

UNIVERSIDADE TIRADENTES – UNIT

LUCAS DE SOUZA RAMOS  
LUILTON FERREIRA VIRGULINO  
JÔNATA MACHADO DA SILVA

**REUSO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS**

ARACAJU

2018

LUCAS DE SOUZA RAMOS  
LUILTON FERREIRA VIRGULINO  
JÔNATA MACHADO DA SILVA

## **REUSO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Tiradentes como um dos pré-requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dsc. Marcela Hardman

ARACAJU

2018

LUCAS DE SOUZA RAMOS  
LUILTON FERREIRA VIRGULINO  
JÔNATA MACHADO DA SILVA

## REUSO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Civil da Universidade Tiradentes – UNIT, como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.  
Banda Examinadora

---

Profº. DSc. Marcela Hardman  
Orientadora - UNIT

---

Profº. DSc. Carlos Gustavo  
Examinador - UNIT

---

Eng. Filipe Smith

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar a Deus, pela vida, saúde e por todas as coisas e pessoas que tenho ao meu redor.

Aos nossos pais por sempre acreditarem em nós, por toda dedicação e empenho para nos proporcionar sempre o melhor, por tamanho apoio e encorajamento, sem dúvida são nossas melhores referências.

A nossa orientadora Marcela Hardaman que nos aconselhou para que nosso trabalho fosse concluído com sucesso.

A Universidade Tiradentes – UNIT e a todos os Professores que fizeram parte da nossa jornada pelo conhecimento, e que estavam sempre dispostos a nos ajudar.

Obrigado de coração a todos os envolvidos direta ou indiretamente nessa realização.

## RESUMO

Este trabalho apresenta um projeto para a construção de um reservatório de reuso e um orçamento detalhado com todos os seus componentes com o objetivo de analisar a viabilidade da implantação do sistema de aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis, reduzindo assim o consumo de água fornecida pelas companhias de saneamento, tendo como consequência a diminuição dos custos com o uso de água potável e também a conscientização da sociedade com relação ao aproveitamento dos recursos naturais, pois desta forma se economiza água que é um bem que tem se tornado escasso ultimamente, como também possibilitaria uma economia no ponto de vista financeiro. Para chegar nessa análise, foi realizado um estudo de caso com o intuito de ter uma economia do consumo de água na considerável na área verde (rega do jardim) no condomínio Aquarela, composto por 8 torres e localizado em Aracaju/SE. Inicialmente foi realizado um levantamento de dados do condomínio como a intensidade pluviométrica da cidade, avaliação da planta baixa e o consumo de água mensal estimado por conta do serviço da rega do jardim nas áreas verdes comuns, adotando-se o volume de água de chuva que pode ser aproveitado, juntamente com o dimensionamento do reservatório de 40 m<sup>3</sup>, onde após cheio, teria capacidade de armazenamento de 15 dias sem chuva. Após este estudo, foi orçado o custo total de implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial, resultando num valor global de R\$ 38.113, 24. Assim com base na economia mensal da água não potável das áreas comuns do condomínio gerada e no custo total de implantação do sistema, estima-se que o período de retorno do investimento é de 6 anos e 2 meses, além do racionamento de água potável para uma necessidade maior.

Palavras-chaves: Aproveitamento da água pluvial. Fins não potáveis. Levantamento orçamentário. Dimensionamento. Reuso.

## ABSTRACT

This work has the objective to present a project for the building of a reuse reservoir and a detailed budget with all its components in order to analyze the viability of the implantation of the rainwater harvesting system for non-potable purposes. This way, reducing the consumption of water supplied sanitation companies, resulting in lower costs with the use of drinking water and also the social awareness regarding the use of natural resources, as this saves water which is a good that has become scarce lately, as would also make it from the point of view an economic method. In order to result in this analysis, a case study was carried out with the purpose of having an economy of the water consumption in the considerable in the green area (watering of the garden) in the Aquarela Condominium, composed of 8 towers and located in Aracaju / SE. Initially, a survey of the condominium data was carried out, such as the city's rainfall intensity, the evaluation of the low plant, and the estimated monthly water consumption for the garden watering service in the common green areas, adopting the volume of rainwater that can be harnessed, along with the 40 m<sup>3</sup> reservoir design, where after full, would have storage capacity of 15 days without rain. After this study, the total cost of implementing the rainwater harvesting system was budgeted, resulting in R\$ 38.113, 24 (Real in Brazil). Based on the monthly non-potable water savings of the common areas of the condominium and the total cost system, it is estimated that the return period of the investment is 6 years and 2 months, in addition to the rationing of drinking water for a greater need.

Keywords: Rainwater Harvesting. Budgetary survey. Sizing. Reuse.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Setores consumidores de água .....	19
<b>Figura 2</b> – Sistema integrado de planejamento e gerenciamento .....	21
<b>Figura 3</b> – Esquema de drenagem urbana .....	24
<b>Figura 4</b> – Estragos provocados pelas fortes chuvas e precariedade do sistema de drenagem.....	26
<b>Figura 5</b> – As 4 vertentes do saneamento básico .....	28
<b>Figura 6</b> – Gráfico de consumo x perdas.....	29
<b>Figura 7</b> – Melhorias e vantagens no reuso da água .....	31
<b>Figura 8</b> - Amostradores de qualidade da água pluvial.....	34
<b>Figura 9</b> – Mapa dos bairros de Aracaju SE .....	36
<b>Figura 10</b> – Vista superior do condomínio .....	37
<b>Figura 11</b> - Localização da área estudada.....	38
<b>Figura 12</b> - Área de captação .....	40
<b>Figura 13</b> - Sistema de segurança do reservatório .....	41
<b>Figura 14</b> – Corte 1 .....	42
<b>Figura 15</b> – Corte 2 .....	42
<b>Figura 16</b> – Vista 3D do reservatório de reuso a ser implantado .....	43
<b>Figura 17</b> – Análise estrutural do reservatório de reuso a ser implantado .....	43

## LISTA DE TABELAS

<b>Quadro 1</b> – Distribuição dos países segundo níveis potenciais de disponibilidade hídrica .....	14
<b>Tabela 1</b> – Projeções para os usos múltiplos da água .....	17
<b>Quadro 2</b> – Situação dos indicadores de saneamento em Sergipe e no Nordeste	30
<b>Tabela 2</b> – Coeficiente de runoff .....	33
<b>Tabela 3</b> – Precipitação média mensal de Aracaju/SE .....	44
<b>Quadro 3</b> – Quantitativos de materiais .....	46
<b>Quadro 4</b> – Resumo dos materiais. ....	47
<b>Quadro 5</b> – Descrição e quantitativos .....	47
<b>Tabela 4</b> – Orçamento detalhado.....	49

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>1.1 Problema</b> .....	<b>12</b>
<b>1.2 Objetivos</b> .....	<b>12</b>
1.2.1 Objetivos gerais .....	12
1.2.2 Objetivos específicos .....	12
<b>1.3 Justificativa</b> .....	<b>13</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>14</b>
<b>2.1 Gestão dos recursos hídricos no mundo</b> .....	<b>14</b>
2.1.1 Recursos hídricos no Brasil.....	17
2.1.2 Recursos hídricos em Sergipe .....	20
<b>2.2 Precipitação</b> .....	<b>22</b>
2.2.1 Conceito .....	22
2.2.2 Precipitação máxima .....	23
<b>2.3 Drenagem urbana no Brasil</b> .....	<b>23</b>
2.3.1 Conceito.....	23
2.3.2 Problemas.....	24
<b>2.4 Saneamento básico no Brasil</b> .....	<b>26</b>
2.4.1 Conceitos .....	26
2.4.2 Problemas.....	28
2.4.3 Saneamento básico em Sergipe .....	29
<b>2.5 Reuso de água</b> .....	<b>30</b>
<b>2.6 O aproveitamento de água pluvial</b> .....	<b>32</b>
2.6.1 Coeficiente de runoff e fator de captação .....	32
<b>2.7 Ferramentas computacionais</b> .....	<b>35</b>
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>36</b>
<b>3.1 Características territoriais</b> .....	<b>36</b>
<b>3.2 Caracterização da área estudada</b> .....	<b>37</b>
<b>3.3 Levantamento de dados</b> .....	<b>38</b>

<b>3.4 Procedimentos e análise de dados.....</b>	<b>39</b>
<b>3.5 Projeto .....</b>	<b>41</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>45</b>
<b>4.1 O volume de água de chuva .....</b>	<b>45</b>
<b>4.2 Dimensionamento do reservatório pluvial .....</b>	<b>46</b>
<b>4.4 Orçamento .....</b>	<b>47</b>
<b>4.5 Análise de viabilidade econômica .....</b>	<b>48</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>51</b>
<b>6 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>52</b>
<b>7 ANEXO A.....</b>	<b>55</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O que mais chama atenção é o fato de que o crescimento urbano desorganizado provocou problemas em vários seguimentos especificamente no ponto de vista ambiental onde resultou efeitos globais significativos semelhantes as mudanças climáticas, o decrescimento dos recursos naturais, a poluição das águas, dos solos e do ar. Por conseguinte, entende-se que os impactos ambientais provocado pela ação descomposta de construções, crescimento da população e a escassez de planejamento urbano resultou problemas em todos os sentidos, especificamente em relação ao ambiente e uso adequado e consciente dos recursos naturais como a água.

Diante disto, atualmente, cada vez mais são observadas iniciativas no sentido da adoção de práticas e métodos construtivos que proporcione a maior sustentabilidade no campo da construção civil, preocupados com o impacto ambiental e com a consequência do ambiente edificado no futuro do planeta. Desta forma, diante dessa realidade algumas alternativas viáveis principalmente em relação a utilização apropriada da água tem sido uma solução para contornar os desperdícios e criar recursos possíveis para o reuso de águas pluviais no ambiente urbano.

Bem como o procedimento de reuso da água demonstra inúmeros benefícios além de aumentar o fornecimento de água, tendo como, por exemplo: melhora a produção agrícola devido aos nutrientes presentes na água, reduz o consumo de energia associado à produção, tratamento e distribuição de água potável, como também reduz o aporte de nutrientes nos corpos receptores devido ao reuso de efluentes tratados.

No momento atual o reuso é uma alternativa que não pode ser rejeitada, diante da realidade é essencial a criação de mecanismos econômicos de captação e tratamento da água pluvial para atender a demanda na área urbana, não agravando o custo e ainda beneficiando a população a conscientizar-se sobre a importância da utilização correta da água, evitando estragos ao meio ambiente e amenizando os problemas referente a drenagem urbana que piora principalmente com o aparecimento das chuvas, devido à ausência de um planejamento de saneamento satisfatório para impedir que as enchentes provoque danos irreversíveis ao ambiente urbano.

## **1.1 Problema**

A propósito destas afirmações, a pouquidade de técnicas específicas para o desenvolvimento de ferramentas do reuso da água não potável ainda é presente no Brasil, devido à ausência de regulamentação legal exclusiva para o desenvolvimento de técnicas eficazes para que os profissionais de engenharia possam utilizar no intuito de reduzir os problemas provenientes dos desperdícios, ou seja, no momento em que os projetos são dirigido para equacionar os efeitos da água em excesso na rega do jardim e, enquanto reusada ocorre uma diminuição dos obstáculos relacionados ao saneamento básico e logicamente acontece uma decréscimo do consumo excessivo da água potável, pois o reuso proporciona uma redução no consumo. Então, o estudo tenta responder, uma vez que, o reuso das águas pluviais para fins não potáveis ainda é pouco aproveitado no meio urbano, mesmo sendo economicamente viável.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivos gerais**

O objetivo geral deste trabalho é identificar a viabilidade da inserção de um sistema de captação de águas pluviais, para a utilização em fins não potáveis, seu tempo de retorno e o quanto o condomínio economizaria utilizando água pluvial captada.

### **1.2.2 Objetivo específicos**

- Analisar o custo/benefício utilizando esse reservatório;
- Caracterizar possíveis problemas com a qualidade da água pluvial;
- Demonstrar a importância e o potencial do reuso de água não potável;
- Avaliar qual dos dois sistemas, ou se ambos ao mesmo tempo proporcionaria maior economia de água;
- Levantar o índice pluviométrico de Aracaju.

### **1.3 Justificativa**

No que diz respeito a este trabalho está em tornar compreensível os benefícios propiciados pelo reuso das águas pluviais para fins não potáveis, as dificuldades em introduzir projetos nas áreas urbanas através desse recurso e orçamento aprofundado com todos os seus componentes descrito, pois ainda são técnicas pouco utilizadas, devido à ausência de normas próprias regulamentadora desse sistema, eficaz no processo de evitar desperdício da água e também reduzir os riscos oriundo das chuvas que causa problemas sérios relacionados a drenagem urbana.

Além disso, esse estudo torna-se fundamental para que a sociedade brasileira em companhia com os profissionais de engenharia e estudantes tenha conhecimento dos obstáculos dessa temática e também sirva de alerta sobre a importância do consumo consciente da água e como seu reuso pode ser empregado em vários seguimentos, desde que sejam tomadas medidas de segurança para o uso, de responsabilidade a todos os cidadãos do reuso consciente da água e aos profissionais o desenvolvimento de projetos competentes neste aspecto, para que num futuro próximo o reuso das águas pluviais seja uma realidade desempenhada em todas as cidades brasileiras.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Gestão dos recursos hídricos no mundo

É de conhecimento geral que a água é fundamental a vida e todos os organismos vivos no planeta Terra, necessitam da água para sua permanência. O planeta Terra, onde é o exclusivo do sistema solar que tem água nos três estados (sólido, líquido e gasoso), e alterações de estado físico da água no ciclo hidrológico são essenciais e induzem os procedimentos biogeoquímicos nos ecossistemas terrestres e aquáticos. Apenas 3% da água do planeta está livre como água doce. Destes 3%, cerca de 75% estão congelados nas calotas polares, em estado sólido, 10% estão presos nos aquíferos. Com isso, os recursos hídricos no estado líquido estão disponíveis, aproximadamente, 15% destes 3% (TUNDISI, 2003).

Os potenciais têm sua divisão continental correspondentes às evacuações de água nos rios e às quantidades per capita ao longo de um ano médio, sofre a influência do contingente populacional. Apesar de que a Ásia seja relativamente a região com descarga superior de água doce, seus habitantes colocam das menores taxas, enquanto a Austrália/Oceania, com as menores competências, assim proporcionam maiores disponibilidades per capita. De que modo a distribuição por país, os habitantes das nações da América do Sul são no que se refere à os mais numerosos em água doce, em contrapartida os dos países do Norte da África, em condições relativas, são os mais pobres. Na Quadro 1 apresenta-se a distribuição dos países segundo níveis potenciais de disponibilidade hídrica e de uso para o ano de 2000 (m<sup>3</sup>/hab/ano) (ROCHA, ASSIS, et al., 2011).

Quadro 1 - Distribuição dos países segundo níveis potenciais de disponibilidade hídrica.

Potenciais de níveis de uso	Muito pobre <500	Pobre 500 – 1.000	Regular 1.000 – 2.000	Suficiente 2.000 – 10.000	Rico 10.000 – 100.000	Muito rico <100.000
<b>Muito baixo &lt;100</b>	Bahamas; Malta; Cingapura	Quênia	Burkina Faso; Etiópia	Costa de Marfim; Gana; Nigéria; Tanzânia	Angola; Camarões; Chade; Congo; Indonésia; Vietnã; Zaire	Gabão; Papua

Potenciais de níveis de uso	Muito pobre <500	Pobre 500 – 1.000	Regular 1.000 – 2.000	Suficiente 2.000 – 10.000	Rico 10.000 – 100.000	Muito rico <100.000
<b>Baixo 100 – 500</b>	Argélia; E. Árabes; Gaza; Iemem; Israel; Jordânia; Quatar; Tunísia	Cabo Verde	África do Sul; Haiti; Líbano; Marrocos; Omã; Polônia; R. Tcheca; Senegal; Somália; Zimbábue	Belarus; China	Áustria; Bangladesh; Bolívia; <b>BRASIL</b> ; Colômbia; Mali; Suécia; Venezuela	Guiana; Francesa; Islândia
<b>Moderado 500 – 1.000</b>	Arábia Saudita; Líbia		Bélgica; Chipre; Ucrânia	Alemanha; Cuba; Espanha; França; Holanda; Índia; Itália; Japão; México; Peru; Síria; Sudão; Suíça; Reino Unido; Turquia		
<b>Alto 1.000 – 2.000</b>		Egito		Afeganistão; Bulgária; EUA; Filipinas	Argentina; Austrália; Canadá; Chile; Madagascar	
<b>Muito alto &gt;2.000</b>		EUA (baixo Colorado)		Azerbaijão; Cazaquistão Iraque; Osbequistão	Turquistão; EUA (Colorado)	Sibéria (Rússia); Suriname

Fonte: IHP/Unesco, 1991.

Assim sendo o ordenamento das procuras de água no mundo mostra que aparentemente o fator principal é o grau de desenvolvimento obtido pela população de cada país ou a dimensão das atividades de irrigação. Logo, a análise de cinquenta países revela a tendência da diminuição das taxas de despesas a partir de certo nível de riqueza.

Visto que a observação dada é que, uma vez que for estipulado o nível de desenvolvimento, buscam-se possibilidades de otimização e eficiência que levam a decadência do consumo de água (ROCHA, ASSIS, et al., 2011).

Os recursos hídricos são riquezas de importante valor para a melhoria do bem-estar de uma sociedade. A água é bem de consumo final ou mediano na quase totalidade das atividades humanas. Com o prolongamento da intensidade e diversidade desses usos ocorrem confrontos entre utentes. Uma forma eficaz de evitar e conduzir estes confrontos é a gestão incluída do uso, controle e conservação dos recursos hídricos.

Isto abrange a consideração de uma grande variedade de objetivos (econômicos, ambientes, sociais, etc.), usos (irrigação, geração de energia, abastecimento, etc.) e possibilidades. Deste quadro, a elaboração dos recursos hídricos aparece como uma atividade melindrosa, que envolve grande número de parâmetros e que deve ser posto por grupos multi e interdisciplinares (LANNA, 2002).

A gestão de recursos hídricos relaciona-se ao agrupamento de métodos através dos quais propõe-se equacionar e determinar as questões de insuficiência relativa dos recursos hídricos; assim, entende-se ações formadas de planejamento e administração. O delineamento de recursos hídricos objetiva classificar a probabilidade, as demandas e disponibilidades desses recursos e designá-los entre múltiplos usos e usuários, de forma a atingir os maiores proveitos econômicos e sociais, com os mais baixos impactos ambientais e dentro de um quadro de sustentabilidade. Logo, a administração de recursos hídricos é um agrupamento de ações necessárias para tornar concreto o que foi planejado, com as devidas estruturas técnicos, jurídicos e administrativos (NAGHETTINI, 1999).

Já seu uso múltiplo dos recursos hídricos, inicialmente, as disponibilidades de água podem ser aproveitadas para o adicionamento de demandas específicas através de projetos que propendam ao atendimento de uma única finalidade. Por exemplo, o abastecimento doméstico ou irrigação (LANNA, 2002).

São infinitos setores que usam dos recursos hídricos como matéria-prima básica para suas atividades. Há, no entanto, uma dedicação governamental para que os parâmetros e normas setoriais sejam firmes com a legislação de recursos hídricos, de forma a aprovar o disciplinamento desses diversos usos (KRAUSE, RODRIGUES, 1998).

A Tabela 2 mostra as projeções para os usos múltiplos da água retiradas para usos diversos até 2015 (TUNDISI, 2003).

Tabela 1 – Projeções para os usos múltiplos da água.

<b>Setor</b>	<b>2015 (sem reuso industrial km<sup>3</sup>/ano)</b>	<b>2015 (com reuso industrial km<sup>3</sup>/ano)</b>
<i>Doméstico</i>	890	890
<i>Industrial</i>	4.100	1.145
<i>Agricultura</i>	5.850	5.850
<b>Total</b>	<b>10.884</b>	<b>7.885</b>

Pode-se afirmar que, em razão das diretrizes para elaboração dos planos de recursos hídricos, assim efetivamente uma gestão das águas é preciso estabelecer uma interdependência entre os PRH' (Plano de Recursos Hídricos) e demais políticas setoriais. Além de que, a gestão habituada de recursos hídricos dá a entender a articulação e aproximação com outras áreas como: planejamento, uso e ocupação de solo; gestão ambiental; sistemas estuarinos e zonas costeiras; e políticas ligadas aos setores usuários (energia, transporte, saneamento, agricultura, indústria, desenvolvimento, etc.). Dessa forma, a gestão introduzida das águas deve ser ajustada as diversidades físicas, bióticas, demográficas, sociais culturais das diversas regiões, e jamais deve desligar os aspectos de quantidade e qualidade das águas (ANA, 2013).

### 2.1.1 Recurso hídricos no Brasil

Atualmente observa-se, que o Brasil tem posição favorecida no mundo, em relação ao o que está disponível de recursos hídricos. A vazão média anual dos rios em território brasileiro é de cerca de 180 mil metros cúbicos por segundo (m<sup>3</sup>/s) e, se comparar, tal volume de água é equivalente a capacidade somada, de incrivelmente, 72 piscinas olímpicas fluindo a cada segundo. Este valor equivale a aproximadamente 12% da disponibilidade mundial de recursos hídricos, que é de 1,5 milhões de m<sup>3</sup>/s. Se forem levadas em conta as vazões derivadas do território estrangeiro e que adentram no país

(Amazônica, 86.321 mil m<sup>3</sup>/s; Uruguai, 878 m<sup>3</sup>/s e Paraguai, 595 m<sup>3</sup>/s), a vazão média total alcança valores da ordem de 267 mil m<sup>3</sup>/s, isto é, cerca de 18% da disponibilidade mundial (MMA, ANA, 2007).

Em suma o território brasileiro é composto de três grandes bacias e de dois complexos de bacias hidrográficas. As três bacias são: a do rio Amazonas, a do rio Tocantins e a do São Francisco, e os dois complexos de Bacias são o do Prata e do Atlântico. Logo, o complexo da Bacia do Prata é composto de três bacias: Alto Paraguai, Paraná e Uruguai e o complexo atlântico é subdividido nos próximos complexos: Atlântico Norte, Atlântico Nordeste, Atlântico Leste 1, Atlântico Leste 2 e sudeste.

A princípio a produção hídrica entendida, em território brasileiro, tem escoamento anual afluyente ao Oceano Atlântico de 168.790 m<sup>3</sup>/s. Assim também em consideração a vazão instituída na área da bacia Amazônica que localiza-se em território estrangeiro, estimada em 89.000 m<sup>3</sup>/s. Enfim, a disponibilidade hídrica total do País atinge 257.790 m<sup>3</sup>/s (KRAUSE, RODRIGUES, 1998).

É oportuno lembrar que os termos de distribuição per capita, a vazão média de água no Brasil é de aproximadamente 33 mil metros cúbicos por habitante por ano, este volume é 19 vezes superior ao piso estabelecido pela ONU, de 1.700 m<sup>3</sup>/hab./ano, abaixo do qual um país é considerado em situação de estresse hídrico. Do mesmo modo, nem toda a vazão média dos rios está de fato disponível ao longo de todo o ano, o que faz com que o cálculo da disponibilidade hídrica efetiva no Brasil seja menor: cerca de 92 mil m<sup>3</sup>/s. Visto que, tal volume de recursos hídricos é bastante para atender cerca de 57 vezes a demanda atual do País e poderia abastecer, a incrivelmente, uma população de até 32 bilhões de pessoas, quase cinco vezes a população mundial (MMA, ANA, 2007).

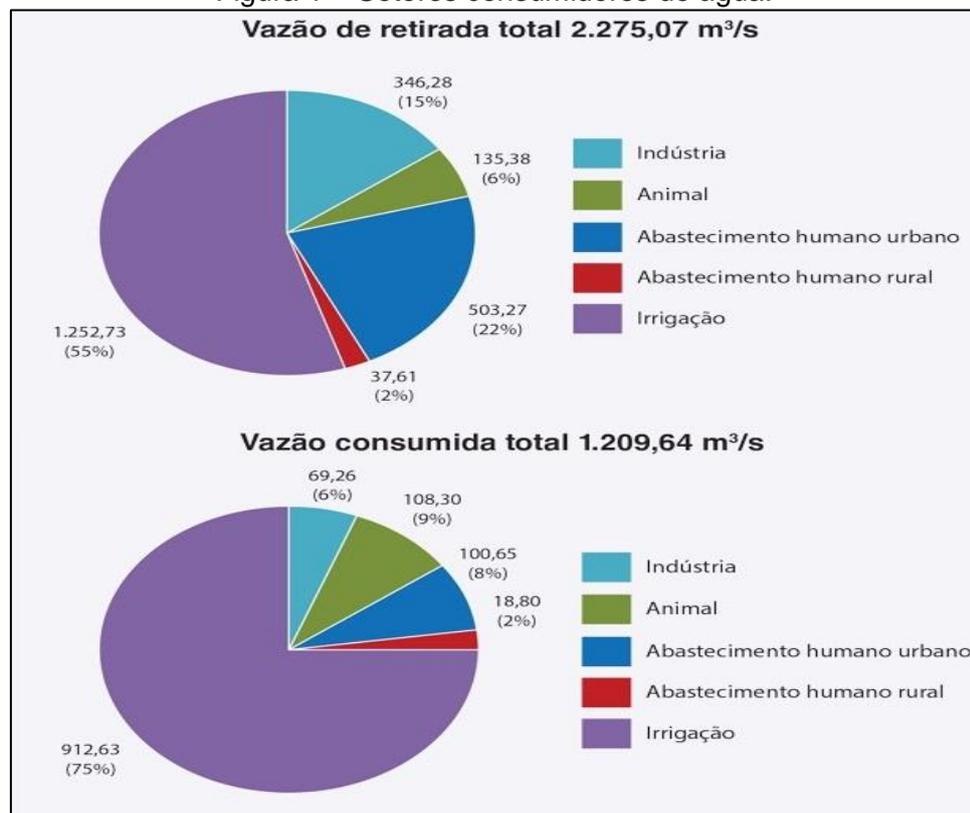
Em adição há muito que se fazer para implementação e melhoria da gestão em recursos hídricos. Mesmo com o aporte da lei federal 9.433/97, existem vários Estados Federativos sem legislação Estadual, em vista disso, sem a utilização dos instrumentos de gestão previsto em lei. Logo, ainda há municípios que nunca emitiram nenhuma licença para uso de água, ou melhor, desconhecem por completo a realidade dos seus recursos hídricos.

Ademais, esta realidade é um ponto fraco da gestão das águas no Brasil. A falta de todos os instrumentos de gestão dos recursos hídricos é bem transparente na maioria dos Estados brasileiros.

Em princípio todos os instrumentos de gestão, a cobrança pelo uso da água é o início da sustentabilidade da bacia hidrográfica, uma vez que ela garante a atribuição de recursos fundamentais para serem utilizados no encolhimento dos passivos da própria bacia hidrográfica, assim como na preservação do uso consciente da água e com maior consciência com o ambiente (SILVA, 2015).

Em virtude do que foi mencionado, no Brasil, os usos múltiplos dos recursos hídricos são variados e a sua potência está relacionada com o desenvolvimento social, agrícola e industrial das 12 regiões hidrográficas. Assim como está associada com a densidade populacional e o grau de urbanização. Ampliam-se, deste modo, os usos múltiplos de recursos hídricos baseiam-se de águas superficiais e subterrâneas. Na época atual a população urbana do Brasil representa 84% do total de acordo com o IBGE de 2010, o que constitui grandes pressões sobre as águas superficiais e subterrâneas. Como pode ser visto na Figura 1 abaixo, dos setores consumidores de água (MMA, ANA, 2007).

Figura 1 – Setores consumidores de água.



Fonte: ANA, 2016.

### **2.1.2 Recursos hídricos em Sergipe**

Então, nota-se que apesar da importância planejada para o desenvolvimento e da manutenção da qualidade de vida da maior parte da população sergipana, a Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe retrata um variado conjunto de problemas hídricos, por exemplo, o déficit hídrico, conflito pelo uso, corpos receptores de efluentes, baixa qualidade da água, assoreamento, erosão, redução da mata ciliar e outros. E somado com os ambientais, como: desmatamento, uso indiscriminado de agrotóxicos, ocupações indevidas, falta de saneamento básico, lixões setoriais e dentre outros. Nesse processo com a pressão legal e social para o eventual desses problemas, o desenvolvimento urbano e socioeconômico mostrado nas últimas décadas, sem o adequado e o fundamental planejamento em toda área da bacia hidrográfica, nesse sentido tem contribuído substancialmente para o progresso desses problemas (SILVA, 2015).

Anteriormente, com início da década de 90, os estados brasileiros começaram a debater e fundamentar suas respectivas estruturas jurídicas legais sobre recursos hídricos e a organizar suas políticas para o setor, tendo como conceitos básicos o gerenciamento por bacia hidrográfica, a água como bem econômico, o desequilíbrio, a inclusão e a participação dos usuários no processo de gestão de recursos hídricos.

Outro aspecto importante, a implantação do mecanismo de convivência entre os usuários da água e a sociedade em geral, em Sergipe ocasionou na Lei nº 3.870, de 25 de setembro de 1997, em seguida instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos, e originou o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos e o Fundo Estadual de Recursos Hídricos, assim determinando como questões importantes os cinco instrumentos espelha o atual estado da arte de setor em todo o mundo, assim sendo os países que já aderiram lideraram uma verdadeira mudança no planejamento e gestão dos recursos hídricos, com isso, melhorando consideravelmente o funcionamento do setor, no decorrer, a contar cada vez mais com água na questão de quantidade e qualidade, participando e resolvendo os sérios conflitos presentes entre os usuários competidores e assegurando um desenvolvimento sustentável.

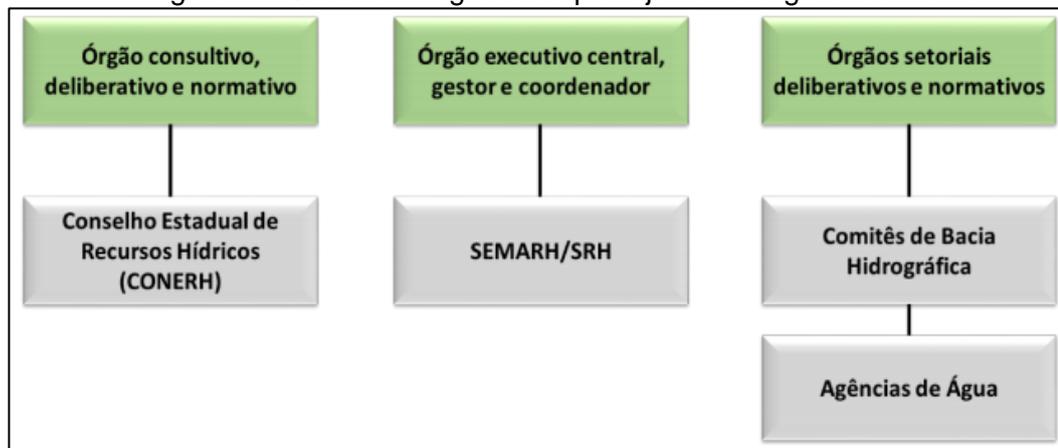
Do mesmo modo esses instrumentos, são: o Plano Estadual de Recursos Hídricos, o Enquadramento dos Corpos de Água em classe de uso, o Fundo Estadual de Recursos Hídricos, a Outorga de Direito de uso dos Recursos Hídricos, a Cobrança pelo uso da água e o Sistema Estadual de Recursos Hídricos (GÓIS, ROCHA, 2006).

Juntamente com as possíveis estratégias de apoio à organização social para a gestão participativa dos recursos hídricos, são destacados os canais intermediários de interlocução, por exemplo, os Conselhos Gestores de Sistemas Hídricos, que são as barragens, adutoras, rios, lagoas, dentre outros. Tem também as Comissões Municipais de Gestão de Recursos Hídricos, Conselhos de Representantes, Associações ou Consórcios por micro bacia, espaço do rio ou conjunto de municípios (MELO, 2002).

Dessa forma, por todos esses aspectos, na atual estrutura institucional a gestão de recursos hídricos de Sergipe engloba a Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH), através de sua Superintendência de Recursos Hídricos (SRH), bem como também com o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CONERH), somado os Comitês de Bacia Hidrográfica e as Agências de Água.

Apresenta-se na Figura 2 o sistema integrado de planejamento e gerenciamento de recursos hídricos (ANA, 2017).

Figura 2 – Sistema integrado de planejamento e gerenciamento.



Fonte: Lei estadual nº 8.446, de 28 de dezembro 2007.

## **2.2 Precipitação**

### **2.2.1 Conceitos**

É de conhecimento geral que, a precipitação é considerada em hidrologia como toda água proveniente do meio atmosférico que chega a superfície terrestre. Neblina, chuva, granizo, saraiva, orvalho, geada e neve são formas diferentes de precipitações. Logo, o que diferencia essas formas de precipitações é o estado em que a água se encontra.

Do mesmo modo a disponibilidade de precipitações numa bacia no decorrer do ano é fator definitivo para quantificar, e assim por diante, a necessidade de irrigação de culturas e o abastecimento de água familiar e industrial. Apesar de que, a determinação da intensidade da precipitação é relevante para o controle de inundação e a erosão do solo. Por conseguinte, sua capacidade para gerar escoamento, a chuva é o tipo de precipitação mais valioso para a biologia (BERTONI, TUCCI, 2002).

Ao examinar a frequência de series mensais e anuais, verifica-se que a precipitação é um processo aleatório. Assim como, a previsão determinística deste método, exclusivamente, pode ser realizada com antecedência de poucos dias, entretanto com margem de erro significativa.

Ademais, as previsões de médio prazo são limitadas quanto a quantidade e tempo de ocorrência. A sua previsão, na maioria dos problemas, é realizada com base na estatística de eventos passados.

Partindo da ideia, na prática, o conhecimento estatístico das precipitações apresenta interesse de ordem técnica por sua constante aplicação nos projetos relacionados ao aproveitamento de recurso hídricos. Juntamente com os estudos estatísticos permitem aferir com que frequência as precipitações ocorrem com uma dada importância, assim estimando as probabilidades teóricas de ocorrência das mesmas (BERTONI, TUCCI, 2002).

## **2.2.2 Precipitação máxima**

Tais constatações, a precipitações máximas são efetivamente retratadas pontualmente pelas curvas de intensidade, duração e frequência (i-d-f) e por meio da Precipitação Máxima Provável.

Levando-se em consideração esses aspectos, a primeira relaciona a duração, a intensidade e o risco de a precipitação ser igualda ou superada. A Precipitação Máxima Provável é estabelecida segundo WMO (1973) por “PMP é a maior coluna pluviométrica, equivalente a uma dada extensão, fisicamente capaz de ocorrer sobre uma dada área de drenagem em uma dada época do ano”. Este último método é mais utilizado para grandes obras onde o risco de rompimento deve ser mínimo. Por todos, esses aspectos são os métodos especificados caracterizam a precipitação máxima pontual, contudo as características de sua distribuição temporal (hietograma) e espacial são significativas para a caracterização da vazão na bacia (BERTONI, TUCCI, 2002).

## **2.3 Drenagem urbana no Brasil**

### **2.3.1 Conceitos**

Segundo o COMITÊ PARDO (2004), drenagem urbana é o conjunto de medidas que tenham como objetivo minimizar os riscos que a população está sujeita, diminuir os prejuízos causados por inundações e possibilitar o desenvolvimento urbano de forma harmônica, articulada e sustentável. Ou seja, a drenagem nada mais é do que o gerenciamento da água da chuva que escoar no meio urbano.

Ainda segundo o COMITÊ PARDO (2004), a visão antiga da drenagem urbana tinha como princípios: remover as águas pluviais para jusante executar projetos e obras, como medida estrutural para resolver os problemas e a base de análise era somente econômica. Já a visão moderna busca a compreensão integrada do meio ambiente: social, legal, institucional e tecnológica, visando resolver os problemas gerenciais através de componentes políticos.

Como destaca Botelho (1998), os sistemas de drenagem pluvial devem ser dimensionados com base na máxima “pegar e largar depressa”, ou seja, recolher as águas da chuva e conduzi-las rapidamente para jusante. Em uma visão simplista, o problema é apenas de calcular vazões e dimensionar os condutos e galerias para transportá-las.

Figura 3 : Esquema de Drenagem Urbana.



Fonte: JORCY AGUIAR, 2017.

### 2.3.2 Problemas

Conforme SOUZA (2013), os sistemas de drenagem urbana no Brasil ainda seguem um padrão baseado apenas em eficiência hidráulica de condutos, apesar de já haver um reconhecimento de que este tipo de abordagem não resolve os problemas no longo prazo; é apenas uma ação pontual e que age sobre os efeitos. Desta forma, os sistemas de drenagem continuam sendo concebidos, dimensionados e projetados para falhar.

De acordo com o COMITÉ PARDO (2004), o aumento da população, principalmente em polos regionais de crescimento e a expansão irregular da periferia tem produzido impactos significativos na infraestrutura de recursos hídricos. E um dos principais impactos que tem ocorrido na drenagem urbana é a forma de aumento da frequência e magnitude das inundações e conseqüentemente a degradação ambiental.

Ainda segundo SOUZA (2013), apesar de haver grande avanço acadêmico no desenvolvimento de técnicas e abordagens mais integradoras, com foco na bacia hidrográfica e nos impactos da urbanização sobre os processos naturais, ainda não houve apropriação desse conhecimento na prática dos técnicos municipais e tomadores de decisão. Observa-se que as incertezas nos parâmetros utilizados em projeto e modelagem ainda são grandes e os manuais utilizados estão defasados, com ausência de metodologias e parâmetros simples para utilização das novas técnicas e abordagens de drenagem urbana e manejo de águas pluviais.

Conforme apresentado por Borsagli (2011), em uma análise da cartografia histórica de Belo Horizonte, os córregos vão sendo excluídos da paisagem progressivamente. O córrego Leitão, por exemplo, que cruza o centro da cidade, passou por várias etapas – retificação, canalização, ampliação, recobrimento, tendo sido canalizado em seção aberta, no final dos anos 1920, e nos anos 1970, em seção fechada. Apesar de as obras de canalização e ampliação terem o objetivo de resolver problemas de alagamentos do córrego, os anos 1990 e 2000 foram marcados pelo retorno dos alagamentos.

Figura 4: Estragos provocados pelas fortes chuvas e precariedade do sistema de drenagem.



Fonte: PORTAL G1, 2011.

A prática de engenharia e a própria sociedade, ainda, pouco questionam a possibilidade de gestão da demanda. Para discutir os mesmos exemplos, no transporte público, a gestão da demanda por vias pode significar uma mudança de modais de transporte, com estímulo a alternativas coletivas (eficientes e de boa qualidade), o uso de ciclovias etc.; no abastecimento de água, a redução de perdas, a racionalização de consumo, o reúso de água, a reciclagem de água, o uso de fontes não convencionais (águas de chuva), entre outras. Na drenagem urbana e manejo de águas pluviais, para já inserir na discussão a terminologia apresentada na Lei do Saneamento (BRASIL, 2007), a gestão da demanda significa a compensação dos efeitos da urbanização sobre o ciclo hidrológico.

## **2.4 Saneamento básico no Brasil**

### **2.4.1 Conceitos**

Segundo a Lei nº 11.445/2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, pode-se definir o mesmo como um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e

manejo de águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas.

Ainda conforme a Lei nº 11.445/2007, os serviços precisam ser prestados com base em alguns princípios fundamentais como a universalização do acesso, a sua integralidade, compreendida como o conjunto de todas as atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento básico, propiciando à população o acesso a conformidade de suas necessidades; abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente; disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes; adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades local e regional; articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e sua erradicação; eficiência e sustentabilidade; utilização de tecnologias apropriadas; transparência das ações; controle social; segurança, qualidade e regularidade.

Por fim, podemos citar que a prestação de serviço público de saneamento básico observará plano que, que poderá ser específico para cada serviço, o qual abrangerá, no mínimo diagnóstico da situação e de seus impactos nas condições de vida, utilizando sistema de indicadores sanitários, epidemiológicos, ambientais e socioeconômicos e apontando as causas das deficiências detectadas; objetivos e metas de curto, médio e longo prazos para a universalização, admitidas soluções graduais e progressivas, observando a compatibilidade com os demais planos setoriais; programas, projetos e ações necessárias para atingir os objetivos e as metas, de modo compatível com os respectivos planos plurianuais e com outros planos governamentais correlatos, identificando possíveis fontes de financiamento; ações para emergência e contingências e mecanismos e procedimentos para avaliação sistemática da eficiência e eficácia das ações programadas. (LEI 11.445/2007).

Figura 5: As 4 vertentes do Saneamento Básico.



Fonte: SANESB, 2017.

#### 2.4.2 Problemas

O plano de Saneamento Básico foi criado com o propósito de resolver os problemas existentes das suas 4 vertentes. Conforme o TRATA BRASIL (2016) os setores afetados pela falta de Saneamento são o de preservação, turismo, trabalho, saúde, educação e cidadania.

Especificando alguns setores, pode-se afirmar, por exemplo, que na preservação, 3.500 piscinas olímpicas de esgotos são despejadas em rios, mares e cursos d'água, apenas pelas 100 maiores cidades brasileiras; no turismo, espera-se ganhos de renda do turismo devidos à universalização do saneamento atinjam em média R\$ 1,2 bilhão por ano no período de 2015 a 2035; no trabalho, se houvesse saneamento básico adequado em todas as áreas urbanas do país poderiam ser quase 7 milhões de pessoas ocupadas no setor; na saúde, cada R\$ 1,00 investido em saneamento gera economia de R\$ 4,00 na saúde. (TRATA BRASIL, 2017).

De acordo SNIS (2016) alguns dados sobre o saneamento básico no Brasil são alarmantes, como por exemplo, na vertente de água, a cada 100 litros de água coletados e tratados, em média, apenas 63 litros são consumidos, ou seja, 37% da água no Brasil é perdida, seja com vazamentos, roubos e ligações clandestinas, falta de medição ou medições incorretas de consumo de água, resultando no prejuízo de R\$ 8 bilhões e tendo esse volume de água perdido por ano capacidade de encher

seis sistemas Cantareira. Outro problema importante a ser citado é que mais de 35 milhões de brasileiros não tem acesso a este serviço básico.

Figura 6: Gráfico de Consumo X Perdas



Fonte: TRATA BRASIL, 2017.

### 2.4.3 Saneamento básico em Sergipe

Em Sergipe, o Saneamento Básico mantém os mesmos problemas indicados no tópico anterior. Segundo o SNIS (2015), dados mostram que se comparado ao Nordeste, Sergipe tem alguns índices mais favoráveis e alguns mais desfavoráveis. A parte de Abastecimento de água tem resultados mais eficientes, porém quando se fala de esgoto, o cenário muda e Sergipe tem índices piores que a sua região. O Quadro 2 abaixo indica os comparativos dos dados estudados pelo SNIS e mostra também que em qualquer um dos locais analisados, fica muito aquém do que se espera para resolução dos problemas de Saneamento Básico.

Quadro 2: Situação dos Indicadores de Saneamento em Sergipe e no Nordeste.

<b>INDICADORES</b>	<b>SERGIPE</b>	<b>NORDESTE</b>
Número de municípios do Estado/Região	75	1794
Índice de atendimento total de água percentual (IN055)	84,29	73,35
Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água percentual (IN056)	18,38	24,68
Índice de esgoto tratado referido à água consumida percentual IN046	24,66	32,11
Municípios que declararam ter o PMSB no Panorama	32	184
% de Municípios do Estado que declararam ter o PMSB	43%	10%

Fonte: SNIS, 2015.

## 2.5 Reuso de água

Antes de tudo parece importante resgatas, a disponibilidade de água doce na Terra excede, em bastante, a procura dos seres humanos. Logo, grandes populações vivem em áreas que recebem excessivas precipitações pluviométricas, no mesmo momento que outras vivem em regiões semiáridas ou mesmo áridas.

Em relação a deficiência dos recursos hídricos o homem primordial não fixava moradia e deslocava-se constantemente, sob tal enfoque numa permanentemente procura de locais com uma pressentida abundância de água. Pois essas movimentações se tornaram cada vez mais dificultoso em razão do crescimento das populações, surgindo a obrigação das comunidades impor disciplina e a racionalizar o uso da água (FILHO, MANCUSO, 2003).

Além disso a técnica do reuso da água não foge à regra. Apesar de que, ela seja, progressivamente, declarada como uma das escolhas mais inteligentes para a racionalização dos recursos hídricos, logo, depende do consentimento popular, aceitação mercadológica e vontade política para, efetivamente, implementar como tecnologia sistemática.

Some-se a isto em suas várias formas de aplicabilidade, revela-se uma técnica segura e confiável, trazendo investimentos que tendem a ser gradativamente menores e que, por esse motivo, impulsionam uma pratica cada vez mais acessível.

Ainda convém lembrar que a tecnologia do reuso pode ser considerada como uma forma de reaproveitamento de água servida que engloba desde a simples recirculação de água de enxágue da máquina de lavar roupas, com ou sem tratamento aos vasos sanitários, inclusive uma retirada em elevado grau de poluentes para lavagens de carros, regar o jardim ou outras finalidades mais específicas (COSTA, 2010).

Na Figura 7 abaixo apresenta-se dois fatores importantes no reuso da água, que são: melhorias e vantagens.

Figura 7 – Melhorias e vantagens no reuso da água.

Melhorias	Vantagens	
Minimização da descarga de esgoto nos corpos hídricos;	Propicia o uso sustentável dos recursos hídricos;	Possibilita a economia de dispêndios com fertilizantes e matéria orgânica;
Preservação dos recursos subterrâneos;	Minimiza a poluição hídrica nos mananciais;	Provoca aumento da produtividade agrícola;
Preservação do solo, com acúmulo de húmus e aumento da resistência à erosão;	Estimula o uso racional de águas de boa qualidade;	Gera aumento da produção de alimentos; e
Aumento da produção de alimentos (irrigação agrícola), elevando os níveis de saúde, qualidade de vida e de condições sociais.	Permite evitar a tendência de erosão do solo e controlar processos de desertificação, por meio da irrigação e fertilização de cinturões verdes;	Permite maximizar a infraestrutura de abastecimento de água e tratamento de esgotos pela utilização múltipla da água aduzida.

Fonte: Hespanhol (1999) e Bernardi (2003), adaptado.

Do mesmo modo, de maneira geral, o reuso da água pode acontecer de forma direta ou indireta, por meio de operações programadas ou não.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (1973), tem-se:

- Reuso indireto: acontece no momento em que a água já utilizada, uma ou mais vezes para uso doméstico ou industrial, é liberada nas águas superficiais ou subterrâneas e reutilizada a jusante, de maneira diluída;
- Reuso direto: Por outro lado, é o uso programado e propositado de esgotos tratados para certas finalidades como irrigação, uso industrial, recarga de aquífero e água potável;
- Reciclagem interna: Em princípio é o reuso da água no interior das instalações industriais, visando unicamente como objetivo a economia de água e o controle da poluição (FILHO, MANCUSO, 2003).

No que diz respeito aos usos urbanos não potáveis, pode-se concluir, que envolvem riscos menores e devem ser vistos como a primeira opção de reuso na área urbana. No entanto, cuidados incomuns devem ser tomados quando ocorre contato direto do público em algumas áreas, como: gramados de parques, jardins, hotéis, área turística e campos de esporte. Os maiores potenciais de reuso são os que empregam esgotos tratados, para: irrigação de parques e jardins públicos, irrigação de áreas ajardinadas ao redor de edifícios públicos, residenciais e industriais, construção civil, incluindo preparação e cura de concreto, e para estabelecer umidade ótima em compactação de solos, dentre outros (HESPANHOL, 2003).

## **2.6 O aproveitamento da água pluvial**

Antes de mais nada é a importante etapa do ciclo hidrológico, as precipitações pluviométricas dão seguimento ao processo de reposição hídrica na terra. Juntamente com suas intensidades variam de acordo com as condições climáticas, pressão, temperatura, topografia e geografia, logo criando uma grande diversidade de existências de volumes precipitados típicas a cada localidade considerada. Ainda mais as condições pluviométricas também sofrem alterações de acordo com a estação do ano, a poluição e outras particularidades locais.

Assim sendo, a condição da água pluvial depende da qualidade do ar do lugar de sua precipitação. Outro fato existente, nas metrópoles, ou em lugares com grandes agregados industriais, a água pluvial tende a absorver em sua massa os mais numerosos tipos de impurezas que o local possa propiciar.

Dessa forma, o reaproveitamento da água pluvial também requer técnicas apropriada que visam assegurar sua utilização, sem comprometimento da saúde das pessoas da forma direta ou indiretamente (COSTA, 2010).

### **2.6.1 Coeficiente de *runoff* e fator de captação**

Partindo da ideia de que o coeficiente de escoamento superficial ou coeficiente *runoff*, é estabelecido como a razão entre o volume de água escoado superficialmente e o volume de água precipitado. Onde o coeficiente pode ser referente a uma chuva isolada ou relacionado a um intervalo de tempo onde inúmeras chuvas ocorreram.

$$C = \frac{\text{Volume total escoado}}{\text{Volume total precipitado}}$$

Conhecendo-se o coeficiente de deflúvio para uma definida chuva intensa de uma certa duração, pode-se decidir o escoamento superficial de outras precipitações de intensidades diferentes, desde que o tempo seja o mesmo (CARVALHO, SILVA, 2006).

Por outro lado, para efeito de cálculo, o volume de água de chuva que pode ser aproveitado não é o mesmo que o precipitado. Para esse fim, usa-se um coeficiente de escoamento superficial indicado na Tabela 2, que é o quociente entre a água que escoa superficialmente pelo total da água precipitada. Usa-se a letra C para o coeficiente de *runoff*.

Em vista disso, a perda de água de chuva que irá ser classificada é devida a limpeza do telhado, perda por evaporação, perdas na autolimpeza e outras (TOMAZ, 2009).

Tabela 2: Coeficiente de *runoff*.

MATERIAL	COEFICIENTE DE RUNOFF
<b>Telhas cerâmicas</b>	0,8 a 0,9
<b>Telhas esmaltadas</b>	0,9 a 0,95
<b>Telhas corrugadas de metal</b>	0,8 a 0,9
<b>Cimento amianto</b>	0,8 a 0,9
<b>Plástico</b>	0,9 a 0,95

Fonte: Tomaz, 2009.

No que concerne o fator de captação (*first flush*) encontra-se quando a chuva cai num telhado seco num período mínimo de três dias. Logo, as pesquisas do fator de captação em áreas superficiais impermeáveis como ruas e avenidas embora sejam poucas, ainda são superiores as que são feitas em telhado para captação de água pluvial.

De modo mais completo as partículas possuem diâmetro que alteram de 3µm a 250µm sendo 90% são menores que 45µm. Correspondente a isto os dispositivos atualmente vendidos no Brasil não retém o fato de captação, pois a malha menor tem 270µm (0,27mm) (TOMAZ, 2010).

Sabe-se que na Alemanha, a autora dos dispositivos existentes no Brasil de aproveitamento de água pluvial, chove o ano todo, de maneira que não se gera muita sujeira no telhado e não há os períodos que habitualmente temos no Brasil de um mês, dois meses ou três meses sem nenhuma gota de água. Lembrando que ainda a NBR 15527/07 deixa a modo do profissional o uso ou não do fator de captação, pois há casos em que não há utilidade de se fazer o fator de captação, porém há casos em que ocorre riscos à saúde em que é essencial a decisão final, fica a critério do profissional qualificado (TOMAZ, 2010).

Existe recebimento universal da existência do fato de captação no sistema de captação de telhado das águas pluviais. Por exemplo, a poeira, folhas e detritos ficam no telhado e quando chove são arrastados do mesmo no período de 10 a 20 minutos, dependendo da quantidade de detritos que está no telhado no mínimo em três dias estarão secos. De acordo com a Figura 8, observa-se amostras de águas da chuva de superfície impermeáveis utilizadas segundo um relógio (figura de garrafas). Por conseguinte, no início existe baixa concentração; logo após a concentração é alta, para após alguns períodos de tempo se moderar substancialmente.

Figura 8: Amostradores de qualidade da água pluvial.



Fonte: Tomaz, 2010.

## 2.7 Ferramentas computacionais

Conforme Kimura (2007) atualmente é possível classificar os sistemas computacionais destinados à elaboração de projetos estruturais nos seguintes tipos:

- *Software* de análise que serve para calcular os esforços e deslocamentos de uma estrutura. Ele não executa o dimensionamento das armaduras e nem gera as plantas finais;
- *Software* de desenho que serve para gerar desenhos genéricos, não direcionados exclusivamente para a Engenharia Civil. São os *softwares* chamados como CAD;
- *Software* de dimensionamento/verificação de elemento isolado que serve para dimensionar um elemento (viga, pilar ou laje) de forma isolada da estrutura. Ideal para fazer rápidas verificações;
- Sistema integrado que abrange todas as etapas do projeto. Calcula a estrutura, dimensiona e detalha as armaduras, gera e imprime os desenhos finais. É o tipo de *software* mais utilizado para projetar edifícios de concreto.

De acordo com Stramandinoli (2007, p.13):

É no final da década de 60 e início da década de 70 que começaram a aparecer as primeiras máquinas eletrônicas programáveis. Existiam quatro ou cinco modelos e marcas de máquinas programáveis e entre elas, um modelo da *Sharp* 14 programável em linguagem Basic utilizando cartões magnéticos. O cálculo de vigas contínuas era feito em duas etapas (dois cartões magnéticos) e posteriormente se faziam os diagramas de momentos fletores e esforços cortantes à mão. O cálculo das cargas verticais em edifícios, levando em conta o efeito do vento, também era feito em duas etapas (dois cartões magnéticos): primeiro calculava-se o momento devido ao vento em cada pavimento e depois, este efeito era somado com a carga vertical de cada pilar em cada pavimento.

De acordo com Fischer (2003, p.16):

O programa possui um poderoso sistema gráfico de entrada de dados, associado à análise da estrutura em um modelo de pórtico espacial e diversos recursos de dimensionamento e detalhamento de lajes, vigas, pilares, blocos sobre estacas e sapatas. Segundo usuários, é um software que se destaca pela produtividade para elaborar projetos e por fornecer um bom número de soluções

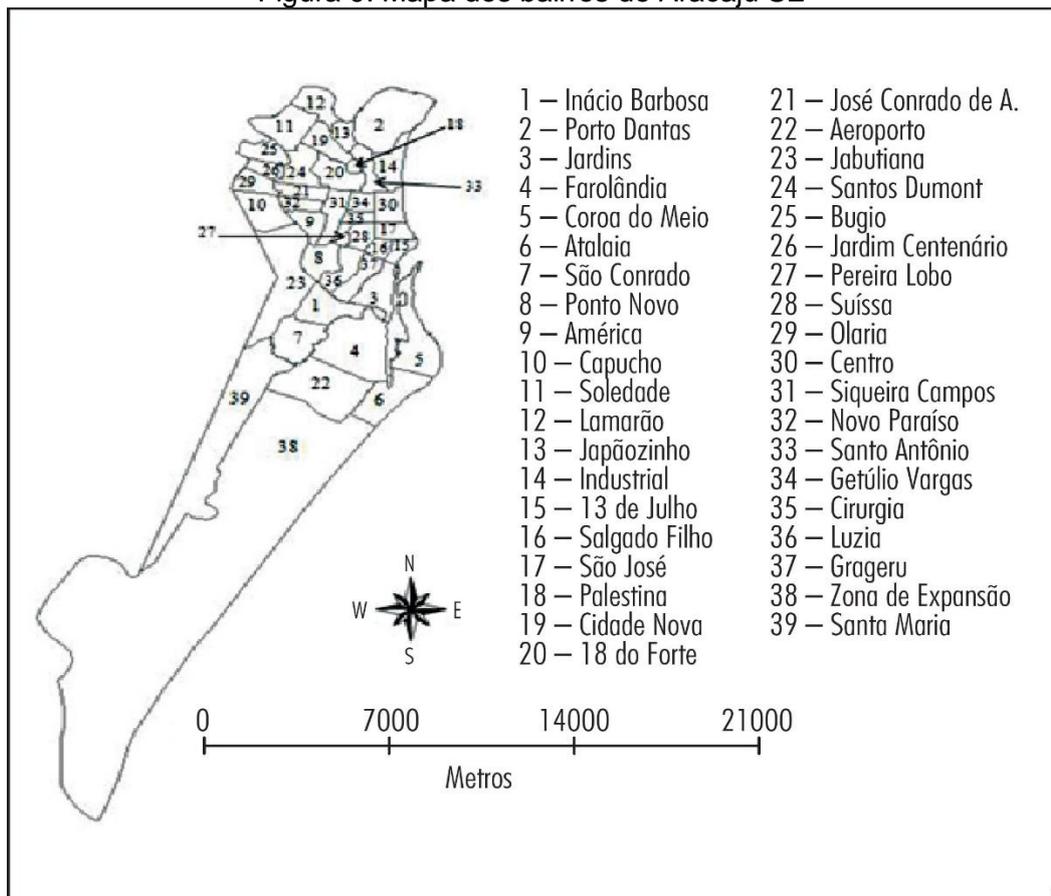
Segundo a AltoQi (2016), o *Eberick* foi produzido com o intuito de criar projetos de edificações em concreto armado. Possui um grandioso sistema gráfico de entrada de dados, associado à análise da estrutura através de um modelo de pórtico espacial e a diversos recursos de dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais, como lajes, vigas, pilares, blocos sobre estacas, sapatas, escadas, reservatórios.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Características territoriais

Aracaju é um município e capital do estado de Sergipe, possui uma área de 181.857 km<sup>2</sup>, sua população estimada é de 648.939 pessoas, segundo o (IBGE, 2018). Seu território abrange 06 zonas, que são elas: zona norte, centro, zona oeste, zona expansão, Santa Maria e 39 bairros. Apresenta-se na Figura 9 abaixo todos os bairros de Aracaju SE.

Figura 9: Mapa dos bairros de Aracaju SE



Fonte: Google Earth, 2018. Base cartográfica na web, acessado em 2018.

### 3.2 Caracterização da área estudada

O condomínio Aquarela está localizado na Av. Murilo Dantas, encontra-se vizinho ao Gbarbosa e bem próximo a Universidade Tiradentes, no bairro Farolândia, como mostra a Figura 10:

Figura 10 – Vista superior do condomínio.



Fonte: Google Earth, 2018.

A área do terreno do condomínio é de 15.892 m<sup>2</sup>, com perímetro de 718 m, 8 torres e são quatro apartamentos por andar, cada apartamento tem três quartos, sendo um suíte com 79 m<sup>2</sup>.

Foram escolhidas apenas duas das oito torres que existem no condomínio para implementar o projeto de reuso de águas pluviais, pois as mesmas serão suficientes para suprir o reservatório planejado.

Optou-se por posicionar o reservatório no local indicado dentro do retângulo na Figura 11 abaixo, por não possuir outro espaço no condomínio.

Figura 11: Localização da área estudada.



Fonte: Autoria própria, 2018.

### 3.3 Levantamento de dados

Para a realização do presente estudo, foi necessário primeiramente a realização de um estudo teórico. Esse estudo é indispensável para a realização de qualquer pesquisa, pois é com o referencial teórico que se tem embasamento para a apresentação do trabalho. O referencial conta com o que se conhece de mais importante sobre os recursos hídricos, precipitação, drenagem, saneamento, aproveitamento da água, reuso da água para fins não potáveis, a funcionalidade do *software* da *AltoQI Eberick V10* e o *software* ORSE, programa de orçamentos da CEHOP.

Para realizar a estimativa do consumo de águas não potável para usos finais nas áreas comuns do condomínio, foi necessária uma visita *in loco* para identificar a quantidade, frequência e o tempo de uso do sistema de rega de jardim de toda área verde. Estes dados são fundamentais neste estudo de caso para que seja feita a estimativa do consumo médio da utilização de água, e desta forma seja verificada a demanda de água com fins não potáveis, determinando o potencial de economia que pode ser gerado através do uso de água pluvial.

Inicialmente, realizou-se reconhecimento territorial de toda a área comum do condomínio Aquarela. Para a elaboração do trabalho foram levantados os seguintes parâmetros locais, como: Descrição da área de estudo; levantamento de dados fornecido pelo condomínio; análise da planta baixa (drenagem e saneamento); dados pluviométricos do município de Aracaju; estimativa de consumo de rega do jardim e a capacidade estimada de redução do consumo de água não potável ao utilizar a água pluvial captada.

O levantamento de dados do consumo de água na irrigação foi essencial, pois foram necessários para que seja feita uma comparação entre os valores do consumo mensal do reservatório pluvial a ser implantado com o reservatório abastecido pela água da Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO), focalizando o volume de água de chuva que pode ser aproveitado.

### **3.4 Procedimentos e análise de dados**

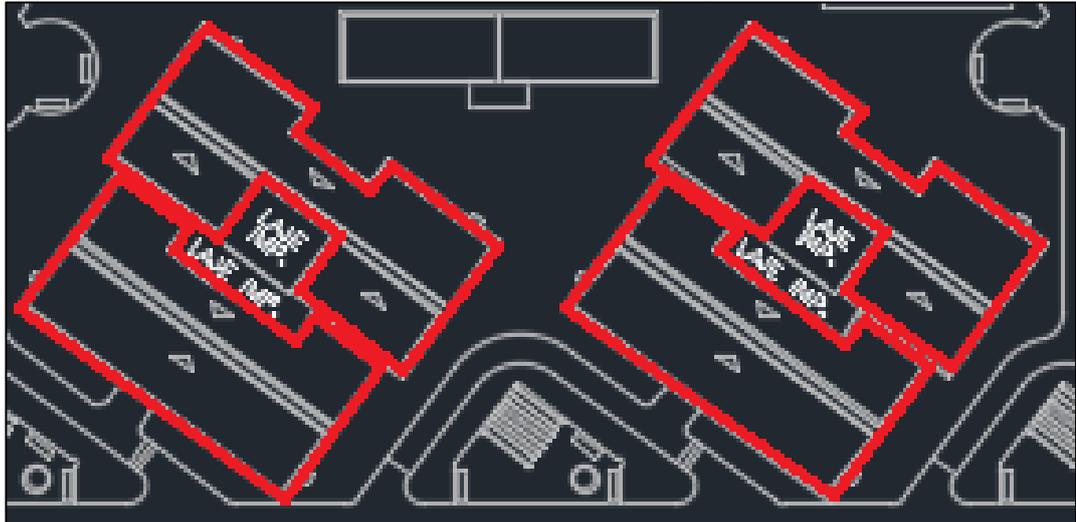
A fim de se obter a economia resultante da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial, foi observado o consumo de água utilizado em fins não potáveis. Desse modo, buscando informações com os funcionários responsáveis pela irrigação do condomínio, a duração da rega do jardim é feita em média 4 horas e 3 vezes na semana (segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira), pela empresa terceirizada contratada. Inicialmente, optou-se em saber a demanda referente a rega do jardim de toda área verde comum, que foi feito junto com um dos quadros funcionário da empresa, onde o mesmo é responsável por todo o sistema de irrigação.

Por conseguinte, com o auxílio do funcionário, foi pego um recipiente de dois litros junto com um cronometro para marcar o tempo no qual o recipiente demoraria a encher, com a mesma mangueira utilizada para se fazer a rega do jardim e durou apenas 4,13s para atingir a marca mencionada, também foi feito o cálculo para saber o volume mensal gasto para irrigar toda área do jardim, que é de 80.193,70 litros de água.

Logo então, o método de *Rippel* adotado consiste em garantir o abastecimento do reservatório pluvial tanto no período chuvoso quanto no seco, após cheio o reservatório suportará 15 dias sem chuva. Este modelo de análise é frequentemente utilizado em aproveitamento de água de chuva, devido a sua simplicidade e facilidade de aplicação, que é feita através da intensidade pluviométrica.

Utilizando a área de captação das duas torres estudadas, que foi medido do projeto em CAD, encontrou-se um valor de 506.46 m<sup>2</sup>. O sistema é composto por uma superfície de telha amianto, com a calha furtada apoiada diretamente na estrutura de dois telhados direcionando para um tubo de 75 mm de diâmetro. Na Figura 12 está demarcado toda área de captação estudada.

Figura 12: Área de captação.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Dessa forma, a principal intenção desse levantamento de dados e informações consiste no dimensionamento geométrico e para implantação de um reservatório pluvial com um sistema de captação de água da chuva para fins não potáveis.

### 3.5 Projeto

O projeto foi elaborado seguindo as normas NBR 8160 (Sistemas prediais de esgoto sanitário - projeto e execução), NBR 5688 (Tubos e conexões de PVC - U para sistemas prediais de água pluvial, esgoto sanitário e ventilações- Requisitos) e a NBR 10844 (Instalações prediais de águas pluviais).

O cálculo para encontrar o volume do reservatório foi feito método de *Rippl*, no qual foi pego a área de captação de chuva e o coeficiente de *runoff*, que é definido a partir do material do telhado (cimento amianto). Foi utilizado o coeficiente de *runoff* do mesmo e após o cálculo ser efetuado, percebeu-se que as dimensões eram muito grandes e não caberiam no local disponível para o reservatório ser instalado.

Com isso, foi estipulado um reservatório com medidas e volume que obedecem as medidas do local de sua instalação.

Foi projetado um reservatório de 4,00 m x 4,00 m x 3,00 m, onde o mesmo receberá contribuições de uma caixa de passagem que é o encontro das encanações das águas pluviais das duas torres. Estas dimensões foram definidas para atender o consumo em questão por 15 dias sem chuva.

Foi adicionado um sistema conhecido como “ladrão” no reservatório, definido como um sistema de segurança para quando o mesmo chegar no ponto de sua lâmina d’água, que para o projeto em questão é de 2,5m. A água em excesso irá para uma caixa de passagem de águas pluviais, já existente no condomínio, onde de lá segue para rede de tratamento de esgoto do condomínio, como podemos ver na Figura 13 com linha tracejada da cor verde abaixo:

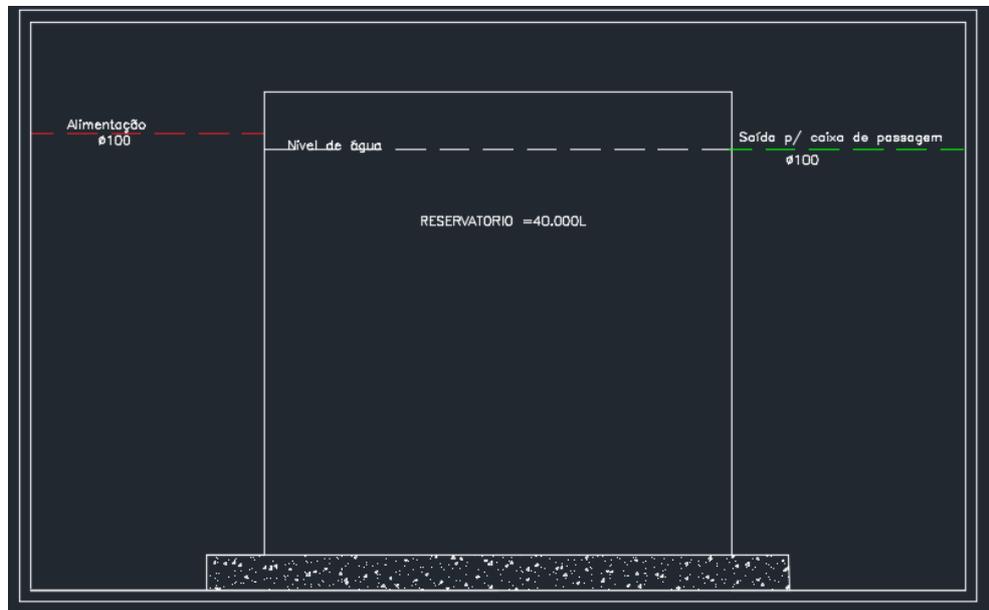
Figura 13: Sistema de segurança do reservatório.



Fonte: Autoria própria, 2018.

A Figura 14 retrata um corte ilustrativo feito no programa CAD do reservatório pluvial com 40 m<sup>3</sup> de volume de água, indicando o ponto de alimentação e saída, ambos de 100 mm.

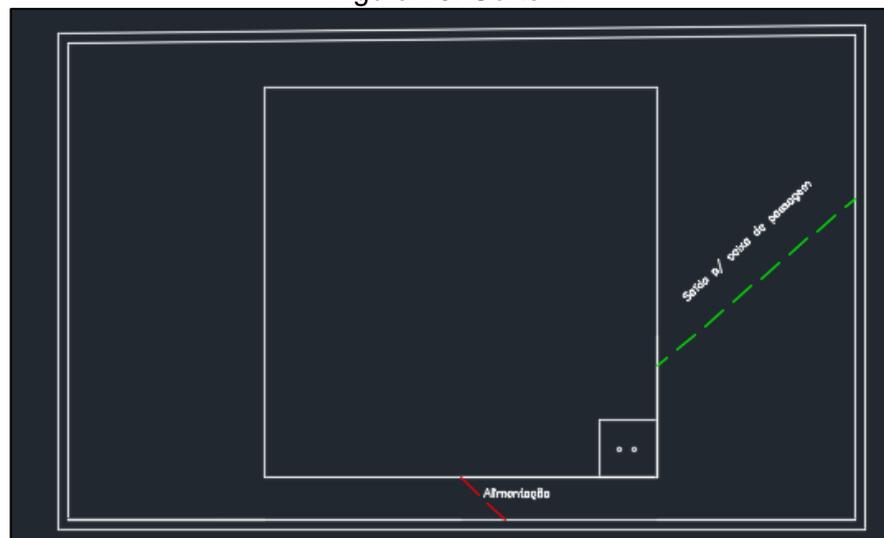
Figura 14: Corte 1.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Do mesmo modo a Figura 15 ilustra uma vista de cima indicando a tampa de acesso ao reservatório para ser feita manutenção preventivas e limpeza e as chegadas e saídas das canalizações.

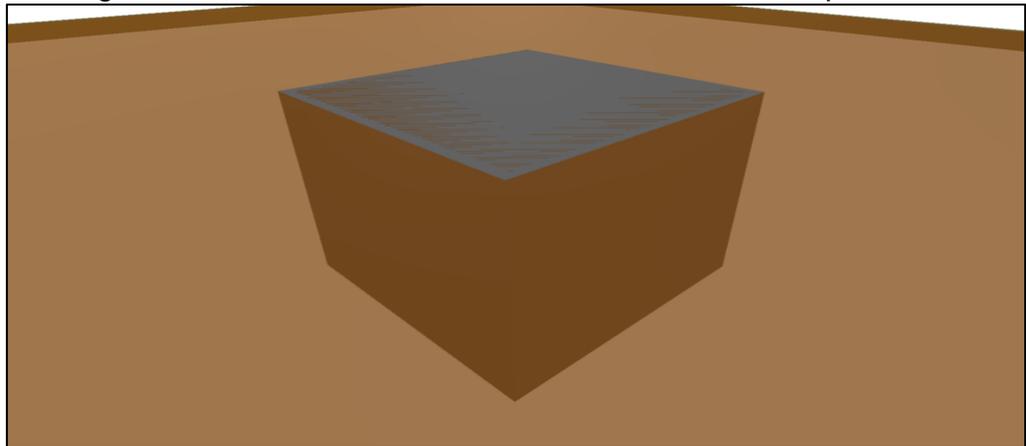
Figura 15: Corte 2.



Fonte: Autoria própria, 2018.

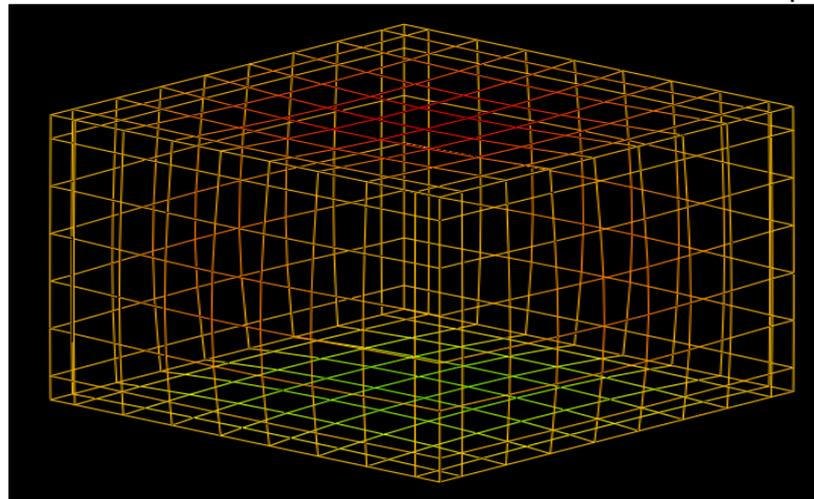
Já para o dimensionamento estrutural do reservatório de reuso, foi utilizado o *software* da *AltoQI Eberick V10*. Após o lançamento da estrutura do reservatório no programa (Paredes e Lajes) e serem definidos os carregamentos para a perfeita utilização do mesmo, foi emitido no próprio *software* uma memória de cálculo do dimensionamento do reservatório, um quadro de resumo de materiais e os desenhos do detalhamento da armadura.

Figura 16: Vista 3D do reservatório de reuso a ser implantado.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Figura 17: Análise estrutural do reservatório de reuso a ser implantado.



Fonte: Autoria própria, 2018.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 O volume de água de chuva

Foi encontrado a média anual de precipitação em Aracaju, que corresponde a 141,25 mm, sendo um dado importante para poder calcular o volume ideal do reservatório de acumulação da água pluvial. Para chegar nesse valor, foi utilizada a Tabela 3 abaixo:

Tabela 3: Precipitação média mensal de Aracaju/SE.

Mês	Precipitação (mm)
Janeiro	77,9
Fevereiro	85,1
Março	175,7
Abril	261,2
Mai	333,8
Junho	207,2
Julho	174,7
Agosto	113,9
Setembro	91,4
Outubro	65,8
Novembro	52,3
Dezembro	56,3
<b>Total</b>	<b>1695,2</b>

Fonte: INMET, 2017.

O cálculo para saber o volume do reservatório de reuso foi realizado pelo método de *Rippl*, no qual foi empregada a área de captação de chuva e o coeficiente do runoff, que é retirado a partir do tipo de material do telhado (cimento amianto) e aplica-se a presente Equação 1:

$$V = P \times A \times C \times \eta \text{ first flush}$$

Onde:

P = Precipitação media;

A = Área de captação;

C = Coeficiente de runoff para telhado de cimento amianto;

$\eta$  first flush = rendimento do dispositivo de carga de lavagem do sistema.

Com base na Equação 1, procedeu-se um levantamento para coletar todos os dados e assim calcular o volume captado da água pluvial

- Área de captação de um prédio: 253.23 m<sup>2</sup>
- Área de captação total: 506.46 m<sup>2</sup>
- Coeficiente de runoff para telhado de cimento amianto = 0,85
- $\eta$  first flush para o telhado de cimento amianto = 0,9
- Média de precipitação anual: 141,25 mm

$$V = 141,25 \times 506,46 \times 0,85 \times 0,9$$

$$V = 54726,17 \text{ m}^3$$

Após o cálculo ser efetuado, percebeu-se que não foi possível dimensionar o reservatório de acordo com a equação 1, pois as dimensões eram muito grandes e não caberiam no local disponível para o reservatório ser instalado. Com isso, foi estipulado um reservatório com medidas e volume que obedece as medidas do local de sua instalação no condomínio.

#### 4.2 Dimensionamento do reservatório pluvial

Por conta do volume elevado do método de *Rippl*, as medidas do reservatório do estudo foram definidas através da demanda de água, sendo estipulado dimensões de 4,00 m x 4,00 m x 3,00 m, onde o mesmo será alimentado por uma caixa de passagem que é o encontro das encanações das águas pluviais das duas torres. Estas dimensões foram definidas para atender o consumo em questão por 15 dias sem chuva.

Após a definição das medidas do reservatório, foi realizado o dimensionamento estrutural do mesmo.

A memória de cálculo do reservatório está apresentada no ANEXO A. Já os quantitativos de materiais estão dispostos a seguir, no Quadro 3:

Quadro 3: Quantitativos de materiais.

Pavimento	Elemento	Peso do aço +10 % (kg)	Volume de concreto (m <sup>3</sup> )	Área de forma (m <sup>2</sup> )	Consumo de aço (kg/m <sup>3</sup> )
Tampa	Vigas	0.0	0.0	0.0	0.0
	Pilares	0.0	0.0	0.0	0.0
	Lajes	0.0	0.0	0.0	0.0
	Escadas	0.0	0.0	0.0	0.0
	Fundações	0.0	0.0	0.0	0.0
	Reservatórios	1347.9	11.0	108.4	122.1
	Muros	0.0	0.0	0.0	0.0
	Total	1347.9	11.0	108.4	122.1
Fundo	Vigas	0.0	0.0	0.0	0.0
	Pilares	0.0	0.0	0.0	0.0
	Lajes	0.0	0.0	0.0	0.0
	Escadas	0.0	0.0	0.0	0.0
	Fundações	0.0	0.0	0.0	0.0
	Reservatórios	0.0	0.0	0.0	0.0
	Muros	0.0	0.0	0.0	0.0
	Total	0.0	0.0	0.0	0.0

Uma tabela com o resumo dos materiais para ser utilizada no software ORSE também está apresentada abaixo:

Quadro 4: Resumo dos materiais.

Descrição		Reservatórios	Total
Peso total + 10% (kg)	CA50	1181.9	1181.9
	CA60	166.0	166.0
	Total	1347.9	1347.9
Volume concreto (m <sup>3</sup> )	C-25	11.0	11.0
	C-40		0.0
	Total	11.0	11.0
Área de forma (m <sup>2</sup> )		108.4	108.4
Consumo de aço (kg/m <sup>3</sup> )		122.1	122.1

Fonte: Autoria própria, 2018.

### 4.3 Orçamento

Depois de obtidos as dimensões do reservatório, foram encontrados os valores para a implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial através do sistema de orçamento de obras de Sergipe (ORSE). O valor global para a implementação do reservatório pluvial juntamente com sua captação de água (tubulações) e caixa de passagem, é de R\$ = 38.113,24.

O Quadro 5 abaixo mostra alguns itens orçado no projeto do reservatório pluvial, detalhando o quantitativo de cada descrição que será realizado na obra.

Quadro 5: Descrição e quantitativo.

ITEM	DESCRIÇÃO	QUANTITATIVO
01.02.001	Limpeza manual do terreno	$4,30 \times 4,30 = 18,49 \text{ m}^2$
01.02.002	Carga manual do material	$18,49 \times 0,1 = 1,85 \text{ m}^3$
01.02.003	Transporte com caminhão em via urbana	$1,85 \times 10 = 18,50 \text{ m}^3 \times \text{km}$
01.02.004	Locação de construção	$4,00 \times 4,00 = 16,00 \text{ m}^2$
01.03.001	Escavação manual	$4,30 \times 4,30 = 18,49 = 57,32 \text{ m}^3$
01.03.002	Apiloamento	$4,30 \times 4,30 = 18,49 \text{ m}^2$
ITEM	DESCRIÇÃO	QUANTITATIVO
01.03.003	Concreto magro	$4,30 \times 4,30 \times 0,05 = 0,92 \text{ m}^3$
01.03.004	Reaterro manual	$57,32 - 48 - 0,92 = 8,43 \text{ m}^3$

Fonte: Autoria própria, 2018.

Toda a parte da estrutura do reservatório o próprio *software Eberick* fornece; a estrutura auxiliar o quantitativo foi realizado pelo programa CAD; o equipamento foi utilizado a mesma bomba centrífuga pela administração do condomínio, a mesma se encontra na “casa de bomba”. Para mais detalhes do orçamento está apresentado na Tabela 4.

### 4.4 Análise de Viabilidade econômica

De acordo com a quantidade de dias de chuva estimada, conforme a Tabela 6 anterior, e para o volume de águas pluviais calculado, verificou-se que o reservatório manterá sempre a sua capacidade máxima de 40 m<sup>3</sup>.

Calculando o custo fornecido pela Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO), a rega do jardim da área comum do condomínio Aquarela, tem um custo de R\$ 514,56, com uma demanda de 80 m<sup>3</sup> mensal. Com a implantação do reservatório pluvial destinado a rega do jardim da área comum, verifica-se uma economia mensal de aproximadamente R\$ 257,28, desta forma, observa-se que essa economia atingirá o valor do investimento após o período de 6 anos e dois meses.

Tabela 4: Orçamento detalhado.

ITEM	SERVIÇO	DESCRIÇÃO	UN.	QTD	CUSTO UNIT	CUSTO TOTAL	%
<b>01</b>	<b>CONSTRUÇÃO DE RESERVATÓRIO DE REÚSO</b>					<b>38.113,24</b>	<b>100,00</b>
<b>01.01</b>	<b>ENSAIOS</b>					2.448,40	6,42
<b>01.01.001</b>	10016/ORSE	Sondagem a percussão	m	20,00	122,42	2.448,40	6,42
<b>01.02</b>	<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>					192,61	0,51
<b>01.02.001</b>	0003/ORSE	Limpeza manual de terreno com vegetação rasteira, incluindo roçagem e queima	m <sup>2</sup>	18,49	2,99	55,29	0,15
<b>01.02.002</b>	2509/ORSE	Carga manual de material de 1ª categoria	m <sup>3</sup>	1,85	7,23	13,38	0,04
<b>01.02.003</b>	93588/SINAPI	Transporte com caminhão basculante de 10 m3, em via urbana em leito natural (unidade: m3xkm). af_04/2016	m <sup>3</sup> x km	18,50	1,51	27,94	0,07
<b>01.02.004</b>	0050/ORSE	Locação de construção de edificação até 200m2, inclusive execução de gabarito de madeira	m <sup>2</sup>	16,00	6,00	96,00	0,25
<b>01.03</b>	<b>INFRAESTRUTURA</b>					3.807,99	9,99
<b>01.03.001</b>	2498/ORSE	Escavação manual de vala ou cava em material de 1ª categoria, profundidade entre 1,50 e 3,00m	m <sup>3</sup>	57,32	54,41	3.118,78	8,18
<b>01.03.002</b>	2660/ORSE	Apiloamento manual de fundo de vala	m <sup>2</sup>	18,49	18,15	335,59	0,88
<b>01.03.003</b>	94962/SINAPI	Concreto magro para lastro, traço 1:4,5:4,5 (cimento/ areia média/ brita 1) - preparo mecânico com betoneira 400 l. af_07/2016	m <sup>3</sup>	0,92	280,37	257,94	0,68
<b>01.03.004</b>	2519/ORSE	Reaterro manual de valas ou áreas, com espalhamento e compactação, utilizando compactador à percussão sapinho, sem controle do grau de compactação	m <sup>3</sup>	8,43	11,35	95,68	0,25
<b>01.04</b>	<b>ESTRUTURA DO RESERVATÓRIO</b>					26.741,54	70,16
<b>01.04.001</b>	0098/ORSE	Concreto simples usinado fck=25mpa, bombeado, lançado e adensado em superestrutura	m <sup>3</sup>	11,00	295,15	3.246,65	8,52

ITEM	SERVIÇO	DESCRIÇÃO	UN.	QTD	CUSTO UNIT	CUSTO TOTAL	%
01.04.002	0106/ORSE	Forma plana para estruturas, em tábuas de pinho, 02 usos, inclusive escoramento	m²	108,40	77,35	8.384,74	22,00
01.04.003	0141/ORSE	Aço CA - 60 Ø 4,2 a 9,5mm, inclusive corte, dobragem, montagem e colocação de ferragens nas formas, para superestruturas e fundações	Kg	166,00	6,37	1.057,42	2,77
01.04.004	0140/ORSE	Aço CA - 50 Ø 6,3 a 12,5mm, inclusive corte, dobragem, montagem e colocação de ferragens nas formas, para superestruturas e fundações	Kg	1.139,00	6,69	7.619,91	19,99
01.04.005	8232/ORSE	Aço CA - 50 Ø 16,00mm, inclusive corte, dobragem, montagem e colocação de ferragens nas formas, para superestruturas e fundações	Kg	42,90	7,18	308,02	0,81
01.04.006	2341/ORSE	Impermeabilização flexível, base acrílica, tipo IgoflexBranco Sika ou similar, p/lajes, calhas, varandas, terraços e coberturas de reservatórios	m²	64,00	46,52	2.977,28	7,81
01.04.007	1908/ORSE	Emboço, de parede de reservatório, com argamassa traço t5 - 1:2:8 (cimento / cal / areia), espessura 2,0 cm	m²	64,00	24,59	1.573,76	4,13
01.04.008	1908/ORSE	Reboco, de parede de reservatório, com argamassa traço t5 - 1:2:8 (cimento / cal / areia), espessura 2,0 cm	m²	64,00	24,59	1.573,76	4,13
01.05	<b>ESTRUTURA AUXILIAR</b>					1.814,19	4,76
01.05.001	9376/ORSE	Tubo pvc rígido soldável, série reforçada, p/esgoto e aguas pluviais, d=75mm	m	6,35	25,38	161,16	0,42
01.05.002	9377/ORSE	Tubo pvc rígido soldável, serie reforçada, p/esgoto e aguas pluviais, d=100mm	m	17,45		553,69	1,45
01.05.003	5970/ORSE	Caixa de Drenagem Tipo I - Dimensões 0,80x0,80x1,00m	Un.	1,00		868,40	2,28
01.05.004	2395/ORSE	Gramma esmeralda em mudas, fornecimento e plantio	m²	18,49		230,94	0,61
01.06	<b>EQUIPAMENTOS</b>					3.108,51	8,16
01.06.001	8218/ORSE	Conjunto moto-bomba centrifuga, trifásica, motor 3 CV, Schneider mod.BC-21R ou similar	Un.	1,00		3.108,51	8,16
<b>CUSTO TOTAL DO EMPREENDIMENTO</b>						<b>R\$ = 38.113,24</b>	

## 5. CONCLUSÃO

Tendo em vista os aspectos apresentados, os problemas de escassez de água no Brasil e no mundo, por diminuição da quantidade e qualidade da água, estão levando a população a procurar outros meios para obtê-la, como por exemplo, o aproveitamento da água pluvial.

Diante do presente estudo de caso e com base nos resultados obtidos, constatou-se que a implementação se mostrou viável economicamente, onde traz uma economia financeira mensal aos moradores, valor este que pode ser utilizado para outras melhorias no empreendimento.

Além disso a sociedade se preocupa com os custos financeiros e vantagens econômicas. Tendo em vista que o custo global para implementação do sistema do reservatório e captação foi de 38.113,24 reais, no qual o período de retorno do investimento do reservatório pluvial se pagará em 6 anos e 2 meses. Assim, trazendo uma economia significativa para cada condômino, já que é cobrado pela faixa de consumo uma tarifa de esgoto de 80% do valor da tarifa da água usada para rega do jardim, e isso, já vem incluso na conta de cada morador.

Então, conclui-se, que de qualquer forma a implementação do reservatório não deixa de proporcionar benefícios ambientais por preservar os recursos hídricos da região e permitir o direcionamento para atendimento a fins não potáveis.

## 6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AGUIAR, J. **DRENAGEM URBANA – Parte 2**. Disponível em: <<http://jorcyaguiar.blogspot.com/2017/03/drenagem-urbana-parte-2.html>> Acesso em: 18/09/2018.

ALTOQI. **Sobre o AltoQi Eberick V10**. Disponível em: <<http://www.altoqi.com.br/software/projeto-estrutural/eberick-v10>> Acesso em: 25/09/2018.

ANA – **Planos de recursos hídricos e enquadramentos dos corpos de água V5**, 2013. Disponível em: <[http://arquivos.ana.gov.br/eBooks/caderno5/caderno\\_05\\_os\\_07.html#p=16](http://arquivos.ana.gov.br/eBooks/caderno5/caderno_05_os_07.html#p=16)>. Acesso em: 12/09/2018.

ADAPTACLIMA – **Recursos hídricos no contexto da mudança do clima**, 2018. Disponível em: <<http://adaptaclima.mma.gov.br/recursos-hidricos-no-contexto-da-mudanca-do-clima>>. Acesso em: 25/10/2018.

ANA – **O progestão em Sergipe**, 2017. Disponível em: <[http://progestao.ana.gov.br/portal/progestao/mapa/se/progestao\\_se\\_2015.pdf](http://progestao.ana.gov.br/portal/progestao/mapa/se/progestao_se_2015.pdf)>. Acesso em: 07/11/2018.

BRANCO – **Avaliação da disponibilidade hídrica: Conceitos e aplicabilidade**, 2006. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2012/04/Disponibilidade-H%C3%ADdrica.pdf>>. Acesso em: 08/10/2018.

BOTELHO, M. H. C. **Águas de chuva: engenharia das águas pluviais nas cidades**. 2.ed. São Paulo: Ed. Edgar Blucher Ltda., 1998.

BORSAGLI, A. **O Vale do Córrego do Leitão em Belo Horizonte: contribuições da cartografia para a compreensão da sua ocupação**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA HISTÓRICA, 1., 2011, Paraty. Anais... Paraty: UFMG, 2011.

BRASIL. **Lei nº. 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm)> Acesso em: 14/09/2018.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de Saneamento / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde**. – 4. ed. –Brasília: Funasa, 2015. 642 p. il.

CARVALHO, SILVA. **Hidrologia: escoamento superficial**. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap7-ES.pdf>>. Acessado em: 25/11/2018.

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS – **Engenharia de recursos hídricos**, 1999. Disponível em: <<file:///C:/Users/Lucas/Downloads/ApostilaEngenhariadeRecursosHdricos.pdf>>. Acesso em: 05/10/2018.

FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE. **Manual de Saneamento**. 3. ed. rev. Brasília, 2006. 408p.

FISCHER, Nádia. **Softwares auxiliam o cálculo estrutural**. Revista Técnica – edição 73, PINI, 2003.

GIAMPÁ, GONÇALVES. **Águas subterrâneas e poços tubulares profundos**. 2.ed.rev.e atualizada. São Paulo, 2013.

KIMURA, A. **Informática aplicada em estruturas de concreto armado: cálculos de edifícios com o usoamentos do concreto e projeto de edifícios**. São Paulo: PINI, 2007.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL – **Recursos hídricos no Brasil**, 1998. Disponível em: <<http://www.livrosgratis.com.br/ler-livro-online-65709/recursos-hidricos-no-brasil>>. Acesso em: 05/10/2018.

MANCUSO, SANTOS. **Reúso da água**. Barueri, SP: Manole, 2003.

PORTAL G1. **Temporal deixa ruas alagadas em SP**. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2011/04/temporal-deixa-ruas-alagadas-em-sp.html>> Acesso em: 18/09/2018.

SILVA. **Bacia hidrografica do Rio sergipe: desafios a gestão das águas**. Aracaju, 2015. 252p

TUNDISI – **Recursos hídricos no Brasil**, 2014. Disponível em: <<http://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-5923.pdf>>. Acesso em: 12/09/2018.

RECURSOS HÍDRICOS - **Componente da Série de Relatórios sobre o Estado e Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil**, 2007. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/wfa/sa/GEO%20Brasil%20Recursos%20H%C3%AAdricos%20-%20Resumo%20Executivo.pdf>>. Acesso em: 12/09/2018.

RECURSOS HÍDRICOS – **O futuro dos recursos**, 2003. Disponível em: <[https://www.multiciencia.unicamp.br/artigos\\_01/A3\\_Tundisi\\_port.PDF](https://www.multiciencia.unicamp.br/artigos_01/A3_Tundisi_port.PDF)>. Acesso em: 05/10/2018.

ROCHA, ASSIS, et al. – **Caderno de educação ambiental: Recursos hídricos**, 2011. Disponível em: <

<http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/publicacoes/2016/12/14-recursos-hidricos-2012.pdf>>. Acesso em: 08/10/2018.

SEPLANTEC, S.R.H. - **Gestão participativa das águas de Sergipe**, 2002. Disponível em: < [http://www.semarh.se.gov.br/recursoshidricos/wp-content/uploads/2018/01/publica%C3%A7%C3%A3o\\_cbh\\_vers%C3%A3o\\_final\\_com\\_capa.pdf](http://www.semarh.se.gov.br/recursoshidricos/wp-content/uploads/2018/01/publica%C3%A7%C3%A3o_cbh_vers%C3%A3o_final_com_capa.pdf)>. Acesso em: 12/10/2018.

S.A.N.E.S.B. **SOLUÇÕES DE LIMPEZA PARA TODAS AS ÁREAS DE ATIVIDADE**. Disponível em: <<http://sanesbservicos.com.br/>> Acesso em: 18/09/2018.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos**. Site institucional, 2015. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>> Acesso em: 18/09/2018.

SOUZA, V. C. B. **GESTÃO DA DRENAGEM URBANA NO BRASIL: DESAFIOS PARA A SUSTENTABILIDADE**. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais, 2013.  
STRAMANDINOLI, R. **O escritório de projetos estruturais e suas peculiaridades. Buscando subsídios para o futuro negócio**. 2007. 101 páginas. Dissertação para mestrado em construção civil – Universidade Federal do Paraná, Paraná.

TRATA BRASIL. **Principais estatísticas de saneamento básico no Brasil**. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas-no-brasil>> Acesso em: 18/09/2018.

TRATA BRASIL. **Saneamento é saúde**. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/>> Acesso em: 14/09/2018.

TOMAZ. **Aproveitamento de água de chuva, vol 1**. 2010. Disponível em: < [http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/Livro\\_aprov.\\_aguadechuva/Livro%20Aproveitamento%20de%20agua%20de%20chuva%205%20dez%202015.pdf](http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/Livro_aprov._aguadechuva/Livro%20Aproveitamento%20de%20agua%20de%20chuva%205%20dez%202015.pdf)>. Acessado em: 25/11/2018.

TUCCI. **Hidrologia: ciência e aplicação**, 3.ed. Porto Alegre, 2002.

## 7. ANEXO A

### 7.1 Memorial de cálculos

Tampa Lance 2       $f_{ck} = 25.00 \text{ MPa}$        $E = 24150 \text{ MPa}$       Peso Espec =  $25.00 \text{ kN/m}^3$   
 $cobr = 3.00 \text{ cm}$

Seção (cm)				Cargas Verticais (kN/m <sup>2</sup> )				Cargas Horizontais (kN/m <sup>2</sup> )	
Elemento	H	Elevação	Nível	Peso Próprio	Acidental Revestimento	Paredes Outras	Total	Base	Topo
L1 (RES1)	15.00	0.00	0.00	3.75 kN/m <sup>2</sup>	0.00 1.00	0.00 0.00	4.75 kN/m <sup>2</sup>		
L1 (RES1)	15.00	0.00	-300.00	3.75 kN/m <sup>2</sup>	0.00 1.00	0.00 0.00	29.75 kN/m <sup>2</sup>		
PAR1-A (RES1)	15.00	0.00	0.00	11.25 kN/m	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 kN/m	51.50	2.50
PAR1-B (RES1)	15.00	0.00	0.00	11.25 kN/m	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 kN/m	51.50	2.50
PAR1-C (RES1)	15.00	0.00	0.00	11.25 kN/m	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 kN/m	51.50	2.50
PAR1-D (RES1)	15.00	0.00	0.00	11.25 kN/m	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 kN/m	51.50	2.50

Tampa Lance 2       $f_{ck} = 25.00 \text{ MPa}$        $E = 24150 \text{ MPa}$       Peso Espec =  $25.00 \text{ kN/m}^3$   
 $cobr = 3.00 \text{ cm}$

#### Reservatório RES1

ARMADURAS POSITIVAS (LAJE)										
Trec ho	Direç ão	Momento positivo			Momento negativo			Arm ad ura inferior	Arm ad ura superior	Cisalham ento
		Flexã o	Verificaçã o axial (compressã o)	Verifica ção axial (tração)	Flexã o	Verificaçã o axial (compressã o)	Verifica ção axial (tração)			
L1	X	Md = 6.70 kN.m/m As = 1.11 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 7.57 kN Situação: GE As = 0.75 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 21.75 kN Situação : GE As = 1.11 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m				As = 1.70 cm <sup>2</sup> /m ø5.0 c/11 (1.78 cm <sup>2</sup> /m) fiss = 0.08 mm		vsd = 7.36 kN/m vrd1 = 70.41 kN/m Modelo I vrd2 = 488.17 kN/m vsw = 0.00 kN/m asw = 0.00 cm <sup>2</sup> /m
	Y	Md = 6.70 kN.m/m As = 1.16	Fd = 7.57 kN Situação: GE As = 0.79 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 21.75 kN Situação : GE As = 1.16 cm <sup>2</sup> /m	Md = 2.01 kN.m/m As = 0.34	Fd = 7.57 kN Situação: GE As = 0.25 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 21.75 kN Situação : GE As = 0.62 cm <sup>2</sup> /m	As = 1.56 cm <sup>2</sup> /m ø5.0 c/12 (1.64 cm <sup>2</sup> /m)		vsd = 7.36 kN/m vrd1 = 67.51 kN/m

ARMADURAS POSITIVAS (LAJE)										
Trec ho	Direç ão	Momento positivo			Momento negativo			Arm adura inferior	Arm adura superio r	Cisalham ento
		Flexã o	Verificaçã o axial (compress ão)	Verifica ção axial (tração)	Flexã o	Verificaçã o axial (compress ão)	Verifica ção axial (tração)			
		cm <sup>2</sup> / m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> / m	A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	cm <sup>2</sup> / m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> / m	A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	fiss = 0.10 mm		vr <sub>d</sub> 2 = 466.47 kN/m vsw = 0.00 kN/m asw = 0.00 cm <sup>2</sup> /m
L1	X	Md = 6.70 kN.m/ m  As = 1.11 cm <sup>2</sup> / m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> / m	Fd = 4.52 kN Situação: GE As = 0.45 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 65.00 kN Situação : GE As = 1.29 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Md = 8.97 kN.m/ m  As = 1.81 cm <sup>2</sup> / m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> / m	Fd = 4.52 kN Situação: GE As = 1.74 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 65.00 kN Situação : GE As = 2.74 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	As = 1.69 cm <sup>2</sup> /m ø5.0 c/11 (1.78 cm <sup>2</sup> /m) fiss = 0.08 mm	A's = 2.25 cm <sup>2</sup> /m ø6.3 c/13 (2.40 cm <sup>2</sup> /m)	vs <sub>d</sub> = 18.14 kN/m vr <sub>d</sub> 1 = 70.41 kN/m Modelo I vr <sub>d</sub> 2 = 488.17 kN/m vsw = 0.00 kN/m asw = 0.00 cm <sup>2</sup> /m
	Y	Md = 6.70 kN.m/ m  As = 1.16 cm <sup>2</sup> / m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> / m	Fd = 4.52 kN Situação: GE As = 0.47 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 65.00 kN Situação : GE As = 1.35 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Md = 8.97 kN.m/ m  As = 1.91 cm <sup>2</sup> / m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> / m	Fd = 4.52 kN Situação: GE As = 1.84 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 65.00 kN Situação : GE As = 2.89 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	As = 1.55 cm <sup>2</sup> /m ø5.0 c/12 (1.64 cm <sup>2</sup> /m) fiss = 0.09 mm	A's = 2.33 cm <sup>2</sup> /m ø8.0 c/20 (2.51 cm <sup>2</sup> /m)	vs <sub>d</sub> = 18.14 kN/m vr <sub>d</sub> 1 = 67.51 kN/m vr <sub>d</sub> 2 = 466.47 kN/m vsw = 0.00 kN/m asw = 0.00 cm <sup>2</sup> /m
PAR 1-A	X	Md = 10.00 kN.m/ m  As = 2.02 cm <sup>2</sup> / m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> / m	Fd = 3.16 kN Situação: GE As = 0.22 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 69.79 kN Situação : PE As = 1.17 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.83 cm <sup>2</sup> /m	Md = 10.00 kN.m/ m  As = 2.03 cm <sup>2</sup> / m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> / m	Fd = 3.16 kN Situação: GE As = 1.96 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 69.79 kN Situação : GE As = 3.02 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	As = 2.25 cm <sup>2</sup> /m ø6.3 c/13 (2.40 cm <sup>2</sup> /m) fiss = 0.02 mm	A's = 3.52 cm <sup>2</sup> /m ø8.0 c/14 (3.59 cm <sup>2</sup> /m)	vs <sub>d</sub> = 60.70 kN/m vr <sub>d</sub> 1 = 73.06 kN/m Modelo I vr <sub>d</sub> 2 = 485.35 kN/m vsw = 0.00 kN/m asw = 0.00 cm <sup>2</sup> /m
	Y	Md = 5.00 kN.m/ m  As = 0.87 cm <sup>2</sup> / m A's = 0.00		Fd = 11.82 kN Situação : PE As = 0.11 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.11 cm <sup>2</sup> /m	Md = 13.11 kN.m/ m  As = 2.86 cm <sup>2</sup> / m A's = 0.00	Fd = 27.26 kN Situação: GE As = 2.44 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 11.82 kN Situação : GE As = 3.03 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	As = 1.13 cm <sup>2</sup> /m ø5.0 c/17 (1.15 cm <sup>2</sup> /m) fiss = 0.00 mm	A's = 4.04 cm <sup>2</sup> /m ø8.0 c/15 (3.35 cm <sup>2</sup> /m)	vs <sub>d</sub> = 53.81 kN/m vr <sub>d</sub> 1 = 68.41 kN/m vr <sub>d</sub> 2 = 460.83 kN/m vsw = 0.00 kN/m

ARMADURAS POSITIVAS (LAJE)										
Trec ho	Direç ão	Momento positivo			Momento negativo			Arm adu ra inferior	Arm adu ra superior	Cisalham ento
		Flexã o	Verificaçã o axial (compress ão)	Verifica ção axial (tração)	Flexã o	Verificaçã o axial (compress ão)	Verifica ção axial (tração)			
		cm <sup>2</sup> /m			cm <sup>2</sup> /m					asw = 0.00 cm <sup>2</sup> /m
PAR 1-B	X	Md = 10.00 kN.m/m As = 2.02 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 3.43 kN Situação: GE As = 0.27 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 72.34 kN Situação : PE As = 1.27 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.86 cm <sup>2</sup> /m	Md = 10.00 kN.m/m As = 2.03 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 3.43 kN Situação: GE As = 1.96 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 72.34 kN Situação : GE As = 3.06 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	As = 2.25 cm <sup>2</sup> /m ø6.3 c/13 (2.40 cm <sup>2</sup> /m) fiss = 0.02 mm	A's = 3.56 cm <sup>2</sup> /m ø8.0 c/14 (3.59 cm <sup>2</sup> /m)	vsd = 60.70 kN/m vrd1 = 73.06 kN/m Modelo I vrd2 = 485.35 kN/m vsw = 0.00 kN/m asw = 0.00 cm <sup>2</sup> /m
	Y	Md = 5.00 kN.m/m As = 0.87 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m		Fd = 11.82 kN Situação : PE As = 0.11 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.11 cm <sup>2</sup> /m	Md = 13.11 kN.m/m As = 2.85 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 27.51 kN Situação: GE As = 2.44 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 11.82 kN Situação : GE As = 3.03 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	As = 1.13 cm <sup>2</sup> /m ø5.0 c/17 (1.15 cm <sup>2</sup> /m) fiss = 0.00 mm	A's = 4.04 cm <sup>2</sup> /m ø8.0 c/15 (3.35 cm <sup>2</sup> /m)	vsd = 53.81 kN/m vrd1 = 68.41 kN/m vrd2 = 460.83 kN/m vsw = 0.00 kN/m asw = 0.00 cm <sup>2</sup> /m
PAR 1-C	X	Md = 10.00 kN.m/m As = 2.02 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 3.43 kN Situação: GE As = 0.27 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 72.34 kN Situação : PE As = 1.27 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.86 cm <sup>2</sup> /m	Md = 10.00 kN.m/m As = 2.03 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 3.43 kN Situação: GE As = 1.96 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 72.34 kN Situação : GE As = 3.06 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	As = 2.25 cm <sup>2</sup> /m ø6.3 c/13 (2.40 cm <sup>2</sup> /m) fiss = 0.02 mm	A's = 3.56 cm <sup>2</sup> /m ø8.0 c/14 (3.59 cm <sup>2</sup> /m)	vsd = 60.70 kN/m vrd1 = 73.06 kN/m Modelo I vrd2 = 485.35 kN/m vsw = 0.00 kN/m asw = 0.00 cm <sup>2</sup> /m
	Y	Md = 5.00 kN.m/m As = 0.87 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m		Fd = 11.83 kN Situação : PE As = 0.11 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.11 cm <sup>2</sup> /m	Md = 13.11 kN.m/m As = 2.85 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 27.51 kN Situação: GE As = 2.44 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 11.83 kN Situação : GE As = 3.03 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	As = 1.13 cm <sup>2</sup> /m ø5.0 c/17 (1.15 cm <sup>2</sup> /m) fiss = 0.00 mm	A's = 4.04 cm <sup>2</sup> /m ø8.0 c/15 (3.35 cm <sup>2</sup> /m)	vsd = 53.81 kN/m vrd1 = 68.41 kN/m vrd2 = 460.83 kN/m vsw = 0.00 kN/m asw = 0.00 cm <sup>2</sup> /m
PAR 1-D	X	Md = 10.00 kN.m/m	Fd = 3.42 kN Situação: GE	Fd = 72.34 kN Situação : PE	Md = 10.00 kN.m/m	Fd = 3.42 kN Situação: GE	Fd = 72.34 kN Situação : GE	As = 2.25 cm <sup>2</sup> /m	A's = 3.56 cm <sup>2</sup> /m	vsd = 60.69 kN/m

ARMADURAS POSITIVAS (LAJE)										
Trec ho	Direç ão	Momento positivo			Momento negativo			Arm adu ra inferior	Arm adu ra superior	Cisalham ento
		Flexã o	Verificaçã o axial (compressã o)	Verifica ção axial (tração)	Flexã o	Verificaçã o axial (compressã o)	Verifica ção axial (tração)			
		As = 2.02 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	As = 0.27 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	As = 1.27 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.86 cm <sup>2</sup> /m	As = 2.03 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	As = 1.96 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	As = 3.06 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	ø6.3 c/13 (2.40 cm <sup>2</sup> /m) fiss = 0.02 mm	ø8.0 c/14 (3.59 cm <sup>2</sup> /m)	vr d1 = 73.06 kN/m Modelo I vr d2 = 485.35 kN/m vsw = 0.00 kN/m asw = 0.00 cm <sup>2</sup> /m
	Y	Md = 5.00 kN.m/m As = 0.87 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m		Fd = 11.83 kN Situação : PE As = 0.11 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.11 cm <sup>2</sup> /m	Md = 13.11 kN.m/m As = 2.85 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 27.64 kN Situação: GE As = 2.44 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 11.83 kN Situação : GE As = 3.03 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	As = 1.13 cm <sup>2</sup> /m ø5.0 c/17 (1.15 cm <sup>2</sup> /m) fiss = 0.00 mm	A's = 4.04 cm <sup>2</sup> /m ø8.0 c/15 (3.35 cm <sup>2</sup> /m)	vsd = 53.81 kN/m vr d1 = 68.41 kN/m vr d2 = 460.83 kN/m vsw = 0.00 kN/m asw = 0.00 cm <sup>2</sup> /m

ARMADURAS NEGATIVAS (NA CONTINUIDADE)								
Viga	Laje 1	Momento negativo			Momento positivo			Armaduras finais
Trecho	Laje 2	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	
Barra	PAR1-B L1	Md = 10.00 kN.m/m As = 2.02 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 26.43 kN Situação: GE As = 1.29 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 65.00 kN Situação: GE As = 2.61 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m				As = 2.61 cm <sup>2</sup> /m (ø6.3 c/11 - 2.83 cm <sup>2</sup> /m) fiss = 0.08 mm
Barra	L1 PAR1-B	Md = 10.00 kN.m/m As = 2.02 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 26.43 kN Situação: GE As = 0.37 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 65.00 kN Situação: GE As = 1.71 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m				As = 2.25 cm <sup>2</sup> /m (ø6.3 c/13 - 2.40 cm <sup>2</sup> /m) fiss = 0.04 mm
Barra	PAR1-A L1	Md = 10.00 kN.m/m As = 2.02 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 25.59 kN Situação: GE As = 1.30 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 65.00 kN Situação: GE As = 2.61 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m				As = 2.61 cm <sup>2</sup> /m (ø6.3 c/11 - 2.83 cm <sup>2</sup> /m) fiss = 0.08 mm
Barra	L1 PAR1-A	Md = 10.00 kN.m/m As = 2.02 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 25.59 kN Situação: GE As = 0.38 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 65.00 kN Situação: GE As = 1.70 cm <sup>2</sup> /m				As = 2.25 cm <sup>2</sup> /m (ø6.3 c/13 - 2.40 cm <sup>2</sup> /m) fiss = 0.04 mm

ARMADURAS NEGATIVAS (NA CONTINUIDADE)								
Viga Trecho	Laje 1 Laje 2	Momento negativo			Momento positivo			Armaduras finais
		Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	
		A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m		A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m				
Barra	PAR1- D L1	Md = 10.00 kN.m/m As = 2.02 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 26.44 kN Situação: GE As = 1.29 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 65.00 kN Situação: GE As = 2.61 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m				As = 2.61 cm <sup>2</sup> /m (ø6.3 c/11 - 2.83 cm <sup>2</sup> /m) fiss = 0.08 mm
Barra	L1 PAR1- D	Md = 10.00 kN.m/m As = 2.02 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 26.44 kN Situação: GE As = 0.37 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 65.00 kN Situação: GE As = 1.71 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m				As = 2.25 cm <sup>2</sup> /m (ø6.3 c/13 - 2.40 cm <sup>2</sup> /m) fiss = 0.04 mm
Barra	PAR1- C L1	Md = 10.00 kN.m/m As = 2.02 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 26.43 kN Situação: GE As = 1.29 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 65.00 kN Situação: GE As = 2.61 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m				As = 2.61 cm <sup>2</sup> /m (ø6.3 c/11 - 2.83 cm <sup>2</sup> /m) fiss = 0.08 mm
Barra	L1 PAR1- C	Md = 10.00 kN.m/m As = 2.02 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 26.43 kN Situação: GE As = 0.37 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 65.00 kN Situação: GE As = 1.71 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m				As = 2.25 cm <sup>2</sup> /m (ø6.3 c/13 - 2.40 cm <sup>2</sup> /m) fiss = 0.04 mm
Barra	L1 PAR1- A	Md = 10.00 kN.m/m As = 2.02 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 9.11 kN Situação: GE As = 0.63 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 21.75 kN Situação: GE As = 1.09 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m				As = 2.25 cm <sup>2</sup> /m (ø6.3 c/13 - 2.40 cm <sup>2</sup> /m) fiss = 0.02 mm
Barra	PAR1- A L1	Md = 10.00 kN.m/m As = 2.02 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 9.11 kN Situação: GE As = 0.41 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 21.75 kN Situação: GE As = 0.86 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m				As = 2.25 cm <sup>2</sup> /m (ø6.3 c/13 - 2.40 cm <sup>2</sup> /m) fiss = 0.01 mm
Barra	PAR1- A PAR1- D	Md = 10.00 kN.m/m As = 2.02 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m		Fd = 72.34 kN Situação: PE As = 0.86 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.86 cm <sup>2</sup> /m				As = 2.25 cm <sup>2</sup> /m (ø6.3 c/13 - 2.40 cm <sup>2</sup> /m) fiss = 0.01 mm
Barra	PAR1- D PAR1- A	Md = 28.00 kN.m/m As = 6.13 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 3.35 kN Situação: GE As = 6.09 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 72.34 kN Situação: GE				As = 10.82 cm <sup>2</sup> /m (ø12.5 c/11 - 11.16 cm <sup>2</sup> /m) fiss = 0.10 mm

ARMADURAS NEGATIVAS (NA CONTINUIDADE)								
Viga Trecho	Laje 1 Laje 2	Momento negativo			Momento positivo			Armaduras finais
		Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	
		A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	As = 7.13 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m				
Barra	PAR1- A PAR1- B	Md = 28.00 kN.m/m As = 6.13 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 3.35 kN Situação: GE As = 6.09 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 72.34 kN Situação: GE As = 7.13 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m				As = 10.82 cm <sup>2</sup> /m (ø12.5 c/11 - 11.16 cm <sup>2</sup> /m) fiss = 0.10 mm
Barra	PAR1- B PAR1- A	Md = 10.00 kN.m/m As = 2.02 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m		Fd = 72.34 kN Situação: PE As = 0.86 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.86 cm <sup>2</sup> /m				As = 2.25 cm <sup>2</sup> /m (ø6.3 c/13 - 2.40 cm <sup>2</sup> /m) fiss = 0.01 mm
Barra	L1 PAR1- B	Md = 10.00 kN.m/m As = 2.02 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 9.12 kN Situação: GE As = 0.63 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 21.75 kN Situação: GE As = 1.09 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m				As = 2.25 cm <sup>2</sup> /m (ø6.3 c/13 - 2.40 cm <sup>2</sup> /m) fiss = 0.02 mm
Barra	PAR1- B L1	Md = 10.00 kN.m/m As = 2.02 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 9.12 kN Situação: GE As = 0.41 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 21.75 kN Situação: GE As = 0.86 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m				As = 2.25 cm <sup>2</sup> /m (ø6.3 c/13 - 2.40 cm <sup>2</sup> /m) fiss = 0.01 mm
Barra	PAR1- B PAR1- C	Md = 28.00 kN.m/m As = 6.13 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 3.35 kN Situação: GE As = 6.09 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 72.34 kN Situação: GE As = 7.13 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m				As = 10.82 cm <sup>2</sup> /m (ø12.5 c/11 - 11.16 cm <sup>2</sup> /m) fiss = 0.10 mm
Barra	PAR1- C PAR1- B	Md = 10.00 kN.m/m As = 2.02 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m		Fd = 72.34 kN Situação: PE As = 0.86 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.86 cm <sup>2</sup> /m				As = 2.25 cm <sup>2</sup> /m (ø6.3 c/13 - 2.40 cm <sup>2</sup> /m) fiss = 0.01 mm
Barra	L1 PAR1- C	Md = 10.00 kN.m/m As = 2.02 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 9.12 kN Situação: GE As = 0.63 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 21.75 kN Situação: GE As = 1.09 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m				As = 2.25 cm <sup>2</sup> /m (ø6.3 c/13 - 2.40 cm <sup>2</sup> /m) fiss = 0.02 mm
Barra	PAR1- C	Md = 10.00 kN.m/m	Fd = 9.12 kN Situação: GE	Fd = 21.75 kN				As = 2.25 cm <sup>2</sup> /m

ARMADURAS NEGATIVAS (NA CONTINUIDADE)								
Viga Trecho	Laje 1 Laje 2	Momento negativo			Momento positivo			Armaduras finais
		Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	Flexão	Flexo compressão	Flexo tração	
	L1	As = 2.02 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	As = 0.41 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Situação: GE As = 0.86 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m				(ø6.3 c/13 - 2.40 cm <sup>2</sup> /m) fiss = 0.01 mm
Barra	PAR1- C PAR1- D	Md = 28.00 kN.m/m As = 6.13 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 3.35 kN Situação: GE As = 6.09 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 72.34 kN Situação: GE As = 7.13 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m				As = 10.82 cm <sup>2</sup> /m (ø12.5 c/11 - 11.16 cm <sup>2</sup> /m) fiss = 0.10 mm
Barra	PAR1- D PAR1- C	Md = 10.00 kN.m/m As = 2.02 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m		Fd = 72.34 kN Situação: PE As = 0.86 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.86 cm <sup>2</sup> /m				As = 2.25 cm <sup>2</sup> /m (ø6.3 c/13 - 2.40 cm <sup>2</sup> /m) fiss = 0.01 mm
Barra	L1 PAR1- D	Md = 10.00 kN.m/m As = 2.02 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 9.13 kN Situação: GE As = 0.63 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 21.75 kN Situação: GE As = 1.09 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m				As = 2.25 cm <sup>2</sup> /m (ø6.3 c/13 - 2.40 cm <sup>2</sup> /m) fiss = 0.02 mm
Barra	PAR1- D L1	Md = 10.00 kN.m/m As = 2.02 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 9.13 kN Situação: GE As = 0.41 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m	Fd = 21.75 kN Situação: GE As = 0.86 cm <sup>2</sup> /m A's = 0.00 cm <sup>2</sup> /m				As = 2.25 cm <sup>2</sup> /m (ø6.3 c/13 - 2.40 cm <sup>2</sup> /m) fiss = 0.01 mm

