_{co_i} = \sum V_{co_i}^k \quad (\text{Eq. 1})$$

, em que:

$V_{co_i}$  – volume médio mensal consumido de água pelas escolas municipais de Caraguatatuba no mês “i” ( $m^3$ );

$V_{co_i}^k$  – volume médio mensal consumido de água pela escola “k” no mês “i”, entre os anos de 2013 a 2015 ( $m^3$ ).

O custo médio mensal com o consumo de água foi determinado a partir da Equação 2.

$$C_{co_i} = V_{co_i} \cdot V_{u_i} \quad (\text{Eq. 2})$$

, em que:

$C_{co_i}$  - custo médio mensal com o consumo de água pelas escolas de Caraguatatuba no mês “i” (R\$);

$V_{co_i}$  - volume médio mensal consumido de água pelas escolas municipais de Caraguatatuba no mês “i” ( $m^3$ );

$V_u$  - valor unitário médio da água entre os anos de 2013 e 2015 (R\$  $m^{-3}$ ).

O valor unitário médio da água entre 2013 e 2015 foi determinada pela Equação 3.

$$V_u = \frac{\sum V_{u_k}}{ne} \quad (\text{Eq. 3})$$

, em que:

$V_u$  - valor unitário médio anual da água consumida pelas escolas de Caraguatatuba entre os anos de 2013 e 2015 ( $R\$ m^{-3}$ );

$V_{u_k}$  - valor unitário médio anual da água consumida pela escola “k” entre os anos de 2013 e 2015 ( $R\$ m^{-3}$ );

$n_e$  - número de escolas avaliadas ( $n_e = 26$  escolas);

O volume médio anual consumido de água pelas escolas municipais de Caraguatatuba foi determinado pela soma dos volumes médios mensais.

### 2.2.3. Precipitação média mensal e anual

A precipitação média mensal foi determinada por meio do cálculo da média dos valores mensais de precipitação dos anos de 2013 a 2015. Os dados foram obtidos do banco de dados do CIIAGRO, Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (2016), cuja coleta é realizada por estação meteorológica localizada no município de Caraguatatuba - SP. A precipitação média anual no período foi determinada pela soma das médias mensais.

### 2.2.4. Volume médio mensal e anual captado pelas coberturas de quadras e ginásios de escolas municipais

O cálculo do volume médio mensal captado pelas coberturas de quadras e ginásios das escolas municipais de Caraguatatuba foi determinado pela Equação 1.

$$VP_i = \sum \frac{P_i \cdot AC_k}{1000} \quad (\text{Eq. 4})$$

, em que:

$VP_i$  – volume médio mensal captado pelas coberturas de quadras e ginásios de todas as escolas municipais de Caraguatatuba no mês “i” ( $m^3$ );

$P_i$  – precipitação média mensal entre 2013 e 2015 do mês “i” (mm);

$AC_k$  – área de cobertura de quadra ou de ginásio da escola “k” ( $m^2$ ).

Os dados da cobertura de quadras e ginásios foi cedida pela Secretaria de Educação da Prefeitura Municipal de Caraguatatuba.

O volume médio anual captado pelas coberturas de quadras ou ginásios de todas as escolas municipais de Caraguatatuba foi determinado pela soma dos volumes médios mensais captados.

### 2.2.5. Percentual de aproveitamento do potencial total de água da chuva

O percentual de aproveitamento do potencial total de água da chuva foi determinado pela equação 5.

$$V_{ap_i} = \frac{V_{pot_i} \cdot ap}{100} \quad (\text{Eq. 5})$$

, em que:

$V_{ap_i}$  – volume médio mensal aproveitado de água da chuva nas escolas de Caraguatatuba no mês “i” (m<sup>3</sup>);

$V_{pot_i}$  – volume médio potencial de aproveitamento de água da chuva nas escolas de Caraguatatuba no mês “i” (m<sup>3</sup>);

ap – percentual de aproveitamento do potencial total (%), sendo simulado para os percentuais de 15, 30, 60 e 100%.

O volume médio potencial de aproveitamento de água da chuva nas escolas de Caraguatatuba ( $V_{pot}$ ) em cada mês foi determinado com o auxílio do balanço hídrico, cuja sequência de cálculo desenvolvida está apresentada na Tabela 18.

A partir do percentual de aproveitamento do potencial total de água da chuva foi determinado a economia média mensal esperada, utilizando a equação 6.

$$\text{Economia}_i = V_{ap_i} \cdot Vu \quad (\text{Eq. 6})$$

, em que:

Economia – valor médio mensal poupado com o aproveitamento da água da chuva por todas as escolas de Caraguatatuba no mês “i” (R\$);

$V_{ap_i}$  – volume médio mensal aproveitado de água da chuva nas escolas de Caraguatatuba no mês “i” (m<sup>3</sup>);

$Vu$  - valor unitário médio anual da água consumida pelas escolas de Caraguatatuba entre os anos de 2013 e 2015 (R\$ m<sup>-3</sup>);

O cálculo da economia média anual foi realizado pelo somatório da economia média mensal com o aproveitamento da água da chuva por todas as escolas de Caraguatatuba.

**Tabela 15:** Resumo da sequência de cálculos no balanço hídrico, utilizada para determinar o volume médio potencial de aproveitamento da água da chuva.

Ordem	Variável	Descrição	Forma de cálculo
1	$P_i$ (mm)	Precipitação média mensal no mês "i"	Média mensal entre os anos de 2013 a 2015 obtidos do banco de dados do CIIAGRO (2016)
2	$VP_i^k$ (m <sup>3</sup> )	Volume médio coletado na escola "k", no mês "i"	$VP_i^k = P_i \cdot AC_k$ , em que $AC_k$ é a área da cobertura na escola "k" (m <sup>2</sup> ).
3	$Vco_i^k$ (m <sup>3</sup> )	Volume médio consumido na escola "k", no mês "i"	Se refere ao consumo médio mensal de água da escola em determinado mês
4	$(VP_i^k - Vco_i^k)$ (m <sup>3</sup> )	Diferença entre VP e Vco no mês "i" da escola "k"	$(VP_i^k - Vco_i^k)$
5	$VArm_i^k$ (m <sup>3</sup> )	Volume médio armazenado no reservatório da escola "k", no mês "i", para um determinado volume de reservatório "Vres" OBS: $Vres = 60 \text{ m}^3$	Determinado a partir das seguintes regras: a) Se $(VP_i - Vco_i)_{(i-1)} \geq Vres$ , calcula-se $VArm_i^k = Vres$ b) Se $Vres > (VP_i - Vco_i)_{(i-1)} > 0$ , calcula-se $VArm_i^k = (VP_i - Vco_i)_{(i-1)}$ c) Se $(VP_i - Vco_i)_{(i-1)} \leq 0$ , calcula-se $VArm_i^k = 0$
6	$\Delta disp_i^k$ (m <sup>3</sup> )	Varição da disponibilidade média de água na escola "k", no mês "i"	$\Delta disp_i^k = (VP_i - Vco_i^k) + VArm_i^k$ , sendo necessário o consumo de água da rede, em caso de valores negativos
7	$Vpot_i^k$ (m <sup>3</sup> )	Volume potencial médio de aproveitamento de água da chuva na escola "k", no mês "i"	Determinado a partir das seguintes regras: a) Se $\Delta disp_i^k < 0$ , calcula-se por: $Vpot_i^k = VP_i + VArm_i^k$ b) Se $\Delta disp_i^k \geq 0$ , calcula-se por: $Vpot_i^k = Vco_i^k$
8	$Vpot_i$ (m <sup>3</sup> )	Volume potencial médio de aproveitamento de água da chuva nas escolas de Caraguatatuba, no mês "i"	$Vpot_i = \sum Vpot_k$ , em que " $\sum Vpot_k$ " é o somatório do volume potencial médio de aproveitamento de água da chuva de todas as escolas no mês "i"

### 2.2.6. Análise da economia X Consumo

A análise da economia em relação ao consumo foi realizada com o auxílio do cálculo do percentual de economia, conforme equação 7.

$$Economia_i(\%) = \left( \frac{Economia_i}{CT_i} \right) \cdot 100 \quad (\text{Eq. 7})$$

, em que:

Economia (%) - percentual médio mensal poupado em relação ao custo médio total com o abastecimento de água de todas as escolas de Caraguatatuba no mês "i" (R\$);

Economia – valor médio mensal poupado com o aproveitamento da água da chuva por todas as escolas de Caraguatatuba no mês “i” (R\$);

CT<sub>i</sub> – custo médio total com o abastecimento de água de todas as escolas de Caraguatatuba no mês “i” (R\$)

A economia percentual anual média foi determinada com o aproveitamento de água em todas as escolas de Caraguatatuba foi determinada com o auxílio da equação 8.

$$\text{Economia}(\%) = \left( \frac{\sum \text{Economia}_i}{\sum \text{CT}_i} \right) \cdot 100 \quad (\text{Eq. 8})$$

, em que:

Economia (%) - percentual médio anual poupado em relação ao custo médio total anual com o abastecimento de água de todas as escolas de Caraguatatuba, entre os anos de 2013 e 2015 (R\$).

### **2.2.7. Dados das escolas de Caraguatatuba**

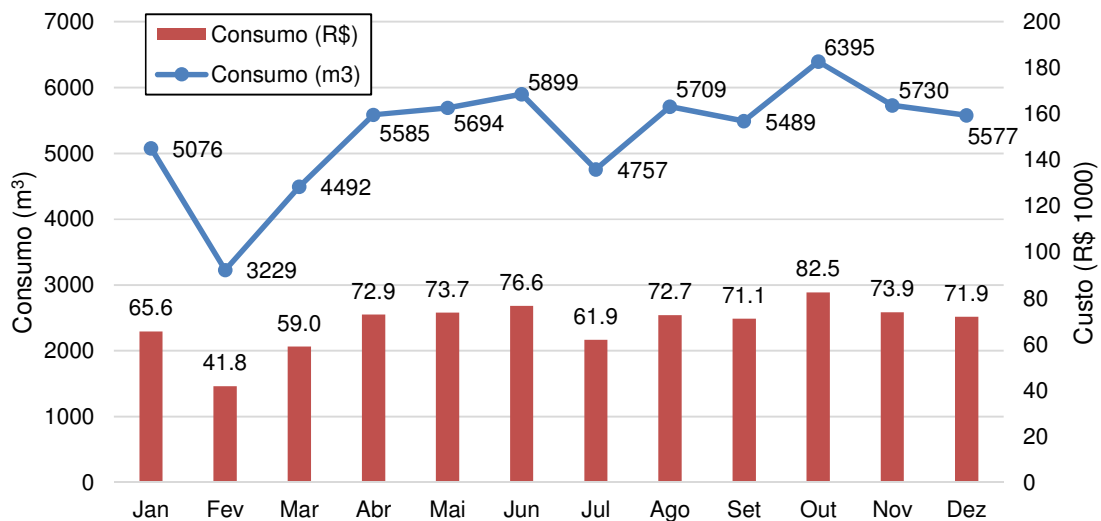
Os dados das escolas necessários para realizar o cálculo do volume aproveitado da água da chuva foram a área de cobertura de quadras e ginásios, o volume total mensal de água consumido entre os anos de 2013 e 2014 e o valor total anual pago pela água entre os anos de 2013 e 2015.

O volume consumido e o custo total mensal da água pelas escolas no período de 2013 a 2015 foi cedido pela Secretaria municipal de Administração da Prefeitura Municipal de Caraguatatuba/SP.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1. Consumo de água nas escolas

O volume médio anual de água consumida pelas escolas do município de Caraguatatuba, no período de 2013 a 2015, foi de 63.633 m<sup>3</sup>, sendo o pico observado no mês de outubro, com 6.395 m<sup>3</sup> e o menor de consumo no mês de fevereiro de 3.229 m<sup>3</sup> (Figura 29).



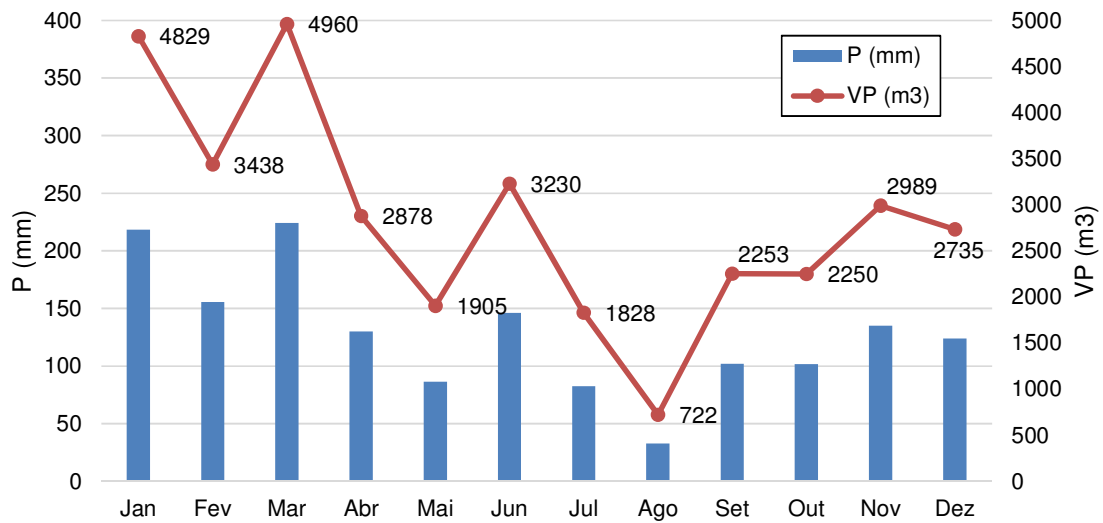
**Figura 29:** Consumos e custos médios mensais de água nas escolas municipais de Caraguatatuba, entre 2013 a 2015.

**Fonte:** Elaborado pela autora (2016)

O custo médio anual com abastecimento de água nas escolas municipais de Caraguatatuba entre 2013 e 2015 foi de 823,6 mil reais, variando de 82,5 mil reais em outubro à 41,8 mil reais em fevereiro (Figura 29).

#### 3.2. Economia com o aproveitamento da água da chuva

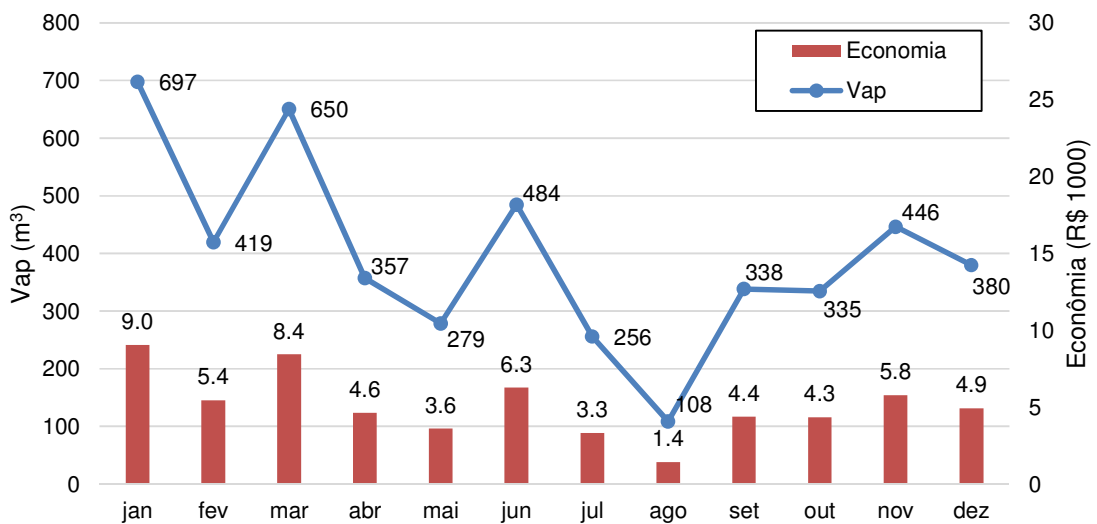
A precipitação média anual entre 2013 e 2015 foi de 1.538 mm, variando de 33 mm em agosto até 224 mm em março, resultando em volume médio anual total captados pelas coberturas de quadras e ginásios das escolas de 34.018 m<sup>3</sup>, variando de 722 m<sup>3</sup> em agosto até 4.960 m<sup>3</sup> em março (Figura 30).



**Figura 29:** Variação da precipitação média mensal (P) e do volume médio mensal captado pelas coberturas de quadras e ginásios (VP) das escolas de Caraguatatuba – SP, entre os anos de 2013 e 2015.

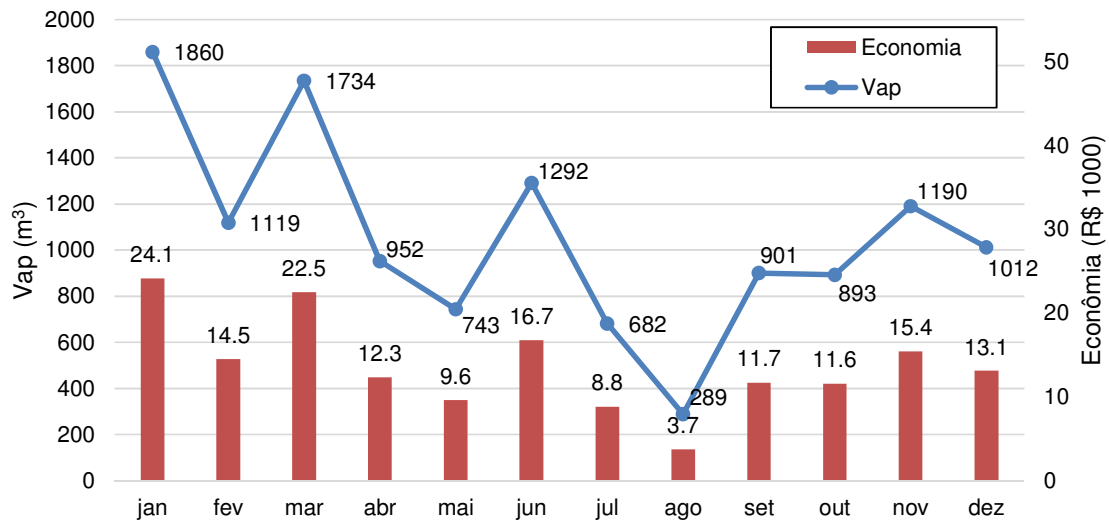
**Fonte:** elaborado pela autora (2016)

Na Figura 31 a 33 estão apresentados os volumes médios mensais e economia com o consumo de água, com o aproveitamento variando de 15 a 100% do potencial de água de chuva, somente pelas coberturas das escolas de Caraguatatuba.



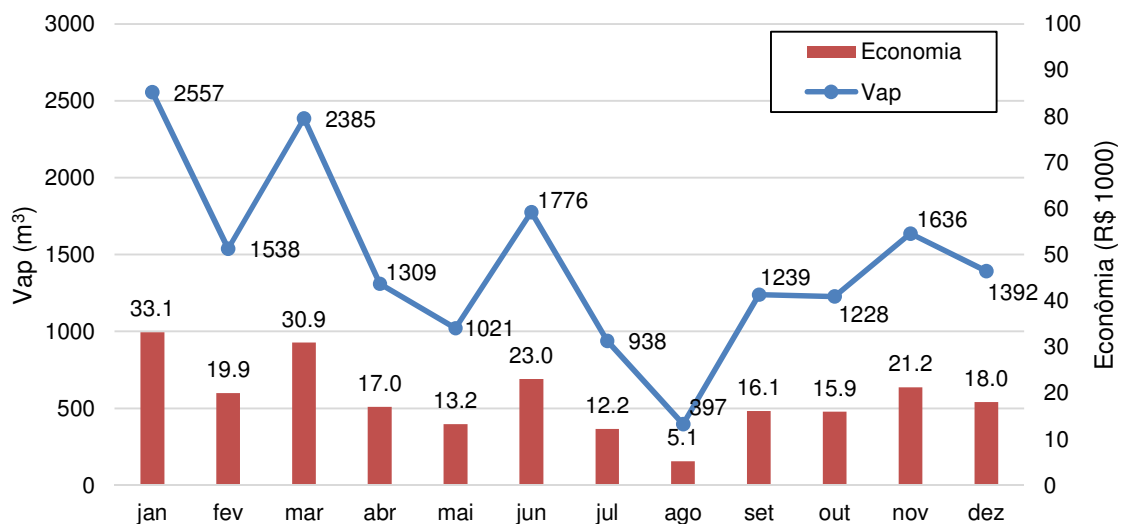
**Figura 30:** Simulação do aproveitamento (Vap) de 15% do potencial de água da chuva que pode ser captada por todas as escolas de Caraguatatuba.

**Fonte:** elaborado pela autora (2016)



**Figura 31:** Simulação do aproveitamento (Vap) de 40% do potencial de água da chuva que pode ser captada nas escolas de Caraguatatuba.

**Fonte:** elaborado pela autora (2016)



**Figura 32:** Simulação do aproveitamento (Vap) de 55% do potencial de água da chuva que pode ser captada nas escolas de Caraguatatuba.

**Fonte:** elaborado pela autora (2016)

Observa-se com a simulação da condição de 15% do aproveitamento do potencial de uso da água da chuva, que poderiam ser produzidos em todas as escolas, em média, de 108 m<sup>3</sup> no mês de agosto (mínima disponibilidade) até 697 m<sup>3</sup> no mês de janeiro (máxima disponibilidade) (Figura 31). Isso representaria economia média mensal variando de 1,4 (no mês de menor aproveitamento) a 9,0 (mês de maior aproveitamento) mil reais no mês. No ano o aproveitamento de 15% do potencial da chuva poderia ter reduzido o uso médio de 4.750 m<sup>3</sup> de água por ano, que correspondem a uma economia anual de 61,6 mil reais.



Considerando as bases teóricas que estabelecem que a possibilidade de consumo de águas de qualidade inferior no CEI, Centro de Educação Infantil, que atendem crianças de 0 a 4 anos é de 40% (em função dos banhos) e o das EMEI, Escolas Municipais de Educação Infantil que atendem crianças de 5 e 6 anos e da EMEF, Escolas Municipais de Ensino Fundamental com atendimento até 12 anos é de 55%, pode-se afirmar (conforme demonstra o Anexo I) que para 17 unidades de ensino seriam suficientes os reservatórios com competência de aproveitamento de 15% dos volumes precipitados.

Ao relacionar os valores pagos pela administração pública pelo consumo de água potável destas unidades durante os anos de 2013, 2014 e 2015 e o potencial de utilização de água de qualidade inferior a economia seria de R\$578.569,55.

Observa-se com a simulação da condição de 40% do aproveitamento do potencial de uso da água da chuva, que poderiam ser produzidos em todas as escolas, em média, de 289 m<sup>3</sup> no mês de agosto (mínima disponibilidade) até 1860 m<sup>3</sup> no mês de janeiro (máxima disponibilidade) (Figura 32). Isso representaria economia média mensal variando de 3,7 (no mês de menor aproveitamento) a 24,1 (mês de maior aproveitamento) mil reais no mês. No ano o aproveitamento de 40% do potencial da chuva poderia ter reduzido o uso médio de 12667 m<sup>3</sup> de água por ano, que correspondem a uma economia anual de 164 mil reais.

Considerando que a possibilidade de consumo de águas de qualidade inferior no CEI, Centro de Educação Infantil, que atendem crianças de 0 a 4 anos é de 40% (em função dos banhos) e o das EMEI, Escolas Municipais de Educação Infantil que atendem crianças de 5 e 6 anos e da EMEF, Escolas Municipais de Ensino Fundamental com atendimento até 12 anos é de 55%, pode-se afirmar (conforme demonstra o Anexo I) que para 08 unidades de ensino seriam suficientes os reservatórios com competência de aproveitamento de 40% dos volumes precipitados.

Ao relacionar os valores pagos pela administração pública pelo consumo de água potável destas unidades durante os anos de 2013, 2014 e 2015 e o potencial de utilização de água de qualidade inferior a economia seria de R\$494.432,76.

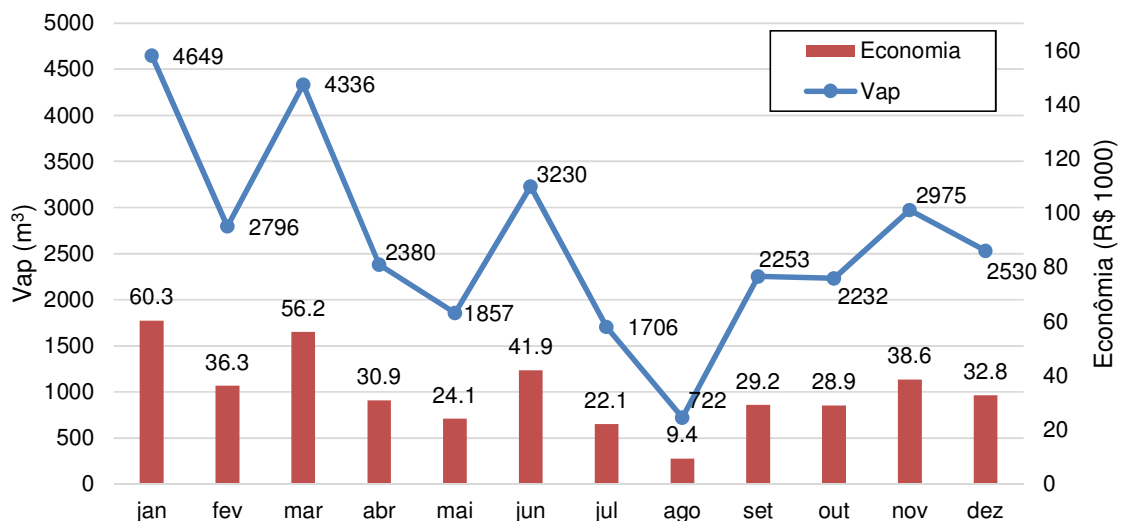
Observa-se com a simulação da condição de 55% do aproveitamento do potencial de uso da água da chuva, que poderiam ser produzidos em todas as escolas, em média, de 397 m<sup>3</sup> no mês de agosto (mínima disponibilidade) até 2.557m<sup>3</sup> no mês de janeiro (máxima disponibilidade) (Figura 33). Isso representaria economia média mensal variando de 5,1 (no mês de menor aproveitamento) a 33,1 (mês de maior

aproveitamento) mil reais no mês. No ano o aproveitamento de 55% do potencial da chuva poderia ter reduzido o uso médio de 17.416 m<sup>3</sup> de água por ano, que correspondem a uma economia anual de 225,6 mil reais.

Considerando que a possibilidade de consumo de águas de qualidade inferior no CEI, Centro de Educação Infantil, que atendem crianças de 0 a 4 anos é de 40% (em função dos banhos) e o das EMEI, Escolas Municipais de Educação Infantil que atendem crianças de 5 e 6 anos e da EMEF, Escolas Municipais de Ensino Fundamental com atendimento até 12 anos é de 55%, pode-se afirmar (conforme demonstra o Anexo I) que para uma unidade de ensino seriam suficientes os reservatórios com competência de aproveitamento de 55% dos volumes precipitados.

Ao relacionar os valores pagos pela administração pública pelo consumo de água potável destas unidades durante os anos de 2013, 2014 e 2015 e o potencial de utilização de água de qualidade inferior a economia seria de R\$213.559,68.

Observa-se com a simulação da condição de 100% do aproveitamento do potencial de uso da água da chuva, que poderiam ser produzidos em todas as escolas, em média, de 722 m<sup>3</sup> no mês de agosto (mínima disponibilidade) até 4649m<sup>3</sup> no mês de janeiro (máxima disponibilidade) (Figura 34).



**Figura 34:** Simulação do aproveitamento (Vap) de 100% do potencial de água da chuva que pode ser captada nas escolas de Caraguatatuba.

**Fonte:** elaborado pela autora (2016)

Isso representaria economia média mensal variando de 9,4 (no mês de menor aproveitamento) a 60,3 (mês de maior aproveitamento) mil reais no mês. No ano o aproveitamento de 55% do potencial da chuva poderia ter reduzido o uso médio de

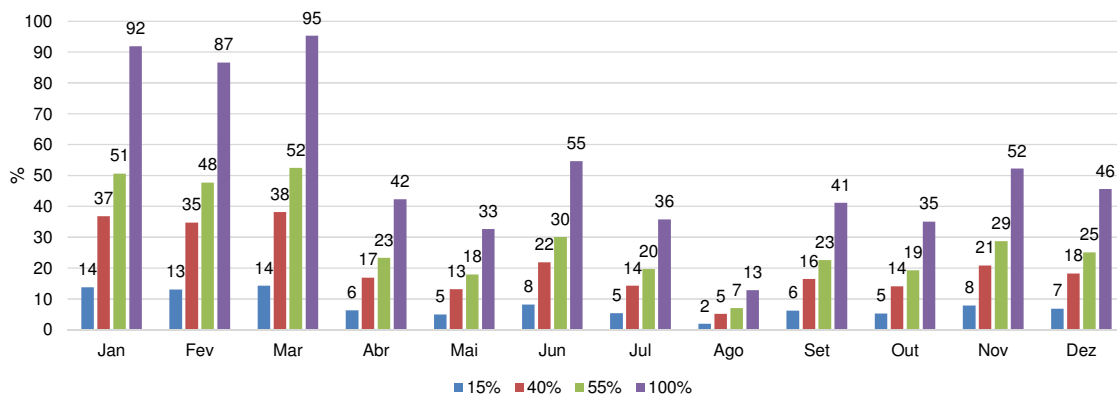
31.666 m<sup>3</sup> de água por ano, que corresponde a uma economia anual de 410,7 mil reais.

Observou-se que o consumo total de água de qualidade inferior representa 2.677,2 m<sup>3</sup> em comparação com os valores de captação dos meses de janeiro, fevereiro, março, junho, novembro e dezembro haveria grande volume de sobra, que poderiam inclusive justificar o investimento em sistemas mais complexos de filtragem e tratamento da água, tornando outros usos viáveis.

Os valores pagos pela administração pública pelo consumo de água potável das 26 unidades durante os anos de 2013, 2014 e 2015 foi de R\$2.531.327,20 e o potencial de utilização de água de qualidade inferior a economia total seria de R\$1.286.561,90 que poderiam ser utilizados na recuperação dos valores investidos na implantação dos SAAP, sistemas de aproveitamento de águas pluviais.

### 3.3. Economia X Consumo

A maior economia média no período seria no mês de março, que pode variar de 14 a 95% se for utilizado de 15 a 100% do potencial de aproveitamento da água da chuva. O mês de menor economia média seria no mês de agosto, com variações de 2 a 13% (Figura 35).



**Figura 33:** Economia percentual média mensal de recursos com o abastecimento de água nas escolas municipais de Caraguatatuba, nas simulações do uso de 15, 40, 55 e 100% do potencial de aproveitamento da água da chuva.

**Fonte:** elaborado pela autora (2016)

A economia anual com a redução do uso da água de abastecimento público observadas nas simulações de aproveitamento de 15 a 100% do potencial de

captação, dentro do período estudado, varia de 7 a 50%, considerando a universalização dos reservatórios.

## 4. CONCLUSÃO

Muitos são os aspectos positivos no uso de sistemas de aproveitamento de água de chuva: redução do consumo de água potável, redução de custos de despesas com concessionárias; diminuição dos riscos de enchentes, redução da escassez de recursos hídricos, preservação do ambiente e conscientização da importância da água e do seu bom uso.

Porém, a mais relevante de todas as situações é o ganho ambiental, no que se refere a preservação das fontes naturais e na concretização, na materialização de uma ação de preocupação com a sustentabilidade de modo a proporcionar a conscientização de uma parcela significativa da sociedade e da comunidade escolar, com perfil multiplicador de uma consciência ambiental, com ações transformadas.

Outro aspecto positivo é que na implantação dos sistemas podem ser utilizadas estruturas já existentes nas edificações (Telhados, lajes, rampas, instalações hidráulicas), com isso, diminui-se ainda o impacto ambiental causados por questões da construção civil. Além disso, os sistemas podem auxiliar na complementação dos sistemas convencionais, funcionar como alternativa em situações emergenciais ou quando for necessária a interrupção do abastecimento pela concessionária.

A partir dos levantamentos de dados, pode-se observar que o consumo de água de reuso em edificações utilizadas por unidades de ensino que atendem as modalidades Educação Infantil, Ensino Fundamental e Educação de Jovens e Adultos é de 40% a 55%.

Das vinte e seis unidades avaliadas em 2013, dezessete delas teriam a possibilidade de captar acima de 40% da água utilizada, em 2014 quinze dessas unidades e em 2015 vinte e três.

Portanto, as unidades de ensino investigadas seriam capazes de se auto abastecerem em relação a água utilizada em vasos sanitários, limpeza dos ambientes, lavagem de roupas, jardins e hortas.

É muito importante considerar também que não existem reservatórios naturais nas bacias hidrográficas que são constituídas na região do litoral norte e de Caraguatatuba. A captação da água pela concessionária SABESP é feita a partir dos leitos de água e a mesma não dispõe de reservatórios com grande potencial de armazenamento.

Assim sendo, o abastecimento de água está sempre vulnerável a fenômenos naturais que podem vir a inviabilizar a coleta de água dos rios.

Pode-se constatar que as precipitações não ocorram com a mesma frequência em os meses havendo picos de precipitação e escassez. Os índices anuais de precipitação, que variaram entre 1164,90mm em 2014 a 1957,70mm em 2015, seriam suficientes para manter o abastecimento uma vez que existem áreas disponíveis nas edificações para a construção de grandes reservatórios.

Esses reservatórios, considerados em capacidades e necessidades de cada unidade de ensino variariam entre a competência de armazenamento de 15 a 55% do volume pluviométrico, assim, reduzindo também os custos de implantação dos sistemas.

Pode-se avaliar a viabilidade do investimento em Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP).

Nos últimos três anos a administração pública pagou a concessionária SABESP o equivalente a R\$2531327,20 com despesas de consumo de água para as vinte e seis unidades de ensino.

Pode-se constatar que com a utilização do reuso da água captada somente nos telhados das quadras e ginásios de esportes e considerando-se ainda o consumo percentual de água de reuso como o de no máximo 55% aconteceria uma economia de R\$1286561,90 o que corresponderia a 50,82% do valor gasto.

Algumas unidades que apresentam índice de captação menor que 40% não devem ser desconsideradas. São unidades com alto consumo devido ao número de alunos que atendem, porém, a quadra de esportes é a do mesmo tipo padrão utilizada pela Secretaria Municipal de Educação. Nestes casos, a ampliação da área de captação de água adequaria o sistema a captação de 40% a 55% do consumo.

Além das despesas com o consumo de água para funcionamento das escolas existem constantes despesas com a ocorrência de enchentes ocasionadas pelo alto índice pluviométrico e das marés.

Desta forma, os SAAPs também podem vir a auxiliar nesta questão, uma vez que com os reservatórios podem diminuir a quantidade de água a ser lançada no sistema de saneamento.

Se fizéssemos uma viagem no tempo, há pelo menos 4 mil anos a.C., já encontraríamos nos rios um instrumento político de poder. A posse da água era uma forma de dominação dos povos da Mesopotâmia,

que habitavam os arredores dos rios Tigre e Eufrates. Controlando as enchentes e a água para a irrigação e abastecimento das populações, as civilizações estabeleceram seus territórios e suas formas de relações humanas. Há milhares e milhares de anos, os povos do Nilo, Amarelo, Indu e indígenas estabelecem suas aldeias, com sabedoria, sempre próximas de rios. Por nosso Brasil afora, encontram-se vários rios e córregos com nomes de origem indígena, geralmente referindo-se a alguma característica visual: Paraná (semelhante ao mar), Itaí (água da pedra), Ipiranga (rio vermelho), Irati (terra das abelhas), e assim por diante. Os bandeirantes e outros expedicionários abriram caminhos pelas matas em busca de riquezas naturais e, com frequência, tiveram que usar os rios como parada e passagem. Vilas, vilarejos e povoados foram surgindo, usando os rios como verdadeiras cercas vivas (WWF-BRASIL, 2006, p.20).

A citação acima evidencia o perigoso papel da água nas civilizações antigas e que não diverge das civilizações atuais: a de relação de poder!

## REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 15527:2007**. Água de chuva – aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT –Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2007

ACBMAC. Associação Brasileira de Manejo e Captação de Água de Chuva. Disponível em: <http://www.abcmac.org.br>. Acessado em janeiro 2007.

ARAÚJO, C. C. et. al. **Meio ambiente e sistema tributário**: novas perspectivas. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2003

CARREIRA, L. R. M, NUNES, I. H. O., RODRIGUES W. A arquitetura sustentável nas edificações urbanas: uma análise econômico-ambiental. **Arquitetura Revista**, vol. 5, nº 1, 25-37, 2009

CARTACHO, D. L. **Análise probabilística chuva-maré para a bacia do rio Santo Antônio em Caraguatatuba (SP)**. 2013. 94p. Tese (Mestrado Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

CASA EFICIENTE. **Uso racional da água – Sistema de aproveitamento de água pluvial**. Disponível em: <http://www.casaeficiente.com.br>. Acessado em junho de 2007.

COGERH. Companhia de Gestão de Recursos Hídricos. Disponível em <<http://www.cogerh.com.br>>. Acessado em dezembro de 2015.

COHIM E.; GARCIA A.; KIPERSTOK A. **Captação e aproveitamento de água de chuva: dimensionamento de reservatórios**. In: IX Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2008, Salvador, BA.

DECA. Disponível em: <http://www.deca.com.br>. Acessado em janeiro 2007.



DIAS, G. F. **Educação Ambiental, princípios e práticas**. 9. ed. – São Paulo : Gaia, 2004

FLICK U, **Desenho da Pesquisa Qualitativa**, Artmed, 2009,

GHISI E., KAMMERRS P. C – Usos finais de água em edifícios públicos localizados em Florianópolis, SC – **Ambiente Construído**. Vol. 6, nº 1, p.75-90, 2006

GHISI, E.; TRÉS, A.C.R. Netuno – Aproveitamento de Águas Pluviais no Setor Residencial. Disponível em <http://www.labeee.ufsc.br>. Programa computacional, 2004.

HAWKEN, P.; LOVINS, A.; LOVINS, L.H. **Capitalismo Natural** . São Paulo, Cultrix, 2002, 251p.

JQUES, R.C. **Qualidade da água de chuva no município de Florianópolis e sua potencialidade para aproveitamento em edificações**. 2005. 138p. Tese (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

JESUS, I. A. S. **Educação Ambiental e o consumo sustentável: discutindo o uso de recursos naturais e a geração de resíduos sólidos**. Ciência Já. Disponível em <<http://jornalcienciaja.blogspot.com.br>>. Acessado em março de 2016.

KAMMERS, P. C. **Usos Finais de Água em Edifícios Públicos: Estudo de Caso em Florianópolis-SC**. Relatório Final de Iniciação Científica. Curso de Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2004.

MANO, R. S. **Captação Residencial de Água Pluvial, para Fins Não Potáveis, em Porto Alegre: Aspectos Básicos da Viabilidade Técnica e dos Benefícios do Sistema**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, 2004.

MANO, R. S.; SCHMITT, C. M. **Captação Residencial de Água Pluvial, para Fins Não Potáveis, em Porto Alegre: Aspectos Básicos da Viabilidade Técnica e dos Benefícios do Sistema.** CLACS' 04 – I Conferencia Latino-Americana de Construção Sustentável e ENTAC 04, - 10º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo - SP, **Anais....**CD Rom, 2004.

MARINOSKI, A. K. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC – TCC, UFSC -** Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.

MAY, S. **Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações.** Dissertação (Mestrado). Curso de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2004.

MAY S.; PRADO R. T. A. **Estudo da Qualidade da Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações.** CLACS' 04 – I Conferencia Latino-Americana de Construção Sustentável e ENTAC 04, - 10º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo - SP, **Anais.**CD Rom, 2004.

MONTIBELLER A.; SCHMIDT R. W. **Análise do Potencial de Economia de Água Tratada Através da Utilização de Água Pluvial em Santa Catarina.** Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, 2004.

MOURA, C. A. Avaliação de tendências a enchentes das bacias hidrográficas do município de Caraguatatuba. **Revista de Geografia (UFPE)**. 30: 123-138, 2013

MOURA, C.A. **Análise Morfométrica como instrumento na identificação de tendência a enchentes. IX SINAGEO – Simpósio Nacional de Geomorfologia: Geomorfologia e eventos catastróficos; passado, presente e futuro,** 2012.

NUNES I. H. O.; CARREIRA L. R. M.; RODRIGUES W. A. Arquitetura sustentável nas edificações urbanas: uma análise econômico-ambiental. *Arquitetura revista* – vol.5, nº 1: 25-37 (janeiro/julho 2009)

PHILIPPI, A. J. PELICIONE, M. C. F. **Educação Ambiental e Sustentabilidade**. 2º. ed., Barueri, Manole, SP, 2014.

REBOUÇAS, A. C. Água e desenvolvimento rural. **Estudos Avançados**. Vol 15, nº 43, 2001

ROCHA, A.L; BARRETO, D; IOSHIMOTO, E. **Caracterização e Monitoramento do consumo predial de água. Programa nacional de combate ao desperdício de água**. Documento técnico de Apoio E1. Ministério do Planejamento e Orçamento; Brasília, 1998.

RODRIGUES, R.L. **Uso de Mapa de Declividade de NDVI na Identificação de áreas de Risco de Deslizamentos**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, UNICASTELO, Universidade Camilo Castelo Branco, 2015

SANTOS, T. A. P. **Caiu do Céu: Aproveitamento da Água da Chuva**. Editora Abril, 2011. Disponível em <http://mateco.wordpress.com>. Acessado em março de 2016.

TELLES, B.P.T.G; FANTINATTI, P.A.P. **Análise de viabilidade técnica e dimensão econômica da água de chuva no litoral norte paulista: protótipo de um SAAP em Caraguatatuba**. *Revista Brasileira de Iniciação Científica* – ISSN 2359-232X, VOL. 2, Nº 02, 2015

TORDO, O.C. **Caracterização e avaliação do uso de águas de chuva para fins potáveis**. 2004. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2004

TOMAZ, P. **A Economia de Água para Empresas e Residências** – Um Estudo Atualizado sobre o Uso Racional da Água. Navegar Editora, São Paulo, 2001a.

TOMAZ, P. **Previsão de Consumo de Água** – Interface das Instalações Prediais de Água e Esgoto com os serviços Públicos. Navegar Editora, São Paulo, 2001b.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva – Para Áreas Urbanas e Fins não Potáveis**. Navegar Editora, São Paulo, 2003.

UNIÁGUA. Universidade da Água. **Água no Planeta**. Disponível em: <<http://www.uniagua.org.br>>. Acessado em dezembro de 2015.

WWF-BRASIL. **Cadernos de educação ambiental Água para vida, Água para todos: Livro das Águas**. Texto de Andrée de R. Vieira. Coordenação de Larissa Costa e Samuel R. Barreto. Brasília: WWF-Brasil, 2006.

ZOLET, M. **Potencial de aproveitamento de água de chuva para o uso residencial na região urbana de Curitiba**. Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, TCC, Curso de Engenharia Ambiental, 2005

ZUFFO, A. C. **O sol, o motor das variabilidades climáticas**. Revista DAE, v.63, n 112,2015

## ANEXO I – Volume consumido de água nas Escolas de Caraguatatuba.

Volume consumido (m<sup>3</sup>) pelas escolas no ano de 2013.

Escola	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
CEI/EMEI Prof <sup>a</sup> . Aparecida Maria Pires de Meneses	292	202	280	289	294	352	370	350	352	861	434	430
CEI/EMEI Prof <sup>a</sup> . Maria Carlita Saraiva Guedes	522	418	203	385	347	395	209	189	224	271	241	255
CEI/EMEI Prof <sup>a</sup> Thereza YanesseSchimidt Cardoso	312	149	148	314	237	230	238	243	267	289	307	275
CIEFI Prof <sup>o</sup> Ricardo LuquesSammarco Serra	171	0	131	165	163	148	169	115	239	275	185	605
CIEFI Prof <sup>a</sup> Adolfinia Leonor Soares dos Santos	108	431	284	125	109	147	137	163	229	194	128	204
CIEFI Prof <sup>a</sup> Antonia Ribeiro da Silva	81	21	112	131	135	161	151	288	155	158	135	135
CIEFI Prof <sup>a</sup> Edna Maria Nogueira	227	4	112	112	291	174	195	237	158	213	213	213
EMEF Antonia Antunes Arouca	174	142	51	165	130	156	183	173	202	232	195	253
EMEF Dr. Carlos Almeida Rodrigues	162	96	150	178	168	148	334	398	245	417	325	352
EMEF Prof <sup>o</sup> Alaor Xavier Junqueira	246	77	98	206	206	530	285	454	263	319	297	358
EMEF Prof <sup>o</sup> Antonio de Freitas Avelar	87	40	133	148	145	143	175	206	174	179	157	157
EMEF Prof <sup>o</sup> Jorge Passos	183	0	139	369	200	187	14	146	224	215	220	208
EMEF Prof <sup>o</sup> Euclides Ferreira	7	12	6	12	0	151	41	109	97	202	294	363
EMEF Prof <sup>o</sup> Luiz Ribeiro Muniz	247	247	0	130	12	181	219	124	393	221	214	190
EMEF Prof <sup>a</sup> Maria Aparecida de Carvalho	81	100	157	155	828	372	348	1483	378	1122	1741	591
EMEF Prof <sup>a</sup> Maria Aparecida Uju	149	139	67	156	168	170	152	221	142	169	170	155
EMEF Prof <sup>a</sup> Maria Moraes de Oliveira	31	17	83	63	69	66	65	90	91	71	84	65
EMEI ItoeYoshimoto/ EMEF Prof <sup>a</sup> Maria Thereza de Souza Castro	142	142	18	169	177	167	144	256	160	176	155	169
EMEI João Freire de Oliveira/ EMEF Oswaldo Ferreira	201	63	121	198	204	224	160	225	236	260	226	225
EMEI YasutadaNasu/ EMEF Prof <sup>o</sup> Geraldo de Lima	277	47	84	193	183	198	162	201	161	213	185	187
EMEI/EMEF Benedito Inácio Soares	182	168	105	183	169	216	126	249	196	204	221	256
EMEI/EMEF Bernardo Ferreira Louzada	33	18	60	47	60	57	49	49	65	74	54	60
EMEI/EMEF Prof <sup>o</sup> João Batista Gardelin	119	0	39	128	230	247	122	104	138	162	69	109
EMEI/EMEF Prof <sup>o</sup> João Benedito Marcondes	391	67	139	185	162	144	150	188	129	178	157	145
EMEI/EMEF Prof <sup>o</sup> Lucio Jacinto dos Santos	366	272	66	114	226	3	102	112	98	130	132	162
EMEI/EMEF Prof <sup>a</sup> Ainda Almeida Castro Grazioli	89	83	88	175	173	158	156	182	165	169	133	139

Volume consumido (m<sup>3</sup>) pelas escolas no ano de 2014.

Escola	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
CEI/EMEI Prof <sup>a</sup> . Aparecida Maria Pires de Meneses	299	245	301	250	234	263	258	327	371	369	317	255
CEI/EMEI Prof <sup>a</sup> . Maria Carlita Saraiva Guedes	245	125	259	220	237	238	199	214	245	248	206	253
CEI/EMEI Prof <sup>a</sup> Thereza YanesseSchimidt Cardoso	323	145	252	212	205	309	201	209	254	267	288	271
CIEFI Prof <sup>o</sup> Ricardo LuquesSammarco Serra	300	300	131	0	87	99	99	40	122	115	87	102
CIEFI Prof <sup>a</sup> Adolfinia Leonor Soares dos Santos	483	514	637	657	753	353	61	169	128	123	96	116
CIEFI Prof <sup>a</sup> Antonia Ribeiro da Silva	119	118	148	230	699	320	195	399	314	437	173	102
CIEFI Prof <sup>a</sup> Edna Maria Nogueira	154	108	162	174	185	229	166	222	177	192	189	178
EMEF Antonia Antunes Arouca	206	206	0	137	128	107	111	99	144	131	197	204
EMEF Dr. Carlos Almeida Rodrigues	360	95	291	283	220	239	181	263	202	187	149	179
EMEF Prof <sup>o</sup> Alaor Xavier Junqueira	253	80	25	277	290	243	244	308	272	306	277	221
EMEF Prof <sup>o</sup> Antonio de Freitas Avelar	116	93	200	193	186	236	183	335	193	194	149	146
EMEF Prof <sup>o</sup> Jorge Passos	161	192	202	249	140	163	133	209	177	164	153	218
EMEF Prof <sup>o</sup> Euclides Ferreira	93	280	358	551	653	591	671	798	810	724	791	749
EMEF Prof <sup>o</sup> Luiz Ribeiro Muniz	274	49	299	185	192	184	177	235	192	200	213	188
EMEF Prof <sup>a</sup> Maria Aparecida de Carvalho	862	359	555	639	510	1055	557	721	689	578	579	598
EMEF Prof <sup>a</sup> Maria Aparecida Uju	167	78	169	150	225	152	163	193	180	161	138	167
EMEF Prof <sup>a</sup> Maria Moraes de Oliveira	30	29	54	58	97	274	96	115	114	112	70	75
EMEI ItoeYoshimoto/ EMEF Prof <sup>a</sup> Maria Thereza de Souza Castro	140	176	67	188	140	174	130	214	161	171	139	218
EMEI João Freire de Oliveira/ EMEF Oswaldo Ferreira	196	57	223	203	190	212	117	307	219	281	160	197
EMEI YasutadaNasu/ EMEF Prof <sup>o</sup> Geraldo de Lima	235	41	185	389	471	429	256	436	200	364	19	175
EMEI/EMEF Benedito Inácio Soares	209	83	271	235	202	202	184	340	212	354	172	257
EMEI/EMEF Bernardo Ferreira Louzada	44	32	79	72	55	64	39	66	66	62	53	0
EMEI/EMEF Prof <sup>o</sup> João Batista Gardelin	45	54	108	116	91	111	72	110	101	174	82	115
EMEI/EMEF Prof <sup>o</sup> João Benedito Marcondes	177	75	155	213	224	153	134	133	185	181	197	23
EMEI/EMEF Prof <sup>o</sup> Lucio Jacinto dos Santos	122	75	165	127	231	232	57	113	106	94	67	93
EMEI/EMEF Prof <sup>a</sup> Ainda Almeida Castro Grazioli	97	55	159	182	115	174	94	184	168	140	104	132

Volume consumido (m<sup>3</sup>) pelas escolas no ano de 2015.

Escola	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
CEI/EMEI Prof <sup>a</sup> . Aparecida Maria Pires de Meneses	316	120	221	250	165	180	185	251	205	215	332	188
CEI/EMEI Prof <sup>a</sup> . Maria Carlita Saraiva Guedes	188	118	208	237	216	206	231	146	218	182	259	212
CEI/EMEI Prof <sup>a</sup> Thereza YanesseSchimidt Cardoso	266	156	297	279	274	278	271	245	291	296	290	307
CIEFI Prof <sup>o</sup> Ricardo LuquesSammarco Serra	93	18	93	79	104	102	70	52	86	86	148	107
CIEFI Prof <sup>a</sup> Adolfinia Leonor Soares dos Santos	106	121	157	195	173	201	189	104	113	124	120	116
CIEFI Prof <sup>a</sup> Antonia Ribeiro da Silva	88	41	103	129	105	139	138	132	224	381	203	288
CIEFI Prof <sup>a</sup> Edna Maria Nogueira	163	60	160	104	164	138	152	125	121	155	161	149
EMEF Antonia Antunes Arouca	148	148	21	254	25	110	84	100	9	97	86	113
EMEF Dr. Carlos Almeida Rodrigues	103	60	138	165	135	143	144	59	147	144	148	149
EMEF Prof <sup>o</sup> Alaor Xavier Junqueira	242	266	266	539	177	354	271	151	219	265	223	225
EMEF Prof <sup>o</sup> Antonio de Freitas Avelar	105	76	142	163	147	195	128	99	178	202	169	145
EMEF Prof <sup>o</sup> Jorge Passos	176	207	352	404	185	260	1	80	94	242	269	136
EMEF Prof <sup>o</sup> Euclides Ferreira	735	315	751	726	790	755	613	489	555	748	651	573
EMEF Prof <sup>o</sup> Luiz Ribeiro Muniz	207	24	151	254	321	337	211	216	216	28	135	170
EMEF Prof <sup>a</sup> Maria Aparecida de Carvalho	413	469	736	695	543	765	837	782	1325	1211	741	622
EMEF Prof <sup>a</sup> Maria Aparecida Uju	167	28	90	109	111	133	117	72	99	132	125	113
EMEF Prof <sup>a</sup> Maria Moraes de Oliveira	28	24	43	57	49	54	50	29	51	55	50	53
EMEI ItoeYoshimoto/ EMEF Prof <sup>a</sup> Maria Thereza de Souza Castro	172	52	162	197	151	170	179	75	195	161	261	195
EMEI João Freire de Oliveira/ EMEF Oswaldo Ferreira	163	112	176	182	351	262	171	29	158	130	161	213
EMEI YasutadaNasu/ EMEF Prof <sup>o</sup> Geraldo de Lima	170	127	147	80	244	178	217	86	124	194	203	192
EMEI/EMEF Benedito Inácio Soares	203	258	166	325	313	303	339	276	207	328	270	492
EMEI/EMEF Bernardo Ferreira Louzada	33	22	81	74	63	54	37	20	15	21	19	12
EMEI/EMEF Prof <sup>o</sup> João Batista Gardelin	33	32	79	124	98	90	82	38	85	119	98	87
EMEI/EMEF Prof <sup>o</sup> João Benedito Marcondes	217	158	237	246	145	164	155	84	137	133	146	187
EMEI/EMEF Prof <sup>o</sup> Lucio Jacinto dos Santos	49	29	73	94	86	87	79	26	90	123	92	83
EMEI/EMEF Prof <sup>a</sup> Aida Almeida Castro Grazioli	55	27	98	110	101	107	85	46	123	111	94	111

## ANEXO 2 - Custo total anual e valor unitário da água nos anos de 2013 a 2015.

Escola	2013		2014		2015	
	(R\$)	R\$/m <sup>3</sup>	(R\$)	R\$/m <sup>3</sup>	(R\$)	R\$/m <sup>3</sup>
CEI/EMEI Prof <sup>a</sup> . Aparecida Maria Pires de Meneses	65763,84	14,59	51880,34	14,87	43662,17	16,61
CEI/EMEI Prof <sup>a</sup> . Maria Carlita Saraiva Guedes	26192,34	7,16	19644,11	7,31	20168,04	8,33
CEI/EMEI Prof <sup>a</sup> Thereza YanesseSchimidt Cardoso	42837,31	14,24	43125,28	14,69	54664,55	16,82
CIEFI Prof <sup>o</sup> Ricardo LuquesSammarco Serra	32319,78	13,66	21108,98	14,24	15536,66	14,97
CIEFI Prof <sup>a</sup> Adolfina Leonor Soares dos Santos	31418,20	13,91	61687,88	15,08	27209,61	15,83
CIEFI Prof <sup>a</sup> Antonia Ribeiro da Silva	22572,50	13,57	48246,30	14,83	32988,81	16,74
CIEFI Prof <sup>a</sup> Edna Maria Nogueira	15016,48	6,99	15328,01	7,18	13079,01	7,92
EMEF Antonia Antunes Arouca	28520,79	13,87	23634,14	14,15	18025,16	15,08
EMEF Dr. Carlos Almeida Rodrigues	42224,91	14,20	38717,39	14,62	24309,26	15,84
EMEF Prof <sup>o</sup> Alaor Xavier Junqueira	23963,32	7,18	30170,42	10,79	44160,34	13,81
EMEF Prof <sup>o</sup> Antonio de Freitas Avelar	26429,47	15,15	32047,77	14,41	28163,96	16,10
EMEF Prof <sup>o</sup> Jorge Passos	14709,04	6,99	15522,41	7,18	19587,73	8,14
EMEF Prof <sup>o</sup> Euclides Ferreira	8938,17	6,91	53923,16	7,63	112226,69	14,57
EMEF Prof <sup>o</sup> Luiz Ribeiro Muniz	29245,18	13,43	34148,51	14,30	36859,51	16,24
EMEF Prof <sup>a</sup> Maria Aparecida de Carvalho	107769,49	14,65	117846,47	15,30	162674,38	17,80
EMEF Prof <sup>a</sup> Maria Aparecida Uju	25535,28	13,74	27621,25	14,22	19838,31	15,31
EMEF Prof <sup>a</sup> Maria Moraes de Oliveira	4715,59	5,93	7462,81	6,64	3351,67	6,17
EMEI ItoeYoshimoto/ EMEF Prof <sup>a</sup> Maria Thereza de Souza Castro	25788,69	13,75	27236,50	14,20	32054,58	16,27
EMEI João Freire de Oliveira/ EMEF Oswaldo Ferreira	32943,39	14,06	34232,00	14,49	33882,07	16,07
EMEI YasutadaNasu/ EMEF Prof <sup>o</sup> Geraldo de Lima	14526,17	6,95	23701,44	7,41	30835,65	15,72
EMEI/EMEF Benedito Inácio Soares	31764,03	13,96	39782,15	14,62	59080,17	16,98
EMEI/EMEF Bernardo Ferreira Louzada	6857,80	10,95	8088,91	12,80	5083,90	11,27
EMEI/EMEF Prof <sup>o</sup> João Batista Gardelin	19411,56	13,23	15700,78	13,32	14256,67	14,77
EMEI/EMEF Prof <sup>o</sup> João Benedito Marcondes	28106,42	13,81	29403,94	15,89	32001,82	15,93
EMEI/EMEF Prof <sup>o</sup> Lucio Jacinto dos Santos	24564,30	13,78	20509,15	13,84	13291,08	14,59
EMEI/EMEF Prof <sup>a</sup> Ainda Almeida Castro Grazioli	23244,38	13,59	22346,80	13,93	16068,28	15,05
Total	755378,43	12,28	863116,90	12,55	913060,08	15,06