

Green Infrastructure: performance, appearance, economy and working method

Paulo Pellegrino, LABVERDE FAU Universidade de São Paulo, Brasil.

Conventional Infrastructure

- Growth can be endless, taming nature to our interest







Conventional Infrastructure

- We can continue to send more runoff downstream by widening the channels



**Cena da
Cidade**

ÁGUA NA AVENIDA

A 9 de Julho, na região central de São Paulo, ficou alagada na tarde de ontem. Cidade registrou outros três pontos intransitáveis entre as 16h e as 17h ● LEONARDO SOARES

Conventional Infrastructure

- Technological arrangement. There is no problem that has been created that cannot be solved by the right technical solution





Green Infrastructure

- Urban stormwater is not only a mechanical technical engineered issue

Green Infrastructure

- Nature provides ecosystem services that we could learn from, and employ wisely in our favor

Close

(3) Fotos do mural



Curtir

Comentar

Green Infrastructure

- Related to urban stormwater it is better to "start at the source" and do not procrastinate!

Green Infrastructure

- Landscape architecture can lead to innovative designs that can regenerate and integrate living processes and man made structures

Conventional Infrastructure	Green Infrastructure
Expensive to build and maintain	Lower cost
Energy intensive to operate	Energy conservative, or neutral
Contributes greenhouse emissions	Sequesters carbon
Adds to urban heat island effect	Cooling through evapotranspiration
Stormwater exported – downstream impacts	Stormwater retained, stream flows stabilized
Groundwater levels reduced	Groundwater levels maintained
Encourages auto use	Promotes walking/biking
Mono-functional	Multi-functional
Centralized vulnerable to failure	Decentralized, “fail-safe”

Adaptive Design

- As Nature itself we should adopt the safe-to-fail strategy, to promote evolutionary learning, innovation, and sustainable solutions

HURRICANES

& Tropical Storms | locations & intensities since 1851

Tropical Storms

1

Proportional strength of hurricane seasons, by Saffir-Simpson scale



Relative increase in detection over time



Increased search efforts, improved instrumentation and satellite technology

early 40s through 50s
Increased search efforts, improved instrumentation and satellite technology

early 60s and 70s
Improvement of satellite instrumentation to identify and track storms in low latitudes

late 1970s
"Big Bang" of satellite technology in the Eastern part of Indian Ocean/Philippines

John Nelson | ukblog.idvsolutions.com

IDV Solutions | idvsolutions.com

NOAA International Best Track Archive | ncdc.noaa.gov

NASA Visible Earth | visibleearth.nasa.gov



PAREDEÃO:
A Cordilheira dos Andes funciona como uma grande barreira às massas de vapor d'água que saem da Amazônia em direção a oeste.



ENERGIA: A chuva formada pelos rios voadores alimenta usinas como a do Taubaté, com 11 turbinas e 130 milhões de litros de água por hora, e a de Foz de Iguaçu, onde fica a hidrelétrica de maior potência do país.

Caminho das águas

Saiba como se formam e por onde passam os rios de vapor

- 1 Perla da linha do Equador, a água do Oceano Atlântico se evapora intensamente. Os ventos alísios que sopram de leste a oeste se carregam de umidade e a transportam em direção ao continente.
- 2 Ao seguir terra adentro, parte da umidade se transforma em chuva que cai sobre a Floresta Amazônica. As árvores absorvem a água. Quando transpiram, a devolvem em forma de vapor.
- 3 As massas de ar seguem na direção oeste e encontram a Cordilheira dos Andes. Parte da umidade se precipita na encosta das montanhas, formando as cabeceiras dos rios amazônicos.
- 4 Outros períodos ventos úmidos faz a curva para o Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil. Essa umidade transforma-se na chuva que irriga as fazendas, enche os rios e alimenta as represas de hidrelétricas.



Sem árvores, pode faltar luz e comida

O desmatamento prejudica a agricultura e a produção de energia



E Rios voadores. Eles abastecem as lavouras e hidrelétricas do Brasil. Mesmo sendo invisíveis

Por cima de nossas cabeças fluem rios que não somos capazes de ver. São correntes de água em forma de vapor que viajam até 5 mil quilômetros entre o Norte do país e a Argentina a uma altitude de mil a 3 mil metros.

Apesar de invisíveis, afetam diretamente nossa vida. O vapor que carregam é responsável por grande parte das chuvas que alimentam as cabeceiras dos rios da Amazônia, fertilizam as terras agrícolas do Sul do Brasil e abastecem as hidrelétricas que fornecem energia para nossas casas e indústrias.

Essas correntes de nuvens que atravessam o país foram apelidadas pelos cientistas de Rios Voadores. Estima-se que seu fluxo de água, em forma de vapor, seja comparável ao do rio Amazonas, o

mais caudaloso do mundo, com uma vazão de 200 milhões de litros de água por segundo.

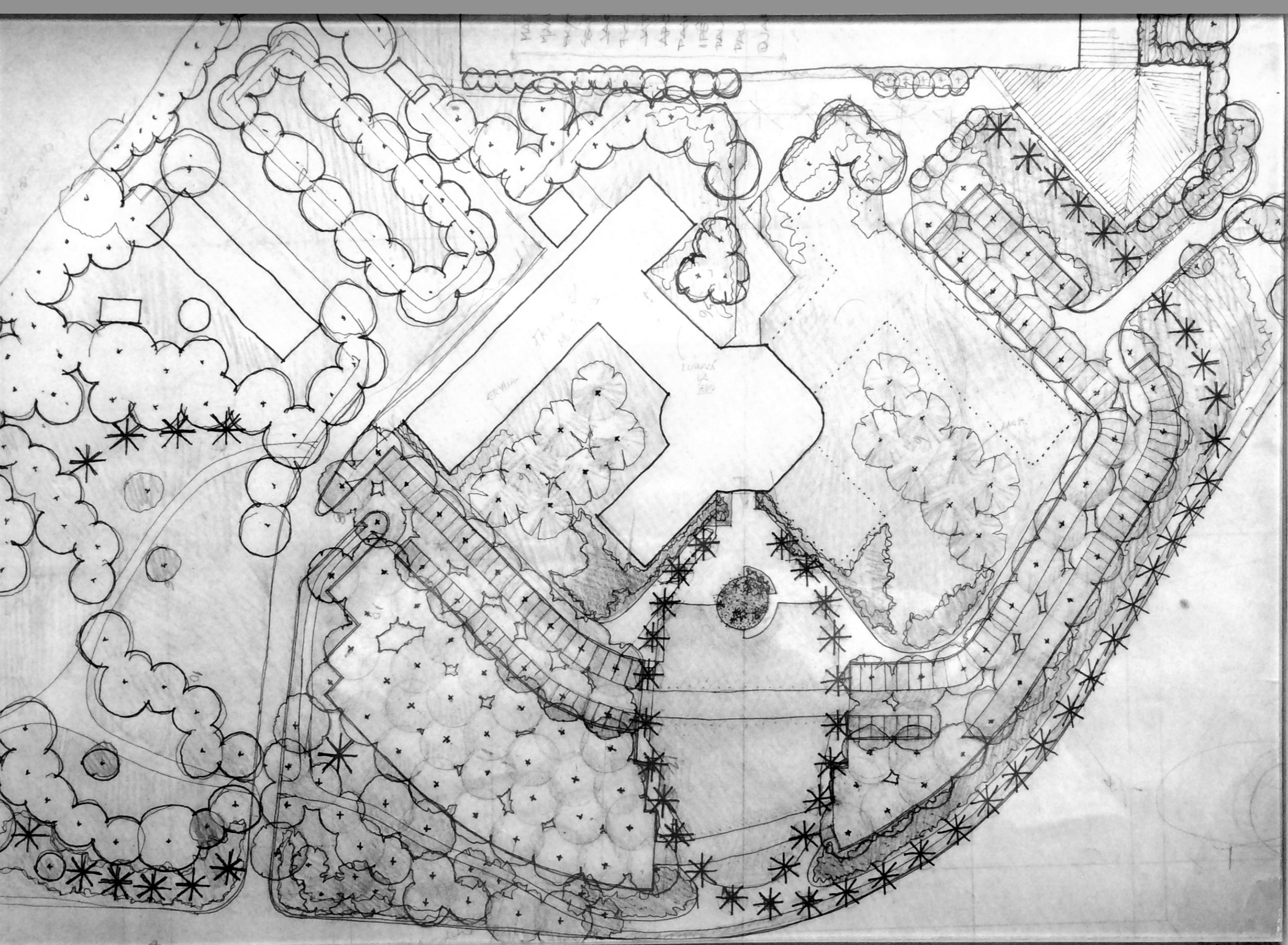
Em parceria com alguns dos maiores especialistas em meteorologia e hidrologia do país, o aviador e explorador ambiental inglês Gérard Moss viajou a bordo de um avião monomotor e de um balão para criar as imagens de vapor d'água ao longo do território brasileiro. Ele pretende mapear o trajeto dos rios invisíveis e explicar como influenciam o clima do país. Por sua contribuição ao meio ambiente, Moss foi recentemente condecorado pela rainha da Inglaterra, Elizabeth II. Conheça ao lado parte do que esse explorador já descobriu voando atrás dos rios que voam. **FRANCISCA NETA**

Adaptive Design

- Green Infrastructure: multifunctionality to support urban resilience

Adaptive Design

- Ecosystem Services and Green Infrastructure:
measuring performance of green infrastructure





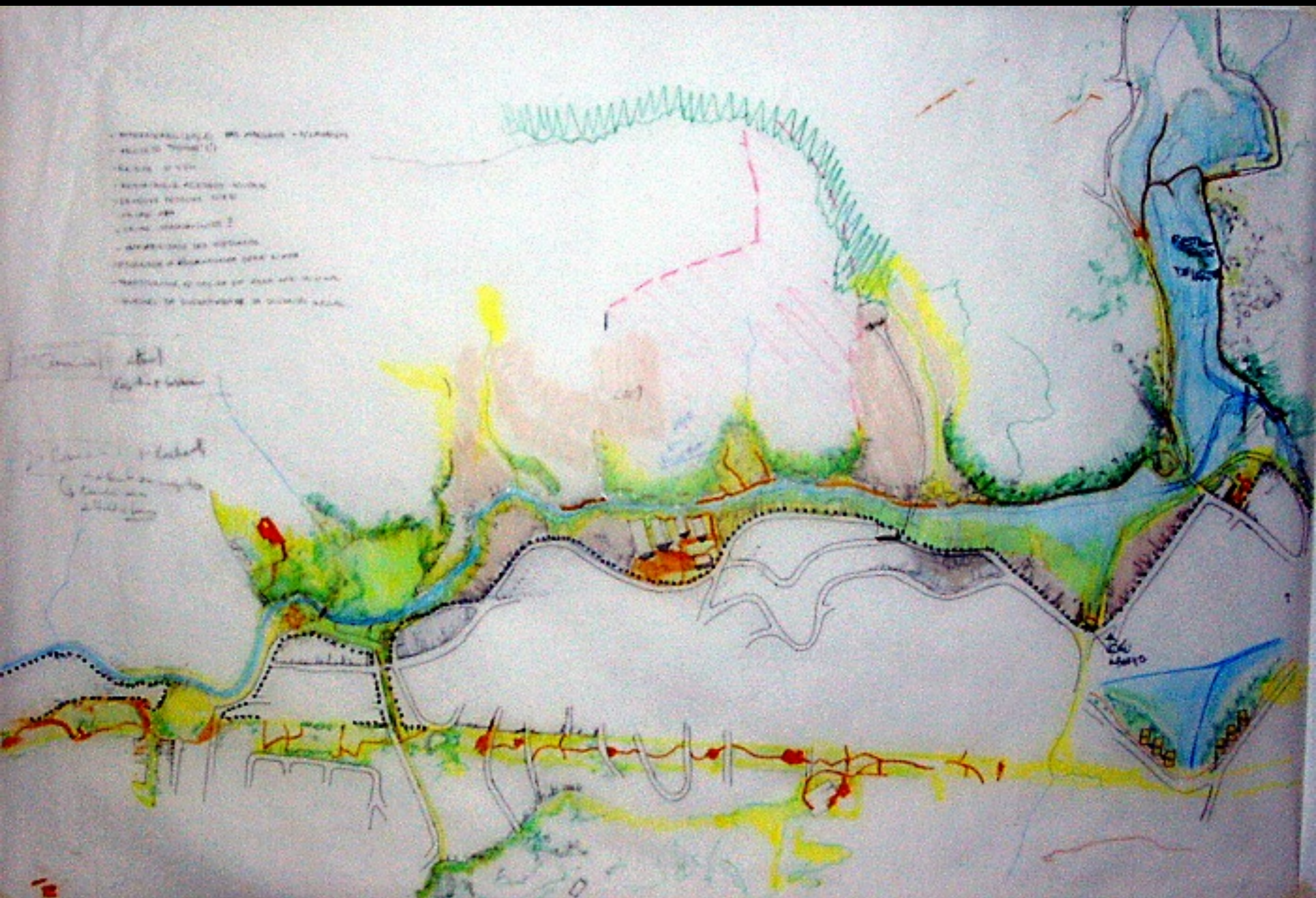
Disciplina 2 Tecnologias da Paisagem

Tendo como tema o desenvolvimento de uma infraestrutura verde integrada para o Rio Tietê e suas margens, este curso teve como objetivo oferecer informações e inspiração aos projetistas sobre a crescente tendência de integração e sustentabilidade na arquitetura paisagística contemporânea. Os conteúdos abordados no curso incluíram:

- Plano de bacia
- Sistemas naturais aplicados ao manejo das águas pluviais
- Recuperação de áreas contaminadas
- Floresta Urbana
- Integração do projeto ecológico em empreendimentos imobiliários e viários.

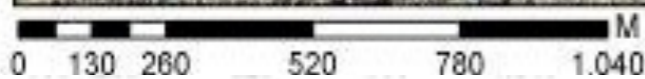


- 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.



(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24) (25) (26) (27) (28) (29) (30) (31) (32) (33) (34) (35) (36) (37) (38) (39) (40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58) (59) (60) (61) (62) (63) (64) (65) (66) (67) (68) (69) (70) (71) (72) (73) (74) (75) (76) (77) (78) (79) (80) (81) (82) (83) (84) (85) (86) (87) (88) (89) (90) (91) (92) (93) (94) (95) (96) (97) (98) (99) (100)

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24) (25) (26) (27) (28) (29) (30) (31) (32) (33) (34) (35) (36) (37) (38) (39) (40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58) (59) (60) (61) (62) (63) (64) (65) (66) (67) (68) (69) (70) (71) (72) (73) (74) (75) (76) (77) (78) (79) (80) (81) (82) (83) (84) (85) (86) (87) (88) (89) (90) (91) (92) (93) (94) (95) (96) (97) (98) (99) (100)



Legenda

— Drenagem

Vegetação Florestal a recuperar

Caminhos Verdes

Faixa da linha de transmissão (Eletropaulo)

Intervenção paisagística em condomínio particular

Intervenção paisagística em conjuntos habitacionais

Parque Bananal - área de lazer e recreação

Parque Corumbé - área de lazer e recreação

Parque Corumbé - Área de lazer/recreação e equipamento urbano

Parque Linear do Bananal - Faixa 1

Parque Linear do Bananal - Faixa 2

Urbanização densa

Urbanização pouco densa

Wetland

Área de Manutenção intensa do Piscinão

Área de Manutenção ocasional do Piscinão - wetlands e áreas de recreação

Áreas de recuperação da vegetação (declividades acentuadas e sem abastecimento)

Áreas de uso rural: culturas, pasto, reflorestamento homogêneo comercial

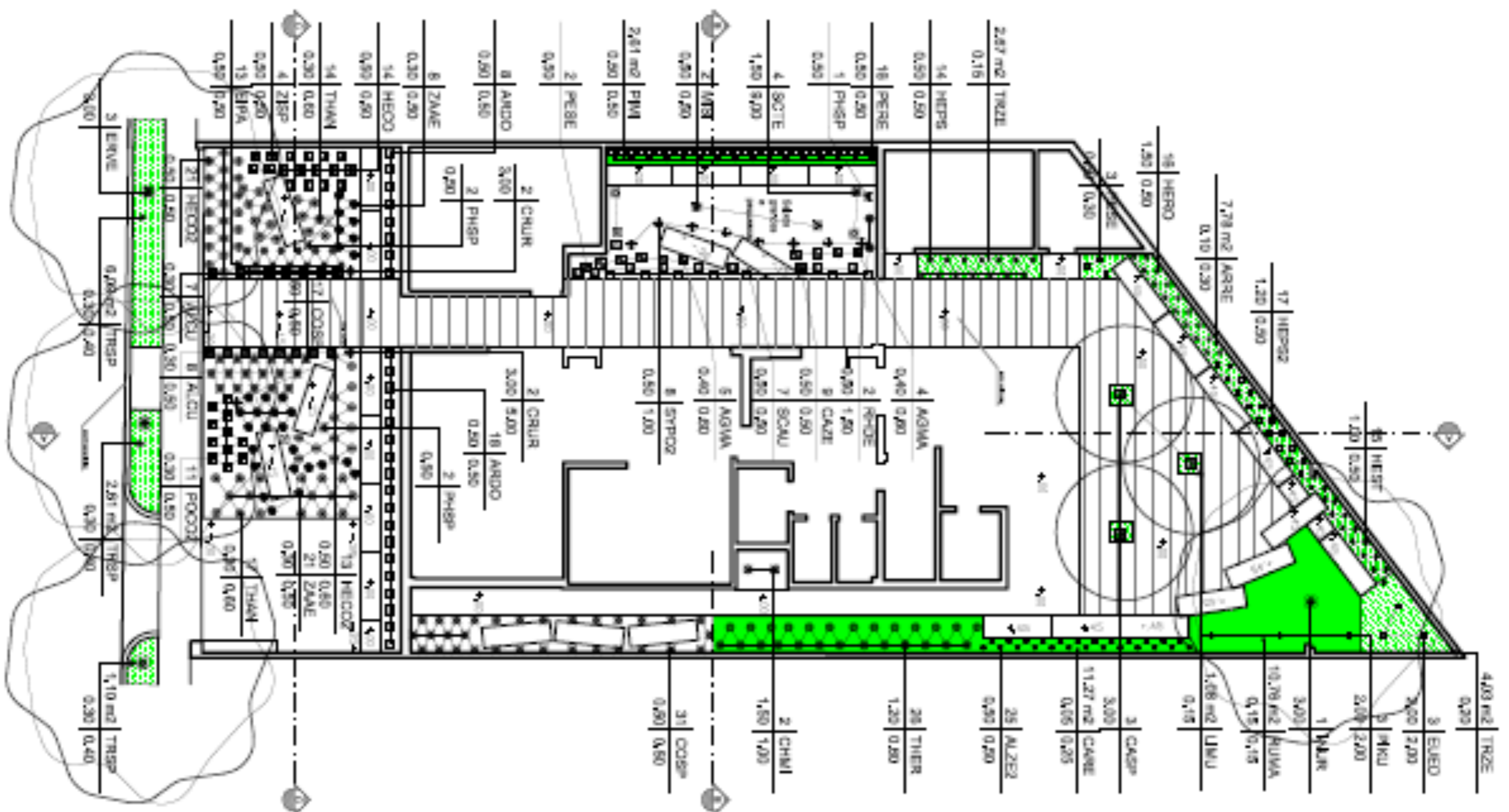
1- Parque Corumbé

2- Parque Linear do Bananal

3 - Parque Bananal



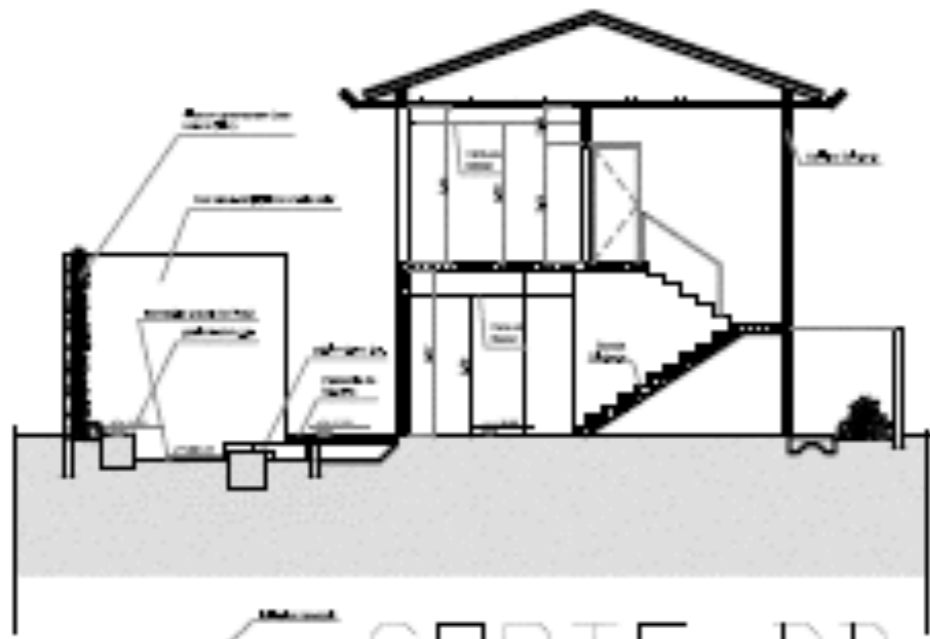




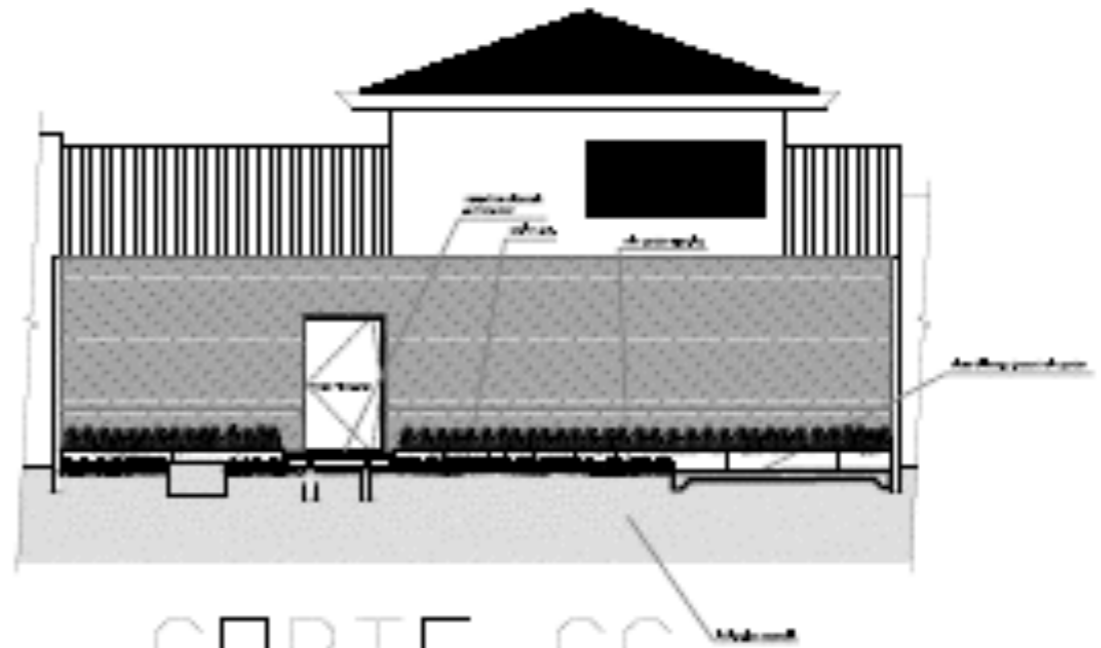
CORTE AA



CORTE BB



CORTE CC







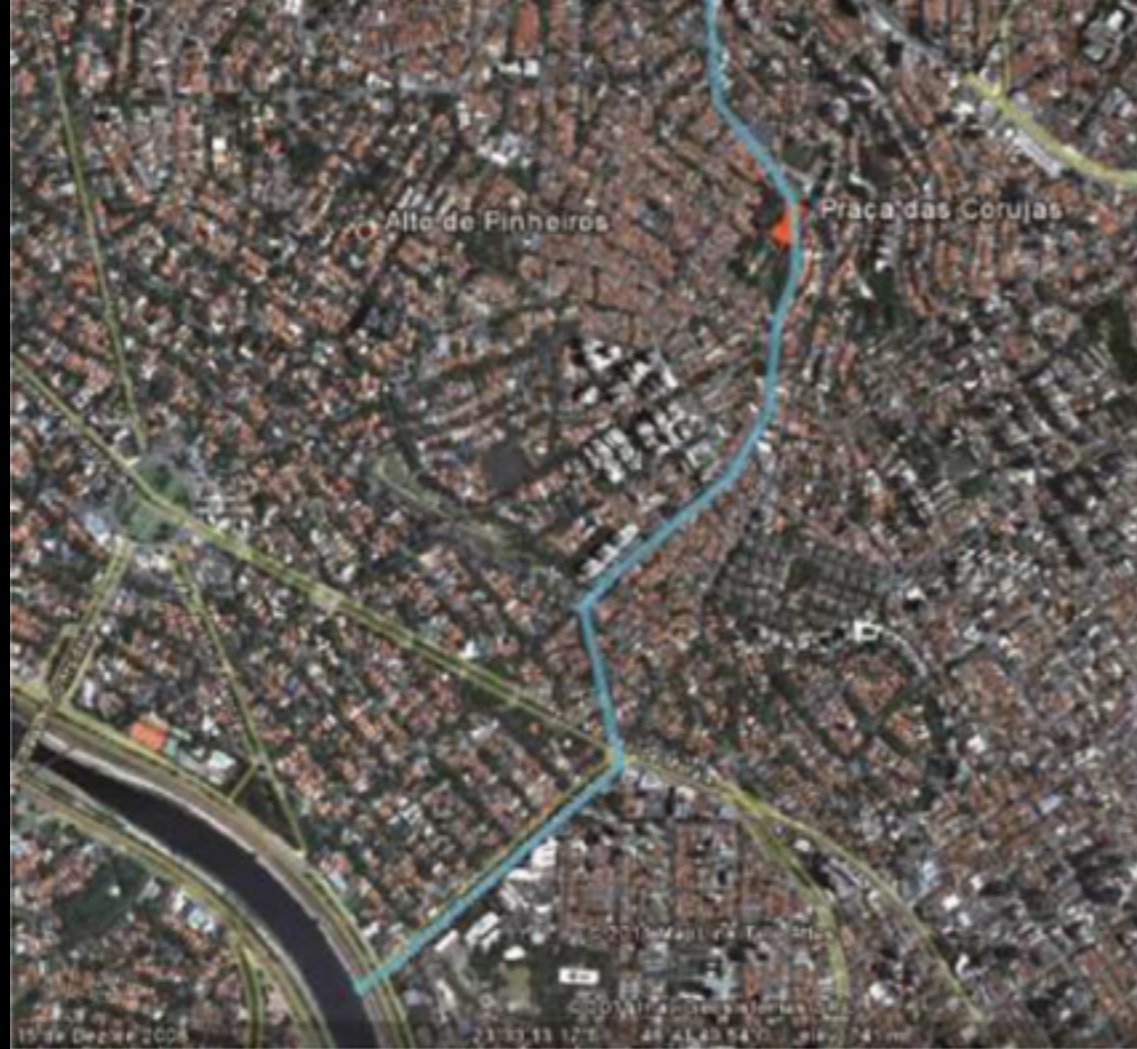










Imagem 31 - Área de contribuição total do escoamento superficial. Fonte: MARTINS, J.R.S.

As vazões recebidas da área de contribuição foram calculadas considerando-se a chuva de 10 anos de período de retorno (10% de probabilidade de ocorrência), a partir da equação de chuva para São Paulo (CTH-USP, 1992).

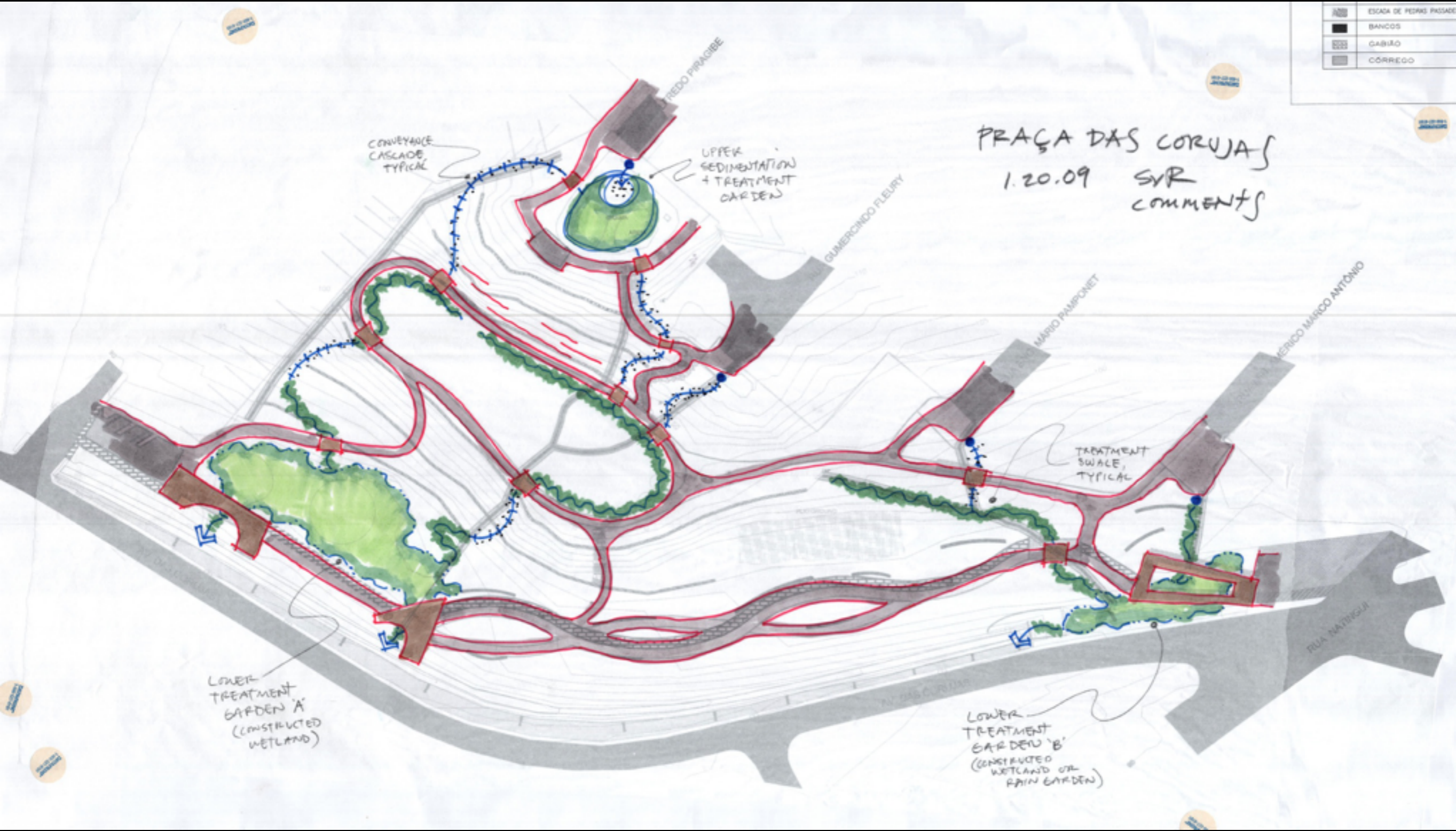
Área de Contribuição 522.509,27m²
Tr = 10 anos

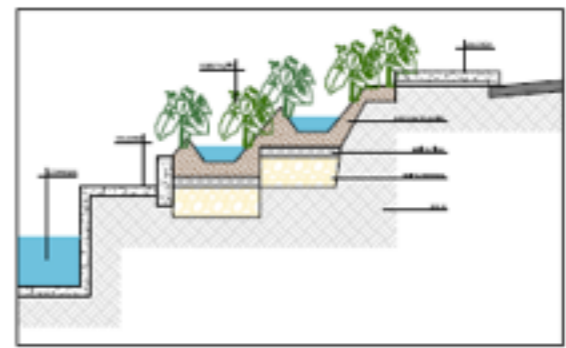
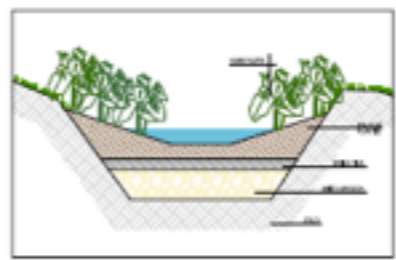
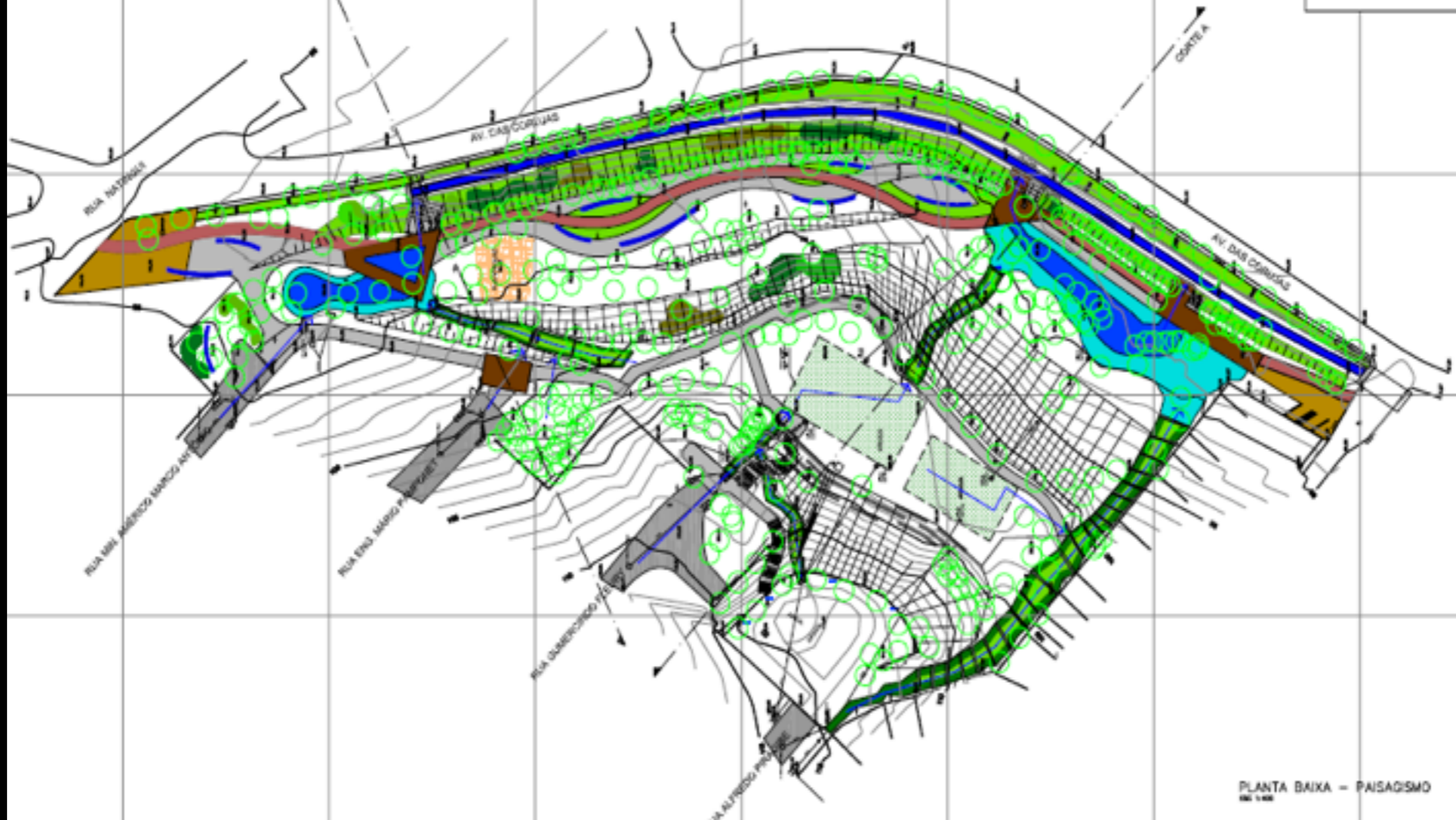
| Drenagem | Local | A (ha) | Q (l/s) | Ponto |
|----------|----------------------------------|--------|----------|--------------|
| 1 | R Alfredo Piragibe Par | 0,86 | 185 | S35 |
| 2 | R Alfredo Piragibe Impar | 1,03 | 221 | S32 |
| 3 | Gumercindo Fleury Par | 1,14 | 243 | S30 |
| 4 | Gumercindo Fleury Impar | 0,97 | 206 | S25 |
| 5 | Mário Pamponet Par | 1,1 | 225 | S36 |
| 6 | Mário Pamponet Impar | 0,54 | 116 | S37 |
| 7 | Min. Américo Marco Antonio Par | 0,995 | 202 | S13 |
| 8 | Min. Américo Marco Antonio impar | 0,59 | 126 | S6 |
| 9 | Min Américo Marco Antonio Par | 0,051 | 10 | S56 |
| 10 | Min Américo Marco Antonio impar | 0,051 | 11 | S7 |
| Totais | | 7,327 | 1545 l/s | 14% do total |

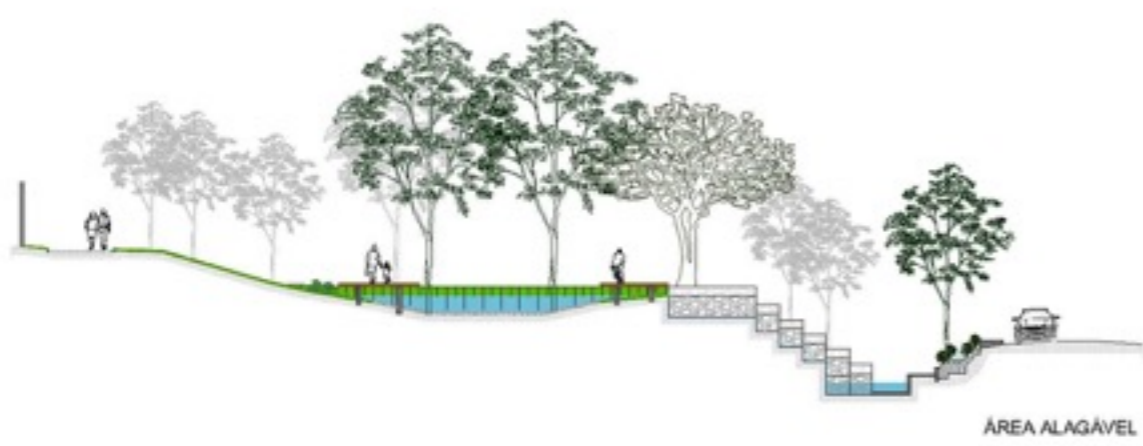
Cálculo da vazão total de escoamento superficial recebida. Fonte: MARTINS, J.R.S.

| | |
|---|------------------------------|
|  | ESCALA DE PEDRAS PASSADEIRAS |
|  | BANCOS |
|  | GABIÃO |
|  | CORREGO |

PRAÇA DAS CORUJAS
 1.20.09 SVR
 COMMENTS



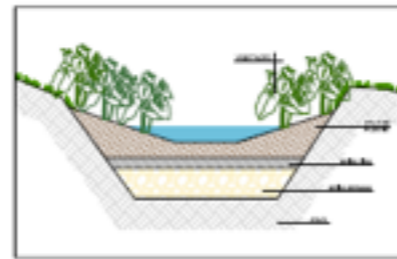




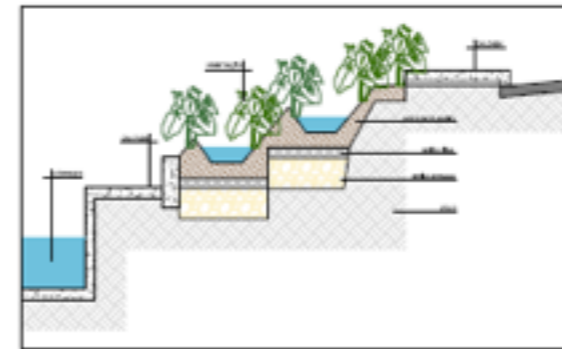
ÁREA ALAGÁVEL



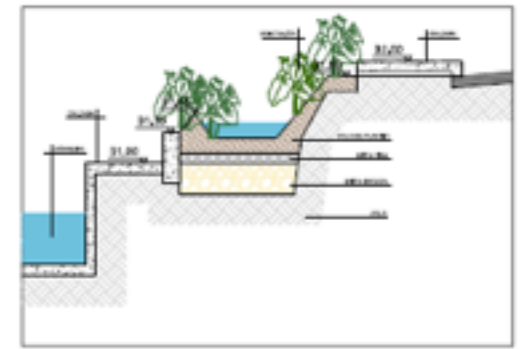
ELEVAÇÃO



DETALHE 1



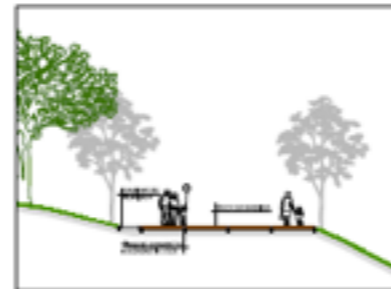
DETALHE 2



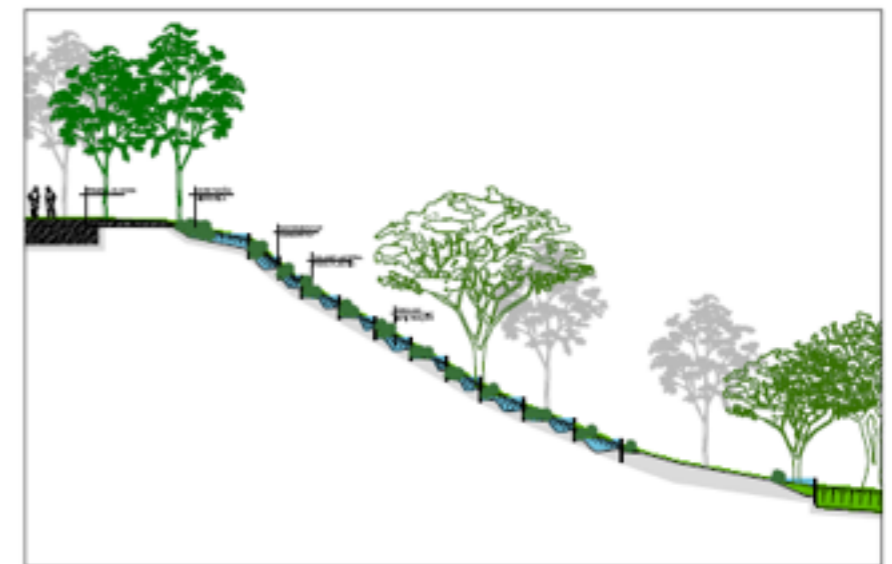
DETALHE 3



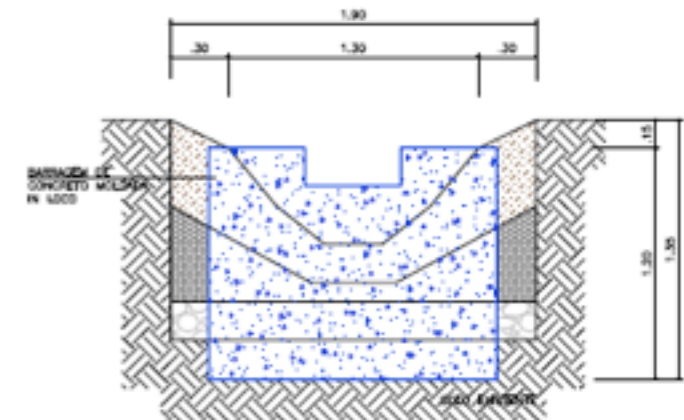
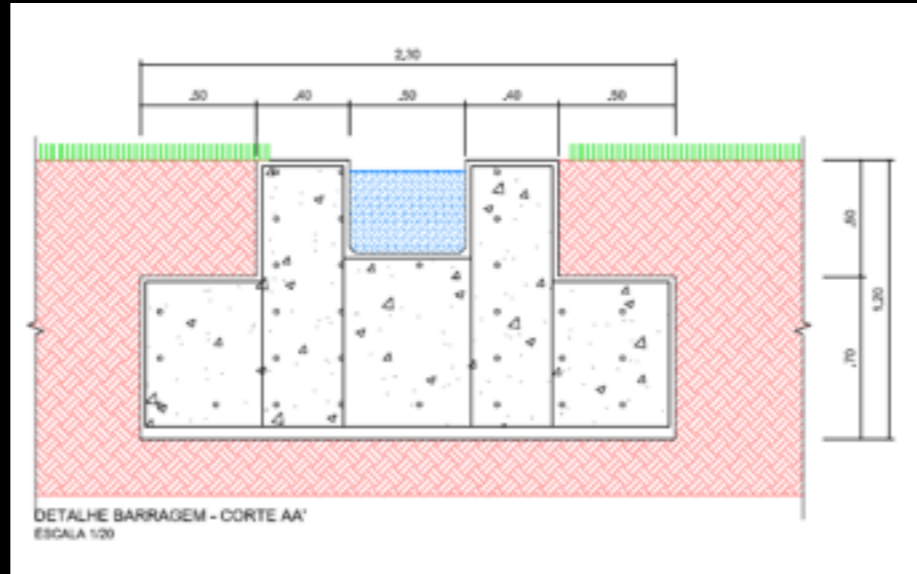
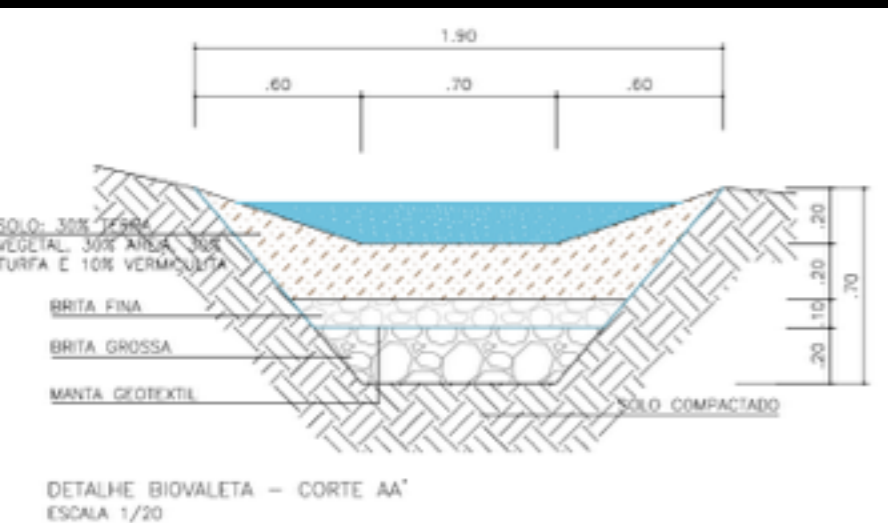
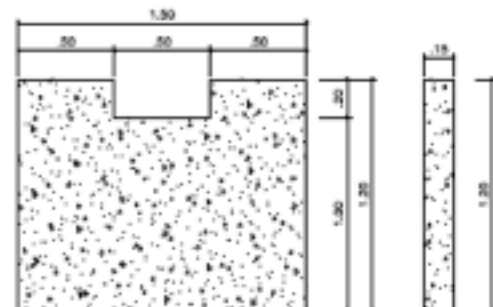
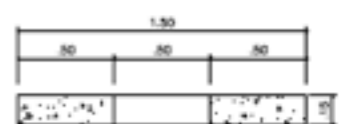
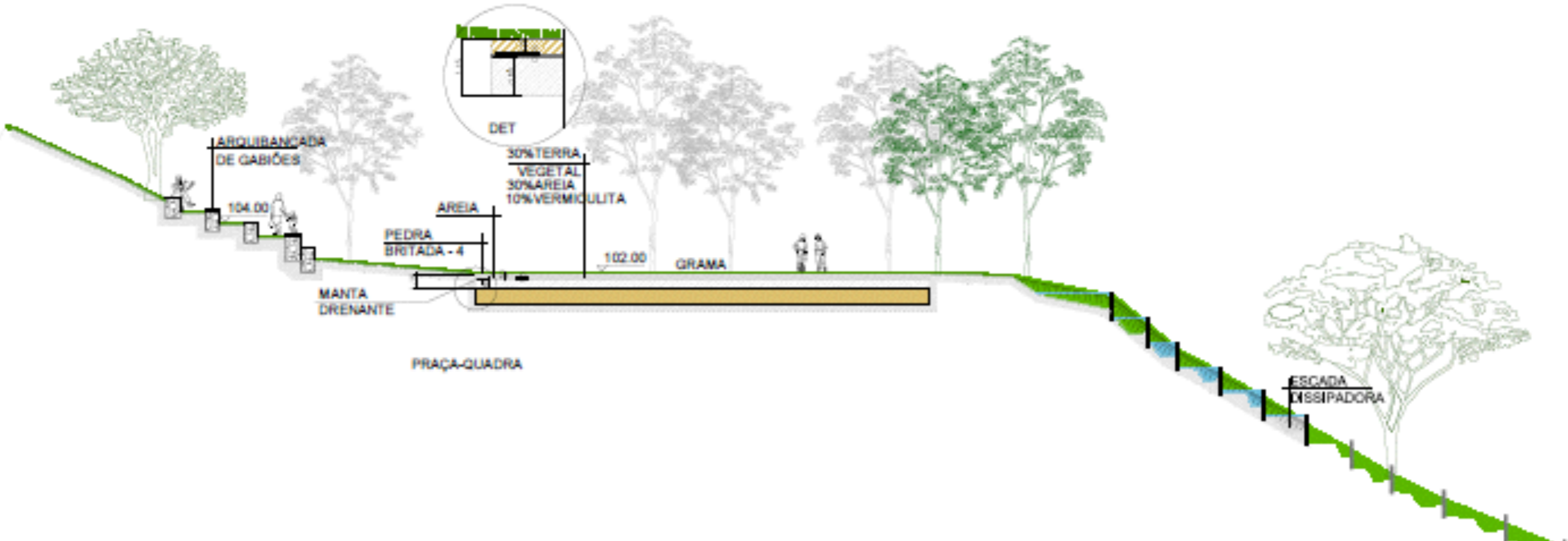
ARCABANDEJA



DECK SUPERIOR



BARRAGENS



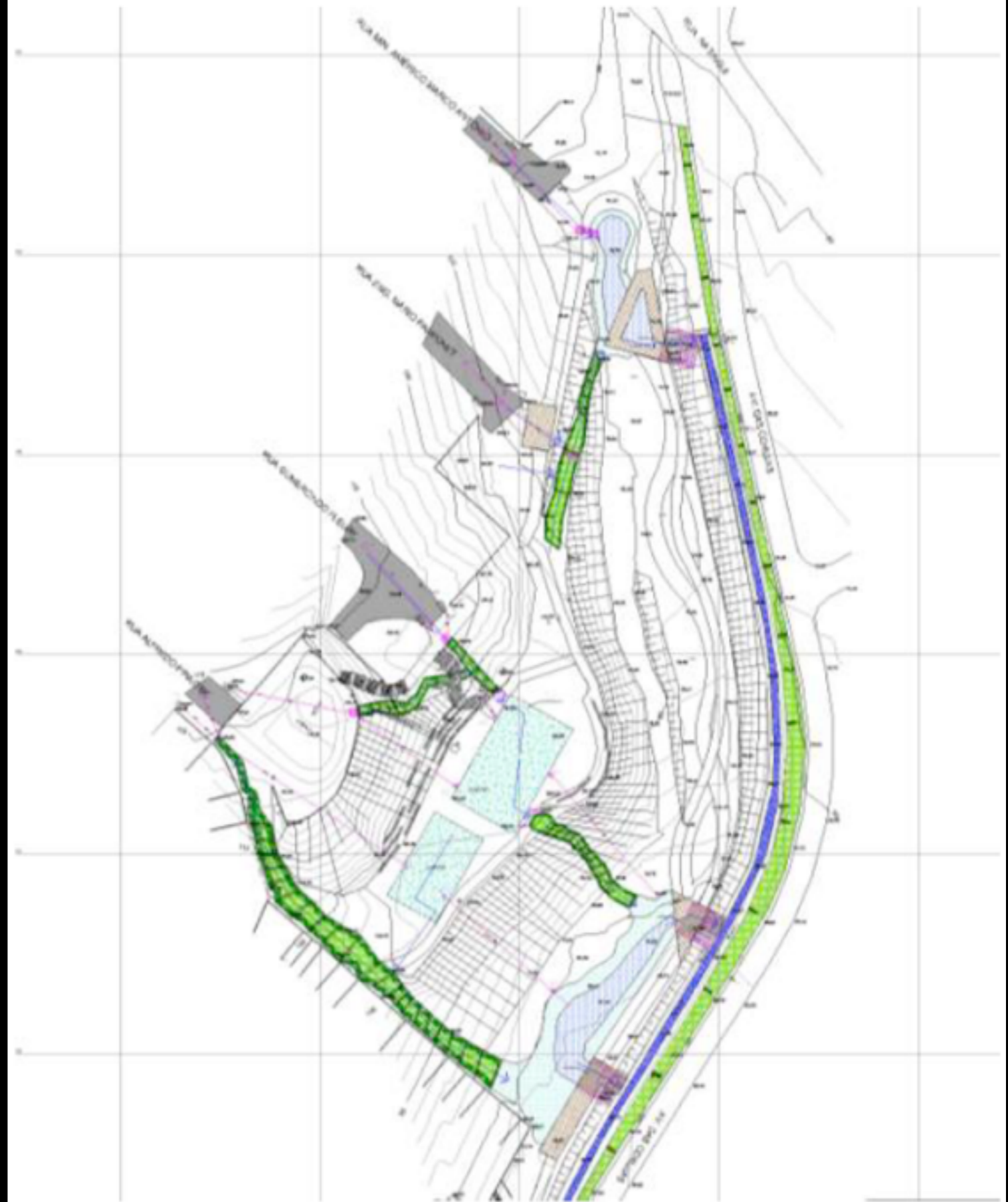


Imagem 32 - Projeto básico das biovaletas (em verde), lagoas pluviais (em azul claro) e dos três vertedores junto ao córrego (em rosa). Fonte: Arquitetos do projeto.















| Data | Etapa | Ações | Produtos | Observações |
|--|---------------------|---|---|--|
| Junho/2007 | Estudo Preliminar | <ul style="list-style-type: none"> - Reunião de moradores e técnicos da subprefeitura. - Montagem da equipe (Arquitetos, Engenheiros Hidráulicos e Engenheiros Agrônomos) - Definições dos partidos do projeto. - Apresentações aos moradores, junto à subprefeitura, sobre o estudo preliminar do projeto. | - Projeto Preliminar | Moradores têm a iniciativa da revitalização (desde 2006) e, com o apoio de vereador para viabilização, procuram arquitetos para formular projetos. |
| | | | | Programa Córrego Limpo/ SABESP inicia a limpeza do Córrego das Corujas. |
| | | | | Partido do projeto envolvendo a aplicação de tipologias de drenagem natural com ênfase na percolação e retenção local da água pluvial, visando à melhora da qualidade das águas urbanas. |
| Janeiro a Agosto/2008 | Projeto Básico | <ul style="list-style-type: none"> - Estudos Hidrológicos da área planejada - Elaboração do projeto básico | <ul style="list-style-type: none"> - Contratação do projeto básico e proposta técnica de hidráulica - Pranchas gráficas do projeto básico, com dimensionamentos básicos para previsão de orçamento de construção - Orçamento estimando os custos da obra - Memorial descritivo do projeto básico, com aplicação inicial dos elementos de drenagem | Projeto passa por processo de licitação na subprefeitura. |
| | | | | A primeira proposta de Orçamento enviada à Prefeitura foi feita sem projeto executivo definido. |
| | | | | Contratação, a partir de concorrência, da empreiteira que realizou o projeto (TECLA – Empresa de terraplanagem) |
| | | | | Premiação do projeto pelo IAB. |
| Setembro a Dezembro/2008

Janeiro e Fevereiro/2009 | Projeto Executivo | <ul style="list-style-type: none"> - Detalhamento minucioso do projeto básico - Modificações nos sistemas de circulação, drenagem, equipamentos e vegetação | <ul style="list-style-type: none"> - Pranchas do projeto executivo - Memorial descritivo executivo - Orçamento executivo da obra e orçamento de contrato - Plano de manejo e plantio da vegetação | Redução da área de abrangência do projeto. |
| | | | | Projeto Executivo enviado à Prefeitura. |
| Março/2009 | Execução do projeto | <ul style="list-style-type: none"> - Simplificação do projeto para cortes - Início das obras | <p>Na construção:</p> <ul style="list-style-type: none"> • terraplanagem inicial; • locação dos caminhos; • abertura da primeira lagoa pluvial; • retirada do piso de concreto da quadra e de caminhos existentes; • abertura das primeiras biovaletas; • colocação da camada de brita grossa, da manta geotextil (bidim) e da brita fina (nesta ordem) em algumas valetas. | Planta de manejo ainda não licitada. |
| Abril/2009 | Execução do Projeto | - Obras | <p>Na construção:</p> <ul style="list-style-type: none"> • locação in loco dos caminhos; • concretagem das barragens nas biovaletas já escavadas; • construção das primeiras escadas. | |

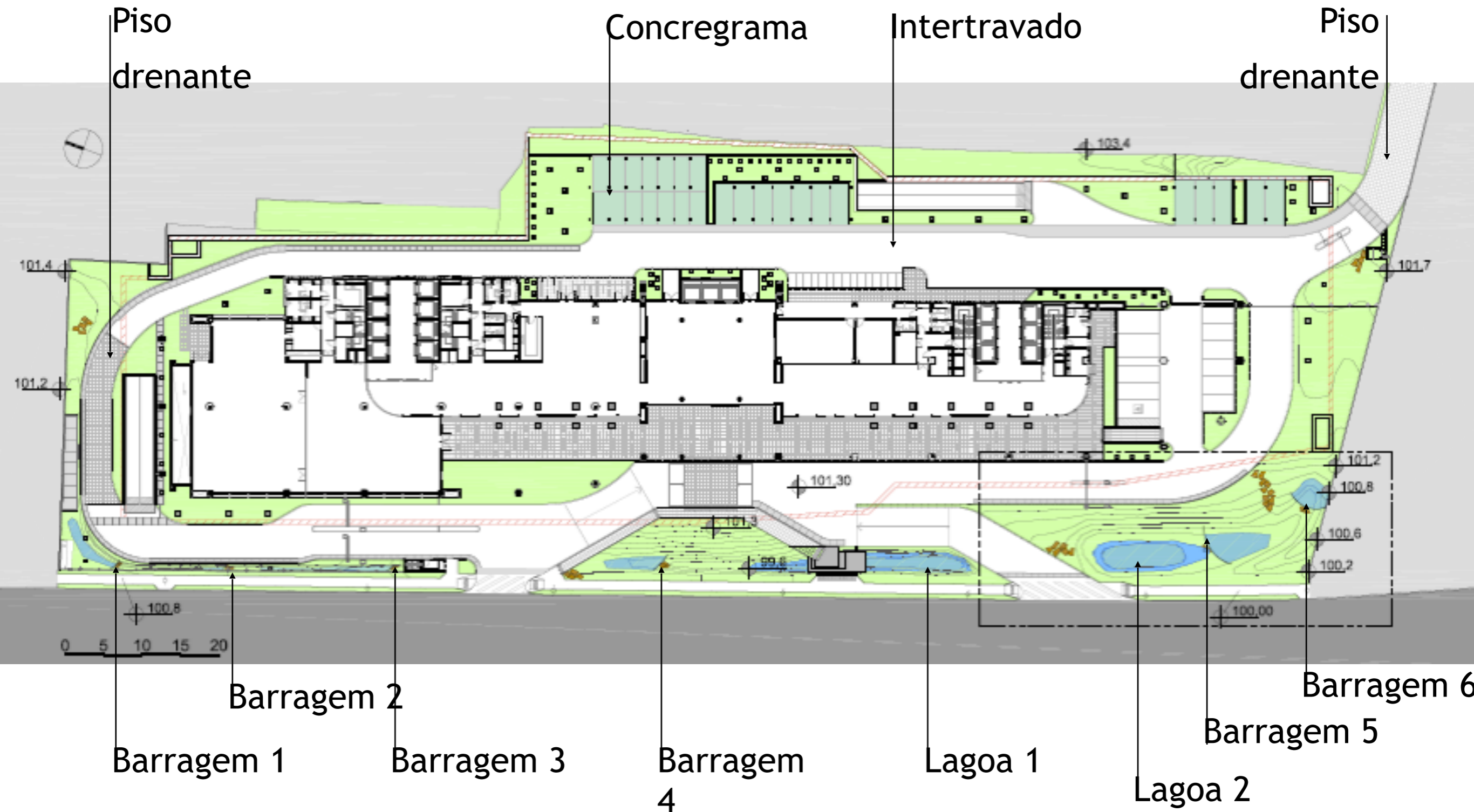
| | | | | |
|--|-------------------------------------|---|---|---|
| Maio/2009 | Execução do Projeto | - Obras | Na construção: <ul style="list-style-type: none"> colocação do piso intertravados e de pedriscos. | |
| Junho-
Agosto/2009 | Paralisação das obras | - Catálogo de todas as plantas para registro no DEPAVE (09/06/09)
- Cálculo de compensação ambiental | Na construção: <ul style="list-style-type: none"> cobrimento com solo e posicionamento das mantas vegetais nas biovaletas. | Atraso no processo de aprovação do manejo da vegetação no DEPAVE (desde janeiro) faz com que as obras fiquem paralisadas e os materiais expostos às intempéries. |
| | | | No projeto: <ul style="list-style-type: none"> tabela de espécies vegetais existentes (altura e quantidade), com a situação presente e a pretendida para cada unidade; tabela com plantio compensatório interno. | Houve a desistência do projeto de manejo da vegetação. |
| Agosto/2009 | Retomada da Execução do projeto | - Obras | Na construção: <ul style="list-style-type: none"> pedras adicionadas (argamassadas) junto às escadas; colocação de corrimãos nas escadas. | |
| Setembro/2009 | Execução do projeto | - Obras
- Alteração no projeto das escadas e decks. | Na construção: <ul style="list-style-type: none"> argamassa colocada no arremate dos caminhos e ao redor de árvores. No projeto: <ul style="list-style-type: none"> novas pranchas de detalhamento de caminhos, acessibilidade e dos decks. | |
| Outubro/2009 | Execução do projeto | - Obras | Na construção: <ul style="list-style-type: none"> aterro da primeira lagoa aberta e da nascente encontrada; plantio de grama e outras espécies de plantas fora do especificado em projeto executivo; decks de madeira substituídos por pontes de madeira (com as tábuas muito largas e com apoios de seção circular e não retangular, diferentemente do especificado no projeto); abertura das restantes biovaletas; início da concretagem das pedras sobre as biovaletas nos trechos de taludes | Foi identificada a impossibilidade de construção das lagoas pluviais em decorrência da descoberta de uma nascente e da impossibilidade de manejar as árvores já existentes na área. |
| | | | | A concretagem das pedras sobre as biovaletas de maior declividade não estava prevista no projeto e acabou por prejudicar o desempenho esperado da tipologia de drenagem natural. |
| Novembro e
Dezembro/2009
Janeiro e
Fevereiro/2010 | Finalização das obras e inauguração | - Obras e inauguração | | Uma série de elementos previstos no projeto foram subtraídos, como todos os gabiões e todos os bancos, os postes de iluminação, as lagoas de retenção pluvial e os vertedores. |
| Durante 2010 | Construção finalizada | - Plantio de várias espécies em canteiros pro toda a praça. | | Tal plantio não estava previsto no projeto original. |

Quadro 1 - Quadro sinóptico mostrando a vida do projeto para a Praça Dolores Ibaruri. Fonte: Autora do presente trabalho.

Projeto Executivo

Térreo - Drenagem

Biovaleta + jardim de chuva +
teto verde + piso drenante

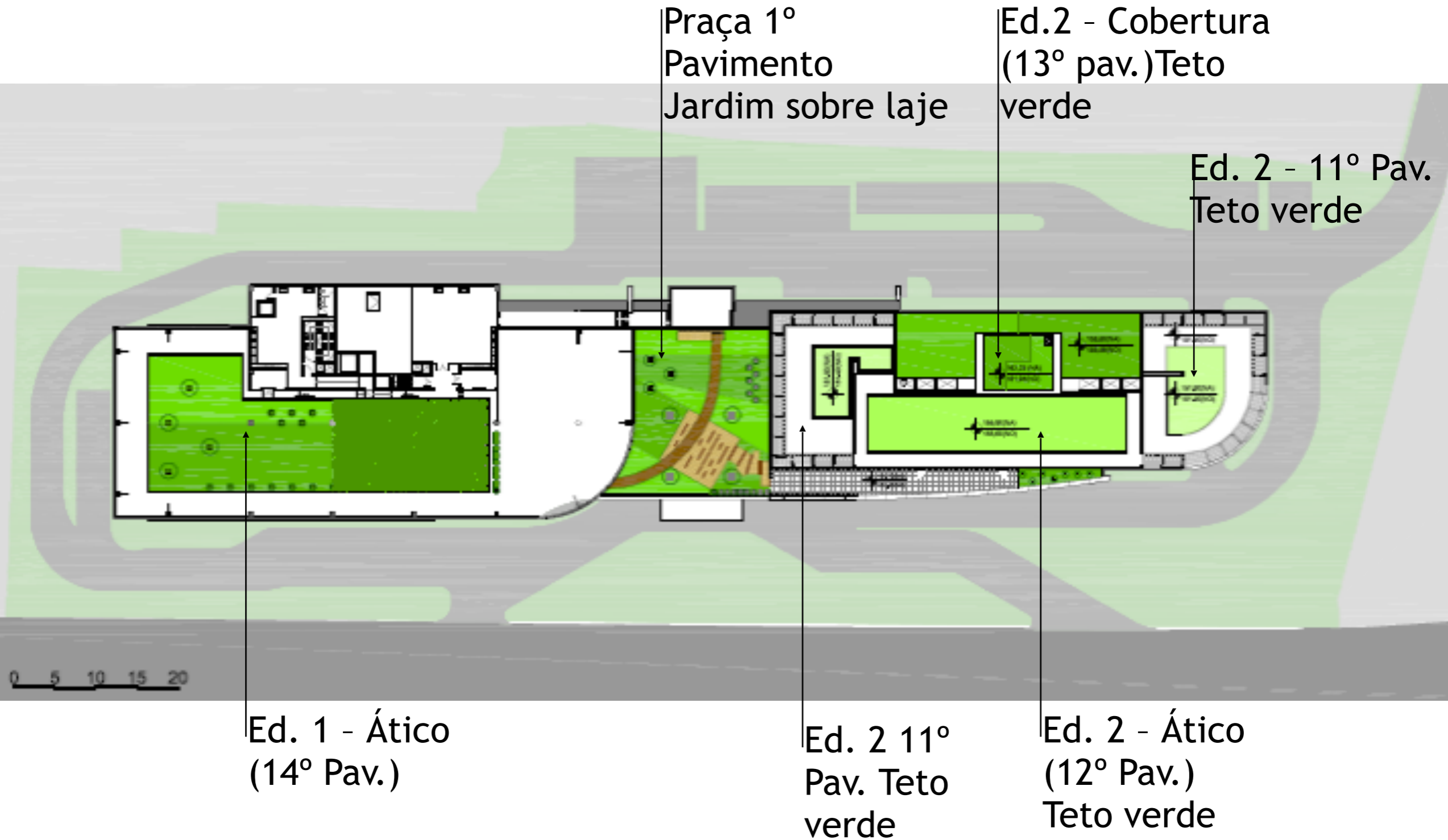


Plantio

1º Pavimento

Coberturas

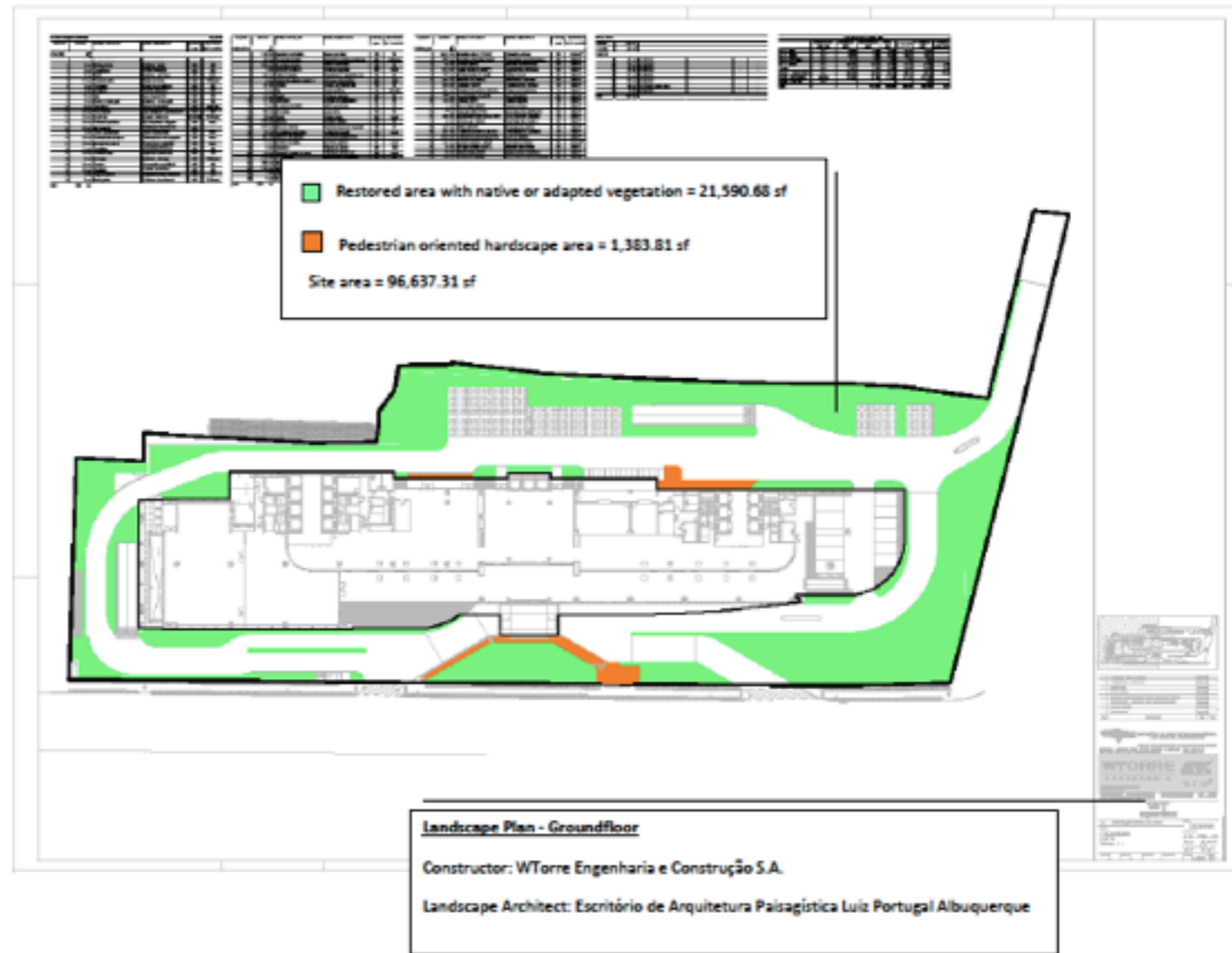
Biovaleta + jardim de chuva +
teto verde + piso drenante

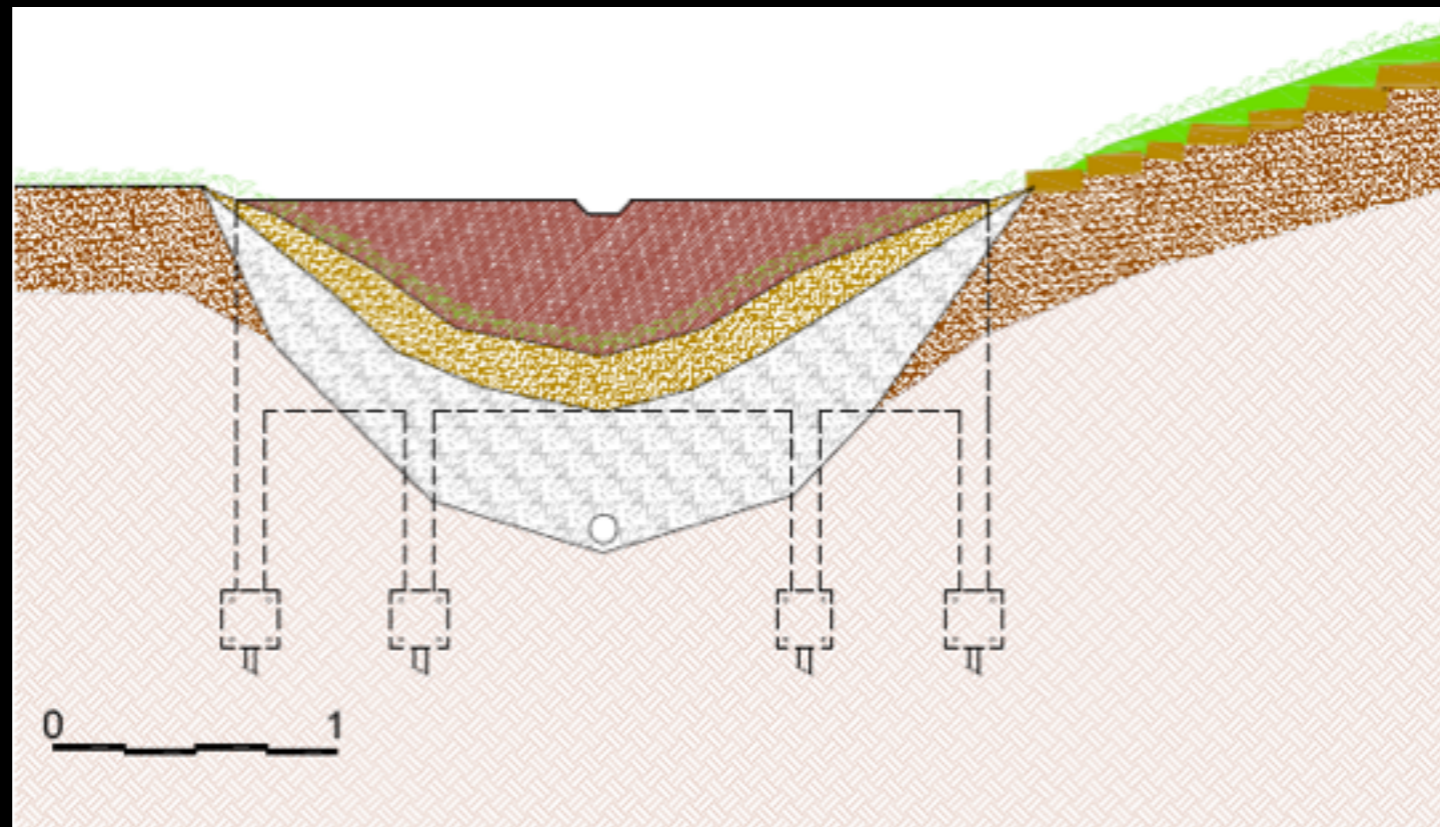
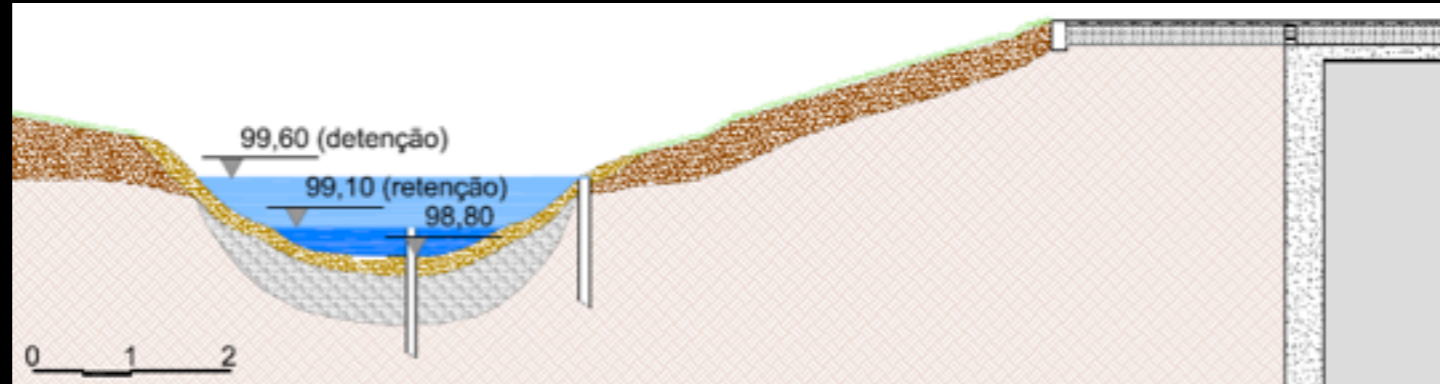


January, 2009

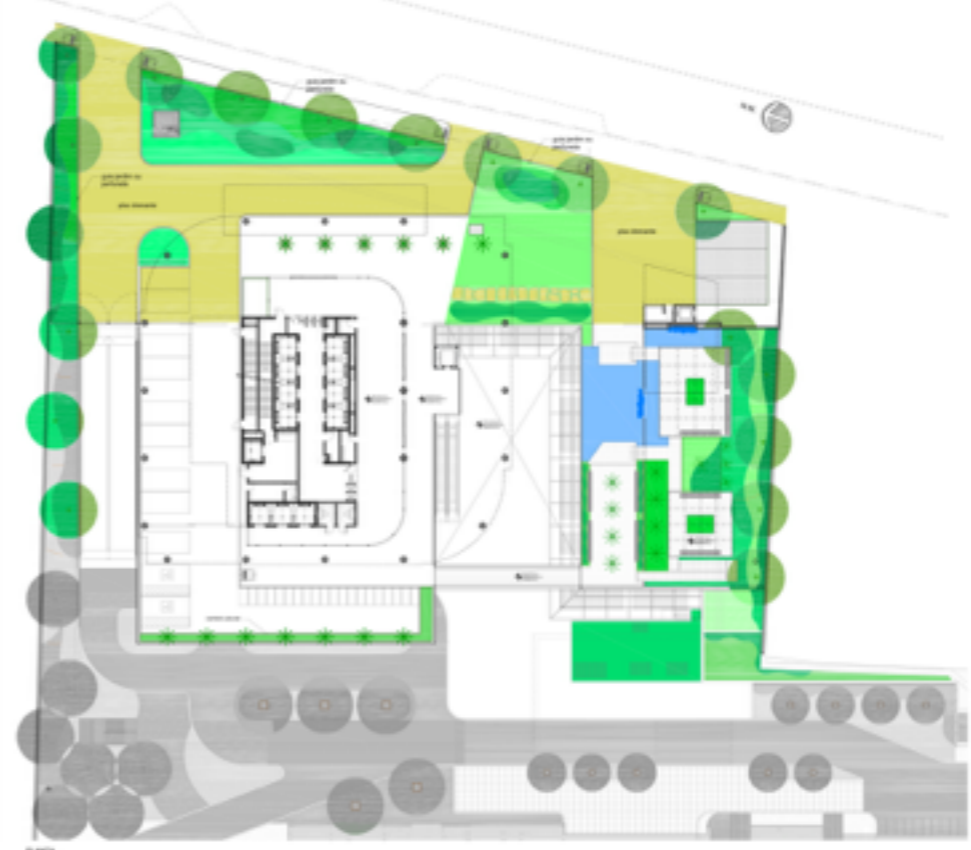
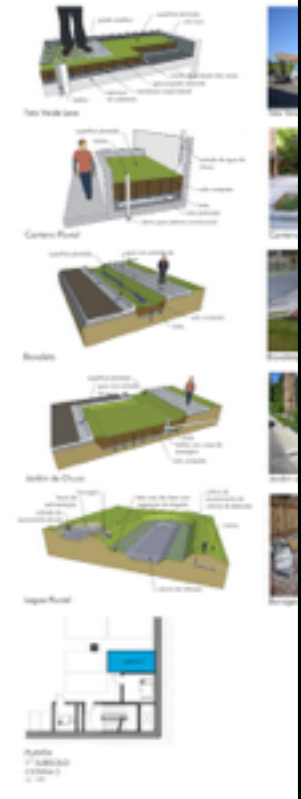
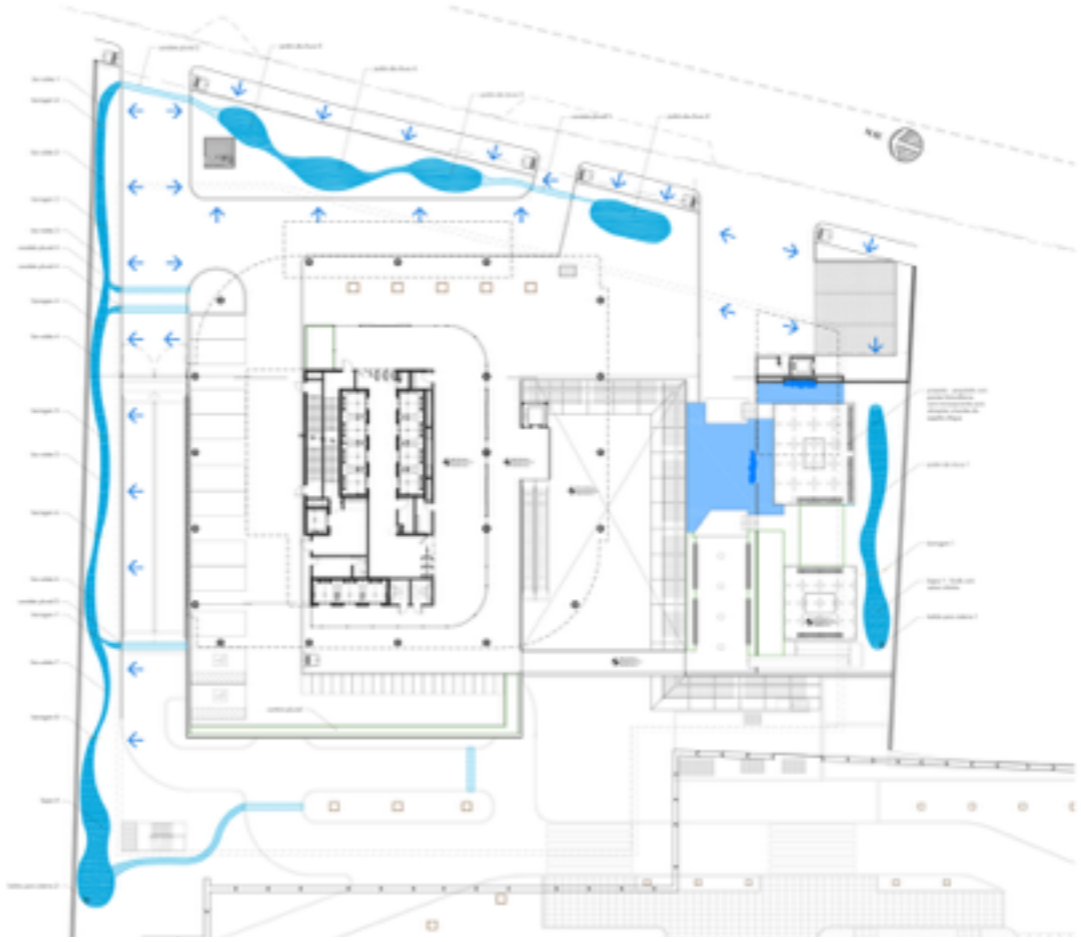
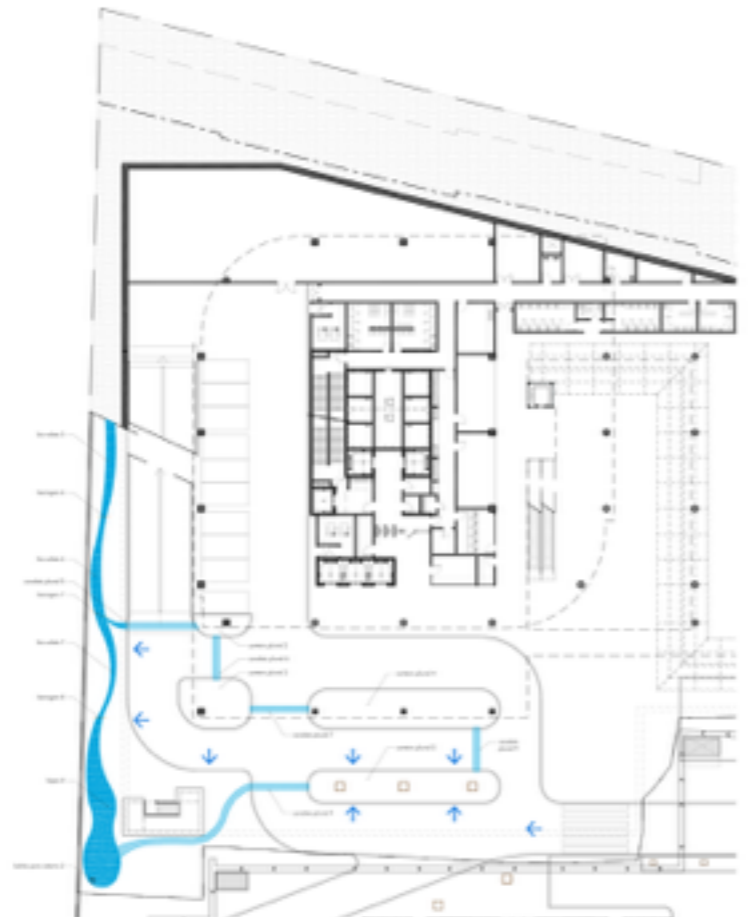
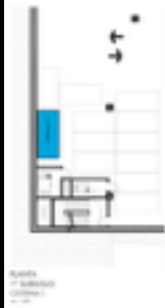
WTORRE Nações Unidas 1 e 2

Sustainable Sites
Credit 5.2







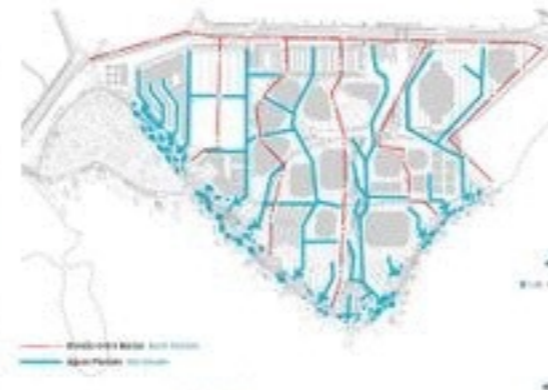


RAÍZES OLÍMPICAS UM LEGADO CARIOCA OLYMPIC ROOTS A 'CARIOCA' LEGACY

SISTEMAS DE INFRAESTRUTURA VERDE GREEN INFRASTRUCTURE SYSTEMS



Taxonomia da Paisagem | Landscape Palette



Bacias de Águas Pluviais | Stormwater



Águas Residuais | Wastewater



Energia | Energy



Mangueira e Brazil Hills (Modo Jogos) | Mangueira Hill and Brazil Hills (Games Mode)

INFRAESTRUTURA VERDE

Serviços Ambientais para a Garantia de um Futuro mais Sustentável

A criação de uma **Infraestrutura Verde** garante um futuro sustentável para o Parque Olímpico Rio 2016. Com o uso das tecnologias ecológicas integradas ao projeto urbanístico, é possível assegurar a garantia dos serviços ambientais para a construção do parque total, parte de uma estratégia para a regeneração das condições locais. O desenvolvimento sustentável integra-se à infraestrutura verde através de ações que visam à melhoria da qualidade ambiental, ao estímulo da sustentabilidade, à criação de espaços públicos e equipamentos que integram a tecnologia verde com o desenvolvimento urbano e a tecnologia de alto nível aplicado às áreas de lazer, que podem melhorar os ambientes urbanos. Os investimentos são feitos ao longo do processo de planejamento, desde a fase de concepção até a implementação final.

Diferença das Águas Pluviais, Wastewater Treatment, resíduos sólidos e água potável. **Serviços Ambientais** - A infraestrutura verde garante a melhoria da qualidade ambiental, ao estímulo da sustentabilidade, à criação de espaços públicos e equipamentos que integram a tecnologia verde com o desenvolvimento urbano e a tecnologia de alto nível aplicado às áreas de lazer, que podem melhorar os ambientes urbanos. Os investimentos são feitos ao longo do processo de planejamento, desde a fase de concepção até a implementação final.

com a produção de alimentos, fornecimento de água potável, recreio, biodiversidade e vida. Serviços de água potável e esgoto de qualidade e a qualidade do ar são, portanto, essenciais para a preservação dos direitos das gerações. No presente, a falta de infraestrutura adequada para a água e o esgoto causa sérios problemas, tornando-se um desafio. Serviços culturais incluem atividades recreativas, recreio ecológico e de lazer. Os parques de recreio oferecem um espaço para a prática de esportes e atividades físicas.

Podemos considerar que a infraestrutura verde é uma estratégia de desenvolvimento sustentável que integra o planejamento urbano e a tecnologia verde. A infraestrutura verde é uma estratégia para a regeneração das condições locais. O desenvolvimento sustentável integra-se à infraestrutura verde através de ações que visam à melhoria da qualidade ambiental, ao estímulo da sustentabilidade, à criação de espaços públicos e equipamentos que integram a tecnologia verde com o desenvolvimento urbano e a tecnologia de alto nível aplicado às áreas de lazer, que podem melhorar os ambientes urbanos. Os investimentos são feitos ao longo do processo de planejamento, desde a fase de concepção até a implementação final.

GREEN INFRASTRUCTURE

Ecosystem Services to Secure a more Sustainable Future

It is essential to have a **Green Infrastructure** that guarantees a sustainable future for the Olympic Park. With the use of ecological technologies integrated into the urban project, it is possible to ensure the guarantee of environmental services for the construction of the park as a whole, part of a strategy for the regeneration of local conditions. Sustainable development integrates green infrastructure through actions that aim to improve environmental quality, stimulate sustainability, and create public spaces and equipment that integrate green technology with urban development and high-level technology applied to leisure areas, which can improve urban environments. Investments are made throughout the planning process, from the conceptual phase to the final implementation.

We can consider the green infrastructure network as a strategy of sustainable development that integrates urban planning and green technology. Green infrastructure is a strategy for the regeneration of local conditions. Sustainable development integrates green infrastructure through actions that aim to improve environmental quality, stimulate sustainability, and create public spaces and equipment that integrate green technology with urban development and high-level technology applied to leisure areas, which can improve urban environments. Investments are made throughout the planning process, from the conceptual phase to the final implementation.

Cultural services include recreational, entertainment and sports services. Olympic Park will be rich with recreational areas for the local population and visitors.

We can consider the green infrastructure network as a strategy of sustainable development that integrates urban planning and green technology. Green infrastructure is a strategy for the regeneration of local conditions. Sustainable development integrates green infrastructure through actions that aim to improve environmental quality, stimulate sustainability, and create public spaces and equipment that integrate green technology with urban development and high-level technology applied to leisure areas, which can improve urban environments. Investments are made throughout the planning process, from the conceptual phase to the final implementation.

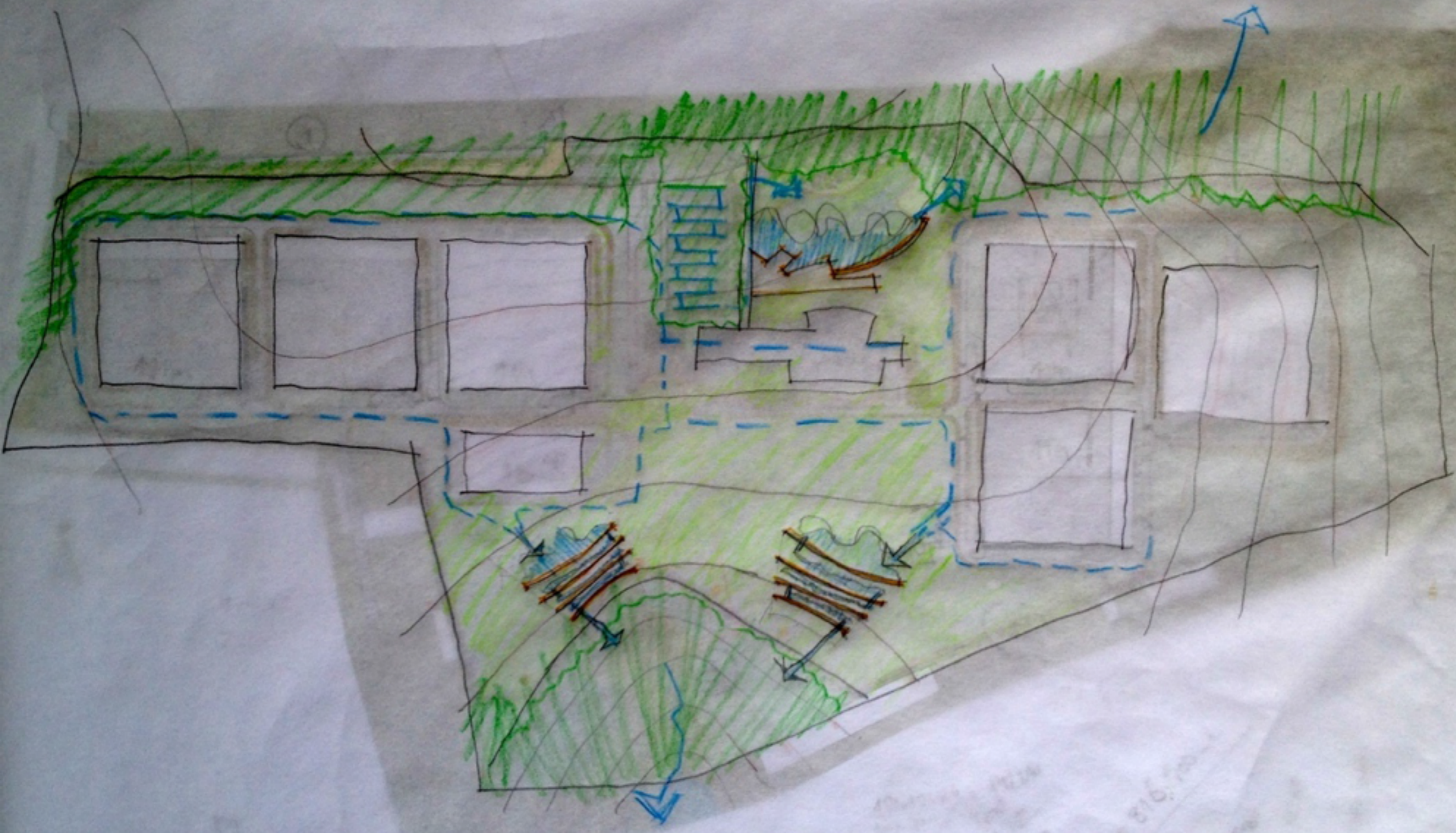
Green parks and blue waterways form a key strategy for providing a network of recreational and leisure services. Moreover, we might consider the services of recreational spaces. These parks provide recreation for the local Olympic Park and a sustainable, non-polluting and healthy environment, which will be created through a previously conceived infrastructure.



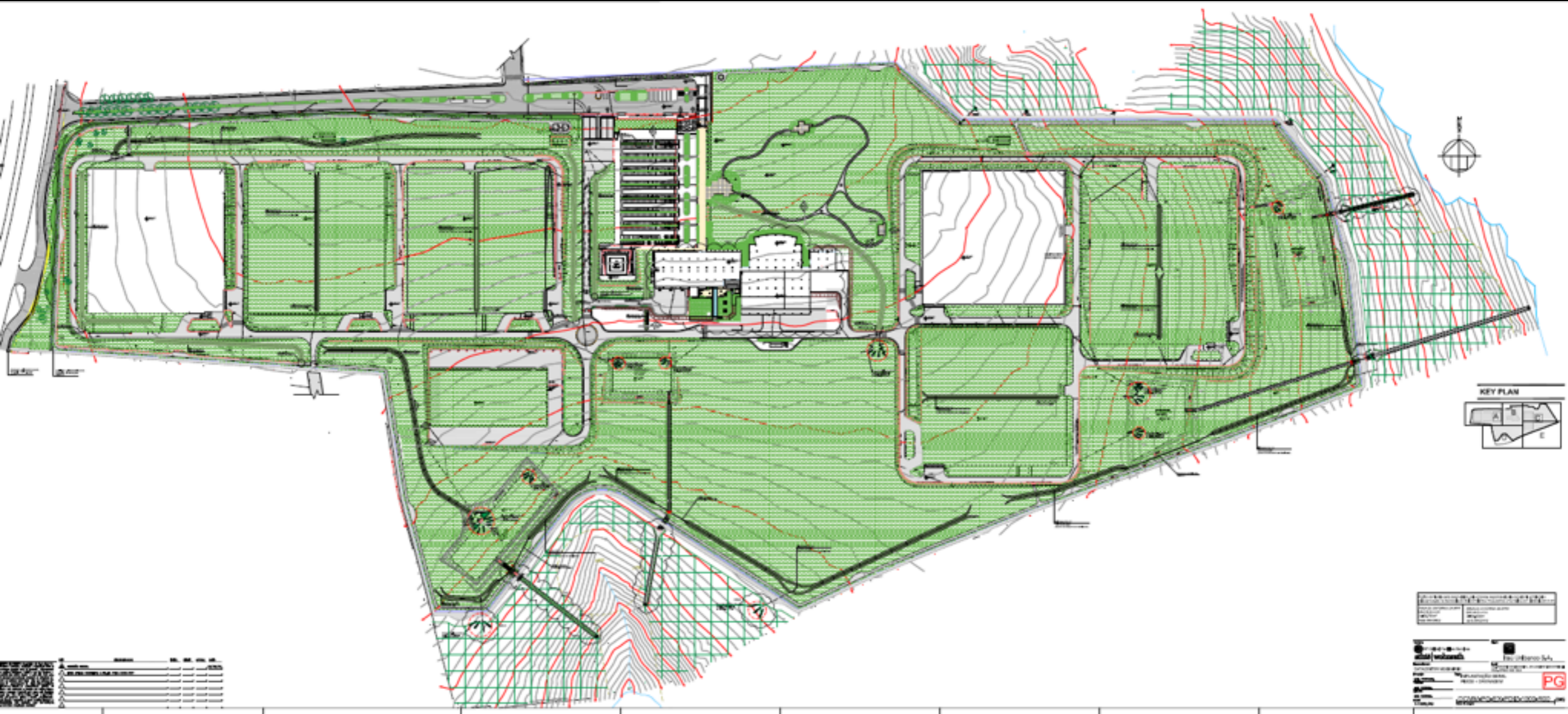
Estádio e Estações (Modo Jogos) | Stadium and Stations (Games Mode)



Visão Aérea Geral (Modo Jogos) | Bird's Eye View (Games Mode)

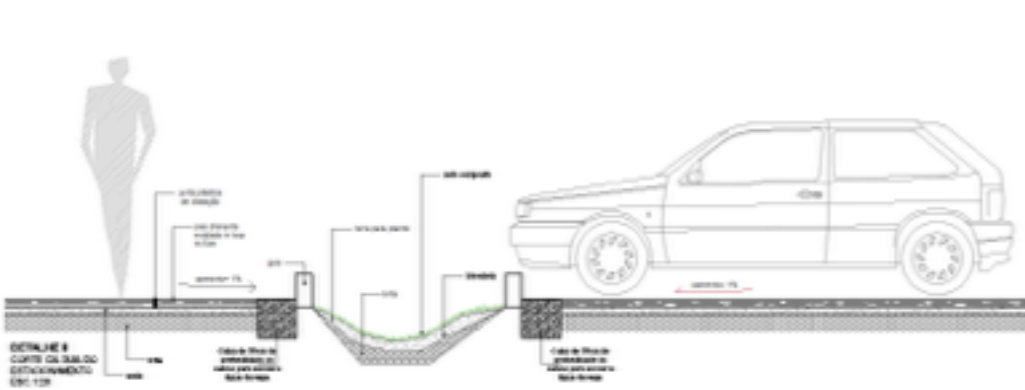
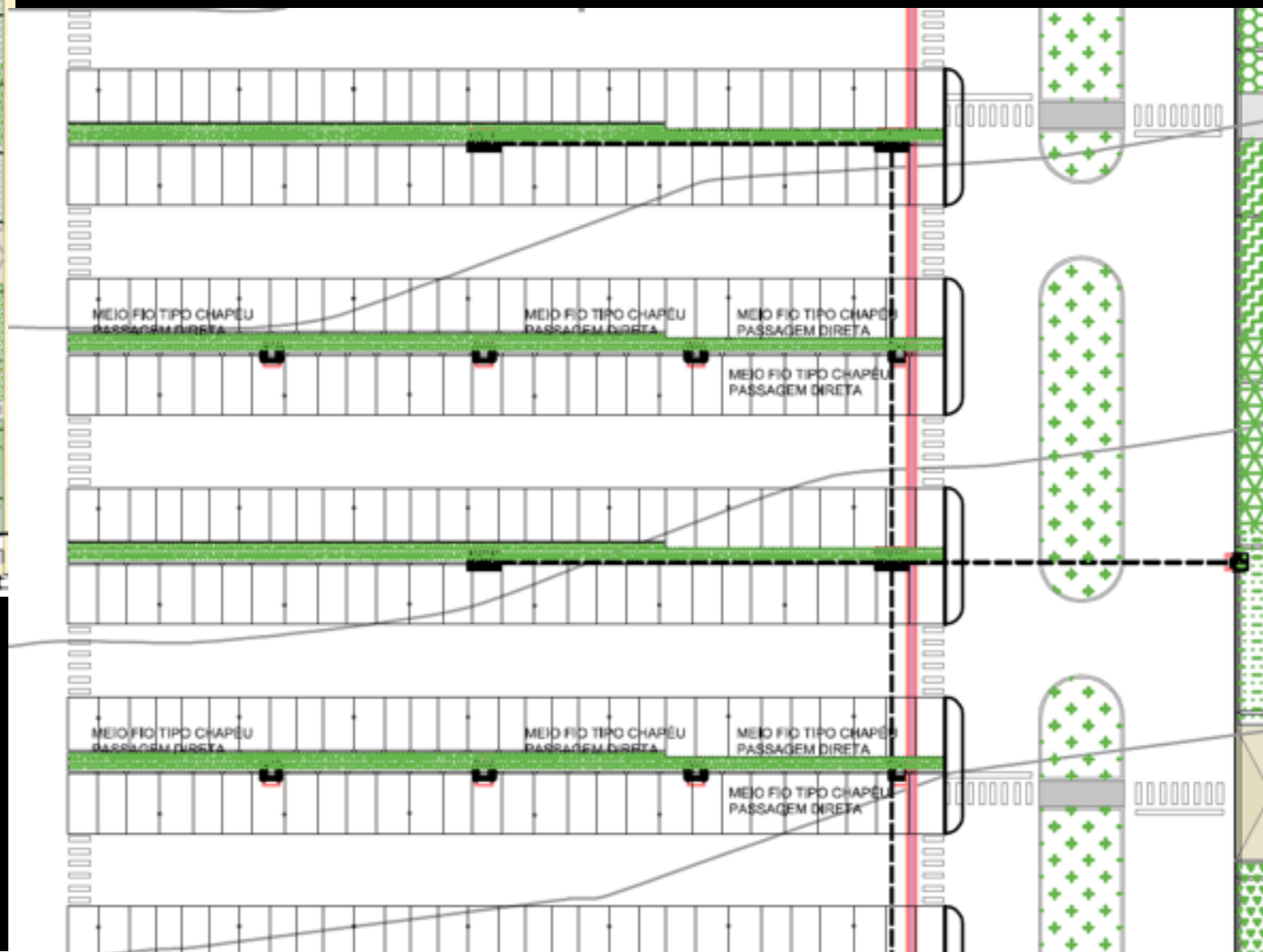
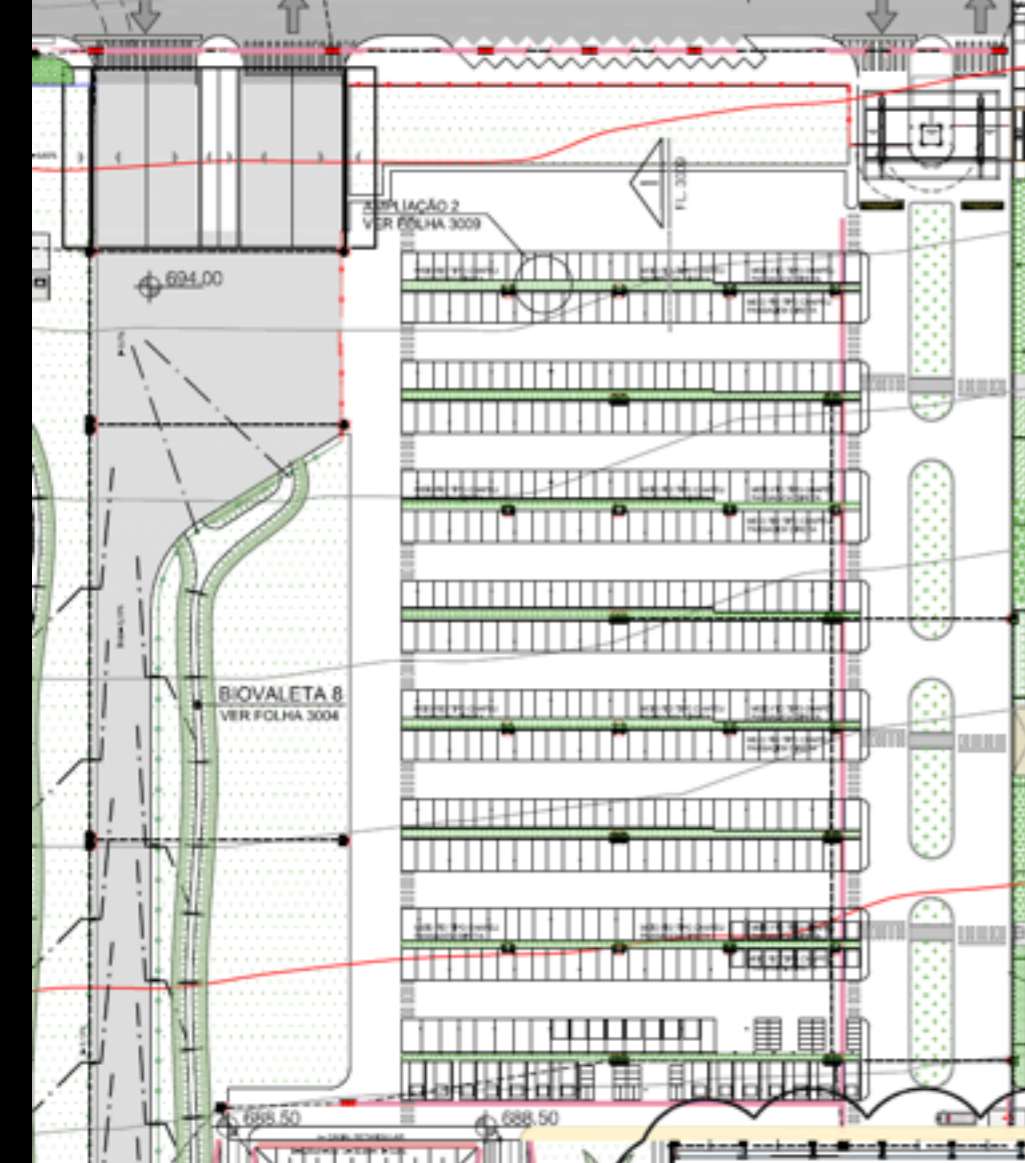


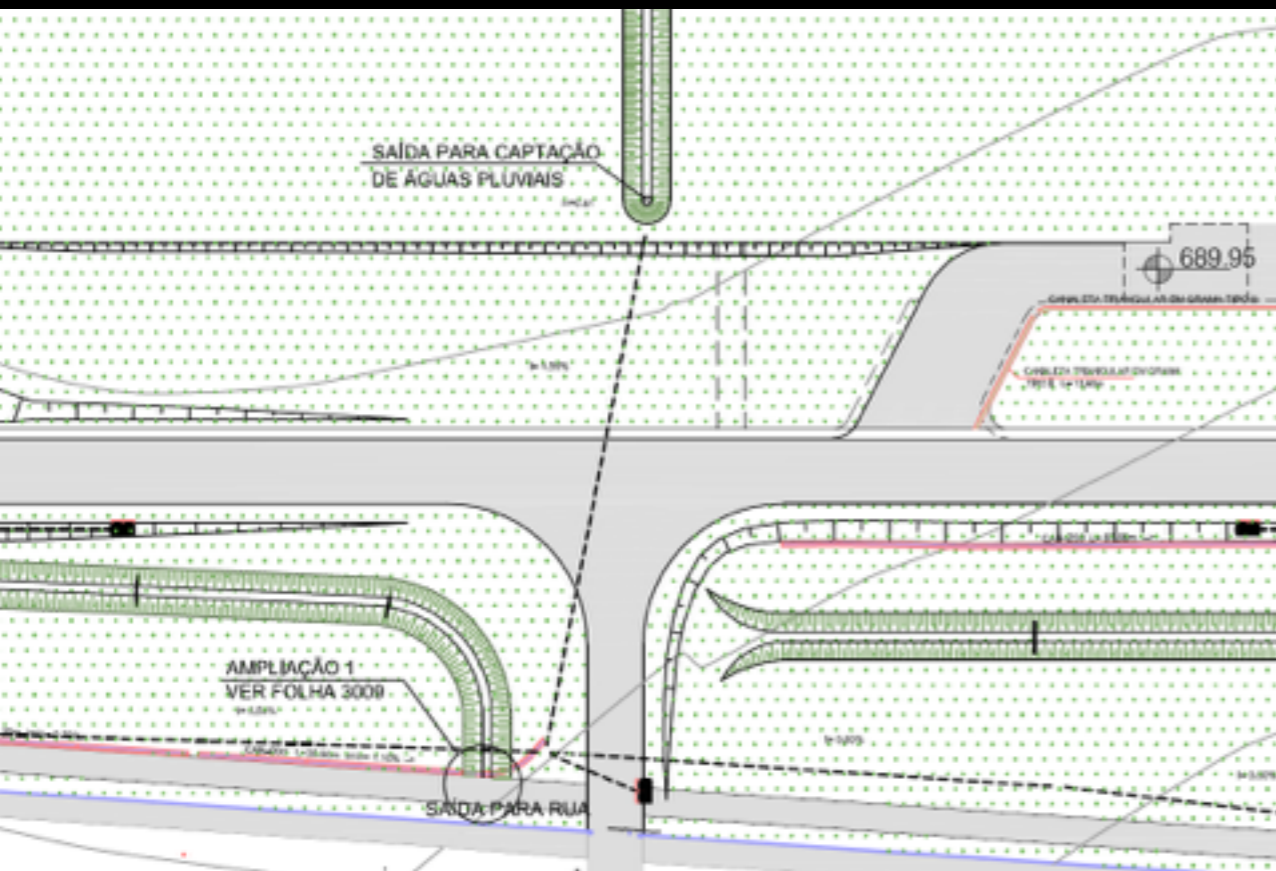
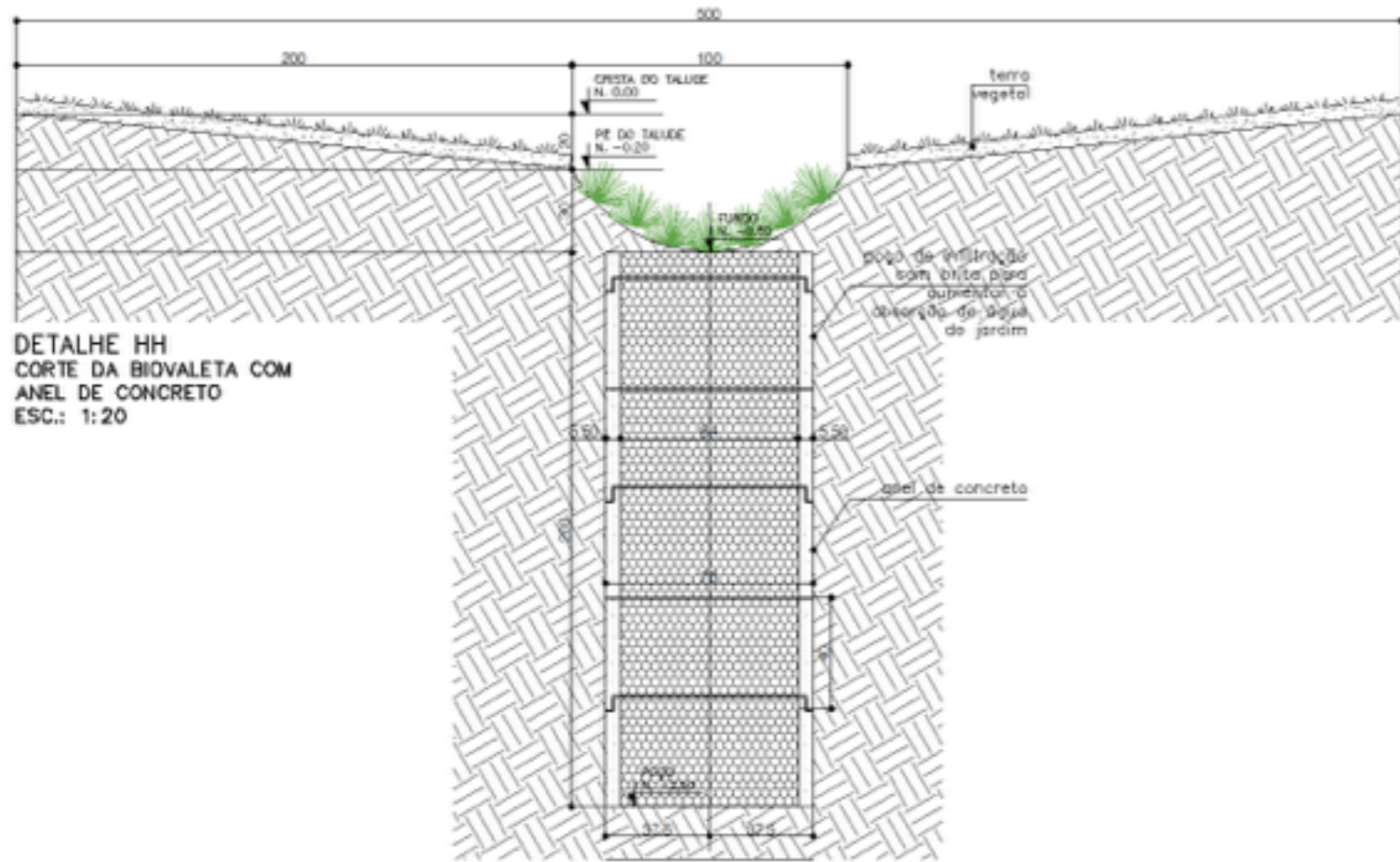
Faint, illegible text or a stamp is visible in the bottom right corner of the page, possibly from a document or envelope.



| | | |
|-------|-----------|-------|
| 1.00 | Site Plan | 1:100 |
| 2.00 | Site Plan | 1:100 |
| 3.00 | Site Plan | 1:100 |
| 4.00 | Site Plan | 1:100 |
| 5.00 | Site Plan | 1:100 |
| 6.00 | Site Plan | 1:100 |
| 7.00 | Site Plan | 1:100 |
| 8.00 | Site Plan | 1:100 |
| 9.00 | Site Plan | 1:100 |
| 10.00 | Site Plan | 1:100 |
| 11.00 | Site Plan | 1:100 |
| 12.00 | Site Plan | 1:100 |
| 13.00 | Site Plan | 1:100 |
| 14.00 | Site Plan | 1:100 |
| 15.00 | Site Plan | 1:100 |
| 16.00 | Site Plan | 1:100 |
| 17.00 | Site Plan | 1:100 |
| 18.00 | Site Plan | 1:100 |
| 19.00 | Site Plan | 1:100 |
| 20.00 | Site Plan | 1:100 |
| 21.00 | Site Plan | 1:100 |
| 22.00 | Site Plan | 1:100 |
| 23.00 | Site Plan | 1:100 |
| 24.00 | Site Plan | 1:100 |
| 25.00 | Site Plan | 1:100 |
| 26.00 | Site Plan | 1:100 |
| 27.00 | Site Plan | 1:100 |
| 28.00 | Site Plan | 1:100 |
| 29.00 | Site Plan | 1:100 |
| 30.00 | Site Plan | 1:100 |

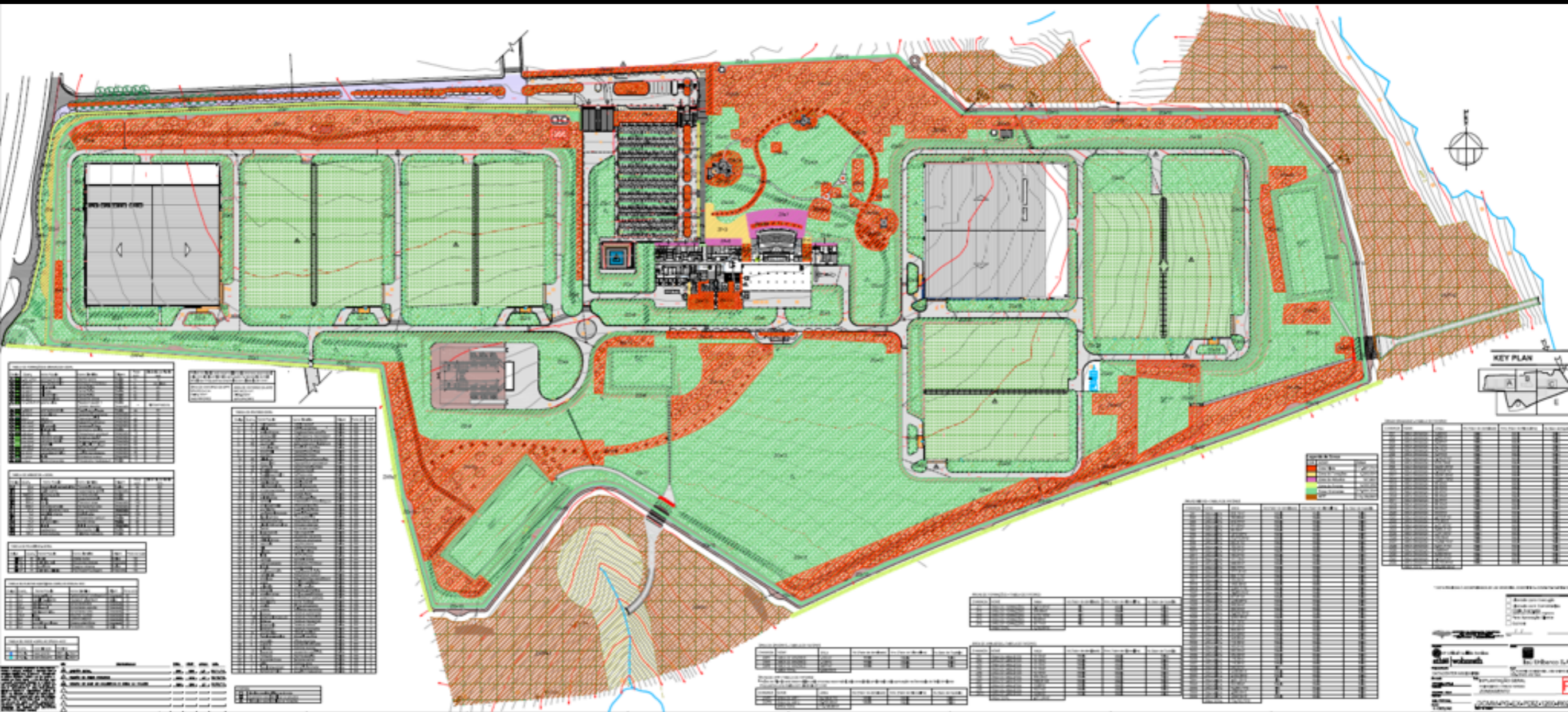
PROJECT NO. 12345
 DATE: 12/12/2023
 DRAWN BY: J. Doe
 CHECKED BY: M. Smith
 SCALE: 1:100
 SHEET NO. 1/1
 TOTAL SHEETS: 1
 PROJECT NAME: New Building Complex
 CLIENT: ABC Corporation
 ADDRESS: 123 Main St, City, State, Zip
 CONTACT: (123) 456-7890
 WWW: www.designfirm.com











O experimento

O experimento é constituído por dois canteiros vegetados independentes, ligados à sarjeta por uma canaleta em concreto e alvenaria para recolhimento do escoamento superficial (Figura 1 – Experimento; Figura 2 – Modelagem do experimento). Implementado na Cidade Universitária Armando Salles de Oliveira - CUASO, São Paulo, SP, cada canteiro possui o seu próprio vertedouro, onde são coletadas as amostras para análise laboratorial. O excedente desses escoamentos é destinado ao canal de drenagem localizado imediatamente a lado do modelo. Em relação às técnicas construtivas adotadas, optou-se por soluções simplificadas, sem gastos desnecessários, mas que garantiram a exequibilidade, a solidez dos canteiros e o seu isolamento do terreno em todas as faces. Quanto ao preenchimento dos canteiros, escolheu-se utilizar os mesmos materiais para ambos, composto por macadame hidráulico, brita zero, areia grossa e, por fim, pelo substrato de plantio, dispostos em camadas.

Plantio da vegetação

Utilizaram-se coberturas vegetais distintas entre as duas células biorretentoras como estratégia para analisar a eficiência de configurações variadas no manejo das águas de chuva, considerando, além da eficiência na melhoria da qualidade ambiental do escoamento, questões de



Figura 1 – Experimento - implementado no Campus da USP, em São Paulo. Autor: Newton Becker, 2013.

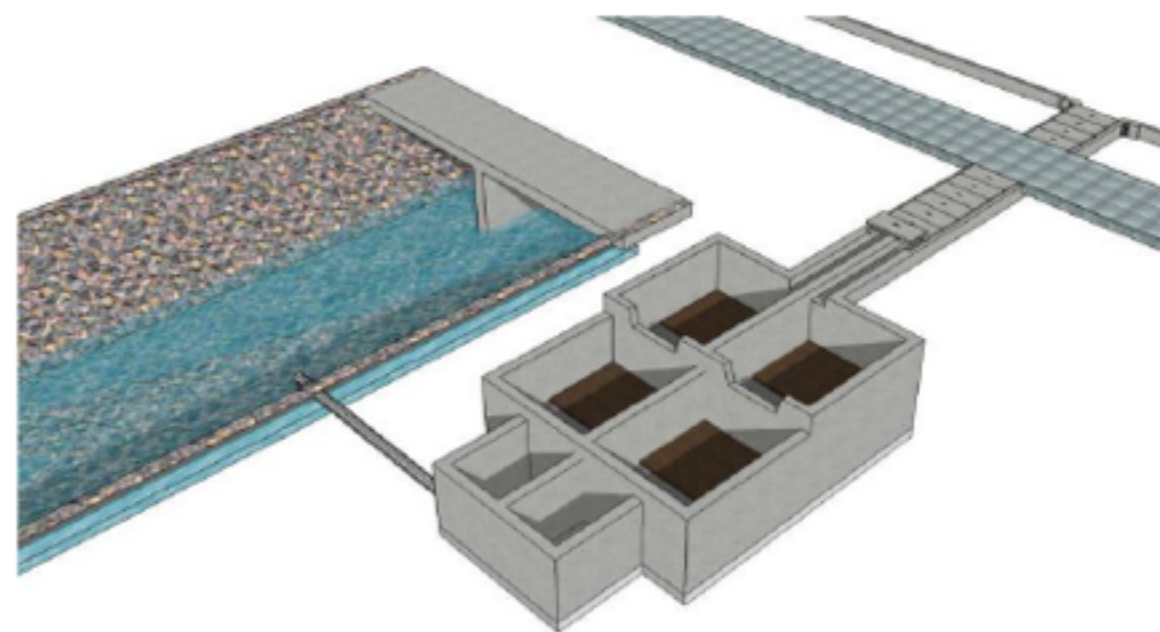


Figura 2 – Modelagem do experimento. Autor: Newton Becker, 2012.

| INDICADOR | So x Jf | So x Gf |
|-------------------------------|----------------|----------------|
| <i>Alcalinidade Total</i> | 415,385% | 707,692% |
| <i>pH</i> | -3,009% | -4,630% |
| <i>DBO</i> | -90,000% | -80,000% |
| <i>Carbono Orgânico Total</i> | -86,740% | -85,635% |
| <i>Nitrato</i> | -89,231% | -89,231% |
| <i>Nitrito</i> | -83,333% | -83,333% |
| <i>Óleos e Graxas</i> | -37,500% | -25,000% |
| <i>Ferro</i> | -97,466% | -95,633% |
| <i>Cromo</i> | -85,000% | -80,000% |
| <i>Zinco</i> | -91,386% | -91,011% |
| <i>Cobre</i> | -80,435% | -73,913% |
| <i>Cádmio</i> | -43,333% | -96,667% |

| INDICADOR | So x Jf | So x Gf |
|-----------------------------------|----------------|----------------|
| <i>Condutividade</i> | -10,405% | 46,821% |
| <i>Dureza</i> | 126,774% | 266,015% |
| <i>Cálcio</i> | 137,897% | 300,595% |
| <i>Magnésio</i> | 101,887% | 188,050% |
| <i>Cloreto</i> | 4,977% | 38,009% |
| <i>Sulfeto</i> | 740,426% | -59,574% |
| <i>Fluoreto</i> | 65,625% | 87,500% |
| <i>Sólidos Suspensos Totais</i> | -52,941% | -94,118% |
| <i>Sólidos Dissolvidos Totais</i> | -10,577% | 46,154% |
| <i>Coliformes Termotolerantes</i> | Presente | Presente |

 Aumento  Diminuição

Tabela 3 – Comparações entre os resultados das amostras coletadas em 27 de março quanto à qualidade da água, evidenciando aumentos e diminuições nos parâmetros analisados.

4. CONCLUSÕES

- Verificaram-se reduções significativas em metais (Fe, Cr, Zn, Cu e Cd), materiais com demanda de oxigênio (DBO e COT) e nutrientes (Nitrato e Nitrito), com predominância acima de 80% nas diminuições. Esse padrão de melhoria na qualidade dos escoamentos pluviais permanece nos demais eventos de chuva monitorados, evidenciando a eficiência da MPM sob avaliação;

- Considerando os parâmetros de qualidade da água selecionados, o jardim demonstrou ser mais eficiente que o gramado para a maioria dos indicadores, mas, em alguns casos, em números

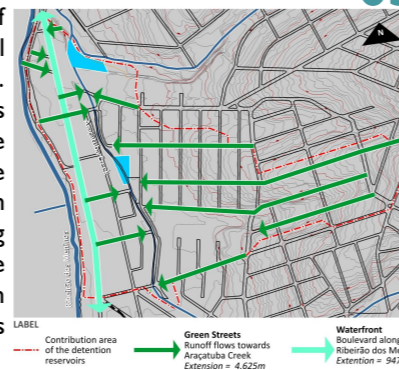
Best Management Practices as Alternative for Urban Stormwater and Flood Control in a Changing Climate

Newton C. B. Moura (FAUUSP); Paulo R. M. Pellegrino (Prof. Dr. FAUUSP); Rodolfo Scarati Martins (Prof. Dr. EPUSP-PHD)

Introduction

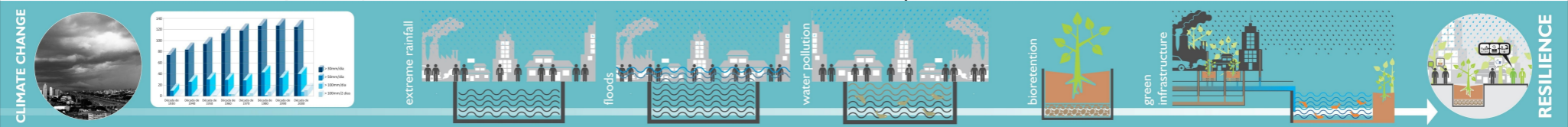
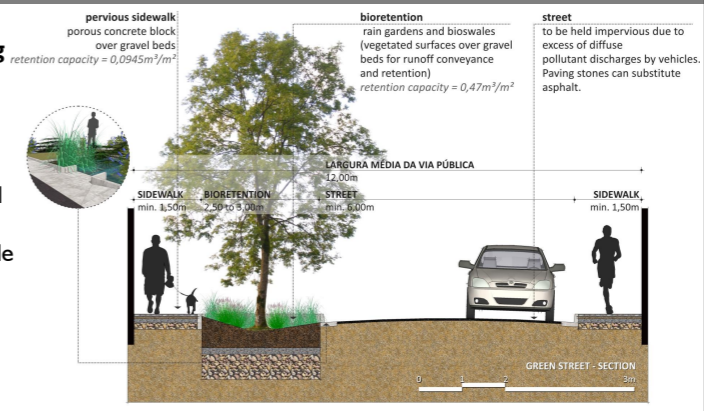
MORE EXTREME RAINFALLS → LARGER IMPACTS ON URBAN DRAINAGE

Global climate models regarding the predicted scenarios of Greenhouse Gases (GHG) emissions, forecast a general increase in intensity and frequency of **extreme rainfalls**. Advanced studies in regional and local scales attest this intensification with greater spatial and temporal precision. The increase in rainfall associated with **urban growth** and more impervious surfaces, will lead to unprecedented **impacts on drainage infrastructures**, with high risks of **flooding**. Facing the need of adaptation to this future scenario, cities have the opportunity to perform an infrastructural **transition** when adopting stormwater **Best Management Practices (BMP)** as sustainable, resilient and **landscape friendly** solutions.



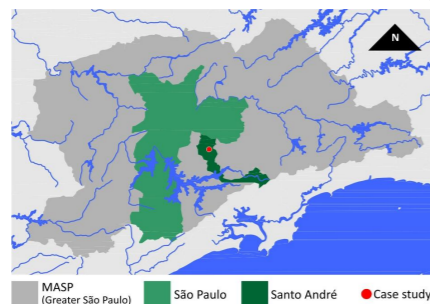
03 GREEN NETWORK:

Through **traffic calming** and **high performance landscaping**, a network of **green streets** has been structured and integrated to a proposed waterfront. The neighborhood is then able to reach **landscape and urban improvements** by retrofitting public areas right next to their doorsteps.



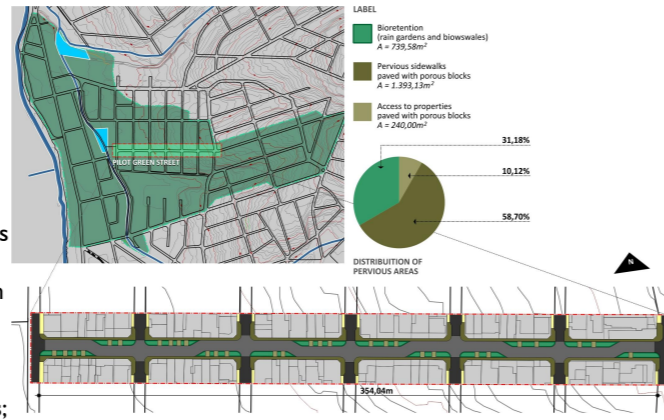
Methodology

This research presents a **qualitative** and **quantitative** comparison between BMP techniques and usual detention reservoirs as runoff control strategies.



01 CASE STUDY: an urban watershed in the Greater São Paulo - SP - Brazil, where two **detention reservoirs** have been built in 1991, with a total volume of 19.200m³;

02 GREEN INFRASTRUCTURE: porous sidewalks and **bioretention** elements have been located in a pilot street within the contribution area of the watershed. The total areas of each bioretention element were added up in order to define their respective percentage of **surface coverage** for other local **green streets**;



Results & discussion

Considering the **construction details** of these elements, the retention capacity (storage in m³/area in m²) for each of them has been calculated from the **porosity** of the materials used (Tables 1 and 2). Regardless natural ground infiltration and evapotranspiration by the vegetation cover, a total volume of runoff **retention** is possibly held by stormwater BMP techniques, which corresponds to approximately **42%** of the detention volume in the reservoirs (Table 3).

| parameters for calculating porosity | gravel | bedrock |
|---|-------------|-------------|
| apparent specific gravity (g/cm ³) · Ψ_d | 2,169 | 1,491 |
| real density of grains (g/cm ³) · G_s | 2,643 | 2,704 |
| real density of water at 25° C · Ψ_w | 1,00 | 1,00 |
| porosity (n) | 0,18 | 0,45 |

Equation: $n = \frac{\Psi_d}{G_s \cdot \Psi_w}$

Table 1: Porosity of materials.

| | h BGS | h B3 | n _m | volume de retenção/m ² |
|------------------|-------|------|----------------|-----------------------------------|
| bioretention | 15cm | 60cm | 0,396 | 0,296+0,174 = 0,47m ³ |
| porous pavements | 15cm | 15cm | 0,315 | 0,0945m ³ |
| porous accesses | 15cm | 15cm | 0,315 | 0,0945m ³ |

Equation: $n_m = \frac{(h_1 \times n_1) + (h_2 \times n_2) + \dots + (h_n \times n_n)}{h_1 + h_2 + \dots + h_n}$

Table 2: volume of retention/m² of bioretention elements and pervious pavements

| | linear extension of the streets | area bioretention | area sidewalks | area accesses |
|--------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| 5.572m | 37.342,50m ² | 11.643,39m ² | 21.920,04m ² | 3.779,06m ² |

retention volume: 7.900,63m³

Table 3: total storage volume by BMP within the contribution area

| | volume bioretention | volume sidewalks | volume accesses |
|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|
| 7.900,63m ³ | 5.472,07m ³ | 2.071,44m ³ | 357,12m ³ |

Pie chart showing distribution: 10,12%, 26,21%, 69,26%

Conclusion

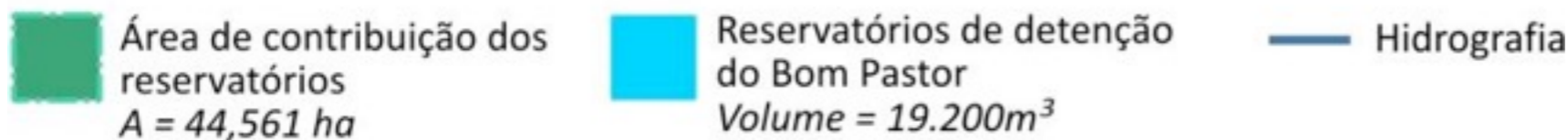
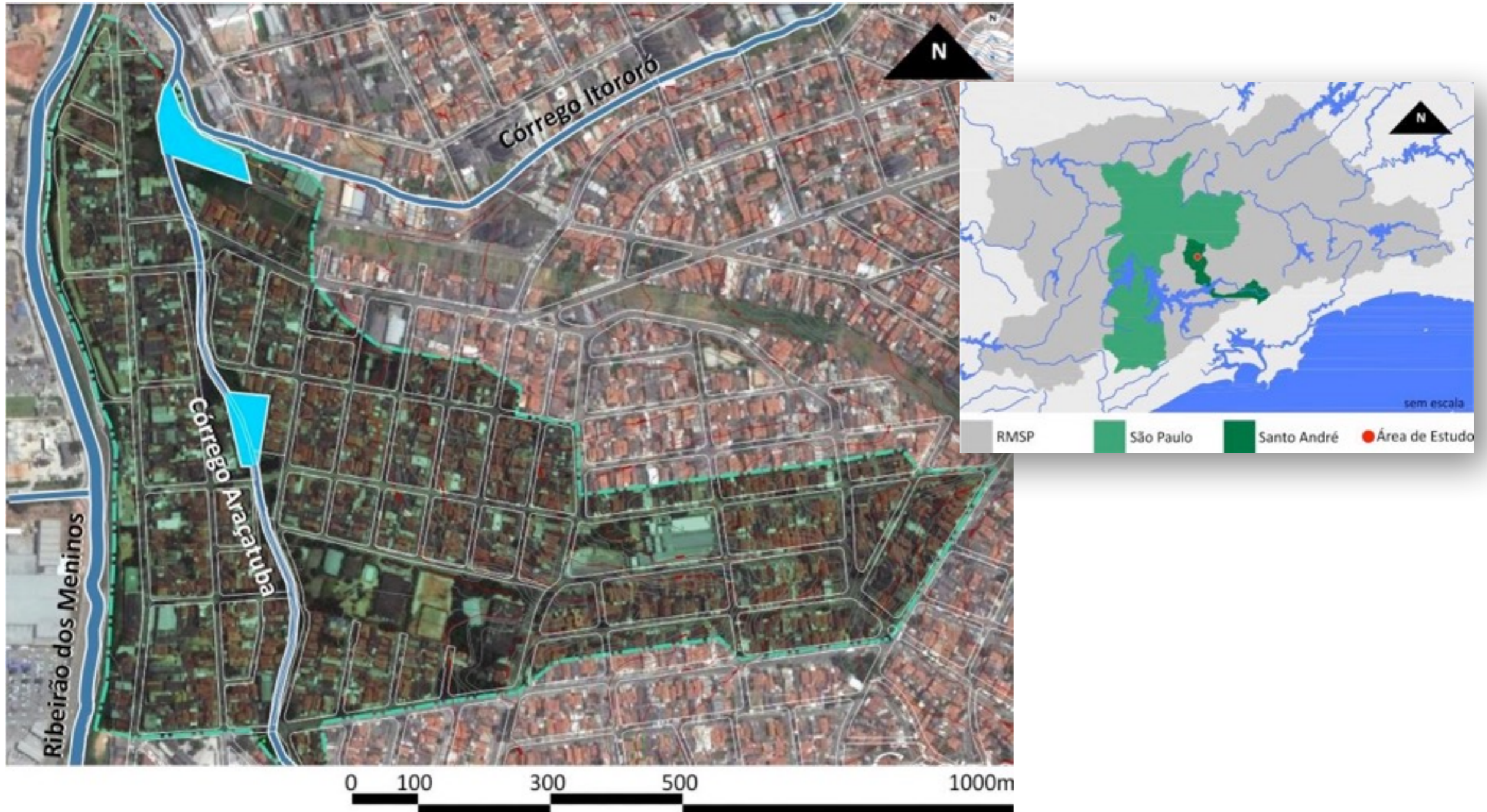
- stormwater BMP are technically suitable alternatives to increase the **stock of retention volume** in urban areas, specially regarding the current trend of increased intensity and frequency in **extreme rainfall events**;
- in new development areas, stormwater BMP are **less expensive** and involves **lower impacts** than in retrofitting consolidated areas, considering that in the former situation there will be no demolition costs or construction wastes. In both cases, though, bioretention and porous pavements can ensure greater **longevity** for **drainage** infrastructure and avoid future investments with detention reservoirs, which have expected drawbacks in maintenance and operation.
- BMP are therefore an important tool among **public policies** that strategically aim **adaptation** and **resilience** of the urban environment to the challenges of climate change;

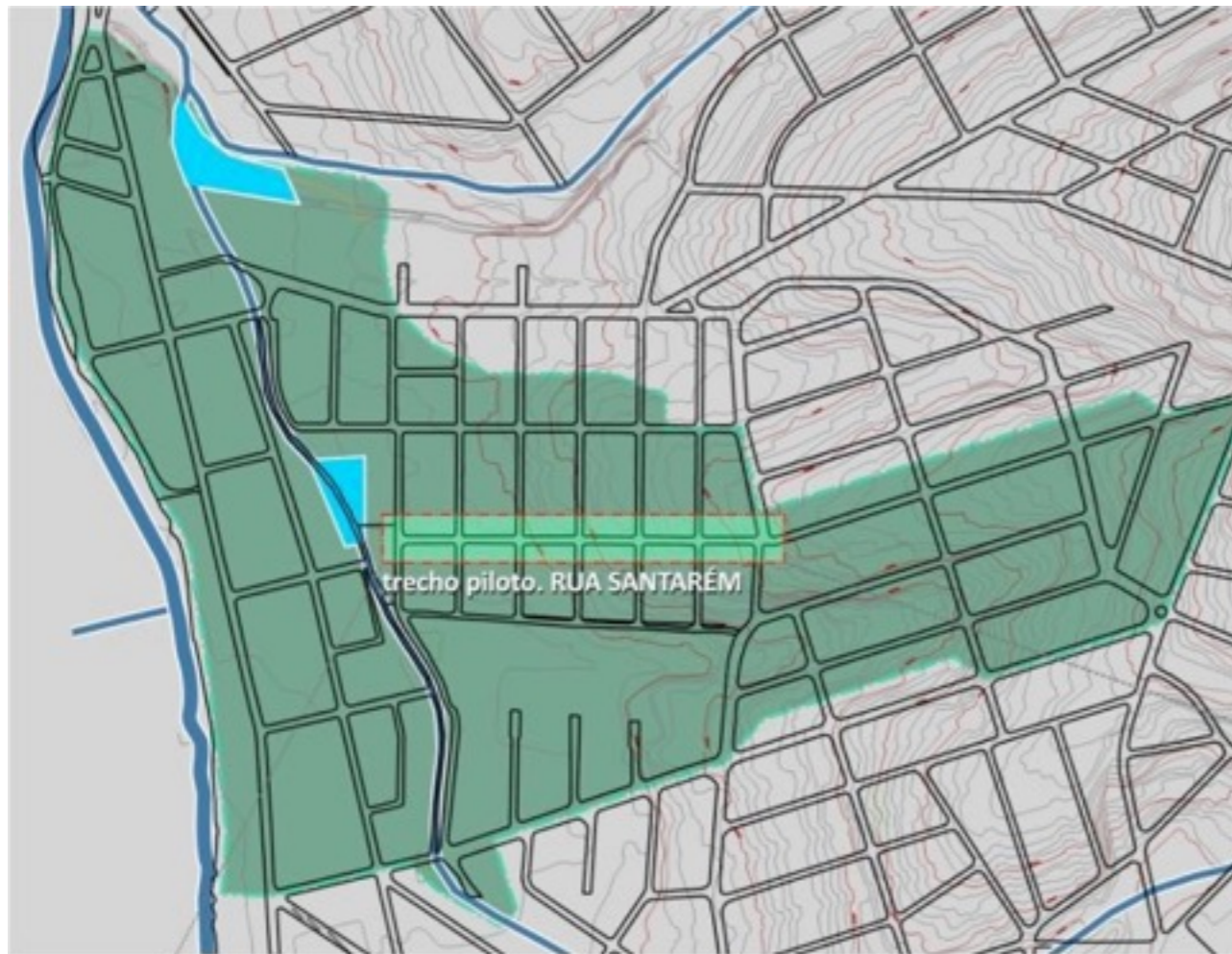
Acknowledgment

Post Graduate Programme – FAUUSP; Department of Hydraulic and Environmental Engineering – EPUSP; Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa – FUNDEP; Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica – FCTH)

ESTUDO DE CASO

Reservatórios de detenção do Bom Pastor

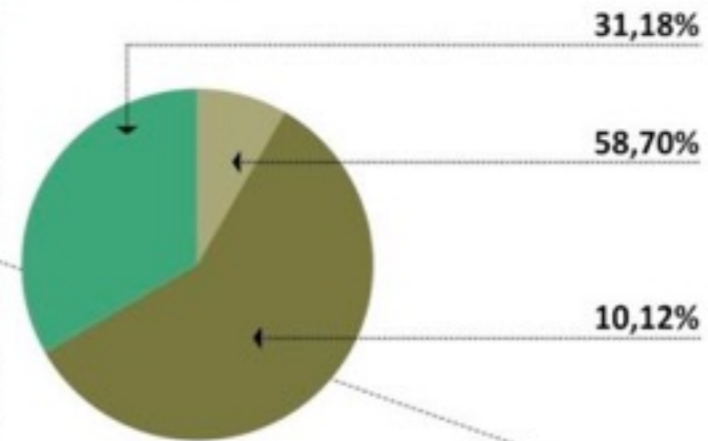




sem escala

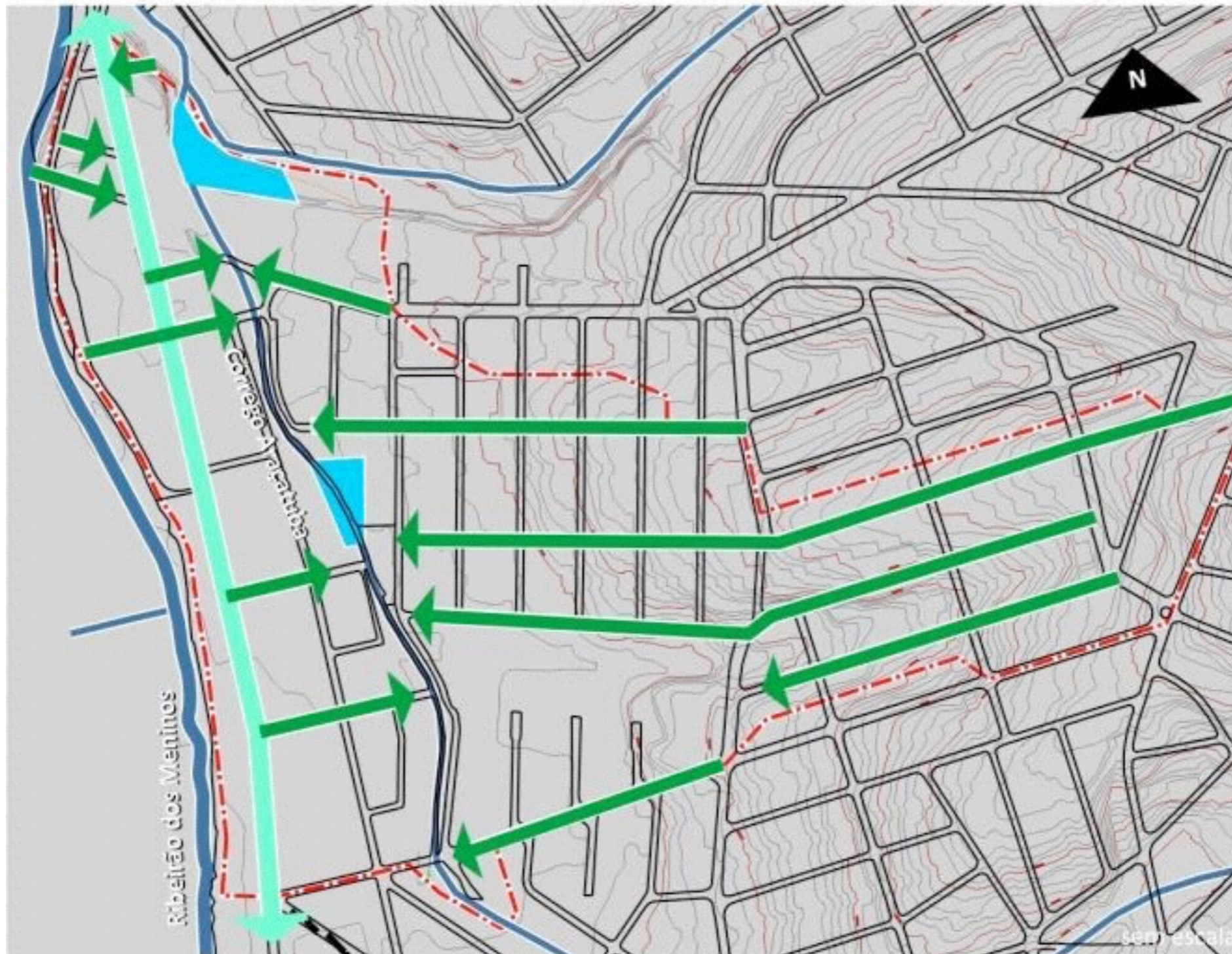
LEGENDA

- Elementos de biorretenção (jardins de chuva e biovaletas)
 $A = 739,58m^2$
- Passeios permeáveis em bloquete intertravado poroso
 $A = 1.393,13m^2$
- Acesso de veículos aos lotes em bloquete intertravado poroso
 $A = 240,00m^2$



DISTRIBUIÇÃO DE ÁREAS PERMEÁVEIS





LEGENDA

--- Área de contribuição dos reservatórios de detenção

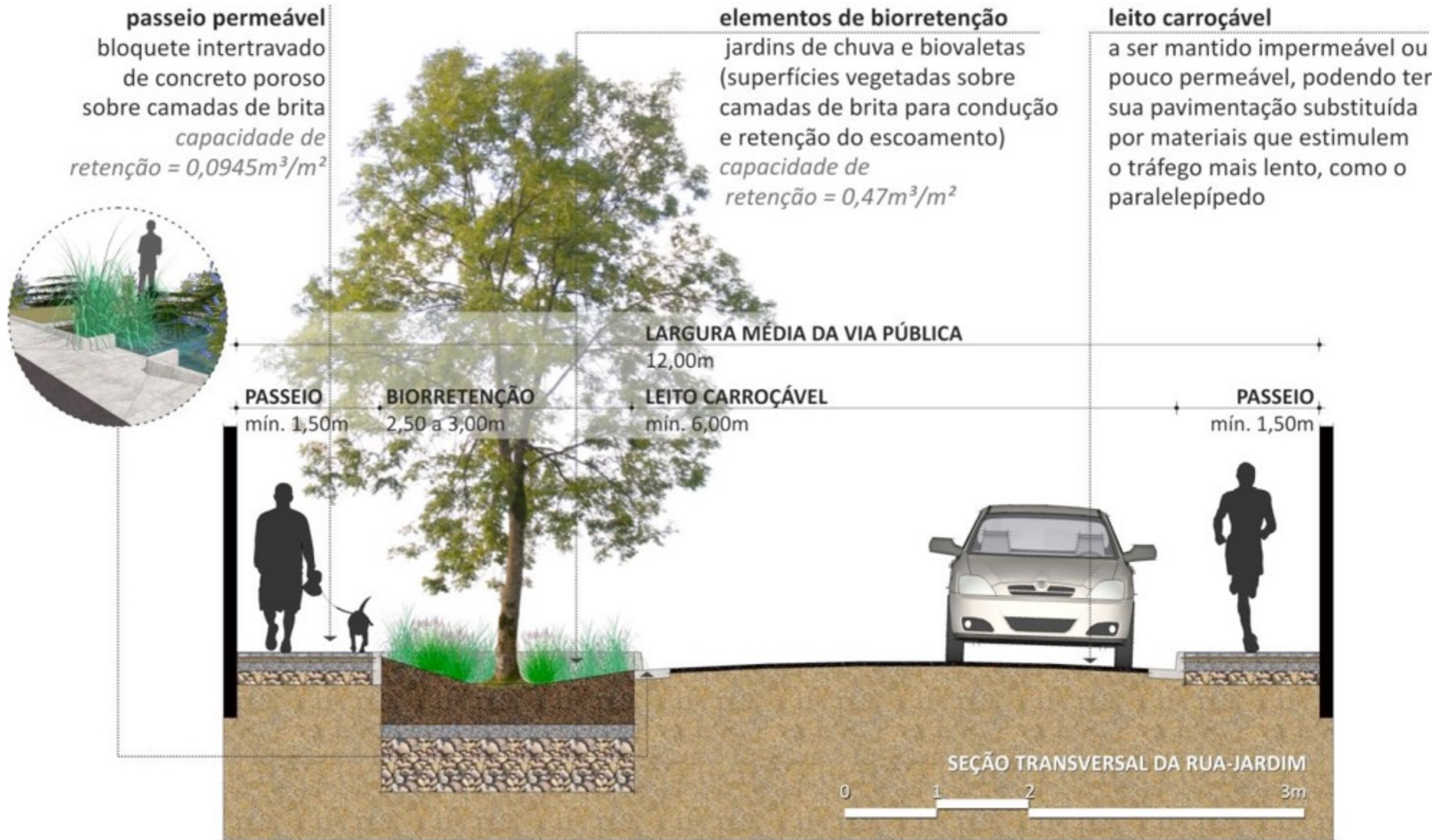


Ruas-jardim
Vias com escoamento para o Córrego Araçatuba
 $L = 4.625m$

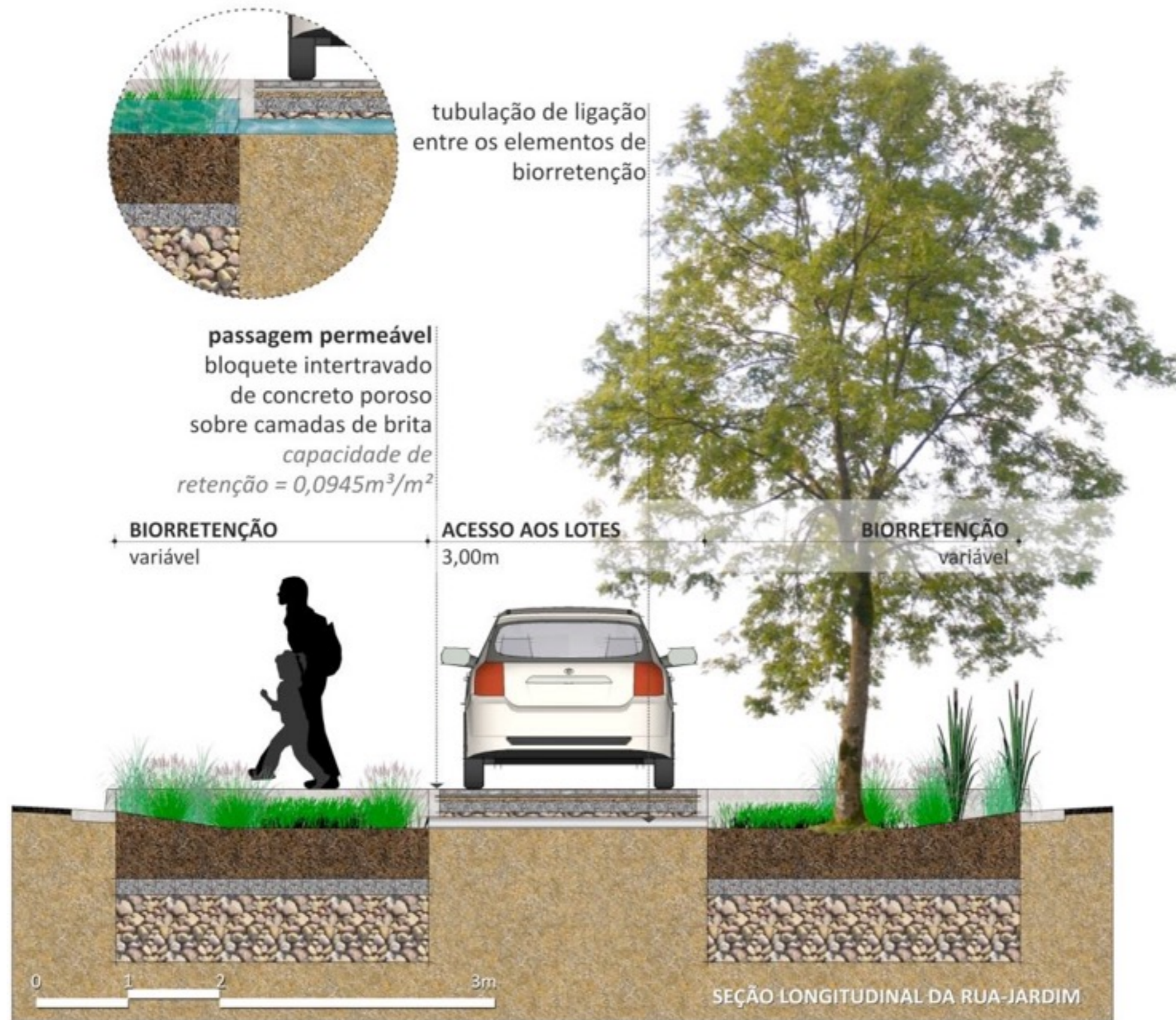


Beira-rio
Via paisagística ao longo do Ribeirão dos Meninos
 $L = 947m$

ÁGUAS URBANAS: PANORAMA GERAL PARA PESQUISAS E PROJETOS DA PAISAGEM







| parâmetros de cálculo para porosidade | brita graduada simples | brita 3 |
|---|------------------------|-------------|
| massa específica aparente (g/cm ³) · γ_d | 2,169 | 1,491 |
| densidade real dos grãos (g/cm ³) · G_s | 2,643 | 2,704 |
| densidade real da água a 25° C · γ_w | 1,00 | 1,00 |
| porosidade (n) | 0,18 | 0,45 |

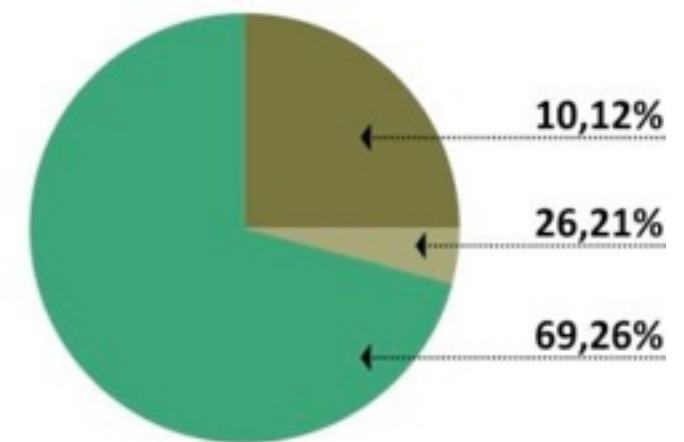
$$n = \frac{\gamma_d}{G_s \cdot \gamma_w}$$

| | h BGS | h B3 | n_m | volume de retenção/m ² |
|----------------------|-------|------|-------|-----------------------------------|
| biorretenção | 15cm | 60cm | 0,396 | 0,296+0,174 = 0,47m ³ |
| passeios permeáveis | 15cm | 15cm | 0,315 | 0,0945m ³ |
| passagens permeáveis | 15cm | 15cm | 0,315 | 0,0945m ³ |

volume de retenção das camadas de brita + volume da lâmina do escoamento acumulado sobre as biorretenções (58% da lâmina de .30cm)

$$n_m = \frac{(h_1 \times n_1) + (h_2 \times n_2) + \dots + (h_n \times n_n)}{h_1 + h_2 + \dots + h_n}$$

| | | | |
|---|--|--|--|
| 5.572m comprimento linear de vias | área 31,18% biorretenção | área 58,70% passeios | área 10,12% passagens |
| 37.342,50m ² áreas permeáveis | 11.643,39m ² | 21.920,04m ² | 3.779,06m ² |
| volume de retenção 7.900,63m ³ | volume 69,26% biorretenção 5.472,07m ³ | volume 26,21% passeios 2.071,44m ³ | volume 4,53% passagens 357,12m ³ |



42% DO VOLUME DOS PISCINÕES

Questions

- Evolving from conventional to green infrastructure
- Water management as the catalyst to shift
- New tools for realizing adaptative design: designed experiments, visible pilot projects, monitoring of performance = "learning by doing"