

CENTRO UNIVERSITÁRIO SAGRADO CORAÇÃO – UNISAGRADO

FERNANDO MATHEUS FABRÍCIO

PARQUE LINEAR COM CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL NA ORLA  
TURÍSTICA DE BARRA BONITA - SP

BAURU  
2021

FERNANDO MATHEUS FABRÍCIO

PARQUE LINEAR COM CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL NA ORLA  
TURÍSTICA DE BARRA BONITA - SP

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Aplicadas do Centro Universitário Sagrado Coração, como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Orientação: Prof. M.e Vitor Locilento Sanches

BAURU  
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo  
com ISBD

Fabício, Fernando Matheus

F126p

Parque linear com captação de água pluvial na orla turística de  
Barra Bonita - SP / Fernando Matheus Fabício. -- 2021.  
97f. : il.

Orientador: Prof. M.e Vitor Locilento Sanches

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Arquitetura e  
Urbanismo) - Centro Universitário Sagrado Coração -  
UNISAGRADO - Bauru - SP

1. Arquitetura. 2. Projetos. 3. Parques. 4. Praças. I. Sanches,  
Vitor Locilento. II. Título.

Dedico este trabalho a minha mãe e a meu pai (in memoriam), que foram a base para me tornar quem sou hoje, os maiores exemplos de pessoas que já conheci; e as minhas amigas de Laup que estiveram presente em toda a jornada acadêmica e a todos que acabei conhecendo nessa jornada para me tornar arquiteto.

## AGRADECIMENTOS

Me tornar arquiteto não foi um sonho, durante os anos de ensino médio quando perguntavam o que eu cursaria, arquitetura era apenas uma pequena possibilidade.

Sou formado em Administração de Empresas, grande parte por influência do meu pai, mas logo que me formei, pensei em fazer algo que pudesse ser conciliado com os negócios da família e lembrei-me de quando arquitetura era uma possibilidade, junto a isso, memórias de tempos antigos no qual passava horas e horas em jogos de construção começaram a reforçar a ideia de iniciar o curso, assim aconteceu. Em 2017 por volta das dezessete horas e trinta minutos estava entrando na Van rumo ao primeiro dia de faculdade.

As primeiras semanas na faculdade foram incríveis, tudo era novo e com o passar dos dias tive certeza de que era isso que queria seguir, e segui... Aqui estou, na reta final do curso.

Os anos passaram e infelizmente meu pai não estará presente, não me vera formar, pelo menos não aqui no físico, mas tenho certeza de que, de algum lugar ele estará me vendo, não só vendo como me ajudando, me guiando, me dando forças para não desistir, que foram muitas as vezes que pensei em jogar a toalha.

Rubens Aparecido Fabrício, ou melhor... “papai” como você brincava em momentos que te pedia algo, muito obrigado por tudo, por todos os ensinamentos durante sua passagem aqui entre nós e que eu pude carregar junto comigo em todos os momentos, tudo que aprendi com você sem dúvidas será passado adiante.

Dina Maria Bola Fabrício, meu anjo em vida, minha mãe, obrigado por não ter desistido e por ter sido meu motivo de me esforçar cada vez mais, hoje tudo que faço é por você, não tenho e nem consigo formar palavras para agradecer, tanto você como meu pai.

Preciso agradecer também ao irmão que a vida me deu, meu amigo e companheiro de trabalho Guilherme Otávio Martins, por ter segurado as pontas de tudo por aqui e por ter ficado do meu lado em todos os momentos da minha vida, sem dúvidas alguma não tenho nem maneiras de agradecer o tamanho companheirismo e amizade que temos. Muito obrigado.

As amizades que fiz durante o curso não foram muitas, poucas pessoas se fazem presente até agora e não poderia deixar de agradecê-las, obrigado Leticia e a Paula por todos os Laups juntos, agradeço também aos meus amigos de Barra Bonita, que foram minha válvula de escape em tempos de estresse, já que é impossível estar com eles e não passar a maior parte do tempo rindo.

Agradeço também ao meu amigo Matheus Dias, que mora do outro lado do Brasil e me acompanhou por quase todo o período de graduação, uma pessoa incrível que conheci em um grupo do Facebook voltado a arquitetura. Eu estava tendo algumas dificuldades com um projeto e ao solicitar por ajuda no grupo, ele prontamente me ajudou, logo após isso, ele se tornou meu “guia”, um exemplo de pessoa comprometida pelo que faz, sem dúvidas um profissional que tenho como referência e que busco como inspiração. Obrigado por sempre ter recebido meus pedidos de ajuda de braços abertos, por nunca ter negado conhecimento, por tantas canecas de café e risadas divididas nas conferências, enfim... Obrigado, Matheus!

A todos os funcionários da UNISAGRADO por todo apoio e dedicação, e por proporcionaram um ambiente propício para o desenvolvimento do meu projeto; a todo meu corpo docente, em especial à meu orientador Prof.e M.e Vítor Locilento Sanches, no qual tive uma maior afinidade desde a primeira aula, por nunca ter limitado minhas ideias incomuns e sim, ter me ajudado a encontrar alguma maneira de fazer elas acontecer.

*“Como arquiteto, se desenha para o presente, com certo conhecimento do passado, para um futuro que é essencialmente desconhecido.” (Norman Foster).*

## RESUMO

O presente projeto possui o desígnio de realizar uma proposta para a atual situação da Orla Turística de Barra Bonita (SP) visando ocupar uma área ainda subutilizada e colaborar com o sistema de captação de águas pluviais do centro da cidade. O projeto baseia-se na implantação de um parque linear com uma cisterna capaz de armazenar uma enorme quantidade de água desviada de outros locais que sofrem com o excesso dela. Metodologicamente, foi realizada uma revisão da literatura por meio de autores relevantes, artigos e reportagens jornalísticas, uma análise em documentos pertinentes ao tema, como a canalização de cursos d'água e suas consequências para o meio urbano. As obras correlatas analisadas e estudadas serviram como inspiração para a elaboração do anteprojeto, quanto às questões necessárias para o desenvolvimento geral do projeto. Para análise e compreensão da área de implantação do projeto, foram pontuadas as potencialidades e fragilidades relacionadas às quadras próximas a área de intervenção, como usos e ocupações do solo, gabarito das edificações, áreas de alagamento e avaliação da topografia. O conceito utilizado foi a união entre a Forma e o Material, a sinuosidade do Rio Tietê com os materiais naturais presentes em suas proximidades e claro, a água.

Palavras – chave: Parque Linear. Enchentes. Alagamento. Drenagem. Problemas urbanos. Intervenção.

## **ABSTRACT**

This project plans to make a proposal for the current situation of the Orla Turística de Barra Bonita (SP) in order to occupy an area that is still underutilized and collaborate with the rainwater catchment system in the city center. The project is based on the implementation of a linear park with a cistern capable of storing an enormous amount of water diverted from other places that suffer from its excess. Methodologically, a literature review was carried out through relevant authors, articles and journalistic reports, an analysis of documents relevant to the topic, such as the channeling of water courses and their consequences for the urban environment. The correlated works analyzed and studied served as inspiration for the preparation of the draft, regarding the issues necessary for the overall development of the project. For analysis and understanding of the area of implementation of the project, the strengths and weaknesses related to the blocks close to the intervention area were pointed out, such as land use and occupation, building layout, flooding areas and topography assessment. The concept used was the union between Form and Material, the sinuosity of the Tietê River with the natural materials present in its vicinity and, of course, water.

Keywords: Linear Park. Floods. Overflow. Drainage. Urban problems. Intervention.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Área de embarque e desembarque dos navios turísticos .....	17
Figura 2 - Área do porto em período de fortes chuvas .....	18
Figura 3 - Orla de Barra Bonita nas proximidades da Ponte .....	18
Figura 4 - Inundação que ocorreu em Townsville, Austrália.....	21
Figura 5: Inundação em Nova Orleans, em 2005.....	21
Figura 6: Carro sendo arrastado devido a força da água. ....	23
Figura 7: Enxurrada ganhando força devido ao declive da rua. ....	23
Figura 8: Subsolo de um shopping alagado após intensa chuva. ....	24
Figura 9: Comprometimento numa área central devido à má estrutura.....	25
Figura 10: Sistematização em corte dos possíveis eventos.....	25
Figura 11: Microdrenagem e macrodrenagem urbana. ....	28
Figura 12: Os vários tipos de pisos permeáveis e suas aplicações .....	32
Figura 13: Cálculo para estimar uma possível enchente máxima. ....	34
Figura 14: Cisterna convencional .....	38
Figura 15: Comparação da construção com a escala humana toneladas .....	39
Figura 16: Cisterna Basílica, composta por colunas ornamentais. Hoje utilizada como centro turístico. ....	40
Figura 17: Vista aérea Orla da Guaíba (Porto Alegre).....	43
Figura 18: Vista aérea noturna da Orla da Guaíba.....	44
Figura 19: Imagem aérea do Parque de Indaiatuba/SP .....	45
Figura 20: Parque da criança no Parque de Indaiatuba/SP .....	46
Figura 21: O parque é um corredor pluvial natural com cerca.....	47
Figura 22: Junção dos tons alaranjados do por sol junto .....	48
Figura 23: Encontros das curvas da “fita vermelha” com .....	48
Figura 24: Natureza abraçando a faixa vermelha.....	49
Figura 25: Mapa geral da Cidade de Barra Bonita – SP .....	50
Figura 26: Mapa topográfico do perímetro urbano da cidade de Barra Bonita. 51	
Figura 27: Mapa do sistema viário: localização, fluxos e mobiliário urbano. ....	53
Figura 28: Mapa de Uso e Ocupação do Solo.....	54
Figura 29: Mapa de Gabarito das Edificações.....	55
Figura 30: Mapa de Cheio e Vazios .....	56
Figura 31: Mapas de Vegetação e Área Verde .....	57

Figura 32: Mapa de Características do Local .....	58
Figura 33: Macrozoneamento Urbano .....	59
Figura 34: Mapa Topográfico .....	60
Figura 35: MAPA DE VISADAS.....	61
Figura 36: Croqui sem escala.....	62
Figura 37: Novos anexos de galerias pluviais .....	64
Figura 38: Implantação do projeto: .....	66
Figura 39: Corte 01 .....	66
Figura 40: Corte 02 .....	67
Figura 41: Corte 03 .....	67
Figura 42: Vista explodida da Cisterna:.....	68
Figura 43: Localização do Edifício de Alimentação. ....	69
Figura 44 Volumetria do prédio principal.....	69
Figura 45: Planta de Piso Térrea.....	70
Figura 46: Planta de Piso Nível 02. ....	70
Figura 47: Corte 01. ....	71
Figura 48: Corte 02. ....	71
Figura 49: Localização Centro Náutico.....	72
Figura 50: Volumetria Centro Náutico. ....	72
Figura 51: Planta de Piso Térrea.....	73
Figura 52: Corte 01. ....	73
Figura 53: Corte 02. ....	74
Figura 54: Localização do Café.....	74
Figura 55: Volumetria Café.....	75
Figura 56: Planta de Piso Térrea.....	75
Figura 57: Corte 01. ....	76
Figura 58: Corte 02. ....	76
Figura 59: Localização do Prédio de artes. ....	77
Figura 60: Volumetria do Prédio de Artes.....	77
Figura 61: Planta de Piso Térrea.....	78
Figura 62: Corte 01. ....	78
Figura 63: Corte 02. ....	79
Figura 64: Localização do Banheiro Principal. ....	79
Figura 65: Volumetria do Banheiro Principal. ....	80

Figura 66: Planta de Piso Térrea.....	80
Figura 67: Corte 01: .....	81
Figura 68: Corte 02. ....	81
Figura 69: Localização dos Banheiros Menores.....	82
Figura 70: Volumetria dos Banheiros Menores .....	82
Figura 71: Planta de Piso Térrea.....	83
Figura 72: Corte 01. ....	83
Figura 73: Corte 02. ....	84
Figura 74: Vista Superior 01.....	85
Figura 75: Vista Aérea.....	85
Figura 76: Vista Aérea 02.....	86
Figura 77: Vista superior 02. ....	86
Figura 78: Fachada Edifício de Alimentação .....	87
Figura 79: Vista Superior 03.....	87
Figura 80: Vista Superior 04.....	88

## LISTA DE TABELA

Tabela 1 Comparação das causas e efeitos das inundações devido alterações .....	20
Tabela 2: Vantagens e Desvantagens dos diferentes tipos de cisternas. ....	36
Tabela 3 Programa de Necessidades .....	63

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
1.1	JUSTIFICATIVA	13
1.2	OBJETIVOS	14
1.2.1	<b>Objetivo Geral</b>	<b>14</b>
1.2.2	<b>Objetivo Específico</b>	<b>14</b>
1.3	METODOLOGIA	15
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>16</b>
2.1	CONCEITOS E CLASSIFICAÇÃO	16
2.1.1	<b>Enchente</b>	<b>16</b>
2.1.2	<b>Inundação</b>	<b>19</b>
2.1.3	<b>Enxurrada</b>	<b>22</b>
2.1.4	<b>Alagamento</b>	<b>24</b>
2.2	MEIO URBANO E DRENAGENS	26
2.3	MACRODRENAGEM E MICRODRENAGEM	27
2.4	INFRAESTRUTURA VERDE	29
2.4.1	<b>TAXA DE PERMEABILIDADE</b>	<b>32</b>
2.5	PRECIPITAÇÃO MÁXIMA E CHUVAS EXTREMAS	33
2.6	ÁGUA	34
2.7	CISTERNA	35
2.7.1	<b>MÉTODOS DE CÁLCULOS DE RESERVATÓRIOS</b>	<b>40</b>
<b>3</b>	<b>OBRAS CORRELATAS</b>	<b>42</b>
3.1	ORLA DA GUAÍBA, PORTO ALEGRE	42
3.2	PARQUE ECOLÓGICO DE INDAIATUBA (SÃO PAULO)	44
3.3	PARQUE RED RIBBON QINHUANGDAO/CHINA	46
<b>4</b>	<b>ANÁLISE DO ENTORNO</b>	<b>50</b>
4.1	RELEVO DA CIDADE	51
4.2	SISTEMA VIÁRIO: LOCALIZAÇÃO, FLUXOS E MOBILIÁRIO URBANO	52
4.3	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	54
4.4	GABARITO DAS EDIFICAÇÕES	55
4.5	CHEIOS E VAZIOS	55
4.6	MAPAS DE VEGETAÇÃO E CARACTERÍSTICAS	56
4.7	LEIS E ZONEAMENTO	58

4.8	TOPOGRAFIA.....	60
4.9	MAPA DE VISADAS .....	61
<b>5</b>	<b>PROPOSTA PROJETUAL .....</b>	<b>62</b>
5.1	CONCEITO E PARTIDO .....	62
5.2	PROGRAMA DE NECESSIDADES.....	63
5.3	NOVAS TUBULAÇÕES PARA CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAIS .....	64
<b>6</b>	<b>IMPLANTAÇÃO DO MACRO FINAL .....</b>	<b>65</b>
6.1	EDIFICAÇÕES DO PARQUE .....	68
6.1.1	<b>Prédio de Alimentação.....</b>	<b>69</b>
6.1.2	<b>Centro Náutico .....</b>	<b>72</b>
6.1.3	<b>Café .....</b>	<b>74</b>
6.1.4	<b>Prédio de Artes.....</b>	<b>77</b>
6.1.5	<b>Banheiro Principal(Grande).....</b>	<b>79</b>
6.1.6	<b>Banheiros Menores .....</b>	<b>81</b>
6.2	VOLUMETRIA.....	85
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>89</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>90</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Em períodos nos quais as chuvas convectivas ou chuvas de verão acabam se tornando um problema para a vivência humana, causando alagamentos e destruições de grandes intensidades podendo ocasionar acidentes e até mesmo a morte de pessoas, medidas de contenção precisam ser tomadas, essas que se bem projetadas, acabam não melhorando somente problemas causados pela ação da natureza, mas também decorrentes das próprias ações antrópicas, causadas pelo despreparo ou despreocupação humana com seu próprio habitat.

A proposta deste projeto verifica-se na necessidade de estudar e encontrar uma maneira de minimizar os impactos causados por chuvas pontuais, que acabam por desaguar quantidades que sobrecarregam o sistema de infraestrutura de captação pluvial da cidade, este que, apesar de extrema importância para um funcionamento geral e organizado da cidade, não teve sua melhora acompanhada juntamente ao desenvolvimento da expansão das áreas periféricas da cidade.

Essas precipitações se tornaram aleatórias, imprevisíveis, tendo sido alteradas pelo processo de urbanização, fazendo que intensifique a frequência e magnitude das enchentes. A falta de planejamento do uso e ocupação do solo junto a impermeabilização do solo, unido a canalização total ou parcial da água da chuva, amplificam o problema das inundações (AMARAL; RIBEIRO, 2009).

No geral, com a ajuda do êxodo rural, a partir da segunda metade do século XX, muitas cidades registraram um aumento populacional acelerado e tal fato, como destaca Oliveira (1998, p.2), contribuiu para o “desencadeamento de situações vinculadas à ausência de planejamento para subsidiar o processo de expansão urbana”, Barra Bonita tendo suas raízes de fundação as margens do Rio Tietê, onde em seu início, havia um enorme número de sítios e moradores rurais, incluindo aqueles que vinham de outros países e cidades para os períodos de safra e acabaram por transformar desta cidade sua residência, acompanharam o desenvolvimento agrícola, passando pelo café e em seguida para a cana de açúcar. Conforme o tempo foi passando, a tecnologia que tomava

seus lugares, os obrigaram a se mudar para a área urbana, unindo assim a falta de tempo, pois foi um movimento rápido e a falta de vontade dos administradores de fazerem algo a respeito da ampliação da infraestrutura urbana.

Neste presente trabalho, foi desenvolvido um estudo com o objetivo de melhorar a infraestrutura nas áreas baixas da cidade, junto a construção de uma cisterna subterrânea, alocada abaixo de um parque linear.

Esta cisterna tem como função captar a água que ultrapassa a capacidade de vazão, armazenando-a para posteriormente ser utilizada no parque ou devolvida ao leito do rio, para o desenvolvimento teórico e projetual, todas as possíveis influências como topografia, precipitação, áreas alagáveis serão observadas e pontuadas.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Com o crescente número de moradores que migravam da zona rural, a necessidade de alteração, e do desenvolvimento de uma nova malha urbana, fizeram com que várias cidades do interior, como Barra Bonita, se adequassem e adaptassem de forma rápida, mas sem eficácia, fazendo com que elementos da paisagem urbana deixassem de existir, para que fosse possível dar espaço a essa nova forma de viver, como é o caso de canalização e/ou retificação de rios e córregos, ocupação de áreas de preservação ambiental, entre outros.

Após segunda metade do século XX, várias cidades brasileiras registraram um aumento populacional acelerado e tal fato, como destaca Oliveira (1998, p.2), favoreceu o “desencadeamento de situações vinculadas à ausência de planejamento para subsidiar o processo de expansão urbana”.

Essa desordenação traz como consequência, níveis abusivos de degradação ambiental evidentes no cotidiano urbano (OLIVEIRA, 1998).

Uma possível solução ou pelo menos a amenização dos resultados gerados pelas chuvas será buscada através da implantação de um parque linear com características próprias para auxílio de drenagem e prevenção de possíveis enchentes e alagamentos, auxiliando na minimização ou até mesmo a exclusão dos eventos catastróficos ocorridos nos últimos anos, como enchentes,

alagamentos e inundações, a fim de permitir um melhor desenvolvimento urbano e elevar o nível de qualidade de vida e a saúde geral dentro da cidade.

## 1.2 OBJETIVOS

Para entender o processo de desenvolvimento teórico junto ao projeto foram pontuados objetivos subdivididos em geral e específicos e são apresentados na sequência.

### 1.2.1 Objetivo Geral

Criação de um parque integrado com um sistema de drenagem urbana e armazenamento de água de chuva, visando melhorar o problema das enchentes na cidade de Barra Bonita (SP).

### 1.2.2 Objetivo Específico

- a) Revisar a literatura coerente sobre sistema fluvial;
- b) compreender as diferentes ocorrências causadas pelos desastres naturais em função dos rios e chuvas intensas;
- c) conhecer tipos de micro e macrodrenagem urbana;
- d) entender a canalização dos rios;
- e) estudar sobre sistemas de contenção das águas;
- f) entender a utilização de cisternas;
- g) estudar os passeios públicos para coleta e manejo das águas pluviais;
- h) apresentar casos correlatos de cidades que sofreram tais transformações;
- i) entender a importância da Orla Turística de Barra Bonita para o município de Barra Bonita;
- j) analisar mapas e fotos;
- k) desenvolvimento de anteprojeto.

### 1.3 METODOLOGIA

A primeira parte desse projeto foi desenvolvida por revisões bibliográficas e documentais para um maior conhecimento e aprofundamento sobre o assunto, além de pesquisas iconográficas, leituras sistemáticas, abordagem de leis municipais, estaduais e federais.

O estudo coletou informações e dados sobre a relevância das águas para as cidades, em contexto histórico e geográfico, permitindo, assim, conhecer as necessidades para a alteração da paisagem natural das mesmas, ocasionando em canalizações e outras interferências humanas, sofrendo consequências das chuvas e dessas obras, para a retratação da importância de uma solução para tal problemática, apontando os parques de drenagem urbana e um grande sistema de armazenamento de água como um plausível desfecho para essas situações.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nessa primeira parte será pontuado o conceito de precipitação e chuvas máximas. Na parte será abordado conceitos de enchente, inundação, enxurrada e alagamento, uma base importante entender como eles afetam a cidade. E para finalizar essa primeira parte de conceito básica será explicado um pouco de referências sobre drenagem e o meio urbano.

### 2.1 CONCEITOS E CLASSIFICAÇÃO

Os conceitos de enchente, inundação, enxurrada e alagamento costumam ser confundidos entre si pois se trata de fenômenos que podem ser gerados pela ação da natureza ou ações antrópicas, mas que apesar de sua origem, são ocasionados pela água. São abordados de diferentes maneiras por muitos pesquisadores (GRILO, 1992; PISANI, 2001; PÔMPEO, 2000; TUCCI, 1995, 2007;), que estudam a temática. Este trabalho busca analisar esses fenômenos e entender qual a melhor opção para o desenvolvimento projetual da solução.

#### 2.1.1 Enchente

As enchentes podem ser divididas em dois tipos por Tucci (2001), enchentes devido à urbanização e enchentes em áreas ribeirinhas:

[...] a primeira é caracterizada pelo aumento de sua frequência e magnitude devido à ocupação do solo com superfícies impermeáveis e rede de condutos de escoamentos. Adicionalmente o desenvolvimento urbano pode produzir obstruções ao escoamento como aterros e pontes, drenagens inadequadas e obstruções ao escoamento junto a condutos e assoreamento. As enchentes em áreas ribeirinhas são naturais, atingindo a população que ocupa o leito maior dos rios. Essas enchentes ocorrem, principalmente, pelo processo natural no qual o rio ocupa o seu leito maior, de acordo com os eventos extremos, em média com tempo de retorno da ordem de 2 anos.

As enchentes podem ser conceituadas como fenômenos naturais, que ocorrem periodicamente nos cursos d'água devido às chuvas de magnitude elevada, na cidade de Barra Bonita, mesmo com as barragens controlando esse

fluxo de água, em tempos de chuvas intensas as comportas abertas não são os suficientes para uma vazão no fluxo do rio adequada.

Nas áreas urbanizadas podem decorrer de intensa chuvas em um largo período de retorno ou devido a transbordamentos de cursos d'água provocados por mudanças no equilíbrio no ciclo hidrológico em regiões a montante das áreas urbanas; ou ainda, devidas à própria urbanização. (POMPÊO, 2000), como construções e alterações em córregos, limitando seu tamanho ou ainda o cobrindo com calçadas e passarelas.

Nas figuras 02,03 e 04 observa-se as águas do Rio Tietê em dias de muita chuva no qual é necessário a abertura das comportas, causando assim enchentes na orla turística da cidade.

Figura 1 - Área de embarque e desembarque dos navios turísticos de Barra Bonita



Fonte: Sandro Alponi. S2 Notícias, 2020.

Área de embarque e desembarque em uma situação ainda mais grave, quando todas as comportas mesmo abertas, não conseguem liberar todo o fluxo de água. (Figura 02)

Figura 2 - Área do porto em período de fortes chuvas



Fonte: (ALONSO; FREITAS, 2016).

Figura 3 - Orla de Barra Bonita nas proximidades da Ponte Campos Salles



Fonte: (ALONSO; FREITAS, 2016).

### 2.1.2 Inundação

A questão sobre inundação já vem sendo abordada por uma maior quantidade de autores e é o evento mais comum em áreas urbanas. O autor Tucci (2007) diz que a ocorrência de inundações em centros urbanos é tão antiga quanto às cidades ou qualquer aglomerado urbano. A inundação acontece quando as águas dos rios, riachos, córregos, galerias pluviais ultrapassam seu leito de escoamento devido à falta de capacidade de transporte de um destes sistemas e ocupa áreas que são utilizadas pela população que variam desde suas moradias, empresas etc.

Tucci ainda ressalva que esses eventos podem ser ocasionados devido ao comportamento natural dos rios e ampliados pelo ações antrópicas na urbanização, como, a impermeabilização das superfícies e canalização de córregos (TUCCI, 2007), esse sendo o que mais se caracteriza com o que acontece em Barra Bonita.

Outro autor, Pisani (2001) caracteriza inundações como um fenômeno natural, que ocorre quando a vazão a ser escoada é maior que a capacidade de descarga do sistema hídrico. A inundação nas áreas ocupadas por atividades humanas, que não estão adaptadas para presença da água nesses períodos, acaba gerando um desastre com perdas socioeconômicas, além do pânico e desespero gerado por quem assiste suas propriedades sem destruídas.

No final, verifica-se que as possibilidades de ocorrer inundações são menores quando há uma maior infiltração das águas de chuva e, conseqüentemente, um menor escoamento superficial (PINTO; PINHEIRO, 2006)

Tabela 1 Comparação das causas e efeitos das inundações devido alterações

CAUSAS	EFEITOS
Impermeabilização	Maiores picos de vazões
Redes de drenagem	Maiores picos a jusante
Resíduos sólidos urbanos	Entupimento de galerias e degradação da qualidade das águas
Redes de esgotos sanitários deficientes	Degradação da qualidade das águas e doenças de veiculação hídrica
Desmatamento e desenvolvimento indisciplinado	Maiores picos e volumes, maior erosão e assoreamento
Ocupação das várzeas e fundos de vale	Maiores picos de vazão, maiores prejuízos e doenças de veiculação hídrica

Fonte: FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente (2006)

Nas figuras 04 e 05, observa-se os problemas gerados pela inundação, isso acontece, pois, a área da margem já não foi o suficiente para conter o excesso de água, que acabaram por invadir uma grande área urbana.

Figura 4 - Inundação que ocorreu em Townsville, Austrália



Fonte: Editora Abril. Veja Online, 2019.

Figura 5: Inundação em Nova Orleans, em 2005.



Fonte: Wikipedia, 2020.

### 2.1.3 Enxurrada

De acordo com o CEMADEM (Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais), enxurrada pode ser identificada pelo escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, que pode estar ou não associado ao domínio fluvial (do rio). Provocado por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado. Caracterizada pela elevação súbita das vazões de determinada drenagem e transbordamento brusco da calha fluvial. Este processo apresenta grande poder destrutivo.

Enxurradas são geralmente causadas por tempestades intensas (nuvens muito grandes e carregadas) com trovoadas. Estes eventos podem durar minutos ou horas, dependendo da intensidade e da duração da chuva, da topografia, das condições do solo e da cobertura do solo.

Nas cidades, quando a chuva é muito forte e os bueiros e as tubulações não têm capacidade para transportar toda a água, pode ocorrer uma enxurrada em poucos minutos. As enxurradas podem arrastar veículos, pessoas, animais e mobílias por vários quilômetros. A força das águas pode ainda provocar o rolamento de blocos de pedras, arrancar árvores, destruir edificações e causar corrida de massa.

Já a Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), conceitua a enxurrada como escoamento superficial de alta velocidade e energia, provocado por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado. Sendo caracterizada pela elevação súbita das vazões de determinada drenagem e transbordamento brusco da calha fluvial.

Nas figuras seguintes 06 e 07, exemplos de enxurrada, que se agravam ainda mais dependendo das características dos locais, como a inclinação.

Figura 6: Carro sendo arrastado devido a força da água.



Fonte: David Murba, Só Notícias. 2019.

Figura 7: Enxurrada ganhando força devido ao declive da rua.



Fonte: David Murba, Só Notícias, 2019.

### 2.1.4 Alagamento

A Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), classifica alagamentos como a extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e conseqüente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas.

Segundo as observações Grilo (1992), os alagamentos ocorrem, na maioria das vezes em áreas planas, áreas com depressões e fundos de vales, com o escoamento superficial comprometido pela topografia e falta ou insuficiência de um sistema pluvial no ambiente urbano. Ainda, quanto menor a extensão de áreas verdes que serviriam como área de drenagem, menor a infiltração de água no solo, que alimenta os aquíferos suspensos, causando menor auxílio para o escoamento superficial, as quais poderiam atenuar as causas deles. (TEODORO; NUNES, 2007)

Nas figuras 08 e 09, exemplifica-se o alagamento que acontecem devido a uma insuficiência projetual ou saturada, que acabou não recebendo melhorias levando assim, em casos mais extremos ao seu comprometimento.

Figura 8: Subsolo de um shopping alagado após intensa chuva.



Fonte: Editora Abril. Veja Online, 2019.

Figura 9: Comprometimento numa área central devido à má estrutura de escoamento pluvial.



Fonte: Editora Abril. Veja Online, 2019.

A figura 10 mostra os diferentes eventos de uma maneira simplificada, facilitando o entendimento de como eles acontecem e de seus impactos em uma área urbana situada próxima a um rio ou córrego.

Figura 10: Sistematização em corte dos possíveis eventos.



Fonte: Infoenem, 2020.

Os termos que adotados para classificar os eventos deste trabalho serão os de inundação e de enxurradas, em razão dessas conceituações serem as que mais se caracterizam com os eventos que acontecem nos meios urbanos, causados por chuvas extremas.

## 2.2 MEIO URBANO E DRENAGENS

Após a década de 1960, alguns países passaram a questionar a drenagem urbana realizada que aconteciam de maneira tradicional, buscando uma solução momentânea e rápida que retiravam as águas acumuladas em áreas importantes, transferindo o problema para outras áreas ou para o futuro. Assim, sobre esta concepção se tem alguns projetos de grandes sistemas de galerias pluviais e as ações destinadas à melhoria do fluxo em rios e canais, concretizadas através de cortes de meandros<sup>1</sup>, retificações e mudanças de declividade de fundo do rio ou qualquer outro condutor de água. Ainda predomina em alguns meios técnicos essa visão, focalizando no controle do escoamento na própria calha do curso d'água, dando pequena importância à geração do escoamento nas superfícies urbanizadas (POMPÊO, 2000).

Nessas últimas quatro décadas, introduziram algumas outras formas de abordar os problemas. Essas planícies e áreas de inundação passaram a ser objeto de planejamento, sofrendo restrições quanto à ocupação e ao tipo de obras, visando principalmente a geração de uma área de escoamento e a minimizar o fluxo "extra" de água em decorrência da impermeabilização do solo nestas áreas. Introduziram assim, medidas compensatórias que buscam compensar os efeitos da urbanização, atuando sobre os processos hidrológicos e visando à redução de volumes ou vazões, em diferentes concepções quanto ao porte e localização das construções e do seu nível de impermeabilização do solo (Nascimento et al., 1997).

A gestão da água no meio urbano é um caso particular da gestão de recursos hídricos. Assim, o planejamento de atividades urbanas relacionadas à água deve estar integrado ao próprio planejamento urbano, incluindo-se aqui o desenho da malha urbana e sua expansão, o zoneamento de atividades, a rede

---

<sup>1</sup> Sinuosidades de um curso de água (fonte)

viária e de transportes etc. (POMPÊO, 2000) Vale ressaltar a necessidade de um planejamento de desenvolvimento sociocultural, visando passar a importância dos recursos hídricos.

Tucci (2007), descreve que em ambientes urbanos já consolidados, se faz necessária a implementação de uma série de medidas, que visam o controle do escoamento da água pluvial, antes de sua descarga nos corpos receptores.

A água tem um papel de grande importância no meio urbano, tendo necessidades de atendimento a demandas diferenciadas, questões relativas à sua qualidade, disponibilidade e escoamento de águas de chuva no que abrange toda a área urbana em suas diferentes características topográficas principalmente, já que essa questão hídrica tem como principal atuante a força da gravidade. A gestão destas águas constitui a maior parte do saneamento urbano.

### 2.3 MACRODRENAGEM E MICRODRENAGEM

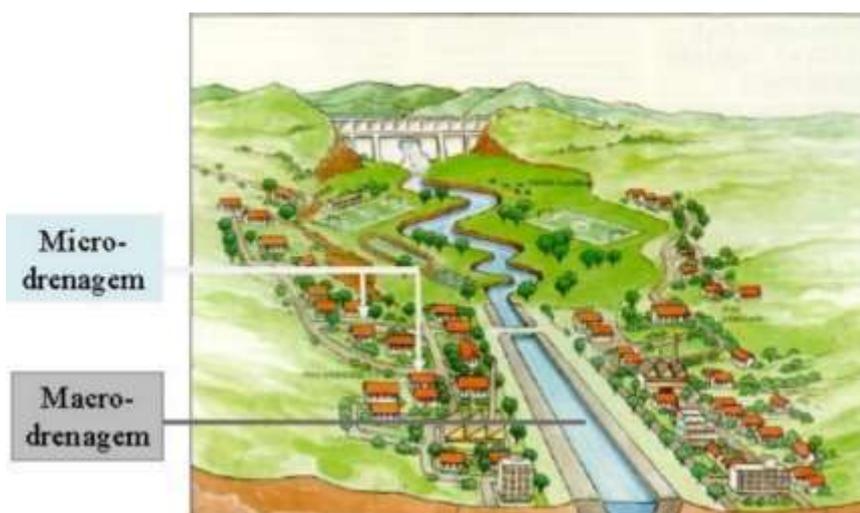
As classificações do Manual de Drenagem Urbana (BRASIL, 2002) para o sistema de drenagem urbana, são:

- I- Microdrenagem (figura XX): é o sistema de tubulações para condução de águas pluviais ou a rede primária urbana. Este sistema de drenagem é projetado para atender a drenagem de precipitações com risco moderado, normalmente atendem com eficácia situações com precipitações normais. É constituída pelas redes coletoras de águas pluviais, poços de visita, sarjetas, bocas-de-lobo e meios-fios todos encontrados nas vias urbanas;
- II- Macrodrenagem são grandes dispositivos responsáveis pelo escoamento final das águas pluviais, os quais abrangem todos os meios de captação que compõem o sistema geral da microdrenagem. A macrodrenagem abrange grandes áreas, todas superiores a 4 km<sup>2</sup> ou 400 hectares, levando em conta que esses valores não devem ser tomados como absolutos já que a malha urbana pode possuir

diferentes configurações, e é constituída pelos principais talvegues (linhas e curvas não tão sinuosas) como um córrego, fundos de vales, cursos d'água.

A macrodrenagem deve ser projetada para suportar precipitações superiores às da capacidade da microdrenagem, levando em considerações riscos de acordo com os potenciais prejuízos materiais e humanos, podemos definir microdrenagem como um sistema de condutos pluviais em rede uma urbana, que propicia a ocupação do espaço por uma “forma artificial de assentamento, adaptando-se ao sistema de circulação viária, ou seja, um conjunto de redes pluviais adaptadas às vias e ruas públicas” (Figura 11) (INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ, 2020, p.718).

Figura 11: Microdrenagem e macrodrenagem urbana.



Fonte: Drenagem Urbana. Curso de Engenharia Civil UFPel (2020).

Na maioria das vezes, uma obra hidráulica que depende apenas da vazão máxima é dimensionada para condições normais de regime permanente e verificada em regime não permanente, num momento máximo, assim como ocorre o desenvolvimento estrutural de grandes edifícios quando são pontuados ventos acima dos normais decorrentes a catástrofes naturais como um tornado.

Assim, o escoamento resulta de vários fatores os quais podem ser identificados como controles locais e controles de jusante (sentido da correnteza em um fluxo de água).

Os controles locais são a capacidade de cada seção de conduzir um determinado fluxo, ou seja, depende da área de seção, largura, comprimento e da rugosidade das paredes. Os controles do fluxo podem ser estrangulamentos no curso de água devido às obras de engenharia, mudanças de seção e remansos (recorte curvo da margem) (BRASIL, 2002).

O Ministério da Saúde aponta em seu manual, a drenagem como fator importante no escoamento da água a fim de combater a propagação de doenças de veiculação hídrica (BRASIL, 1999), já que essas águas acabam por coletar e trazer todos os tipos de impurezas que estão tanto nas tubulações como no solo.

Sobre a urbanização, Tucci (2005) afirma:

Com a urbanização, a cobertura da bacia é alterada para pavimentos impermeáveis e são introduzidos condutos para escoamento pluvial, gerando as seguintes alterações no referido ciclo: 1. Redução da infiltração no solo; 2. O volume que deixa de infiltrar fica na superfície, aumentando o escoamento superficial. Além disso, como foram construídos condutos pluviais para o escoamento superficial, tornando-o mais rápido, ocorre redução do tempo de deslocamento, desta forma as vazões máximas também aumentam, antecipando seus picos no tempo; 3. Com a redução da infiltração, o aquífero tende a diminuir o nível do lençol freático por falta de alimentação (principalmente quando a área urbana é muito extensa), reduzindo o escoamento subterrâneo[...] 4. Devido a substituição da cobertura natural ocorre uma redução da evapotranspiração, já que a superfície urbana não retém água como a cobertura vegetal e não permite a evapotranspiração das folhagens e do solo. (TUCCI, 2005a, p. 514).

## 2.4 INFRAESTRUTURA VERDE

Na grande maioria de áreas urbanizadas, o sistema de drenagem é feito completamente em um composto artificial de infraaaaa: tubulações e estruturas que recolhem e eliminam esta água. Por outro lado, as comunidades isoladas ou de baixa renda normalmente não têm drenagem principal, assim, as águas residuais em uma parte são tratadas localmente e as águas pluviais são drenadas naturalmente para o solo.

Essas maneiras mais naturais, sem as devidas assistências e planejamento acontecem quando a extensão da urbanização é mais limitada. No entanto, recentemente há uma grande busca por práticas de drenagem mais

sustentáveis e que priorizam o uso de drenagem mais natural sempre que possível (BUTLER; DAVIES, 2004).

O desenvolvimento da drenagem sustentável iniciou-se a partir da década de 90 com o objetivo de promover o tratamento terciário e do escoamento pluvial, além de utilizar novos desenvolvimentos que preservam o sistema natural de infiltração da água pluvial para obter uma maior conservação ambiental, redução das inundações e melhoria da qualidade de vida (TUCCI, 2008). A partir daí essas questões que tentam aproximar a qualidade da vida humana junto a uma preservação ambiental ou de maneiras que prejudiquem de forma mínima o ecossistema começaram a ser pontuados e estudados.

De acordo com (TUCCI, 2005b), os princípios de drenagem sustentável são:

- I- Novos desenvolvimentos não devem modificar a vazão de pico das condições naturais (ou prévias) – controle de vazão de saída.
- II- Planejar o conjunto da bacia para controle de volume.
- III- Evitar a transferência de impactos para jusante.

Ou seja, uma drenagem sustentável deve direcionar as águas de chuva de uma determinada região e a um destino apropriado, evitando a transferência das inundações no espaço ou no tempo (TUCCI, 2005b).

A infraestrutura verde pode ser dividida em duas ordens primárias de desempenho: retenção e detenção.

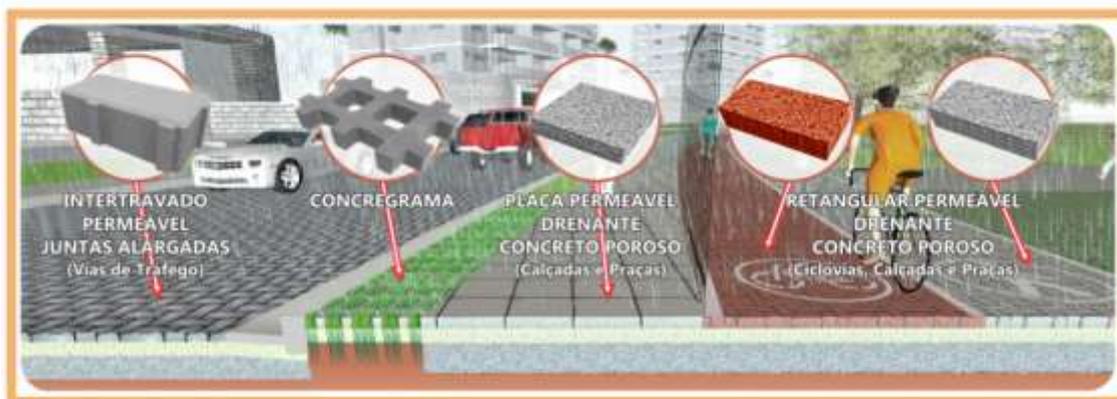
Esses componentes de retenção permitem que as águas pluviais se infiltrem nos solos existentes, abaixo e ao redor do elemento, e não estejam conectados ao sistema de esgoto através de orifícios ou drenagens. Esses ativos de detenção permitem a liberação controlada de águas pluviais de um sistema de armazenamento (geralmente um tanque ou telhado) para o sistema de esgoto reduzindo o pico de fluxo, mas não eliminam ou reduzem a quantidade de escoamento que finalmente entra no sistema de esgoto, como os componentes de retenção (Brasil, 2011).

A tendência moderna na área de drenagem urbana, atualmente, é a busca da manutenção das condições de pré-desenvolvimento dos escoamentos em bacias urbanas, surgindo, assim, como uma solução desses problemas, a utilização de dispositivos de acréscimo de infiltração e de aumento de retardo do escoamento. Um tipo de dispositivo utilizado com este fim é o pavimento permeável, que é capaz de reduzir volumes de escoamento superficial e vazões de pico em níveis iguais ou até inferiores aos observados antes da urbanização. (TUCCI; MARQUES, 2000, p. 351).

Segundo os dois autores (TUCCI; MARQUES, 2000), o pavimento permeável é um mecanismo de infiltração é constituído por três tipos básicos: o pavimento de asfalto poroso; o pavimento de concreto poroso; e o pavimento de blocos de concreto vazados. Os dois primeiros são realizados de forma similar aos pavimentos convencionais, mas sem areia fina na mistura dos agregados. Já o último é executado com módulos de blocos de concreto vazados, preenchidos com material granular (areia ou vegetação rasteira), eles ainda salientam que o uso desses pavimentos permeáveis é restrito a áreas de estacionamento e passeios públicos, devido à sua baixa capacidade de suporte. Para maior eficiência, a sua execução deve ser realizada em locais com rampas suaves, terrenos com boa capacidade de infiltração e lençol freático relativamente profundo

Tratando de um espaço maior, as áreas verdes, presentes em parques ou reservas delimitadas, contêm grandes áreas permeáveis que estão inseridas em um amplo ambiente urbano impermeabilizado e funcionam como grandes reservatórios concentrados para a absorção das chuvas, evitando que o escoamento superficial se desloque para outras regiões. A arborização em calçadas das vias ao ser executada deve ter um limite mínimo de área permeável ao seu redor, para propiciar a infiltração da água e seu crescimento e desenvolvimento (TEODORO, 2011). Na figura 12, é possível observar essas várias possibilidades de pisos drenantes.

Figura 12: Os vários tipos de pisos permeáveis e suas aplicações



Fonte: Adriarq, 2014

#### 2.4.1 TAXA DE PERMEABILIDADE

Tratando sobre a questão legislativa, Tucci e Marques (2000) dizem ser necessária a criação de regulamentações municipais que lidem com esses impactos urbanos, as quais podem ser obtidas por ações isoladas, na lei municipal, ou em um Plano Diretor de Drenagem Urbana, em conjunto com os demais Planos Urbanos.

Apesar disso, eles também reconhecem que para alcançar essa drenagem sustentável leva-se um tempo considerável, já que o controle da drenagem urbana é bastante complexo e abrange não só a quantidade de água, mas a sua qualidade, pois é vítima de contaminação por diferentes compostos, que se encontram nas ruas, nos telhados e, até mesmo, no ar, podendo além de uma boa drenagem precisar de algum tratamento para descontaminação da água para que assim, ela retorne sem causar problemas ao ecossistema em que será liberada.

A taxa de permeabilidade do solo é um dos vários parâmetros de ocupação do solo e graças a ela que se tem uma obrigatoriedade em deixar uma área do solo in natura, isto é, a superfície permeável. Assim, os Planos Diretores Municipais podem definir diferentes taxas de permeabilidade mínima variando de acordo com os espaços urbanos distintos, e, junto com a devida fiscalização,

podem aumentar significativamente o sistema natural de infiltração, além de colaborar contra os alagamentos (SOUZA, 2002). Atualmente, a fiscalização se dá através da captura de imagens aéreas feitas por drones.

## 2.5 PRECIPITAÇÃO MÁXIMA E CHUVAS EXTREMAS

À discussão de chuvas e precipitações de grande intensidade tem uma enorme importância para o futuro desenvolvimento projetual deste projeto. Segundo Tucci (1993), a precipitação é toda água originada do meio atmosférico que atinge o solo, sendo não somente chuva, mas também neve, geada ou granizo. Tucci afirma também que o volume, a duração e a distribuição espacial e temporal da chuva são suas principais características.

Como a chuva não se distribui uniformemente no espaço, é necessário determinar a sua intensidade, duração e frequência, com base em estatísticas através das séries históricas de medição. (PEREZ, 2013, p. 11)

Seguindo com Tucci (1993), a precipitação máxima é entendida como uma ocorrência extrema, com duração, distribuição temporal e espacial, essenciais para uma determinada área de captação, que não comporta seja por suas características naturais ou alterações sofridas no decorrer da necessidade humana com aquele local.

Assim, pode-se afirmar que a ocorrência de enxurradas e inundações se dá, em sua maioria, por eventos de chuva extrema e precipitação máxima, aliado ao mal planejamento do uso e ocupação do solo.

Em casos de lugares que necessitam de uma barragem, represa ou qualquer outro meio de contenção, existe a necessidade de um cálculo estimando uma enchente máxima, assim como mostra a figura 13.

Figura 13: Cálculo para estimar uma possível enchente máxima.

## **ESTIMATIVA DE ENCHENTE MÁXIMA PROVÁVEL (PMP)**

- **Várias organizações vinculadas à segurança de barragem recomendam a PMP para o caso de grandes obras que envolvem grandes riscos.**
- **A PMP pode ser estimada pela fórmula estatística:**

$$P_t = P_m + S \cdot K_t$$

$$K_t = 0,7797 \cdot \ln T - 0,45$$

$P_t$  = Precipitação com um período de retorno T.

$P_m$  = Média da série de N máximas observadas

S = Desvio padrão de N máximas observadas

$\ln T$  = logaritmo neperiano do período de retorno

$K_t$  = fator de frequência

Fonte: Ronaldo Santos. 2018

## 2.6 ÁGUA

Atualmente a sociedade tem abordado de uma maneira mais séria questões que englobam à preservação dos recursos naturais. Entre esses recursos, a água representa um dos mais valiosos recursos, sendo imprescindível para a vida na Terra. Além de ser um recurso vital insubstituível, a água é um importante fator de produção para muitas atividades, sendo primordial para que haja também crescimento econômico e tecnológico.

Selborne (2001, pág.17) descreve que “A água, o símbolo comum da humanidade, respeitada e valorizada em todas as religiões e culturas, tornou-se também um símbolo da equidade social, pois a crise da água é, sobretudo, de distribuição, conhecimento e recursos, e não de escassez absoluta”.

Os oceanos ocupam aproximadamente 2/3 da superfície do planeta Terra. A maioria da água na superfície é salgada, em torno de 97,5% distribuída entre mares e oceanos. Apenas os 2,5% restantes são compostos por água doce, ainda assim, destes 2,5%, apenas 0,007% encontra-se em locais de fácil acesso para o consumo, como lagos, rios e na atmosfera (UNIÁGUA, 2006 apud

MARINOSK, 2007, pág.12). A maior quantidade de água doce existente no planeta se distribui em áreas de difícil acesso, como os aquíferos (águas subterrâneas) e geleiras.

Ainda que o planeta disponha de uma grande quantidade de água doce, os recursos hídricos já estão se tornando escassos em algumas regiões do mundo, nas quais suprir a demanda de água já está se transformando uma dificuldade em função do acelerado crescimento populacional.

A ideia de um sistema de armazenamento de águas pluviais, seja um de escala residencial, acabaria por amenizar o uso de água potável para atividades como limpezas de calçadas, irrigações de jardins ou mesmo na utilização da descarga. Já numa escala maior essa água poderia ser usada em grandes praças tanto para irrigação como para componentes estéticos (fontes, chafarizes etc.)

## 2.7 CISTERNA

Cisterna vem do latim cisterna, mas com estreita ligação a Cister (Cîteaux), esses, os primeiros a desenvolverem uma forma de armazenamento de água. O primeiro mosteiro da Ordem monástica cisterciense que começa no século XI na França e depois se estende para toda a Europa e mundo afora.

Os monges de Cister, foram os primeiros a desenvolver processos de drenagem do solo, criaram locais para armazenamento da água, sendo pioneiros nessa questão. Uma justa homenagem foi feita ao dar o nome de cisterna para esse reservatório de água.

A cisterna é um reservatório de águas pluviais, podendo também ser abastecida com o degelo de neve dependendo da região em que está inserida e das questões naturais características da região.

No Brasil, segundo a Articulação do Semiárido Brasileira(ASA), a região que mais utiliza esse meio de armazenamento é o Nordeste, devido ao seu clima semiárido e de poucas chuvas assim, tendo essa necessidade de aproveitar o máximo da captação de águas pluviais nos poucos períodos de chuvas.

As técnicas de captação e aproveitamento de águas pluviais em sistemas particulares vêm sendo empregados pela humanidade a muito tempo. Segundo Tomaz (2003 apud CARLON, 2005, p.29) existe reservatórios escavados há 3.600 a.C. e a Pedra Moabita, uma das inscrições mais antigas do mundo, encontrada no Oriente Médio e datada de 850 a.C., sugere que as casas tenham captação de água de chuva. No palácio de Knossos, na Ilha de Creta, a aproximadamente 2000 a.C., a água de chuva era utilizada para descarga em bacias sanitárias (TOMAZ, 2005). Em Israel fortaleza de Masada, tem dez reservatórios cavados nas rochas com capacidade total de 40 milhões de litros (TOMAZ, 2005).

Falando sobre o Brasil, a primeira obra, localiza-se em Fernando de Noronha, foi estabelecida pelos norte-americanos apenas no século XX mais precisamente em 1943 (NETTO, 1991, pág.44-48 apud CARLON, 2005, pág.29).

Segundo os estudiosos, os usos desses meios de armazenamento se dão a duas possibilidades: regiões de significativa pluviosidade (prevenção para minimização de cheias), e regiões de grande escassez, onde o objetivo é reservar a água das estações chuvosas para garantir a sobrevivência durante a estiagem. Assim, de acordo com Gnadlinger (2000 apud CARLON, 1999, pág.29) a coleta e o aproveitamento da água de chuva tem sido uma técnica muito comum em diversas regiões do mundo, principalmente em regiões áridas e semi-áridas.

As cisternas possuem uma variedade de formato, materiais e de alocação, ela pode ser enterrada ou apoiada, segue uma comparação das principais vantagens e desvantagens de cada tipo.

Tabela 2: Vantagens e Desvantagens dos diferentes tipos de cisternas.

	Vantagens	Desvantagens
<b>Cisternas Apoiadas</b>	I- Facilita a verificação de rachaduras e vazamentos	I- Necessita de espaço II- Normalmente é mais cara

	<p>II- À retirada de água pode ser feita pela gravidade</p> <p>III- Pode ser elevada para aumentar a pressão de água</p>	<p>III- É danificada mais facilmente</p> <p>IV- Está sujeita ao ataque de intempéries</p> <p>V- Uma falha pode ser perigosa</p>
<p><b>Cisternas Enterradas</b></p>	<p>I- As paredes podem ser mais finas, diminuindo os custos</p> <p>II- É mais difícil deixar esvaziar por descuido, deixando a torneira aberta</p> <p>III- Não requer muito espaço</p> <p>IV- A água se mantém a uma temperatura mais baixa</p> <p>V- Alguns usuários preferem porque se assemelha a um poço</p>	<p>I- A retirada de água é mais difícil requerendo bombas e encanamentos</p> <p>II- Rachaduras e vazamentos são de difícil detecção</p> <p>III- É maior a possibilidade de contaminação pela água proveniente do solo ou de inundações</p> <p>IV- A estrutura pode ser danificada por raízes e árvores</p> <p>V- Se o tanque não for devidamente coberto pode apresentar riscos de acidentes com crianças, ou ser contaminada por pequenos animais</p>

		<p>VI- Pode acontecer de veículos pesados danificarem a cisterna</p> <p>VII- É mais difícil ser esvaziada para limpeza</p>
--	--	--

Fonte DTU, 2003 apud CARLON, 2005.

Figura 14: Cisterna convencional



Fonte: Fortelev.

Cisterna anti-inundação da cidade de Tóquio, 177 metros de comprimento, 78 metros de largura e 25 metros de altura, com uma floresta de 59 pilares de concreto armado que dão suporte ao teto, cada um pesando 500

Figura 15: Comparação da construção com a escala humana toneladas como mostrado na figura 16.



Fonte: Hypescience, 2015

Cisterna da Basílica, localizada em Istambul, também conhecida como Palacio Submerso. Foi construída em poucos meses, no ano 532, utilizando 336 colunas romanas procedentes de templos pagãos da Anatólia, a maioria de ordem coríntia.

Ocupa uma área de 10 000 m<sup>2</sup>, tem 8 metros de altura e capacidade para 30 milhões de litros. Foi utilizada até finais do século XIV como cisterna de água e a meados do século XIX foi restaurada depois de ser usada como armazém de madeira.

Figura 16: Cisterna Basilica, composta por colunas ornamentais. Hoje utilizada como centro turístico.



Fonte: Imagem retirada das pesquisas do Google.

### 2.7.1 MÉTODOS DE CÁLCULOS DE RESERVATÓRIOS

Segundo o Projeto Brasileiro de “Aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis em áreas urbanas – Diretrizes”, para o cálculo do dimensionamento do reservatório de água de chuva existem diversos métodos sendo: Método de Rippl, método da simulação, método Azevedo Neto, entre outros. No presente trabalho será utilizado o método prático inglês pois é o que possui uma fórmula mais simplificada e que não exigem conhecimentos de cálculo avançado.

Método prático inglês:

O volume de chuva é obtido pela seguinte equação:

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

Onde:

P é o valor numérico da precipitação média anual, expresso em milímetros (mm);

A é o valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados (m<sup>2</sup>);

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

### 3 OBRAS CORRELATAS

Estudar e analisar obras correlatas auxilia no processo de desenvolvimento e concretização de um projeto de arquitetura, busca-se entender as necessidades dos projetos que possuem mesmas características ao que será desenvolvido e implantado neste trabalho, de forma a associar tais referências já realizadas e obter sucesso na realização projetual.

Para tal interpretação, foram escolhidos os projetos da Orla da Guaíba (Porto Alegre), Parque Red Ribbon (Qinhuangdao, China) e Parque Ecológico de Indaiatuba (São Paulo). Os projetos foram escolhidos devido à aproximação de sua readequação com as necessidades desse projeto, e pela importância que cada um teve no processo de recuperação das paisagens natural e urbana, elevando a qualidade de vida de suas respectivas cidades e habitantes.

#### 3.1 ORLA DA GUAÍBA, PORTO ALEGRE

Desenvolvida pelo grupo Jaime Lerner Arquitetos Associados em uma área de 56700 m<sup>2</sup>, o projeto do Parque Urbano da Orla da Guaíba foi finalizado totalmente no ano de 2018, mas sendo ele dividido em trechos que foram sendo executados em períodos posteriores.

Possui uma proposta de parque linear com 1500m de extensão contendo equipamentos de esporte e lazer, bares, um restaurante, vestiários com sala de educação física, sala de segurança para guarda municipal, equipamento para pequenos comércios, banheiro público e ancoradouro para barcos.

A orla do Guaíba, um dos delimitadores do território do município de Porto Alegre, é constituída por cerca de 70 km de extensão. Ao longo dessa área encontram-se diferentes ocupações, usos e potencialidades, como zona portuária, espaços públicos, clubes sociais privados, áreas privadas e áreas públicas preservadas. (RODRIGUES, 2019; PMPA, 2003 e 2006).

Segundo a descrição da própria equipe de projeto, o Parque Urbano da Orla do Guaíba é um gesto importante da Prefeitura de Porto Alegre, devolvendo para a cidade e seus cidadãos o uso e apreciação de um de seus mais preciosos patrimônios naturais: a Orla do Guaíba.

É uma intervenção de 56,7ha ao longo de 1,5km da margem do Lago Guaíba em Porto Alegre, a maior metrópole do sul do Brasil. Antes da readequação, problemas relacionados à segurança, ao abandono e à degradação tornaram a área, originalmente parte do sistema de controle de cheias, um problema para a cidade. Com a implantação do parque, cria-se um ponto de encontro qualificado para seus 1,5 milhões de habitantes; 4,2 milhões em escala metropolitana.

Buscou-se nesse projeto regeneração urbana e ambiental que afetará positivamente a qualidade de vida dos moradores, gerando efeitos sociais, econômicos e ambientais sistêmicos. Conectam-se as pessoas, a cultura, a história e a natureza.

O projeto acaba criando uma valorização de seu entorno, graças aos seus atrativos isso gera um crescimento do turismo, valorização imobiliária e recuperação do ambiente natural, é um projeto que busca uma integração.

Figura 17: Vista aérea Orla da Guaíba (Porto Alegre).



Fonte: Luciano Lanes, 2017.

As qualidades arquitetônicas do projeto estão ligadas a forma como ele se insere na paisagem, tirando partido da topografia para acomodar a infraestrutura necessária e criar passeios de contemplação do cenário. Os materiais são concretos, vidro, madeira e aço em seus acabamentos naturais, garantindo leveza ao conjunto.

As formas curvas tiram partido da plasticidade do concreto e o desenho se relaciona ao movimento das águas, desenvolvendo-se gentilmente ao longo do terreno. (ARCHDAILY).

Vejo nesse projeto uma ligação entre o sólido com o líquido, as curvas sinuosas dos percursos e dos decks acompanhando a sinuosidade da água. É um projeto desenvolvido para agradar como um todo, para compor uma paisagem sem atrapalhar, mas sim agregar ao ambiente natural existente.

Figura 18: Vista aérea noturna da Orla da Guaíba.



Fonte: Arthur Cordeiro, 2017

### 3.2 PARQUE ECOLÓGICO DE INDAIATUBA (SÃO PAULO)

O Parque Ecológico de Indaiatuba é considerado o mais importante parque urbano do município de Indaiatuba, região metropolitana de Campinas, interior de São Paulo. A primeira etapa de sua extensão foi inaugurada em 1992, planejado originalmente pelo arquiteto e urbanista Ruy Ohtake.

Com a expansão e crescimento do perímetro urbano do município, a área de fundo de vale começou a se tornar um local insalubre e sem vida, devido à presença do acúmulo de lixo e esgoto que era gerado pela cidade. (Câmara Municipal, 1991)

Assim, práticas predatórias destruíram a vegetação ribeirinha nativa. Inundações sucessivas demonstravam cada vez mais a insalubridade da região

para a população que rapidamente foi construindo suas casas nos arredores do local (MORAES, 2019). O autor também salienta que a área passou a ser uma barreira física e social entre a região norte da cidade, já mais desenvolvida e a sul, mais precária. A cidade permaneceu dividida em sua antiga morfologia, antigos núcleos de fazendas que deram origem aos bairros. Entretanto, a cidade era marcada por seus vazios urbanos, além das diversas divisas naturais, como nascentes e córregos. Na década de 1970, o Parque Ecológico foi precursor para a unificação dos bairros e extinção de vazios urbanos. (MORAES, 2019).

Essa obra possui um aspecto mais simples, um percurso trabalhado, mas sem pontos com um design arquitetônico artístico como visto na Orla da Guaíba, porém com mais atrativos.

Figura 19: Imagem aérea do Parque de Indaiatuba/SP



Fonte: Eliandro Figueira, 2016

Figura 20:Parque da criança no Parque de Indaiatuba/SP



Fonte: Site oficial de Indaiatuba, 2018

### 3.3 PARQUE RED RIBBON QINHUANGDAO/CHINA

O parque do Rio Tanghe, foi desenvolvido pelos arquitetos da Turenscape, possui uma área de 200.000m<sup>2</sup> e foi entregue ao público no ano de 2007. Antes, o local era um depósito de lixo e mantinha um fragmento de ecossistema natural. Seria entregue para o mercado imobiliário para construção, mas houve um movimento que permitiu transformar a beira-rio em um parque linear multifuncional.

O projeto utilizou vegetação nativa incrementando o fragmento existente. Uma imensa fita vermelha, como que largada ao vento e percorrendo grande parte de sua extensão, isso acabou por valorizar e incentivar o seu uso, já que durante o percurso diversas sensações podem ser formadas.

Figura 21: O parque é um corredor pluvial natural com cerca de 20 hectares.



Fonte: Iroonie, 2018

Juntamente com o processo de expansão urbana, o local foi procurado para usos recreativos como pesca, natação e corrida pelas pessoas que vieram morar nas comunidades recém-desenvolvidas nas proximidades. A parte inferior do rio já foi canalizada, e se não fosse criado o projeto do Parque Red Ribbon, o corredor natural do rio provavelmente seria substituído por um pavimento duro e canteiros de flores ornamentais. (Archdaily)

O grande diferencial desse parque é a utilização e preservação da natureza, não existe no parque uma construção de “peso”. As construções implementadas tomam o cuidado de agregar algo mínimo a paisagem natural, é uma paisagem sustentável, construída sobre os conceitos de simplicidade e harmonia.

Red Ribbon ganhou um prêmio de honra da American Society of Landscape Architect (ASLA) em 2007.

A simplicidade do projeto junto a alguns detalhes arquitetônicos é o que transforma ele em algo grandioso. Sua faixa vermelha percorre todo o verde da natureza onde em cada curva gera uma nova paisagem.

Na cultura oriental, o fio vermelho simboliza uma conexão que nunca termina, ela pode enrolar, dar um nó, mas ainda continua inteira.

Figura 22: Junção dos tons alaranjados do por sol junto a “fita vermelha”



Fonte: Urbannext, 2017

Figura 23: Encontros das curvas da “fita vermelha” com as curvas do rio.



Fonte: Urbannext, 2017

Figura 24: Natureza abraçando a faixa vermelha.



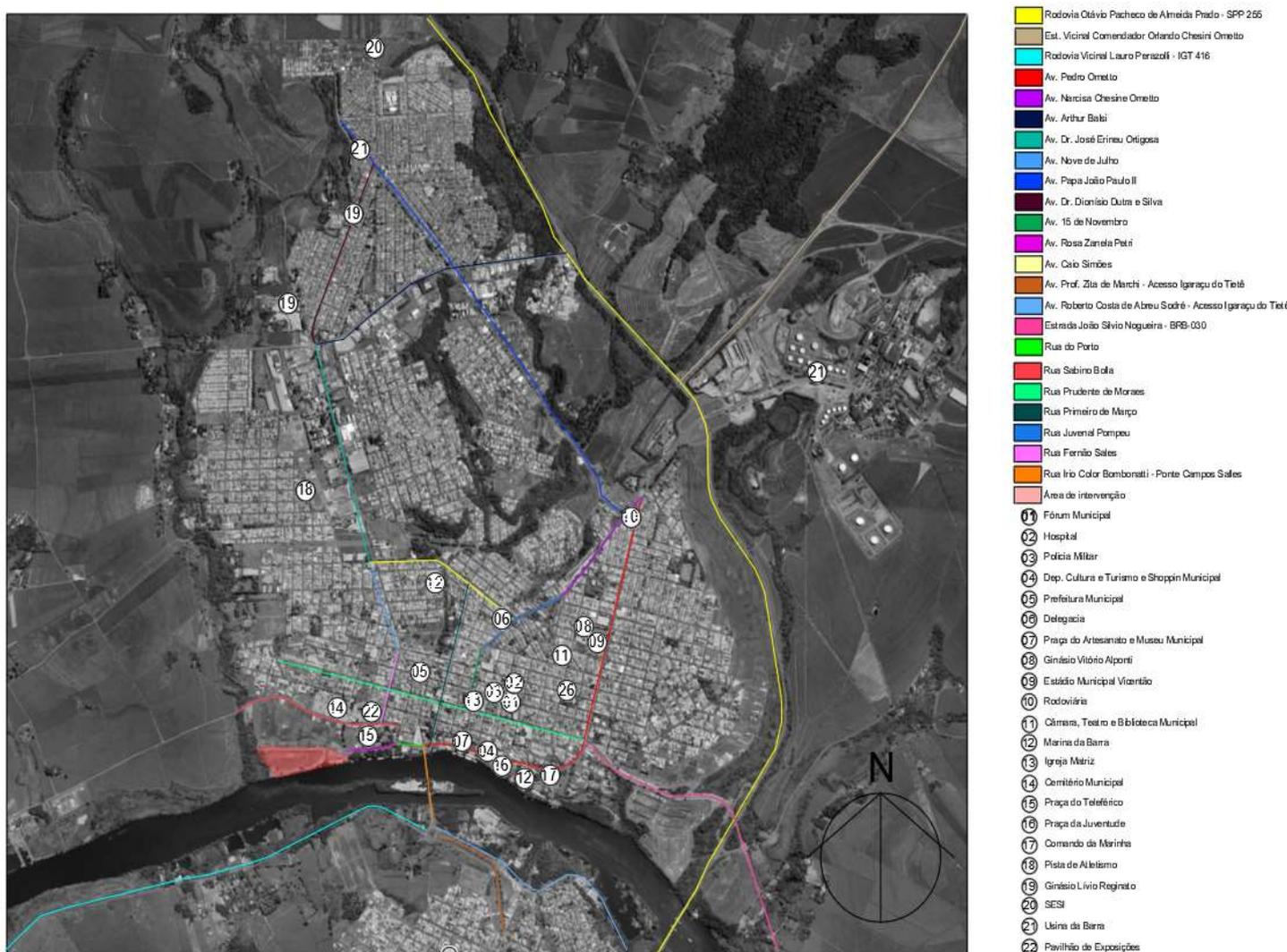
Fonte: Pinterest, 2017

## 4 ANÁLISE DO ENTORNO

A área escolhida para análise se dá pelo trecho da extensão da nova Avenida Rosa Zanela Petri.

O mapa geral do município de Barra Bonita aponta a área de intervenção e os principais pontos urbanos em sua proximidade, localizando a área no perímetro urbano. (Figura 25)

Figura 25: Mapa geral da Cidade de Barra Bonita – SP

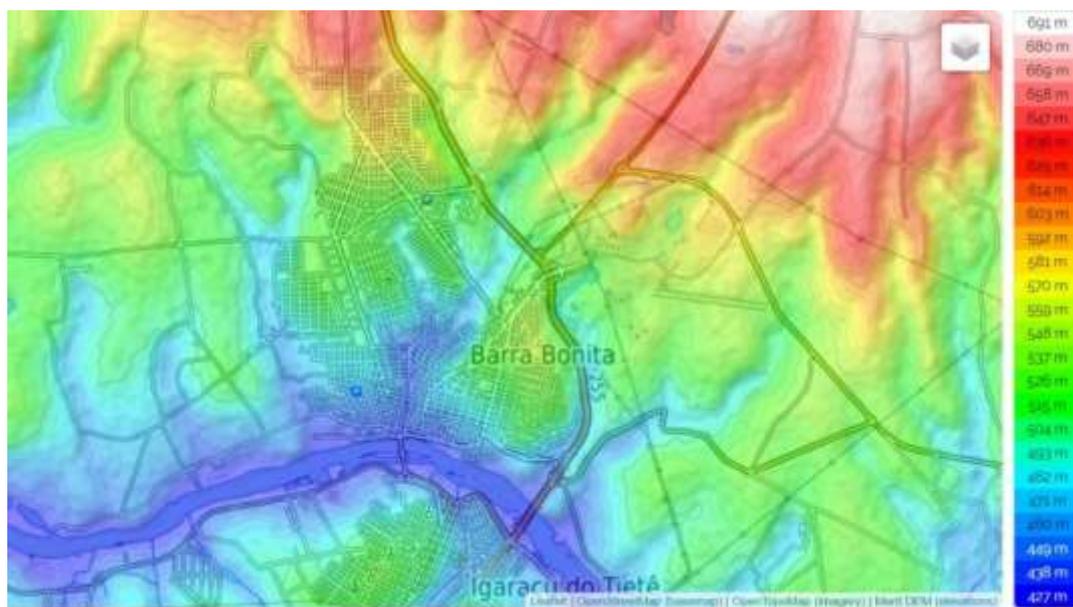


Fonte: Modificado a partir do Google Earth Maps (2021)

O estudo objetiva de um levantamento de dados para a compreensão de todo o espaço para que a implantação do projeto aconteça de forma coesa e coerente com seu entorno e a cidade.

#### 4.1 RELEVO DA CIDADE

Figura 26: Mapa topográfico do perímetro urbano da cidade de Barra Bonita.



Fonte: Topographic-map, 2021.

Observa-se na figura 26, no desnível de aproximadamente 220 metros entre a parte mais baixa até o ponto mais alto dentro do perímetro urbano, essa característica natural da topografia da cidade acaba tendo uma grande influência na importância de boas decisões na hora de planejar a infraestrutura, mas não foi isso o que aconteceu durante a expansão.

Durante a construções dos novos loteamentos, não se via nas ruas e avenidas próximas uma ampliação da rede de coleta de água pluvial, sendo possível concluir que nesses novos loteamentos que surgiram ao longo dos anos, nas áreas mais extremas da cidade, tiveram suas tubulações de água e esgoto anexadas aos ramos principais da cidade o que acabou sobrecarregando os canais de coleta de água pluviais.

Por Barra Bonita estar situada a beira de um rio, um local comumente afetado por erosões geológicas passar dos séculos tendo sua forma moldada

em “vale”, as partes de alagamento se encontram na área mais baixa da cidade, localizadas próximo ao córrego na parte central da cidade que recebe as águas pluviais, transportando essa água até serem liberadas no fluxo do Rio Tietê. Essa expansão não planejada, ocorre devido a uma possível falta de fiscalização e até mesmo por pelo órgão responsável ignorar questões legislativas que impliquem em determinar uma área permeável, tanto em casas, parques e praças para ajudar na drenagem pluvial, acabam gerando um acúmulo de água superficial que segue a topografia natural da cidade e sem encontrar pontos de escoamento, acabam sendo direcionadas ao centro da cidade.

Com essa nova visão ambiental, que visa a sustentabilidade e preservação de bens naturais, observa-se a valorização dos corpos hídricos ao incorporar os cursos d’água à paisagem urbana, despoluindo e preservando suas margens.

Ao invés de conduzir e acelerar as águas das enchentes rio abaixo, é necessário restituir o máximo possível a retenção natural, ao conservar as áreas de inundação ainda existentes. São essas medidas em harmonia com a natureza que levarão ao sucesso e, para obtê-lo, será preciso quebrar preconceitos e vencer imposições de perspectivas interesseiras e ultrapassadas (PINTO; PINHEIRO, 2006), vale acrescentar que além de vencer os meios ultrapassados, é necessário uma boa e atualizada equipe de engenheiros e arquitetos que possuem essa visão de preservação e apreciação por um bem natural tão importante para a vida humana.

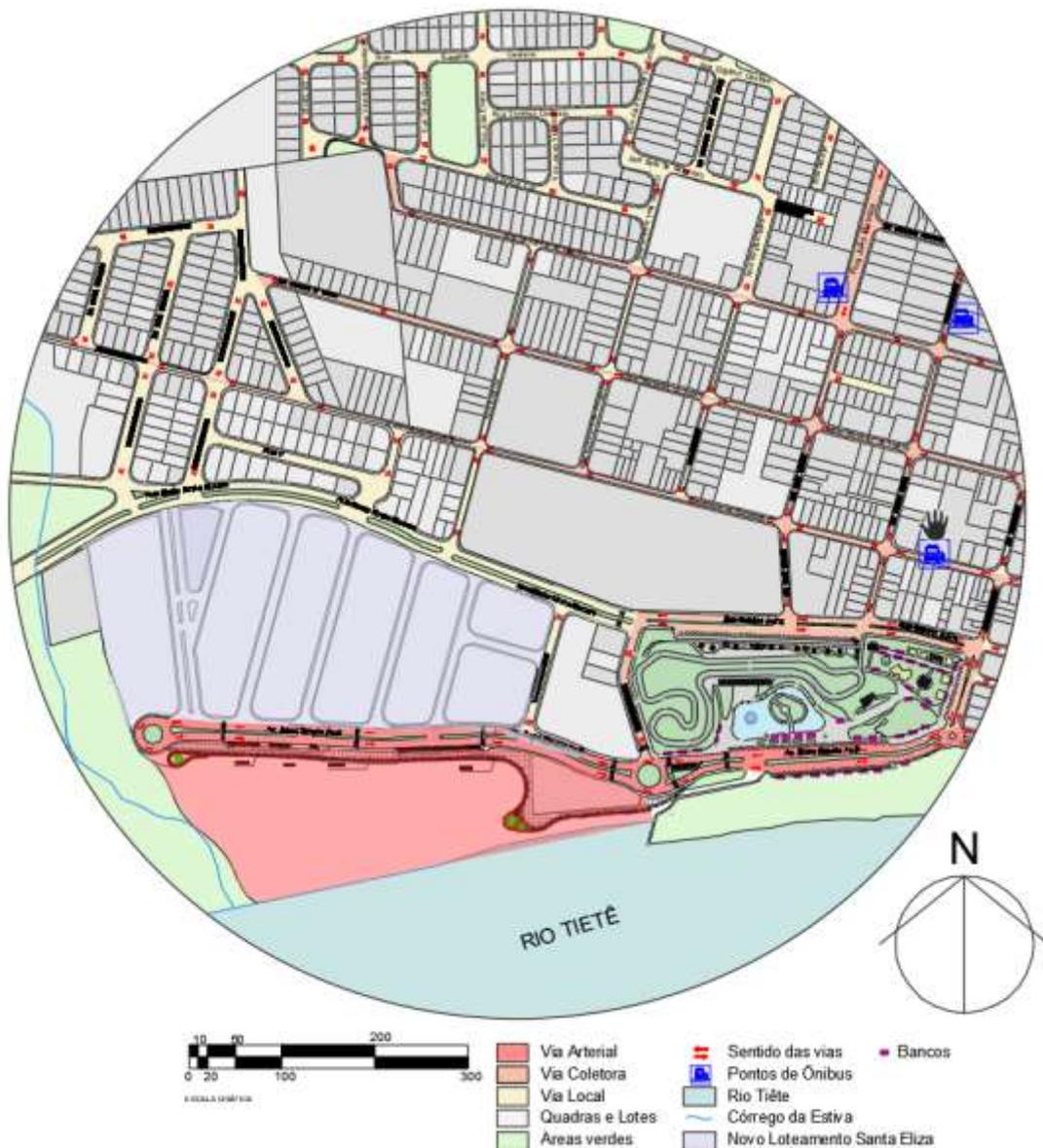
Assim, nessas análises foram abordadas pela elaboração de mapas, do sistema viário e seus fluxos, uso e ocupação do solo, vegetação, clima e áreas alagáveis, gabarito das edificações e cheios e vazios.

#### 4.2 SISTEMA VIÁRIO: LOCALIZAÇÃO, FLUXOS E MOBILIÁRIO URBANO

A área próxima à área de intervenção possui um alto fluxo de meios de transporte motorizados e não motorizados, uma vez que se trata do principal acesso a orla turística da cidade.

Localizada em uma área onde se predominam residências de alto padrão, não existem pontos de ônibus próximos, sendo eles localizados mais adentro do centro, próximo as áreas comerciais. No mais, as vias próximas são de médio e baixo fluxo. (Figura 26).

Figura 27: Mapa do sistema viário: localização, fluxos e mobiliário urbano.



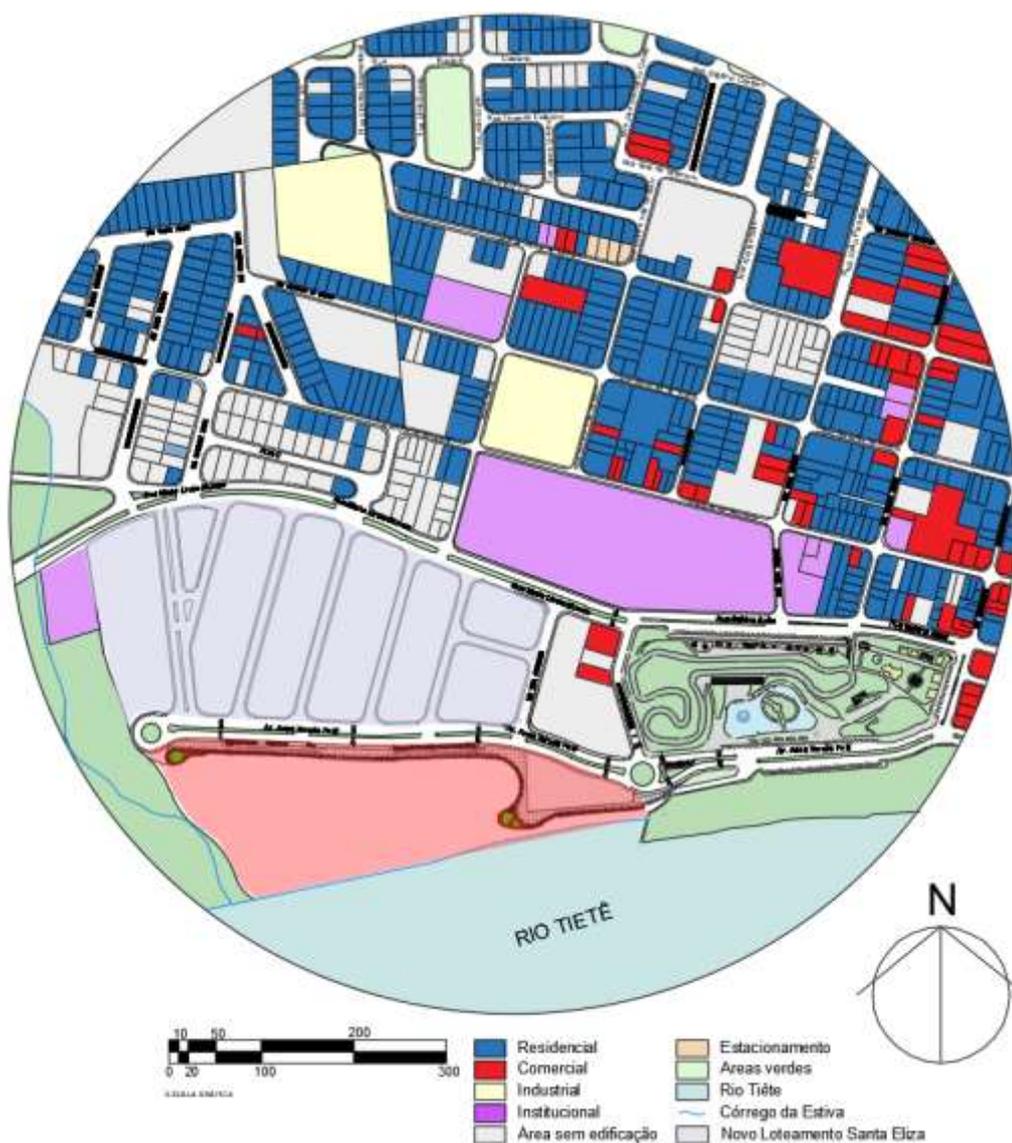
Fonte: Elaborado pelo autor.

### 4.3 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Com uma grande importância ao município de Barra Bonita, a Av. Rosa Zanela Petri abriga, às suas margens, um alto índice de áreas comerciais e bares, estes a maioria.

Nas proximidades da área encontra-se o cemitério principal da cidade, a minicidade das crianças e o Kartódromo. É possível observar no mapa da figura 28 que a maioria das quadras ao norte a avenida tem uma predominância residencial.

Figura 28: Mapa de Uso e Ocupação do Solo

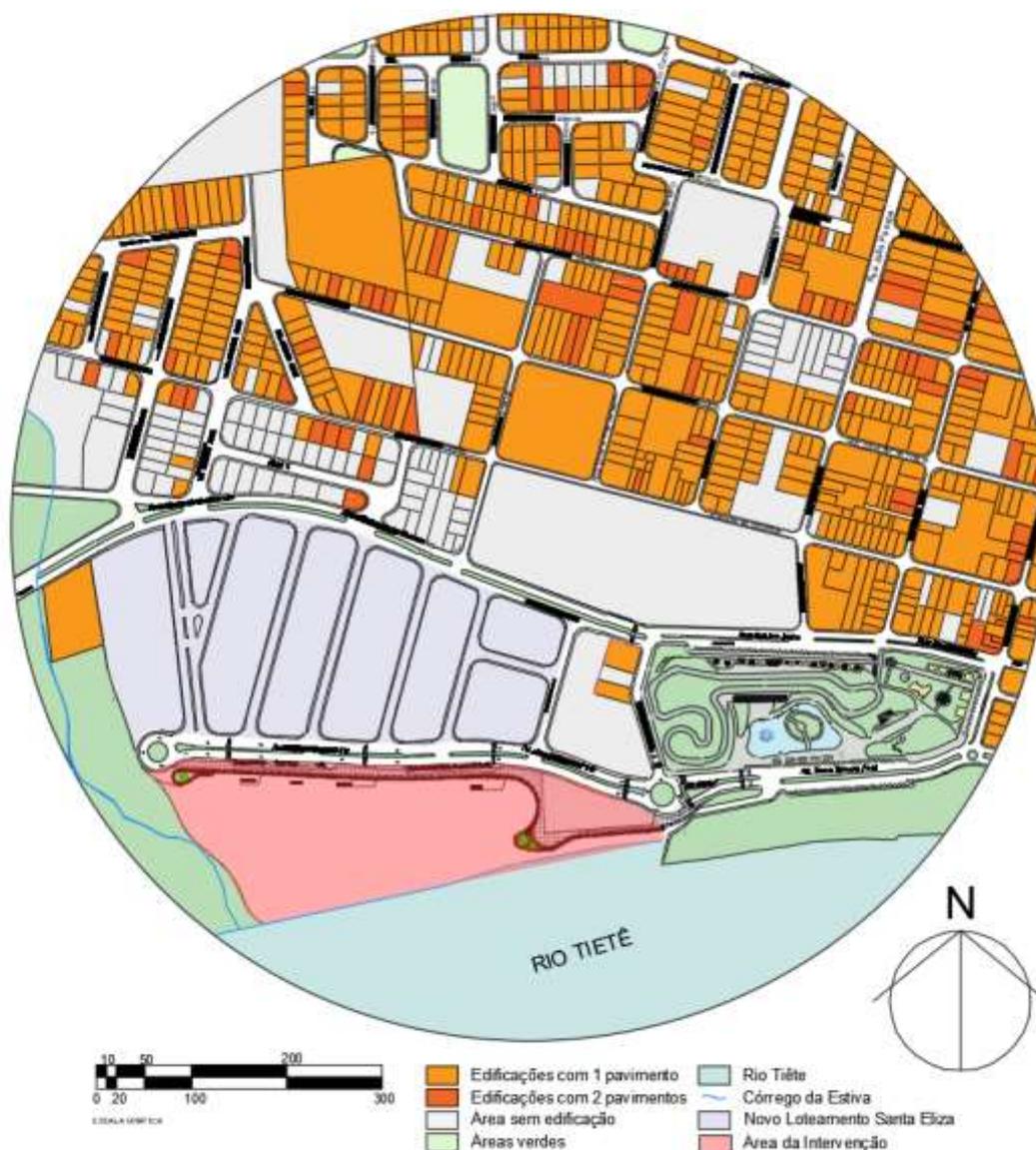


Fonte: Mapa elaborado pelo autor.

#### 4.4 GABARITO DAS EDIFICAÇÕES

A análise do entorno circundante à área de intervenção se pautou em dois diferentes níveis: edificações térreas e de dois pavimentos, os poucos prédios que existem na cidade não estão localizados próximo a área de intervenção. (Figura 29)

Figura 29: Mapa de Gabarito das Edificações



Fonte: Mapa elaborado pelo autor.

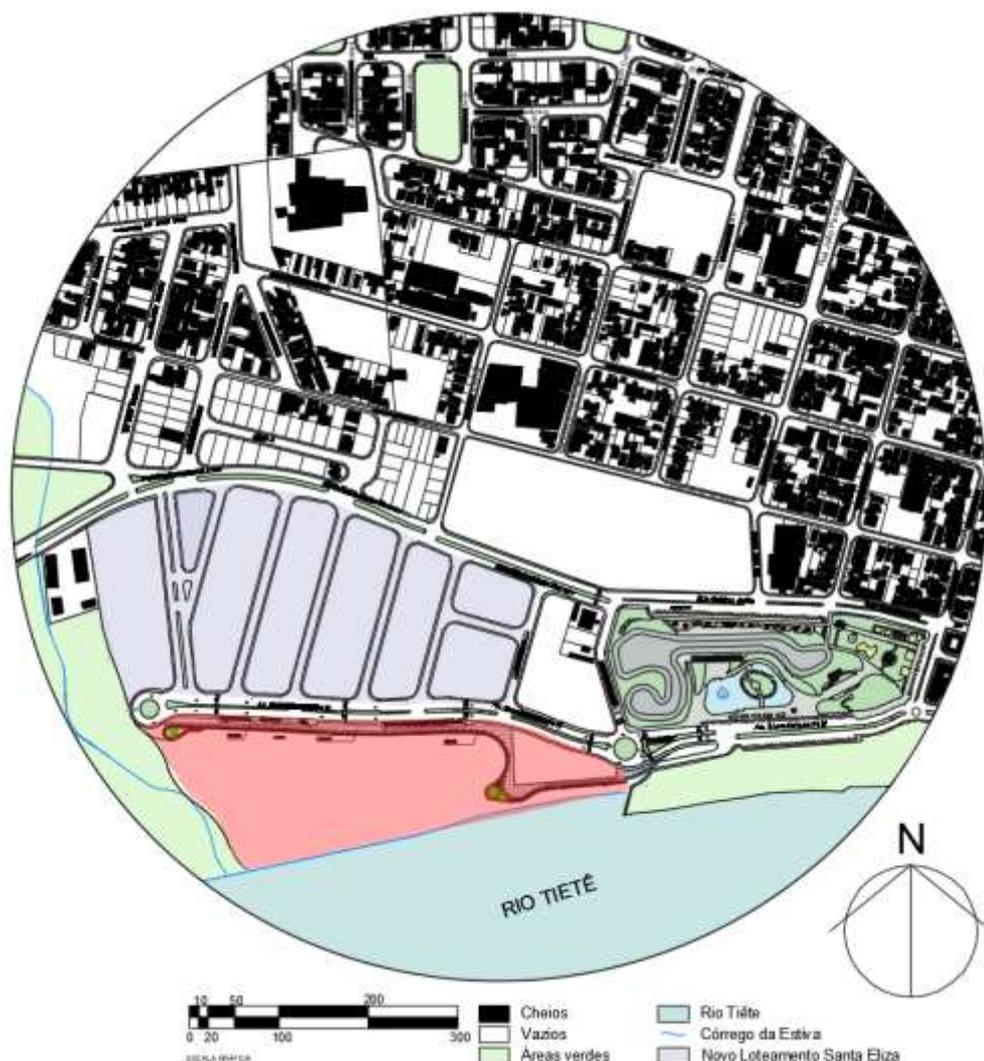
#### 4.5 CHEIOS E VAZIOS

O entorno da intervenção é uma área nova, recebendo novos loteamentos por isso a quantidade de lotes vazios ao redor pode ser observada no mapa da

figura 30. Analisando a área geral, sem levar em conta o cemitério municipal, percebe-se que as quadras são bem preenchidas e que as residências em sua maioria possuem um quintal.

A região também possui alguns vazios de áreas subutilizadas, compostas por edificações abandonadas.

Figura 30: Mapa de Cheio e Vazios



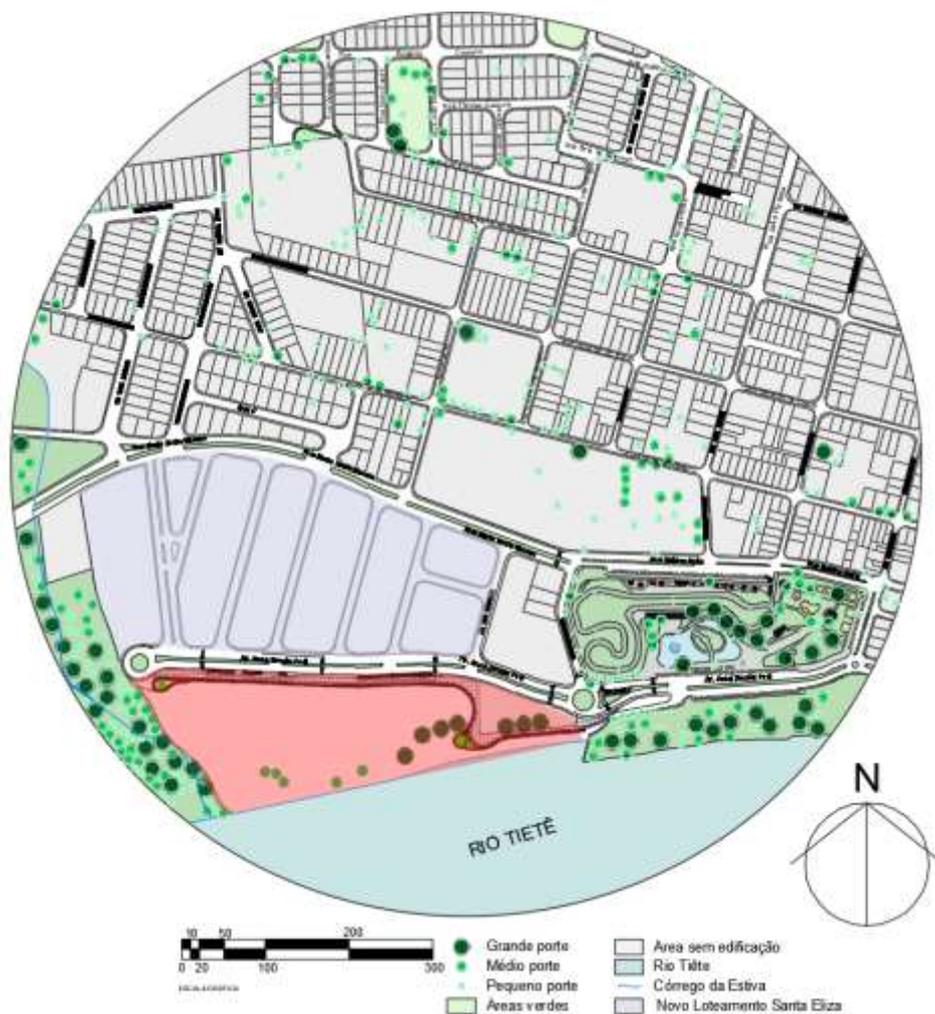
Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.6 MAPAS DE VEGETAÇÃO E CARACTERÍSTICAS

A vegetação se concentra principalmente nas margens do Rio Tietê e nas proximidades da área de intervenção, ao redor do córrego.

Antes do local receber uma nova avenida e dois loteamentos, existia um morro no final da antiga avenida, toda a área era coberta por capim e um pouco de cana de açúcar. (Figura 31)

Figura 31: Mapas de Vegetação e Área Verde

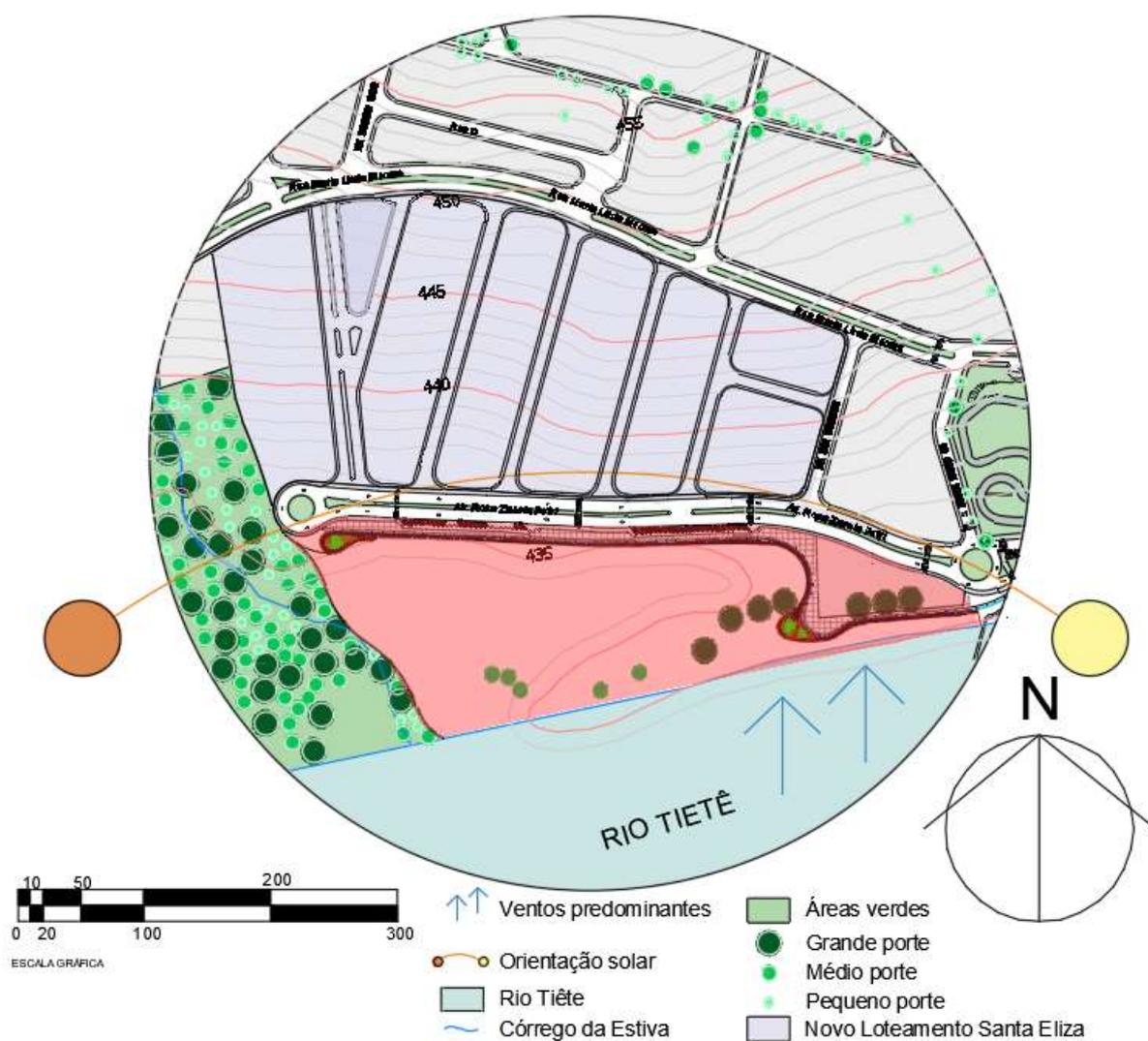


Fonte: Elaborado pelo aluno.

Em Barra Bonita, o verão é longo, quente, abafado, com precipitação e de céu quase encoberto; o inverno é curto, agradável e de céu quase sem nuvens.

Segundo dados retirados do Clima Tempo, ao longo do ano, em geral a temperatura varia de 14 °C a 31 °C e raramente é inferior a 10 °C ou superior a 35 °C.(Figura 32)

Figura 32: Mapa de Características do Local



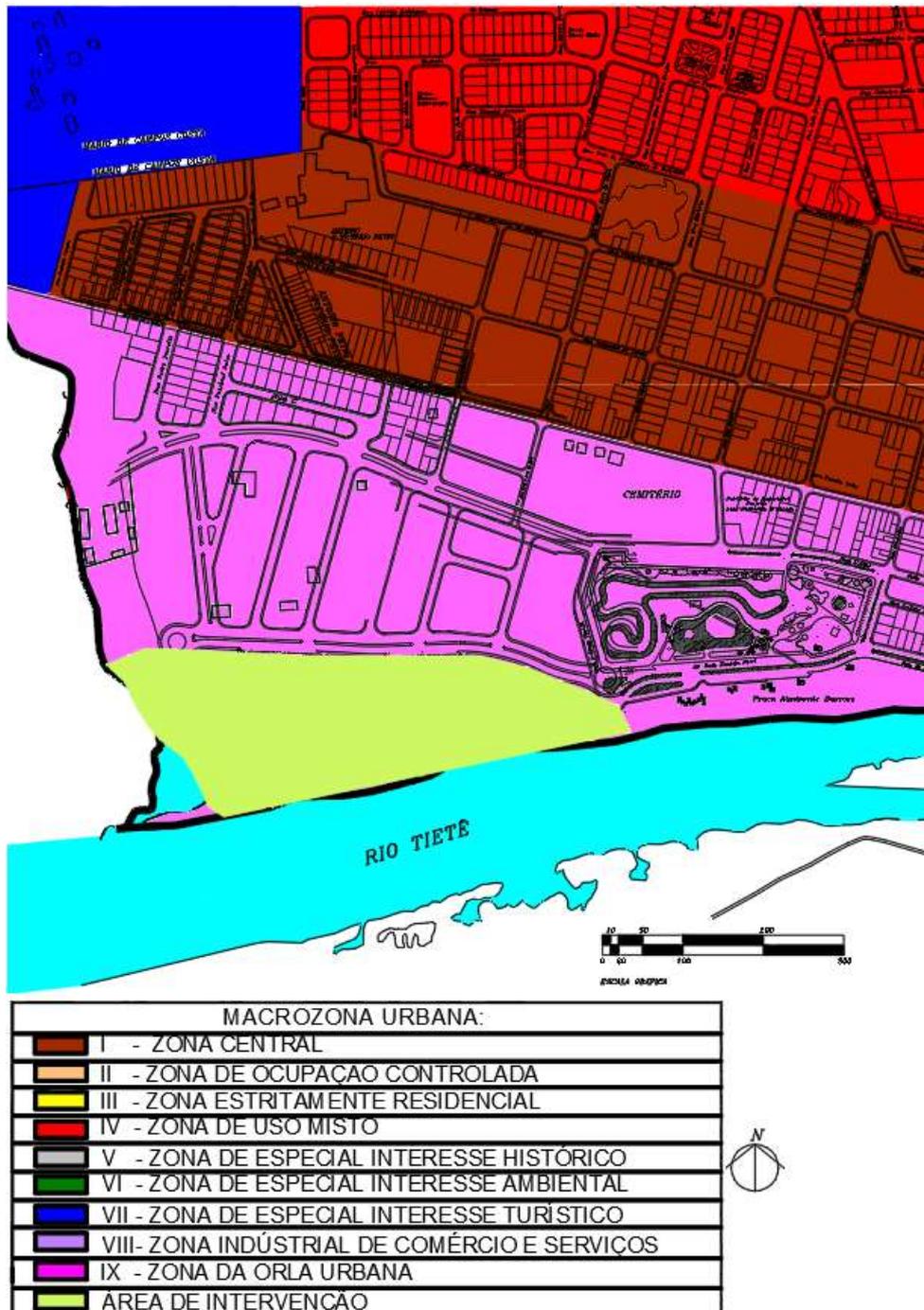
Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.7 LEIS E ZONEAMENTO

Segundo o mapa de zoneamento oferecido pela secretaria de desenvolvimento urbano de Barra Bonita, a região da área de intervenção

encontra-se na Zona da Orla Turística, um pouco mais acima, a zona de uso misto. (Figura 33)

Figura 33: Macrozoneamento Urbano

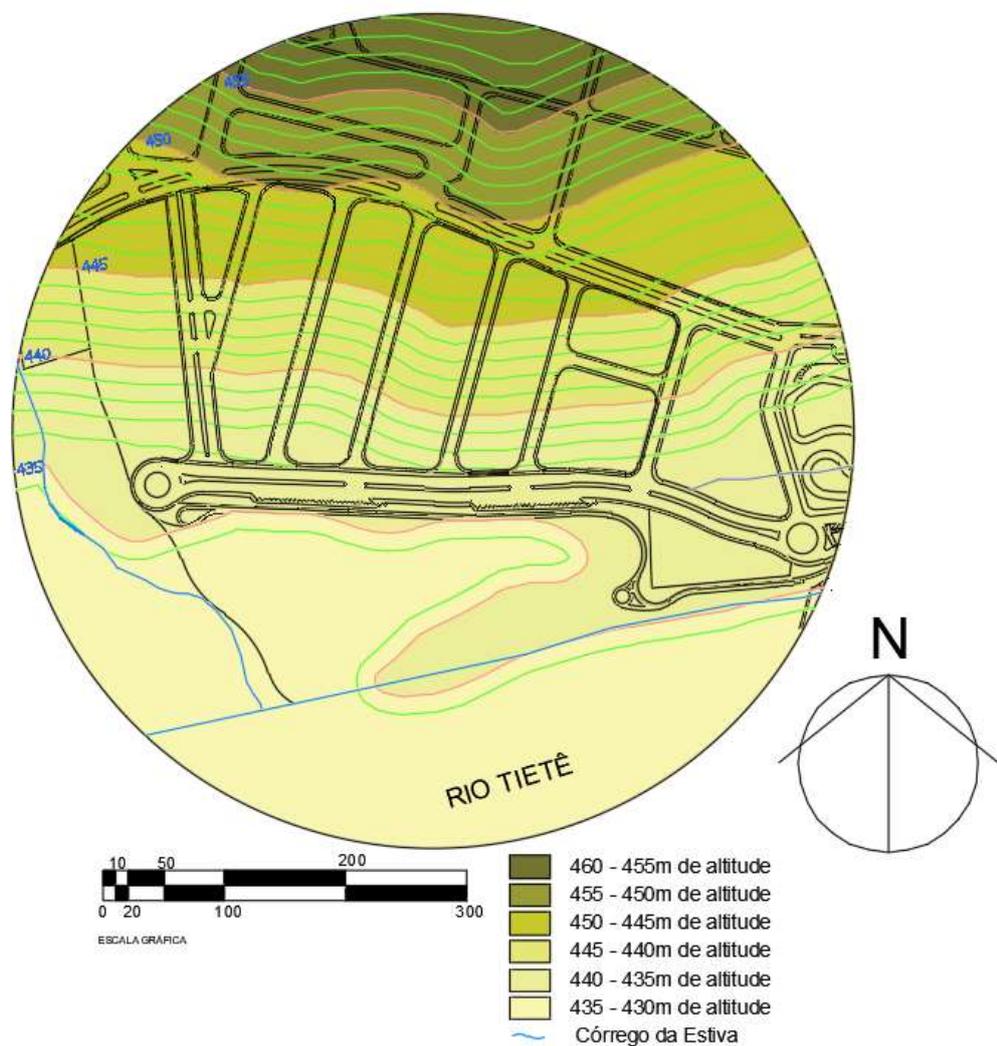


Fonte: Secretaria de desenvolvimento urbano de Barra Bonita.

## 4.8 TOPOGRAFIA

Localizada na área mais baixa da cidade, as margens do Rio Tietê, a topografia da área da intervenção não apresenta em suas características naturais grandes declives, sendo uma área com um grande espaço plano. (Figura 34)

Figura 34: Mapa Topográfico

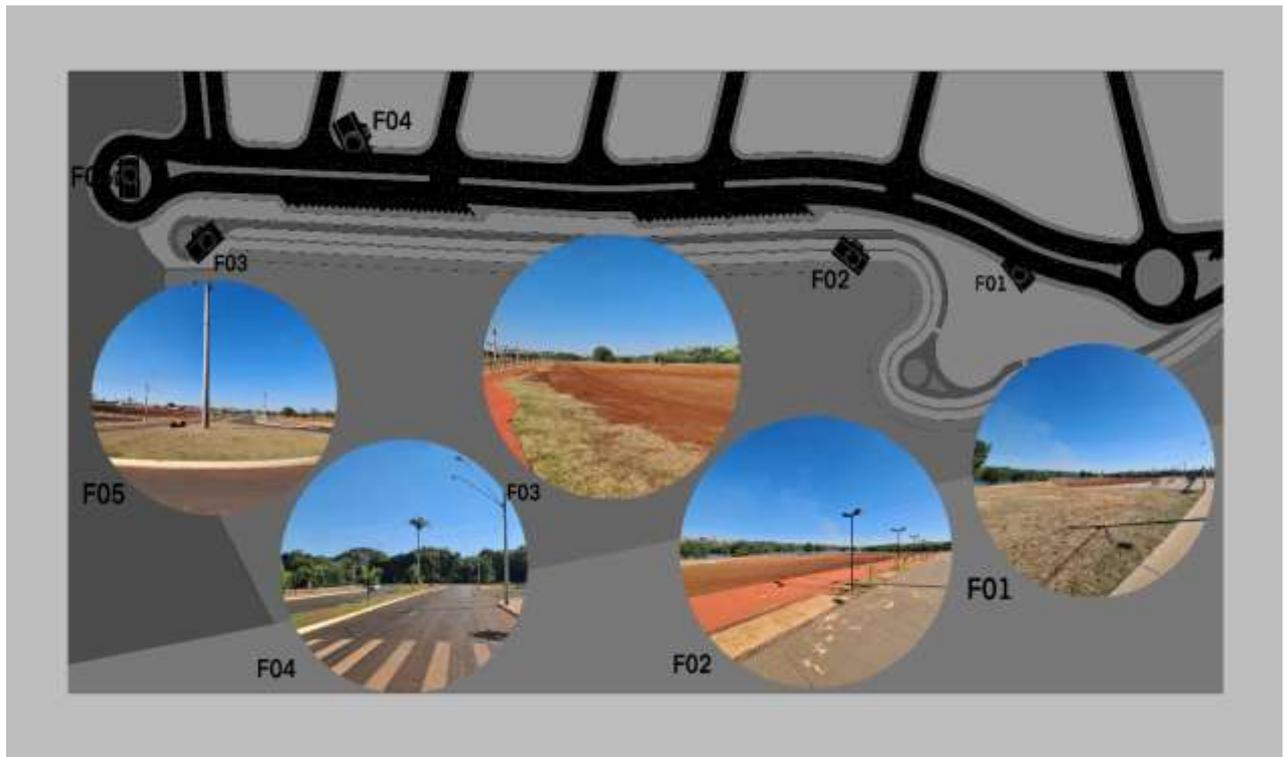


Fonte: Elaborado pelo autor.

Nos dias atuais, após a inserção da extensão da avenida, a área próxima as margens do Rio Tietê foram aplanadas, com a presença de um talude separando a calçada do terreno.

#### 4.9 Mapa de Visadas

Figura 35: MAPA DE VISADAS



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

## 5 PROPOSTA PROJETUAL

Neste capítulo foram relacionados os dados pertinentes e dando início ao desenvolvimento que abrange a forma projetual como o conceito e partido e o programa de necessidades prévios e algumas outras propostas.

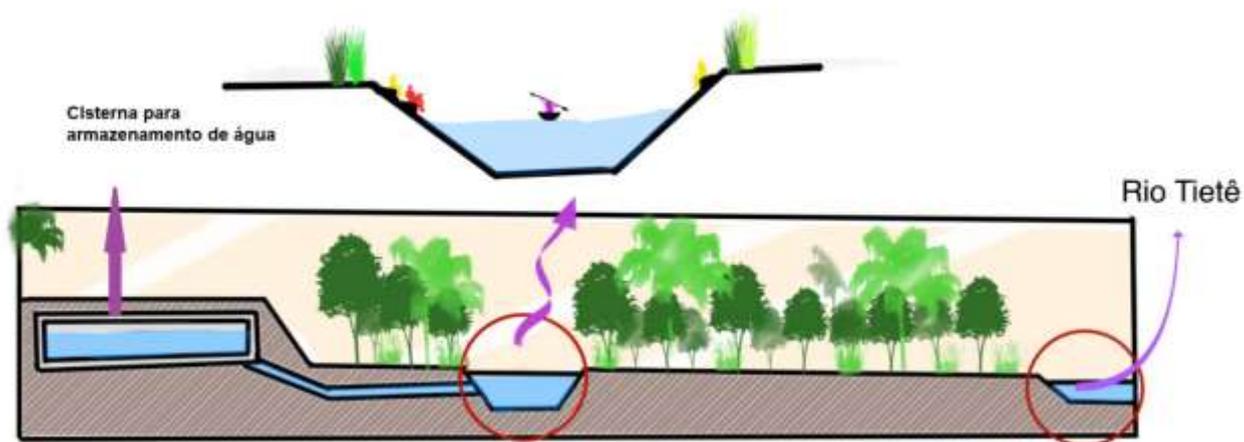
### 5.1 CONCEITO E PARTIDO

O conceito do projeto surgiu da união da Forma e do Material, das curvas naturais do rio e da água em todos os seus meios, aqui aplicados nas questões dos canais que adentram ao parque trazendo o Rio Tietê mais perto. E os caminhos que de uma forma orgânica se remete as curvas que o Rio Tietê traça pelo estado de São Paulo e a natureza.

A ideia do Parque Linear na Orla Turística de Barra Bonita surgiu da observação e necessidade de criar uma maneira para amenizar os danos causados pelas chuvas intensas e pontuais que afetam a parte central da cidade.

Nessa parte, a água que transborda do córrego precisa ser distribuída, e uma possível solução foi na canalização dessa água em novos canais de água pluviais destinada a uma super cisterna localizada abaixo do solo do parque. (Figura 36)

Figura 36: Croqui sem escala



Fonte: Elaborado pelo autor.

## 5.2 PROGRAMA DE NECESSIDADES

A proposta para o parque linear englobará medidas para armazenamento de águas pluviais com uma super cisterna.

Serão criados canais abaixo do nível do rio Tietê com a intenção de trazer o mesmo para dentro do parque e ainda servir como infraestrutura para receber a água armazenada durante as chuvas e liberá-las gradualmente para o rio.

Barra Bonita ainda possui eventos náuticos, podendo servir como um novo espaço para contemplação das atividades.

O programa também conta com atrativos para a comunidade, como as áreas de lazer e esportes, alimentação e de ação social e comunitária, bem como possuirá a parte cultural e turística aproximando o “antigo” com o “novo.

Tabela 3 Programa de Necessidades

USO	DESCRIÇÃO	ITEM
<b>Lazer e Esporte</b>	Áreas destinada a prática esportiva, lazer infantil e para os PETS	Pista de corrida, caminhada, percurso de bicicletas, pista de skate, academia ao ar livre, espaço pet e playground, campos/quadras esportivas
<b>Cultura e Turismo</b>	Apresentações e eventos, arte urbana, área de artesanato	Anfiteatro, parede para grafite, venda de artesanatos.
<b>Alimentação</b>	Área destinadas a quiosques/food-trucks e cafeteria.	Cafeteria Food-Truck
<b>Circulação</b>	Caminhos que dançam sobre toda extensão do terreno as vezes unidos por pontes e passarela que	Passarelas/pontes, caminhos de interligação.

	fica acima dos canais de água.	
<b>Mobiliário Urbano</b>	Uso público, distribuído pelo parque.	Banheiros, pontos de hidratação, lixeiras, iluminações, WI-FI, bancos.
<b>Contemplação e Utilização da água</b>	Pisos drenantes, jardins permeáveis, fontes com reuso de água.	Jardim/paisagismo, espelho d'água, canais.

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 5.3 NOVAS TUBULAÇÕES PARA CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAIS

Para que a intervenção proposta seja efetiva, a infraestrutura de águas pluviais de parte da cidade terá que ser ampliada, inserindo novas galerias subterrâneas para coletar uma parte da água que vem acumulando nas regiões mais altas da cidade descarregando no sistema de cisternas do parque que irão despejar de forma mais lenta no rio Tietê. Essa nova rede visa desafogar a rede antiga que está saturada e que direciona para o córrego, fato que ocasiona, atualmente, diversas enchentes na região central da cidade. (Figura 37)

Figura 37: Novos anexos de galerias pluviais



 Nova linha de tubulações para desvio de águas pluviais  
 Área mais afetada com a má captação de água

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 6 IMPLANTAÇÃO DO MACRO FINAL

A implantação do projeto (Figura 38) se deu ao desenvolvimento e utilização das curvas no máximo de situações possíveis como caminhos, córregos, paisagismo, e nas construções, na parte oeste do projeto, encontra-se as quadras esportivas e abaixo delas encontra a cisterna de captação de águas pluviais, a capacidade da cisterna seria de aproximadamente 43.290.000 de litros de água.

A ideia de alocar a cisterna abaixo das quadras é pela praticidade delas serem planas e de não precisarem de um sistema estrutural de grande porte junto a cisterna, aumentando assim a capacidade de armazenamento de água.

Na parte central foram alocadas algumas atividades como academia ao ar livre, praça de alimentação, pista de skate, entre outros atrativos tudo isso “abraçados” pelo córrego criado que adentra a área do parque criando uma conexão ainda mais forte com o Rio Tietê.

Na parte leste em um nível elevado, encontra-se um mirante e ao seu lado um restaurante que também terá acesso ao mirante. A ideia de alocar um mirante na parte mais alta, além da vista é de inserir uma tirolesa que ira de uma extremidade a outra do parque, como o já existente passeio suspenso que existe na área ao lado.

Após o desenvolvimento da parte básica do projeto, envolvendo as circulações e acessos e alguns outros pontos, o projeto passou por um estudo de materiais e desenhos para complementar e dar mais vida a circulação, criando uma troca constante de materialidade durante o passeio.

Esses materiais não fogem da questão natural, sendo em sua totalidade jogos de madeira, pedra, vegetação e concreto como mostra a figura

Figura 38: Implantação do projeto:



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Nos seguintes cortes (30, 40 e 42) é possível mostrar um pouco de como os sistemas de armazenamento funcionam dentro do terreno junto à disposição das atividades.

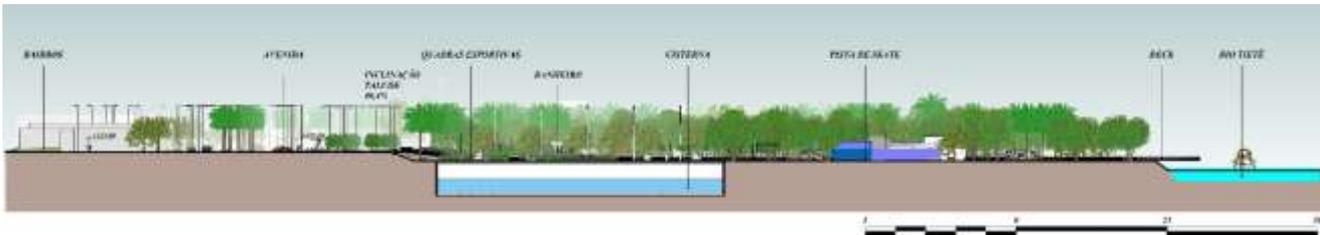
A área favorece o projeto pela sua predominância plana que acabou por não exigir uma movimentação de terra significativa.

Figura 39: Corte 01



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Figura 40: Corte 02



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Figura 41: Corte 03



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Na figura 42 é possível ver como a cisterna será inserida no terreno, recebendo uma carga relativamente baixa que não irá necessitar de uma laje muito grossa e de uma grande quantidade de pilares.

Essas questões estruturais serão desenvolvidas no decorrer das necessidades para a elaboração de um projeto mais técnico.

Figura 42: Vista explodida da Cisterna:



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

## 6.1 EDIFICAÇÕES DO PARQUE

As edificações desenvolvidas são compostas por um restaurante ou área de alimentação, banheiros, centro náutico, sala de artes e um café.

### 6.1.1 Prédio de Alimentação

Figura 43: Localização do Edifício de Alimentação.



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

A principal ideia do prédio da alimentação era que ele servisse também como um portal no início da avenida como pode ser observado na figura 44, que ele assim como uma janela, criasse um ponto de foco na visão dos transeuntes, apesar de toda praça ser aberta, ele atuaria a primeiro momento como um convite criando uma conexão direta com um mirante que acaba levando a um ponto de observação que cria uma sensação de que o usuário estivesse entrando no parque. O prédio é bem generoso tendo uma área total construída de 1.634,39m<sup>2</sup>. O Mirante por sua vez, possui uma área total de 359.324m<sup>2</sup>

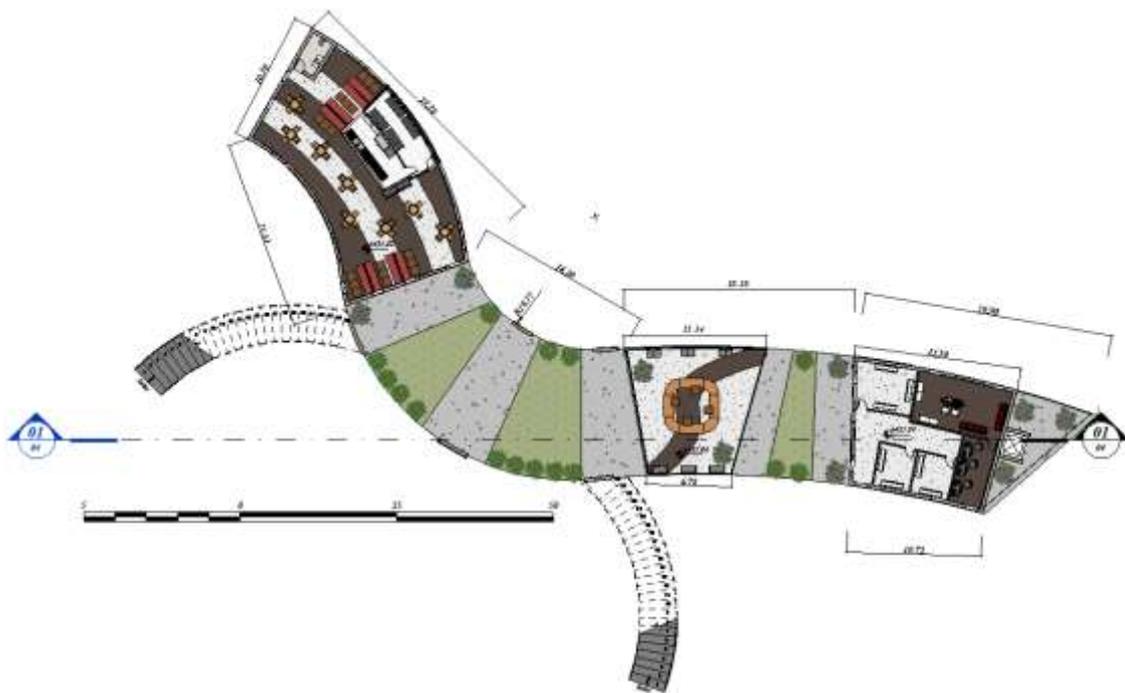
Na figura 45 pode-se ter uma ideia melhor de como o prédio interage com o Mirante e o entorno.

Figura 44 Volumetria do prédio principal.



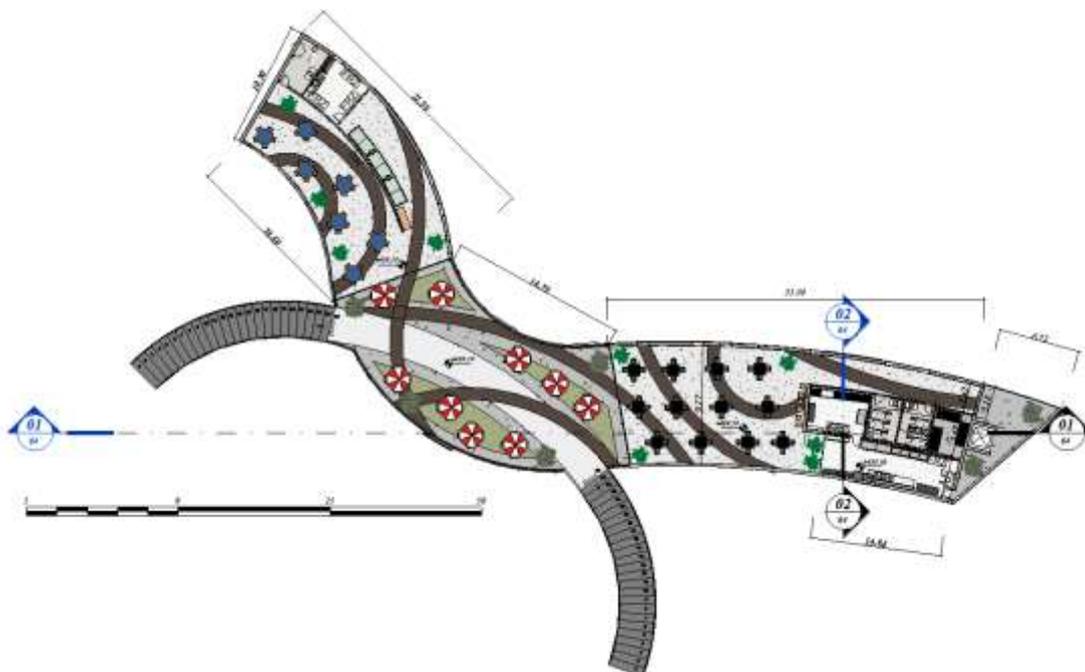
Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Figura 45: Planta de Piso Térrea.



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Figura 46: Planta de Piso Nível 02.



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Figura 47: Corte 01.



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Figura 48: Corte 02.

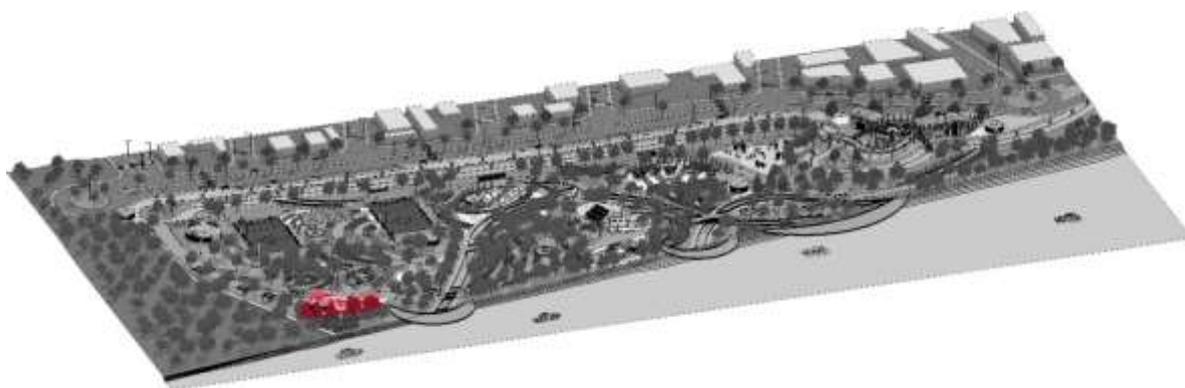


Fonte: Desenvolvido pelo autor.

### 6.1.2 Centro Náutico

O Centro Náutico, se localiza numa área mais afastada, próximo às margens do Rio Tietê, o prédio se destina a quem queria fazer atividades no Rio, como andar de caiaque, realizar mergulhos etc. O centro náutico possui uma área total de 188.121m<sup>2</sup>. Nas seguintes imagens (figuras 46 e 47) pode ser visto a localização e a volumetria da construção.

Figura 49: Localização Centro Náutico.



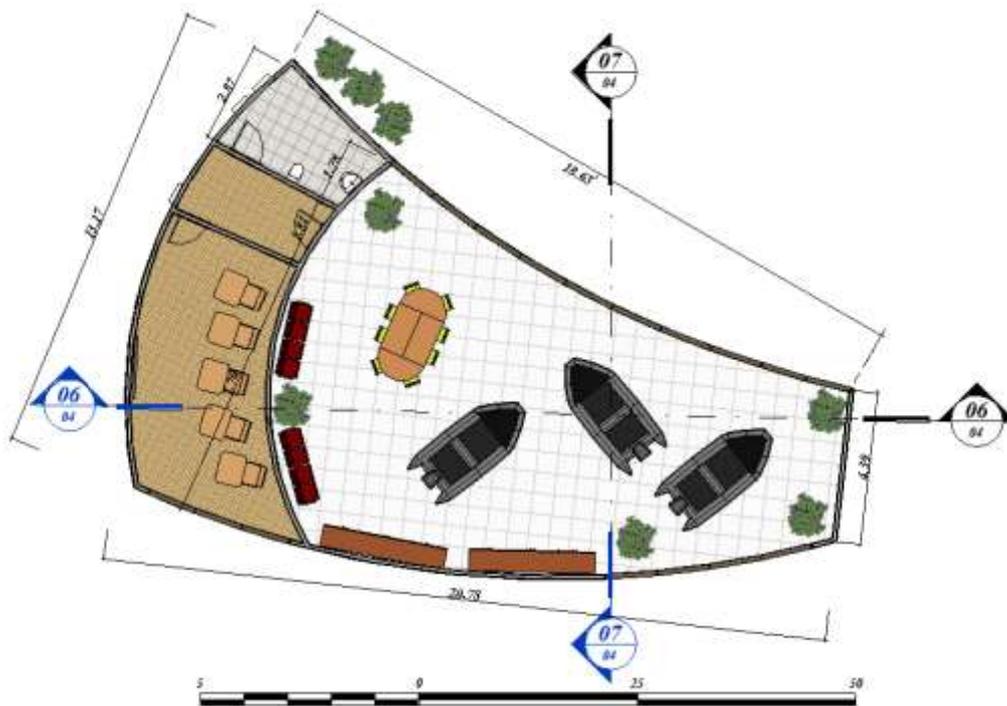
Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Figura 50: Volumetria Centro Náutico.



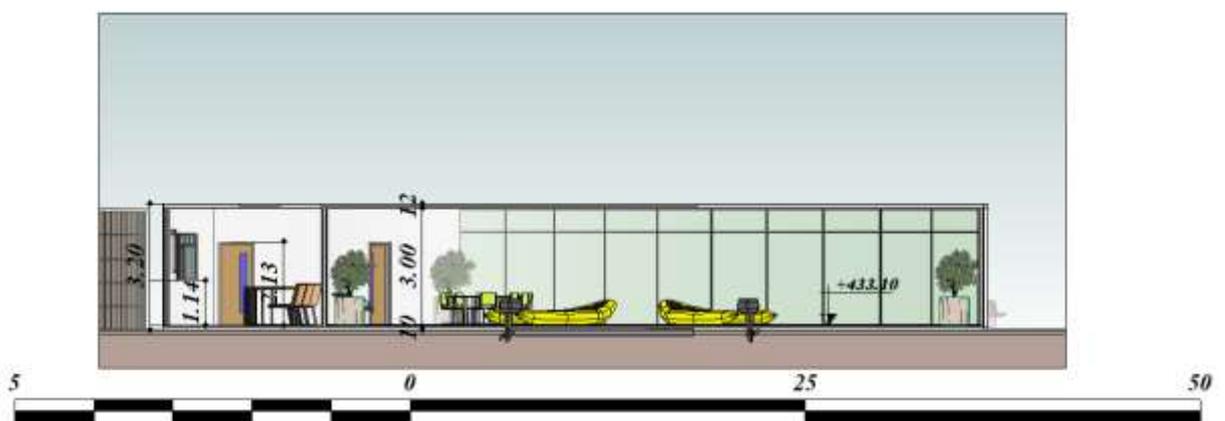
Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Figura 51: Planta de Piso Térrea.



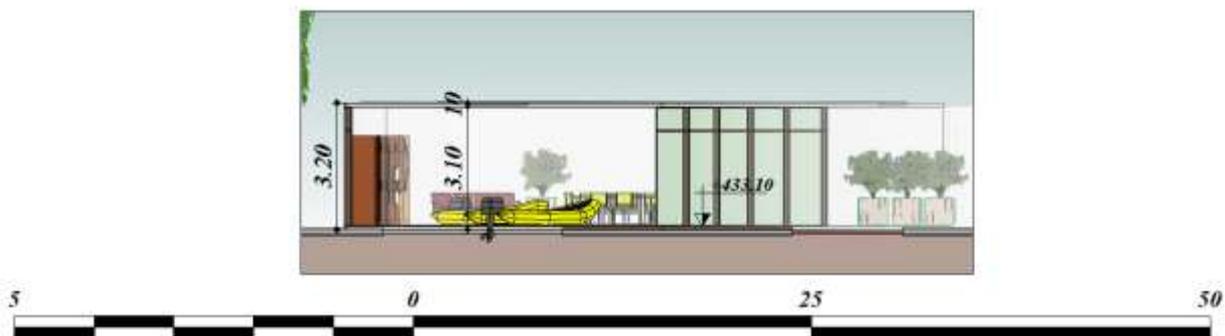
Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Figura 52: Corte 01.



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Figura 53: Corte 02.

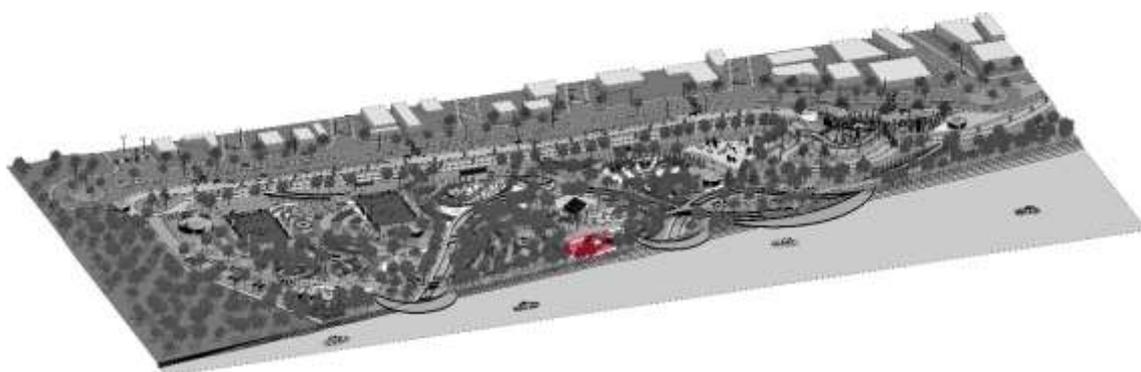


Fonte: Desenvolvido pelo autor.

### 6.1.3 Café

O café também se encontra nas margens do Rio Tietê, possui sua parede traseira toda aberta em vidraças, para que seus frequentadores não percam a vista gerada durante pôr do sol. A construção possui uma área total de 57.186m<sup>2</sup>.

Figura 54: Localização do Café.



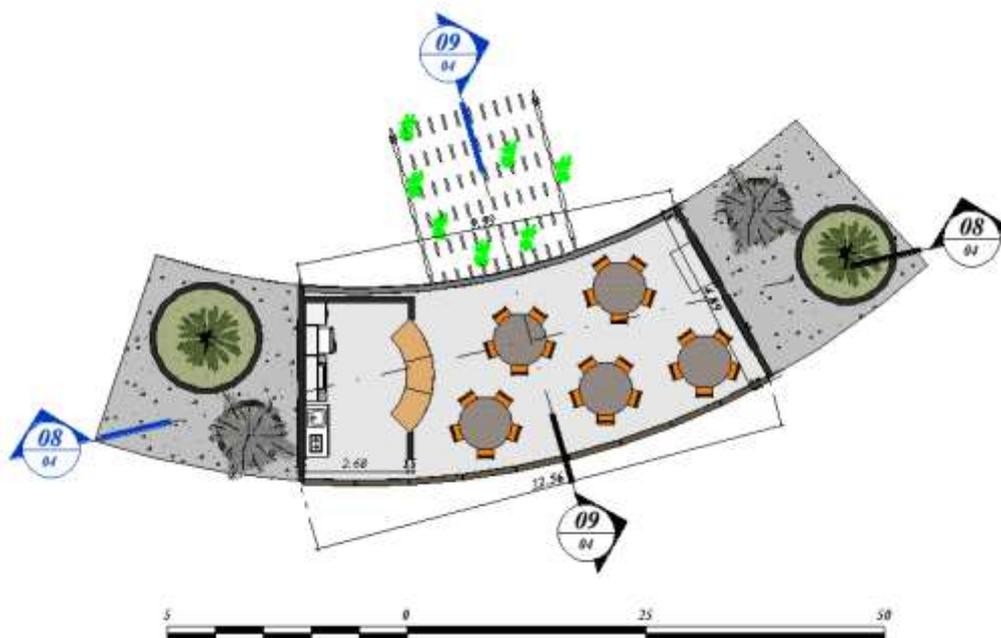
Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Figura 55: Volumetria Café.



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Figura 56: Planta de Piso Térrea.



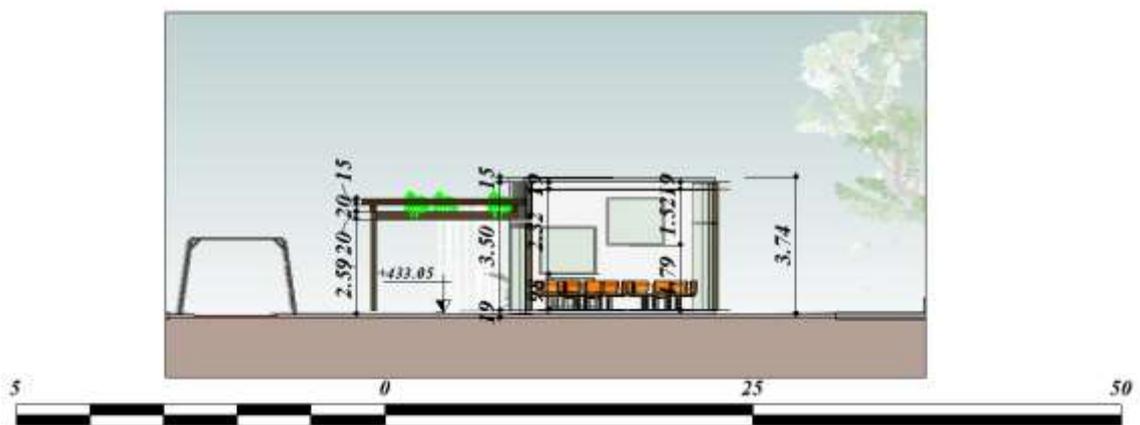
Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Figura 57: Corte 01.



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Figura 58: Corte 02.

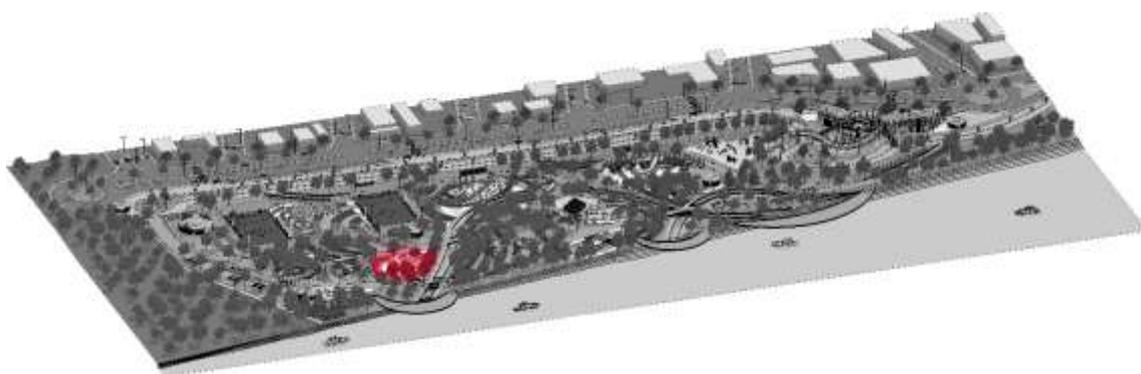


Fonte: Desenvolvido pelo autor.

#### 6.1.4 Prédio de Artes

A Prédio de Artes e Atividades Culturais é composto por duas salas generosas, sendo capaz de abranger uma grande capacidade de alunos. A construção possui uma área total de 281.669m<sup>2</sup>.

Figura 59: Localização do Prédio de artes.



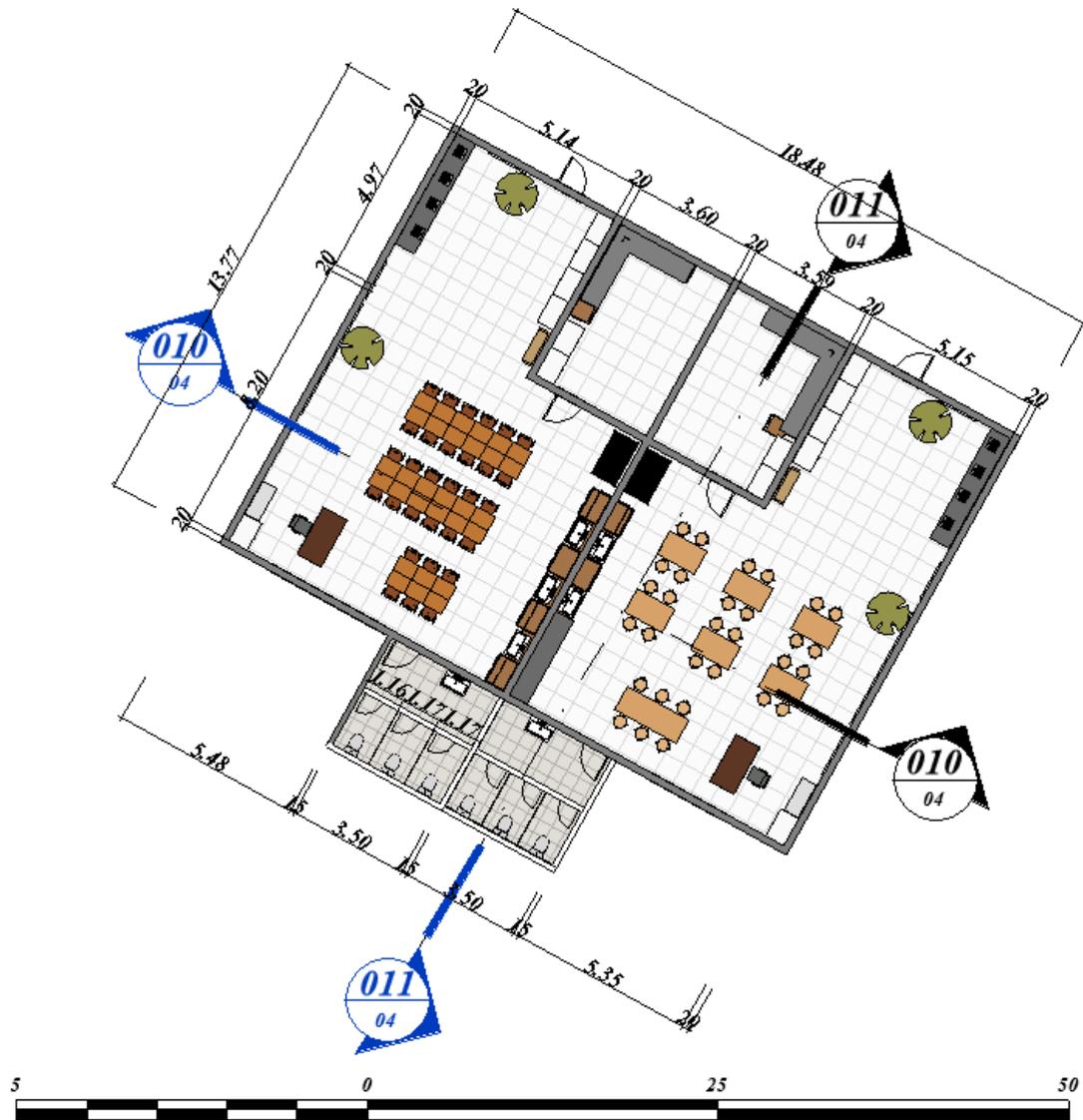
Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Figura 60: Volumetria do Prédio de Artes



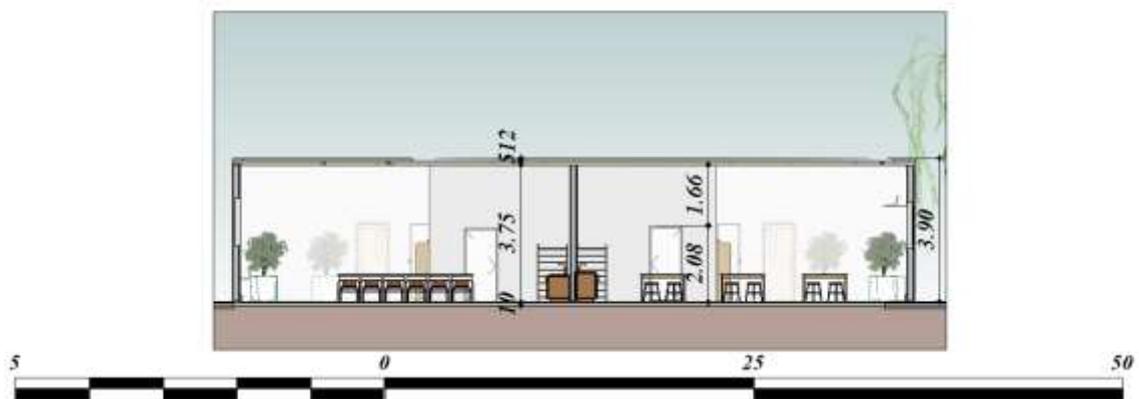
Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Figura 61: Planta de Piso Térrea.



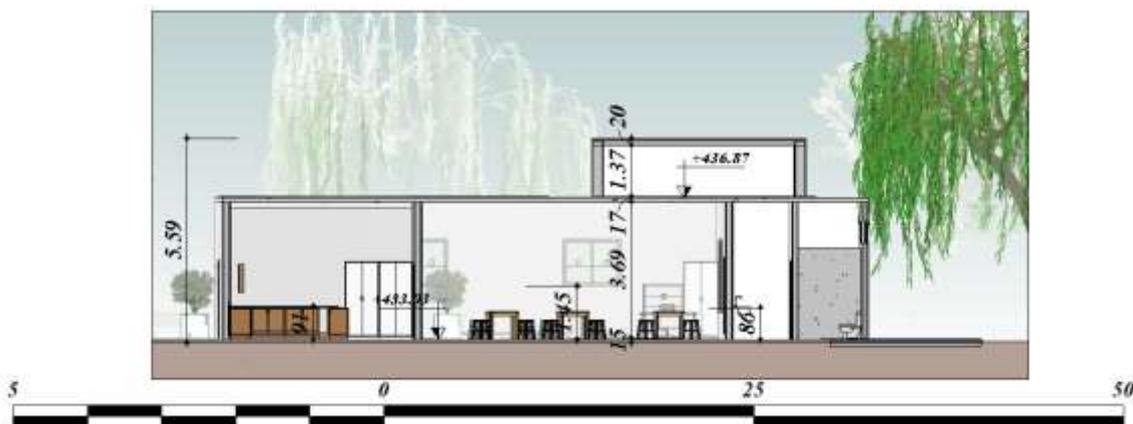
Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Figura 62: Corte 01.



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Figura 63: Corte 02.



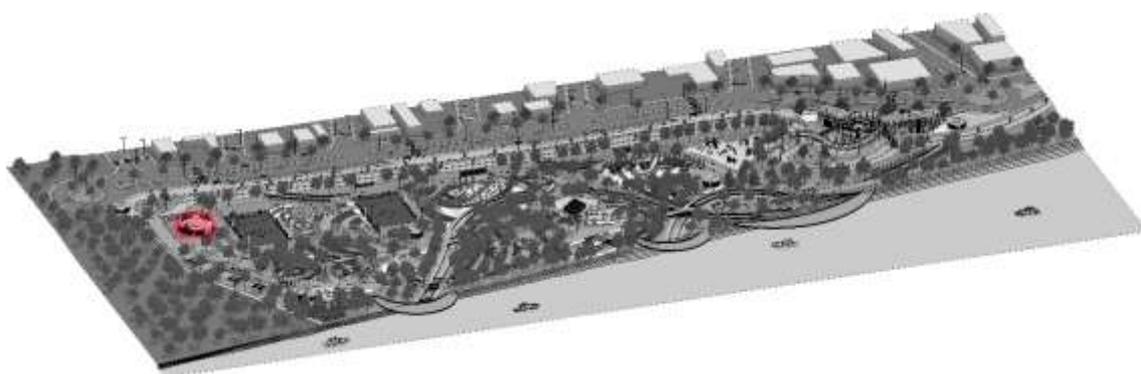
Fonte: Desenvolvido pelo autor.

### 6.1.5 Banheiro Principal(Grande)

Ambos os Banheiros foram desenvolvidos com uma aparência circular, porém esse acabamento circular serviu para criar uma melhor privacidade para os usuários permitindo ainda uma boa circulação de ar em seus interiores.

O Banheiro principal localiza-se próximo a áreas de atividades esportivas e possui uma área total de 317.751m<sup>2</sup>, já os menores estão distribuídos pelo parque totalizando sete banheiros, cada unidade desse banheiro possui uma área de 80.918m<sup>2</sup>. Nas seguintes imagens serão apresentadas a localização e volumetria do banheiro principal. Figuras 52 e 53.

Figura 64: Localização do Banheiro Principal.



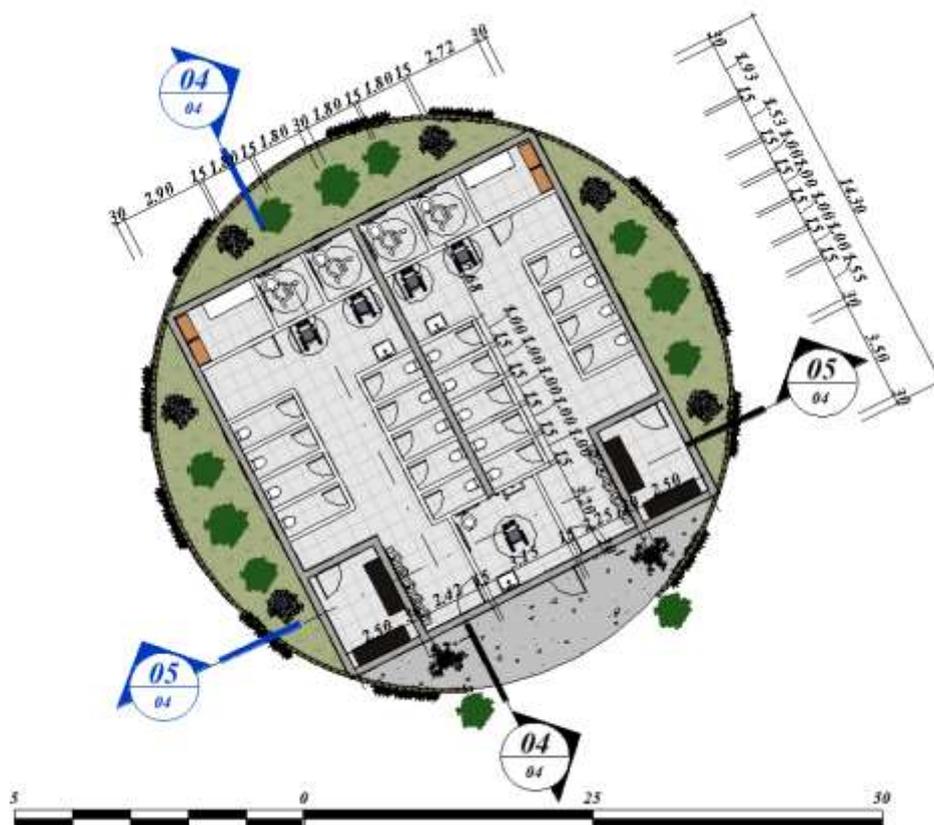
Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Figura 65: Volumetria do Banheiro Principal.



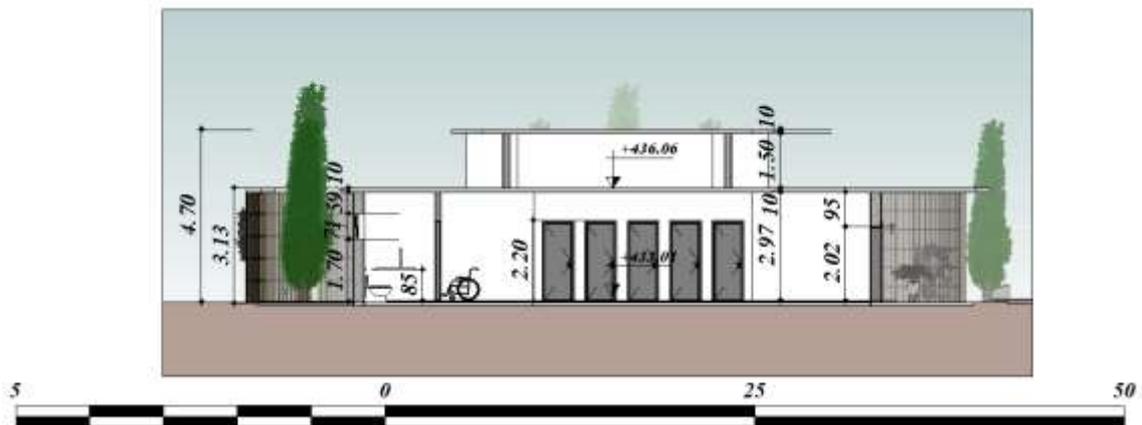
Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Figura 66: Planta de Piso Térrea.



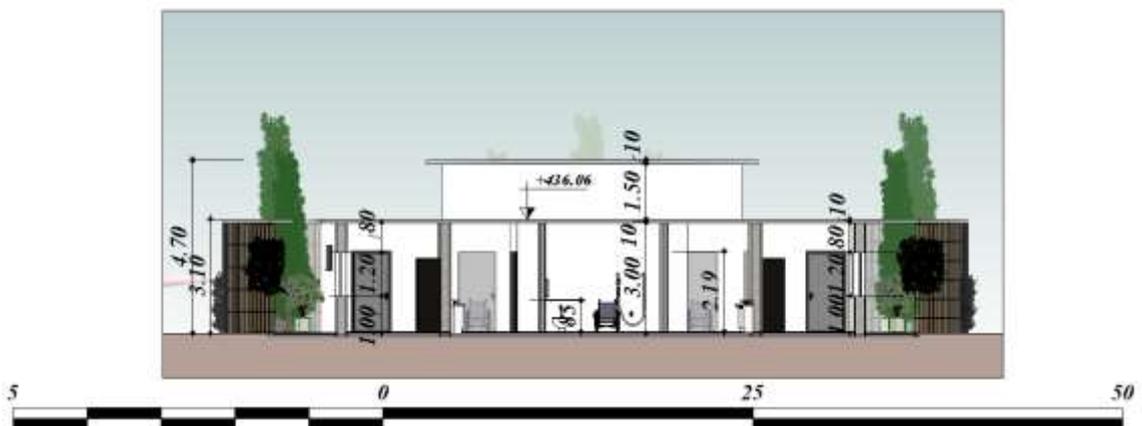
Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Figura 67: Corte 01:



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Figura 68: Corte 02.

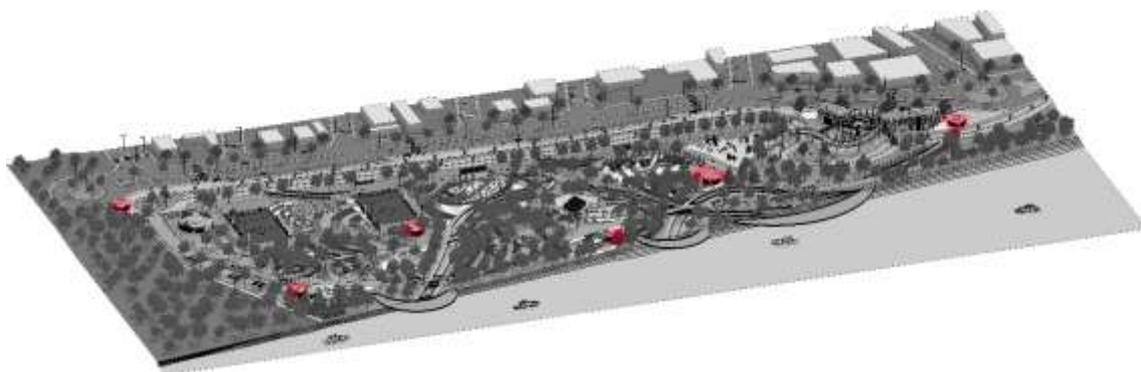


Fonte: Desenvolvido pelo autor.

### 6.1.6 Banheiros Menores

Já os banheiros menores estão localizados em vários pontos do parque, possuindo uma aparência mais simples do que o principal como mostra as figuras 54 e 55.

Figura 69: Localização dos Banheiros Menores.



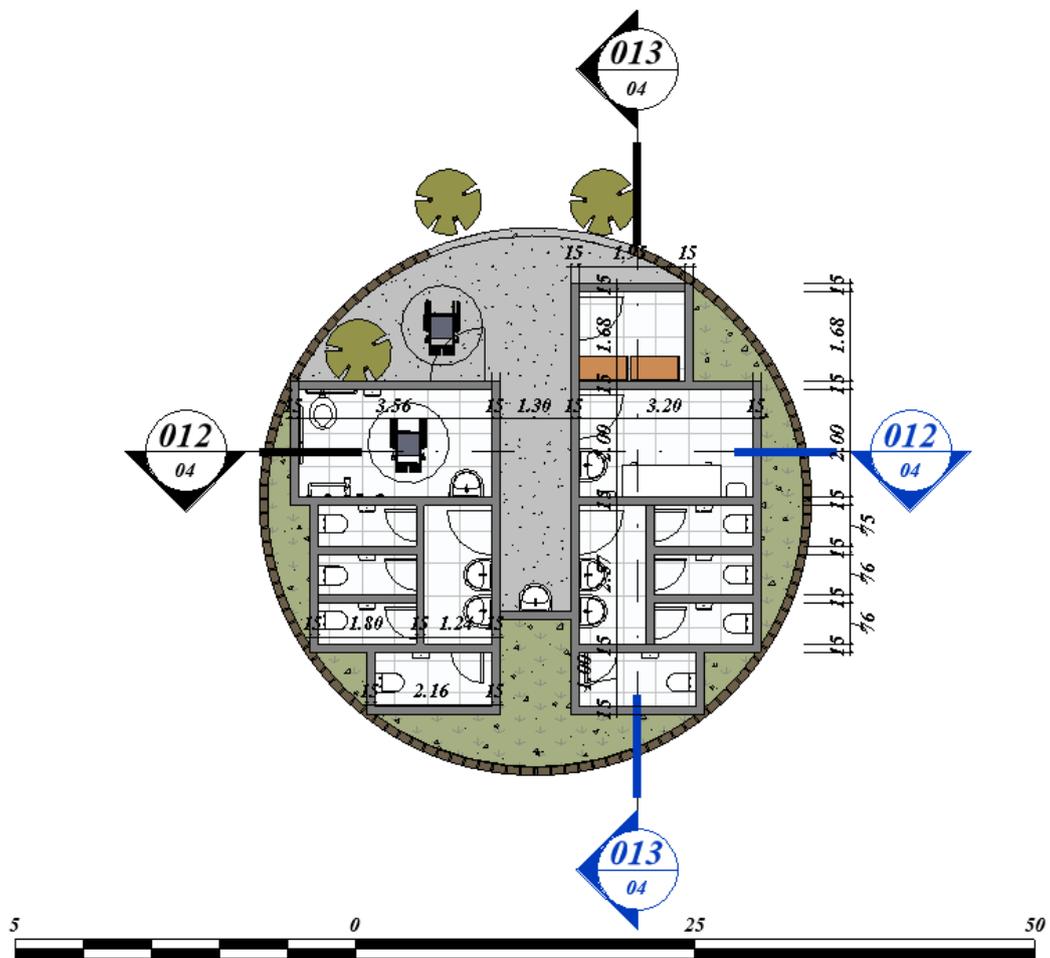
Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Figura 70: Volumetria dos Banheiros Menores



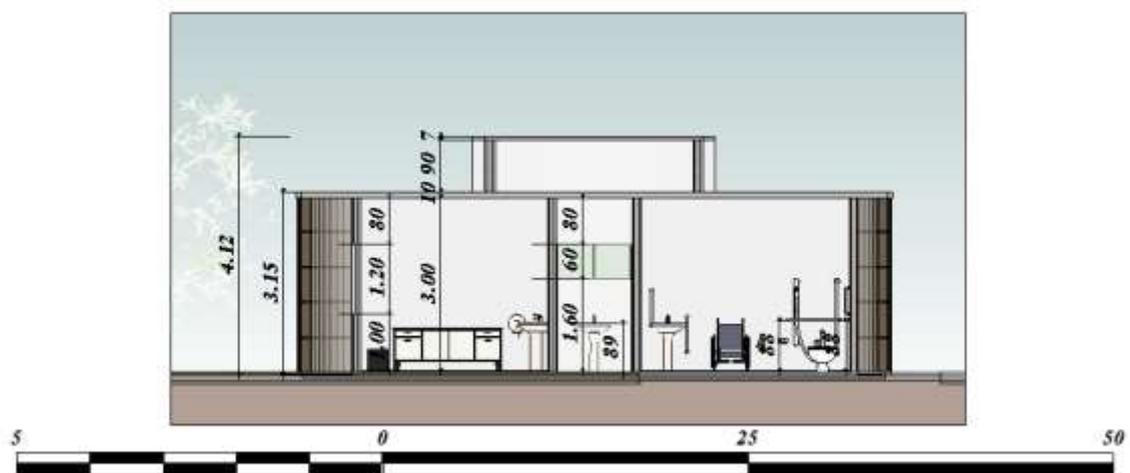
Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Figura 71: Planta de Piso Térrea.



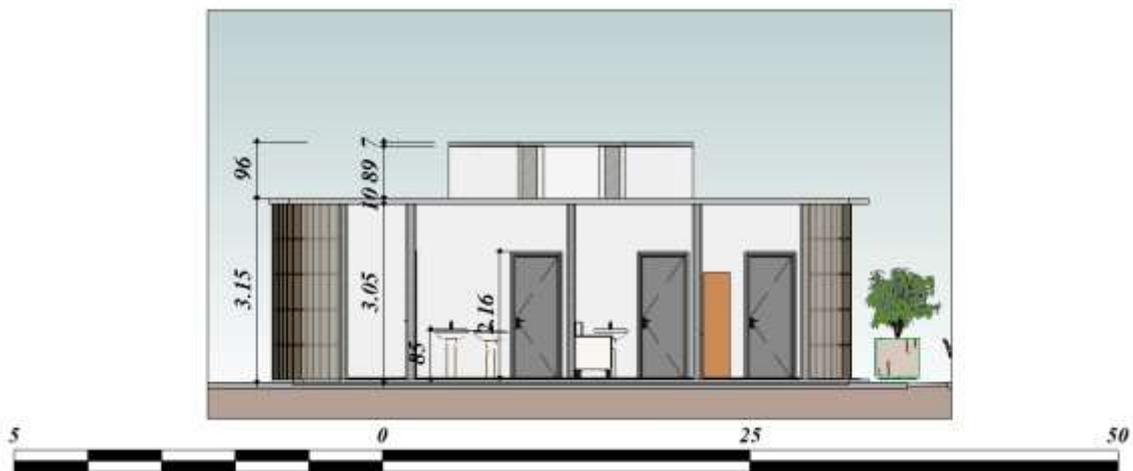
Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Figura 72: Corte 01.



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Figura 73: Corte 02.



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

## 6.2 VOLUMETRIA

As imagens de volumetria e maquete eletrônica foram elaboradas para ajudar na visualização e compreensão do projeto de forma ilustrativa e, estão dispostas das Figuras 74 a 89.

Figura 74: Vista Superior 01.



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Figura 75: Vista Aérea



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Figura 76: Vista Aérea 02.



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Figura 77: Vista superior 02.



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Figura 78: Fachada Edifício de Alimentação



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Figura 79: Vista Superior 03



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Figura 80: Vista Superior 04



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

## 7 CONCLUSÃO

A proposta projetual deste trabalho se pauta na medida de contenção das enchentes e alagamentos nas partes centrais de Barra Bonita com a utilização de uma super cisterna no parque desenvolvido na principal orla de Barra Bonita - SP. Com o objetivo de melhorar as condições da infraestrutura, qualidade de vida dos cidadãos, que por muitos anos sofrem com tais catástrofes ambientais e problemas urbanos, além da ocorrência de acidentes envolvendo perdas materiais e humanas, propôs-se um parque linear ao longo da Avenida.

A partir dessa ideia, para a elaboração projetual, foram realizadas pesquisas de grande importância para o entendimento, compreensão e conhecimento de cidades, nacionais e internacionais, em situação semelhante à da cidade de Barra Bonita, que em algum tempo, ignoraram as questões que englobam a água no desenvolvimento e crescimento da malha urbana, porém, que obtiveram êxito em devolver a natureza à cidade e melhorar a qualidade de vida de seus habitantes.

Vários pesquisadores e outros estudiosos da área, como arquitetos e urbanistas, engenheiros desenvolveram estudos que relacionam diretamente o sistema de drenagem urbana e manejo das águas pluviais à questão de saúde pública e qualidade de vida. O desenvolvimento de um parque de drenagem permite a união da resolução da problemática de infraestrutura urbana voltada ao sistema de drenagem, com o embelezamento e destinação de novos usos do solo, de forma a devolver um pouco das características da natureza e readequar a malha urbana a esta nova paisagem, dando a população local mais amplo e seguro para diversas atividades

## REFERÊNCIAS

3P TECHNIK: **Sistemas para aproveitamento da água de chuvas**. Disponível em: <http://www.agua-de-chuva.com>. Acesso em: 15 mar. 2021.

Adriarqblog. **PisoDrenante**. Adriarqui. 2014. Disponível em: <https://adriarq.blogspot.com/2014/11/piso-drenante-placa-drenante-pisos.html>. Acesso em: 9 mar. 2021.

ALONSO, A.; FREITAS, B. **Comportas são abertas em Barra Bonita**. Jcnet, Bauru, 15 jan. 2016. Regional. Disponível em: <https://www.jcnet.com.br/noticias/regional/2016/01/456817-comportas-sao-abertas-em-barra-bonita.html>. Acesso em: 18 mar. 2021.

AMARAL, R.; RIBEIRO, R. R. **Inundações e enchentes**. In: TOMINAGA, L. K; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Org.). Desastres naturais: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. Disponível em: <http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/livros/DesastresNaturais.pdf> Acesso em: 20 fev. 2021

ANA. Agência Nacional de Águas. **Uso múltiplos – Prevenção de inundações**. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/GestaoRecHidricos/UsosMultiplos/inundacoes.asp/> Acesso em: 27 fev. 2021.

ARQUITETURA Ecológica: **O Novo Tom da Arquitetura**. In: Flexeventos. São Paulo, 18 out. 2020. Disponível em: [http://www.flexeventos.com.br/artigos\\_arquitetura\\_cologica.asp](http://www.flexeventos.com.br/artigos_arquitetura_cologica.asp). Acesso em: 18 mar. 2021.

CASTRO, A. L. C. et al. **Manual de Desastres Naturais**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2003.

COBRADE, **Codificação e classificação Brasileira de Desastres**. 2012. Disponível em: [http://www.mi.gov.br/c/document\\_library/get\\_file?uuid=f9cdf8bfe31e-4902-984e-a859f54dae43&groupId=10157](http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=f9cdf8bfe31e-4902-984e-a859f54dae43&groupId=10157)> Acesso em: 04 de mar. 2021

DIB-FERREIRA, D. Cisterna da Basílica em Istambul: incrível construção milenar. In: **turista profissional**. [S.l.], c2008. Disponível em: <https://turistaprofissional.com/cisterna-da-basilica-istambul/>. Acesso em: 12 mar. 2021.

EDITORA ABRIL. **Inundações na Austrália atingem 2.000 casas e levam crocodilos às ruas**. Veja. São Paulo, 2019. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/mundo/inundacoes-na-australia-atingem-2-000-casas-e-levam-crocodilos-as-ruas/>. Acesso em: 28 fev. 2021

EMBRAPA. **Seminário: planejamento, construção e operação de cisternas para armazenamento da água da chuva**. Embrapa Suínos e Aves, 2005. Disp

onível em: [http://www.hidro.ufcg.edu.br/twiki/pub/ChuvaNet/ChuvaTrabalhosPublica dos/PlanejamentoConstruoeOperaodeCisternasparaArmazenamentodaguada Chuva.pdf](http://www.hidro.ufcg.edu.br/twiki/pub/ChuvaNet/ChuvaTrabalhosPublica%20dos/PlanejamentoConstruoeOperaodeCisternasparaArmazenamentodaguada%20Chuva.pdf)> Acesso em: 28 mar.2021.

CÂMARA MUNICIPAL DE INDAIATUBA. «**Lei nº 2731 de 06 de setembro de 1991 (Revogada)**». Consultado em 20 de fevereiro de 2021.

Inundação aberto. In: Wikipédia: A enciclopédia livre. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Inunda%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 3 mar. 2021.

INFOENEM. **A diferença entre enchente, inundação, alagamento e enxurrada**. Infoenem. São Paulo, 2020. Disponível em: <https://infoenem.com.br/a-diferenca-entre-enchente-inundacao-alagamento-e-enxurrada/>. Acesso em: 5 mar. 2021.

INSTITUTO CLARO CIDADANIA. **Revitalizar rios urbanos ajudaria a controlar enchentes e proporcionaria lazer**. 2018. Disponível em <https://www.institutoclaroembratel.org.br/cidadania/nossas-novidades/noticias/revitalizar-rios-urbanos-ajudaria-a-controlar-enchentes-e-proporcionaria-lazer/>. Acesso em 23 de março de 2021.

LANES, Luciano. **Orla da Guaíba**. Banco de Imagens . Porto Alegre, 2017. Disponível em: <https://bancoimagemens.portoalegre.rs.gov.br/imagem/10214>. Acesso em: 15 mar. 2021.

MAES, Jéssica . **O sistema antiinundação do Japão** . Hypescience. São Paulo, 14/04/2015. Disponível em: <https://hypescience.com/fotos-o-sistema-anti-inundacao-do-japao-vai-te-surpreender/>. Acesso em: 12 mar. 2021.

MASCARÓ, Juan José; OLIVEIRA, Lucimara Albieri. **Análise da qualidade de vida urbana sob a ótica dos espaços públicos de lazer**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 7, n. 2, abr./jun., 2007, p. 59-69.

MASCARÓ, J. L.; YOSHINAGA, M. **Infra-estrutura urbana**. Porto Alegre: Masquatro Editora, 2005.

MELLO, S. S. **Na beira do rio tem uma cidade: urbanidade e valorização dos corpos d'água**. 2008. 348f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

MORAES, Heloísa Rubim. **Indaiatuba e a região metropolitana de Campinas - A industrialização como determinante no ordenamento territorial**. Vitruvius. 2019. Disponível em [https://www.vitruvius.com.br/revistas/read/minha\\_cidade/19.223/7264](https://www.vitruvius.com.br/revistas/read/minha_cidade/19.223/7264). Acesso em 05 de abril de 2021.

MURBA, David. **Carros são arrastados pela enxurrada durante fortes chuvas em Rondonópolis**. Só Notícias. Cuiabá, 2019. Disponível em: <https://www.sonoticias.com.br/geral/carros-sao-arrastados-pela-enxurrada-durante-chuva-em-rondonopolis/>. Acesso em: 5 mar. 2021.

OLIVEIRA, D.E.; ASSIS, D.C.; FERREIRA, C.C.M. A influência dos corpos hídricos na geração de microclimas urbanos, um estudo de caso da cidade de Juiz de Fora/MG. Universidade Federal de Juiz de Fora. XIV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. 2011.

PINTO, L. H.; PINHEIRO, S. A.; **Orientações básicas para drenagem urbana**. FEAM. 2006. Disponível: <http://www.feam.br/images/stories/arquivos/Cartilha%20Drenagem.pdf> Acesso em: 23 fev. 2021.

PISANI, M. A. J. **As enchentes em áreas urbanas**. 3.ed. pg 42-45. SINERGIA. São Paulo, 2001.

POMPÊO, C. A. **Drenagem Urbana Sustentável**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos / Associação Brasileira de Recursos Hídricos, volume 5, no. 1, pag. 15-23, Porto Alegre, RS, 2000.

Qinhuangdao Red Ribbon Park. Urban next. Disponível em: <https://urbannext.net/qinhuangdao-red-ribbon-park/>. Acesso em: 18 mar. 2021.

SCHRER, R. B.; SANTOS, R. C. dos. Inundações em centros urbanos: impactos ambientais gerados pelo crescimento populacional. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental GVAA**, Pombal, v.6, n.1, p. 42 – 45, jan./dez. 2012/.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Rios e Córregos: preservar, conservar, renaturalizar. A recuperação de rios – possibilidades e limites da Engenharia Ambiental**. Projeto PLAÁGUA SEMADS / GTZ de Cooperação Técnica Brasil-Alemanha. Abril de 2001. SEMADS. Disponível em <<http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2018/05/Rios-e-C%C3%B3rregos-Preservar-Conservar-Renaturalizar.pdf>>. Acesso em 28 de abril de 2021.

SELBORNE, L. A **Ética do uso da água doce**: um levantamento. Brasília, DF : UNESCO, 2001.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva**. São Paulo, SP: Navegar, 2003.

TUCCI, Carlos E. M. **Águas Urbanas**. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). 2008.

TUCCI, C. E. M.; MARQUES, D. M. L. M. (Org.). **Avaliação e controle da drenagem urbana**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2000, 558 p.

TUCCI, C. E. M. **Programa de drenagem sustentável: apoio ao desenvolvimento do manejo das águas pluviais urbanas** – Versão 2.0. Brasília: Ministério das Cidades, 2005b.