Encontro Técnico AESABESP
37º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

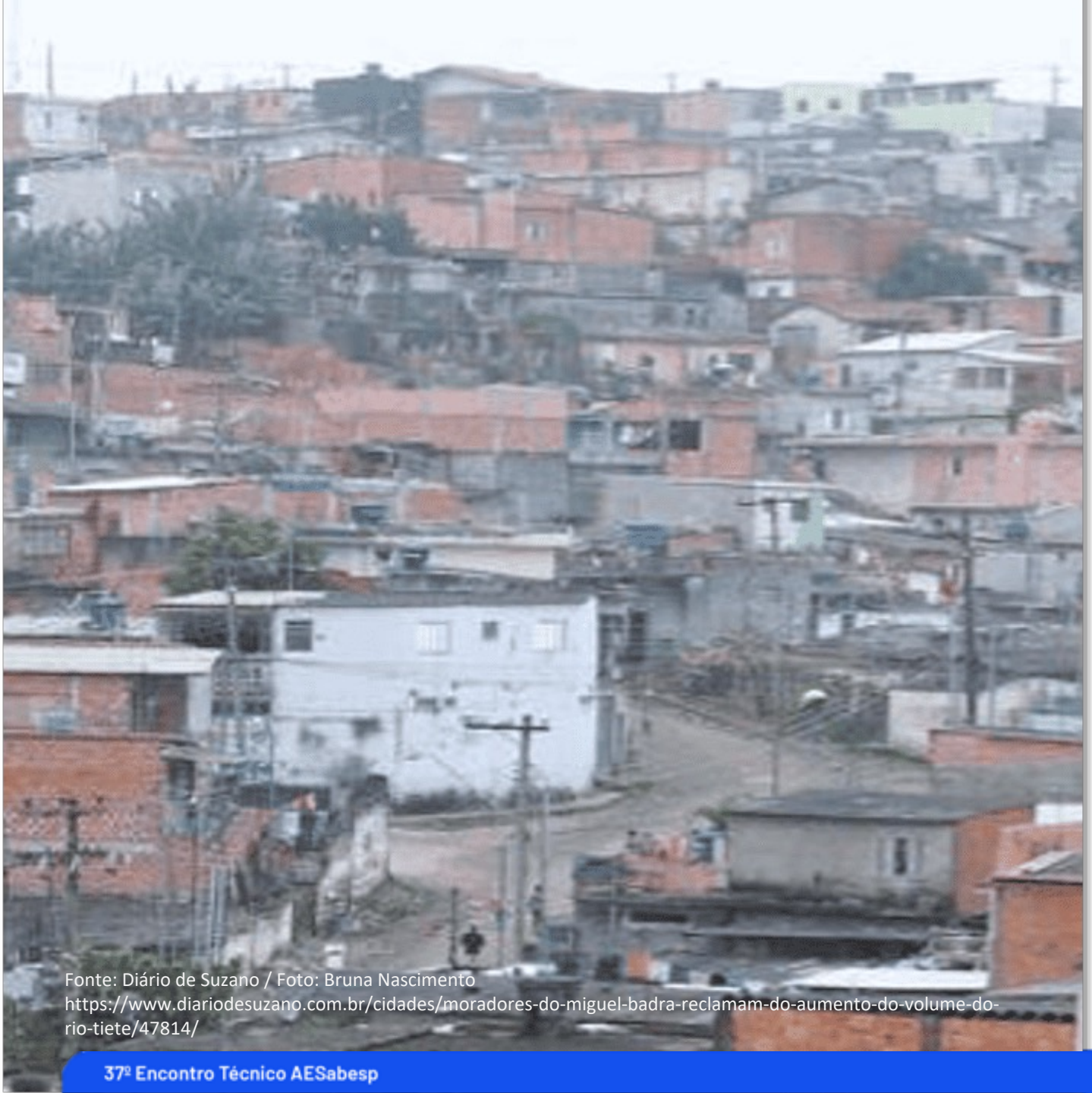
AESABESP 40 Anos
Associação dos Engenheiros da Sabesp

37ETC-07484

MITIGAÇÃO DE ALAGAMENTOS POR SISTEMA DIVERSIFICADO DE SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA PARA RECUPERAÇÃO DA CAPACIDADE OPERACIONAL DE REDE DE MICRODRENAGEM: ESTUDO DE CASO EM SUZANO (SP)

Bruna Siqueira Aguiar

EESC USP – Engecorps Engenharia S.A.



Fonte: Diário de Suzano / Foto: Bruna Nascimento
https://www.diariodesuzano.com.br/cidades/moradores-do-miguel-badra-reclamam-do-aumento-do-volume-do-rio-tiete/47814/

Crescimento Desordenado

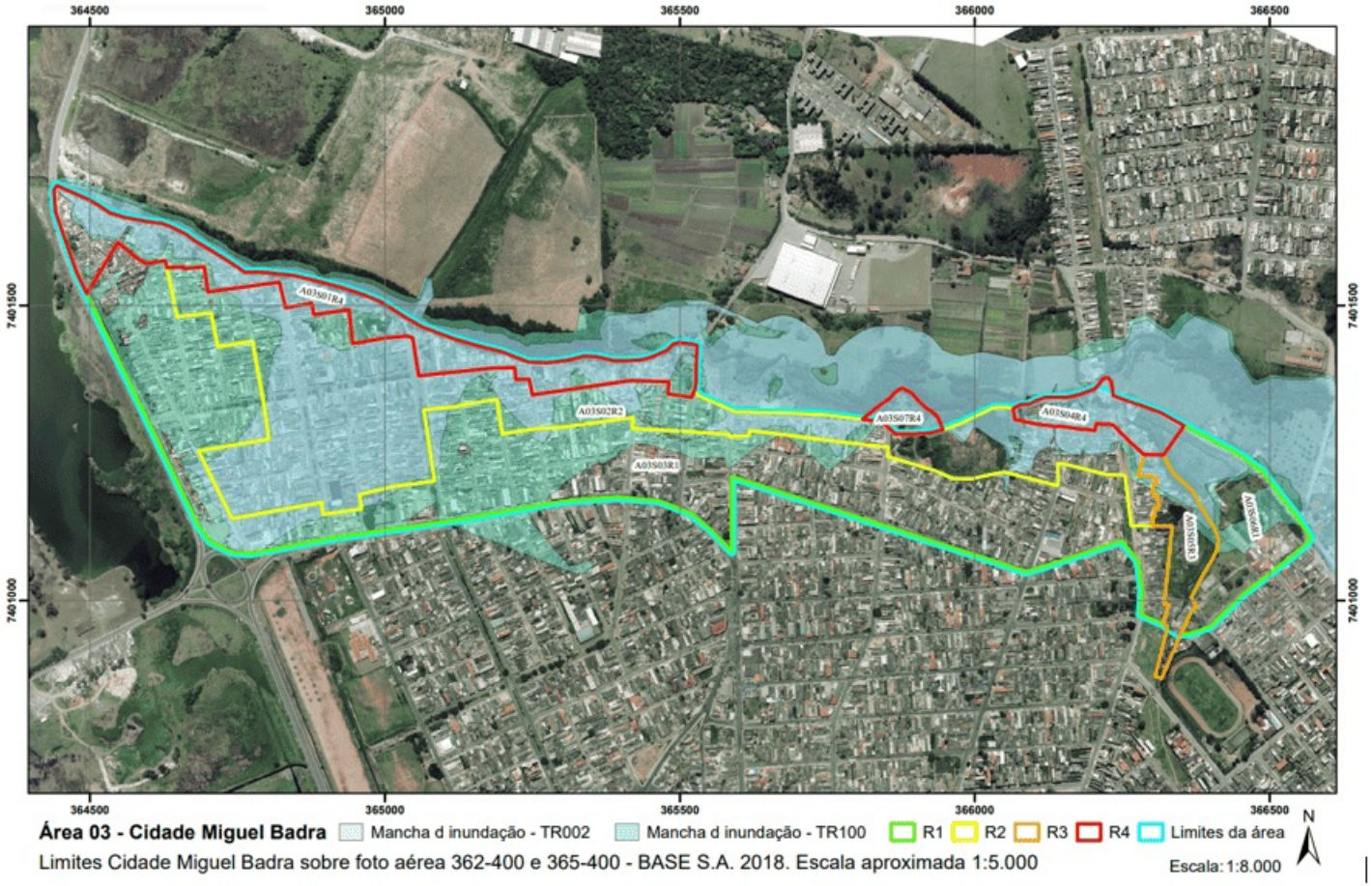


Fonte: Imagens de Estoque do Microsoft 365 (Microsoft)

Encontro Técnico AESABESP
37º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

Crescimento Desordenado

Impermeabilização Do Solo



Fonte: Produto 23 do Plano Municipal de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais do município de Suzano.

Crescimento Desordenado

Impermeabilização Do Solo

Mancha de Inundação

NOTÍCIAS

2014



Rua alagada no bairro Miguel Badra, em Suzano (Foto: Gledson Carlos dos Anjos)
Fonte: G1 Globo

"INTERNAUTAS REGISTRAM RUAS ALAGADAS EM SUZANO DEPOIS DE TEMPORAL"

NOTÍCIAS

"CHUVA CAUSA ALAGAMENTOS EM SUZANO"



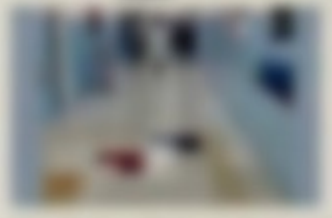
Bairros como o Jardim Fernandes e o Miguel Badra Baixo sofrem com as inundações causadas pela chuva desta madrugada (Foto: Reprodução Globoplay)

2018









NOTÍCIAS

2019



Segundo moradores, a água sobre pelas bocas de lobo, quando um corrego próximo ao local enche (Foto: Sabrina Silva) Fonte: Diário de Suzano

"INUNDAÇÃO EM FRENTE DE ESCOLA NO MIGUEL BADRA PREJUDICA ALUNOS"

NOTÍCIAS

"MORADORA SE MACHUCA AO ACORDAR E ENCONTRAR CASA ALAGADA NO MIGUEL BADRA"





A dona de casa Ivaneide de Jesus Dias vai ficar com a perna engessada por quase um mês. Ela dormia e acordou com a casa alagada. "Caí e já quebrou meu pé. Já não deu para fazer mais nada. A única coisa que eu salvei foi o fogão.".

Fonte: GI Globo

2023

NOTÍCIAS

2025



Uma Unidade Básica de Saúde (UBS) no bairro Miguel Badra, em Suzano, na Grande São Paulo, ficou alagada após o temporal desta quinta-feira (13) (Foto: Reprodução Gi Globo

"IMAGENS MOSTRAM CORREDORES ALAGADOS E ÁGUA ESCORRENDO POR PAREDES DE UBS NA GRANDE SP"

1 LEVANTAMENTO DE DADOS

METODOLOGIA

1 LEVANTAMENTO DE DADOS

2 MODELAGEM HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA

METODOLOGIA

1. LEVANTAMENTO DE DADOS
2. MODELAGEM HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA
3. PROPOSIÇÃO E DIMENSIONAMENTO DAS SBN

METODOLOGIA

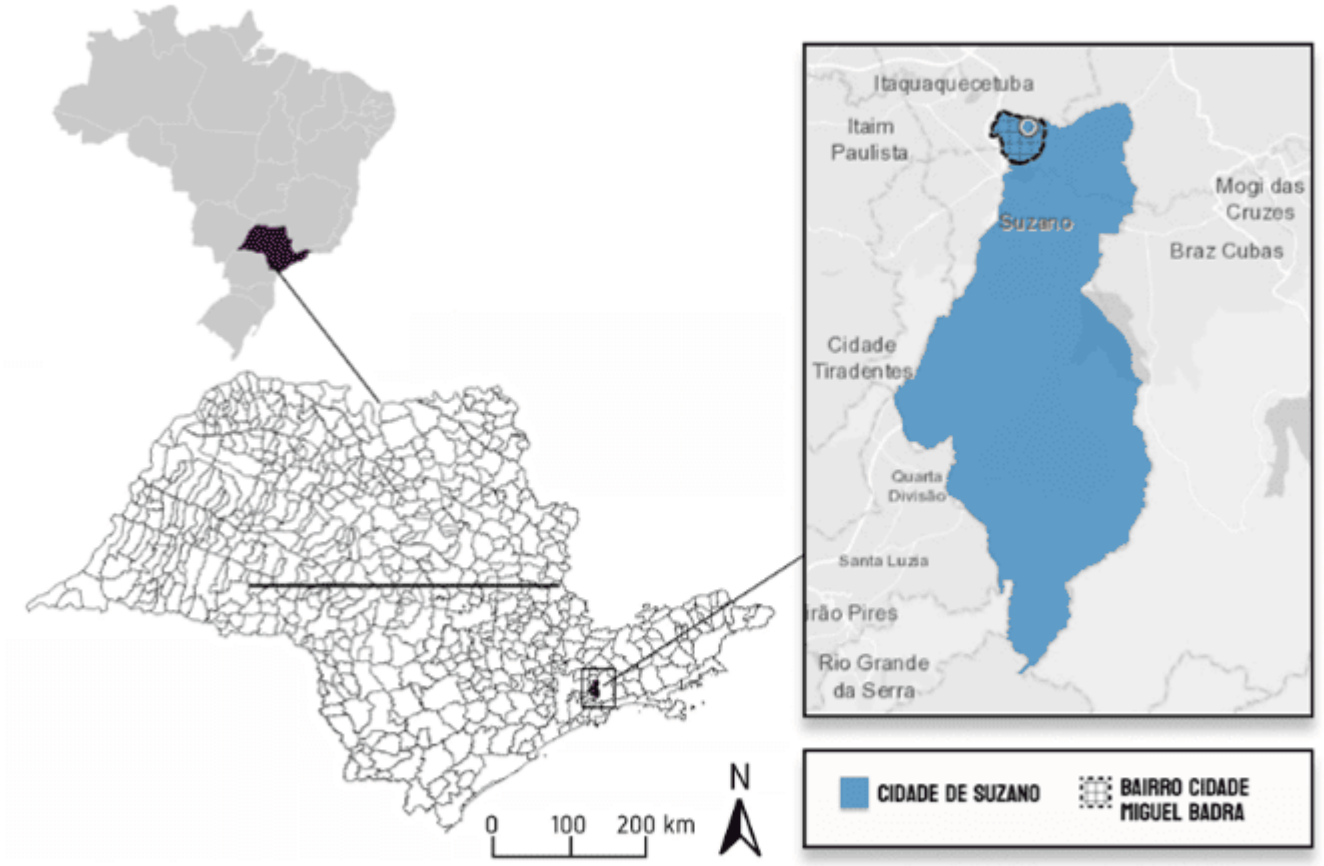
1. LEVANTAMENTO DE DADOS
2. MODELAGEM HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA
3. PROPOSIÇÃO E DIMENSIONAMENTO DAS SBN
4. MODELAGEM BIM

METODOLOGIA

1. LEVANTAMENTO DE DADOS
2. MODELAGEM HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA
3. PROPOSIÇÃO E DIMENSIONAMENTO DAS SBN
4. MODELAGEM BIM
5. ANÁLISE COMPARATIVA DOS CENÁRIOS

METODOLOGIA

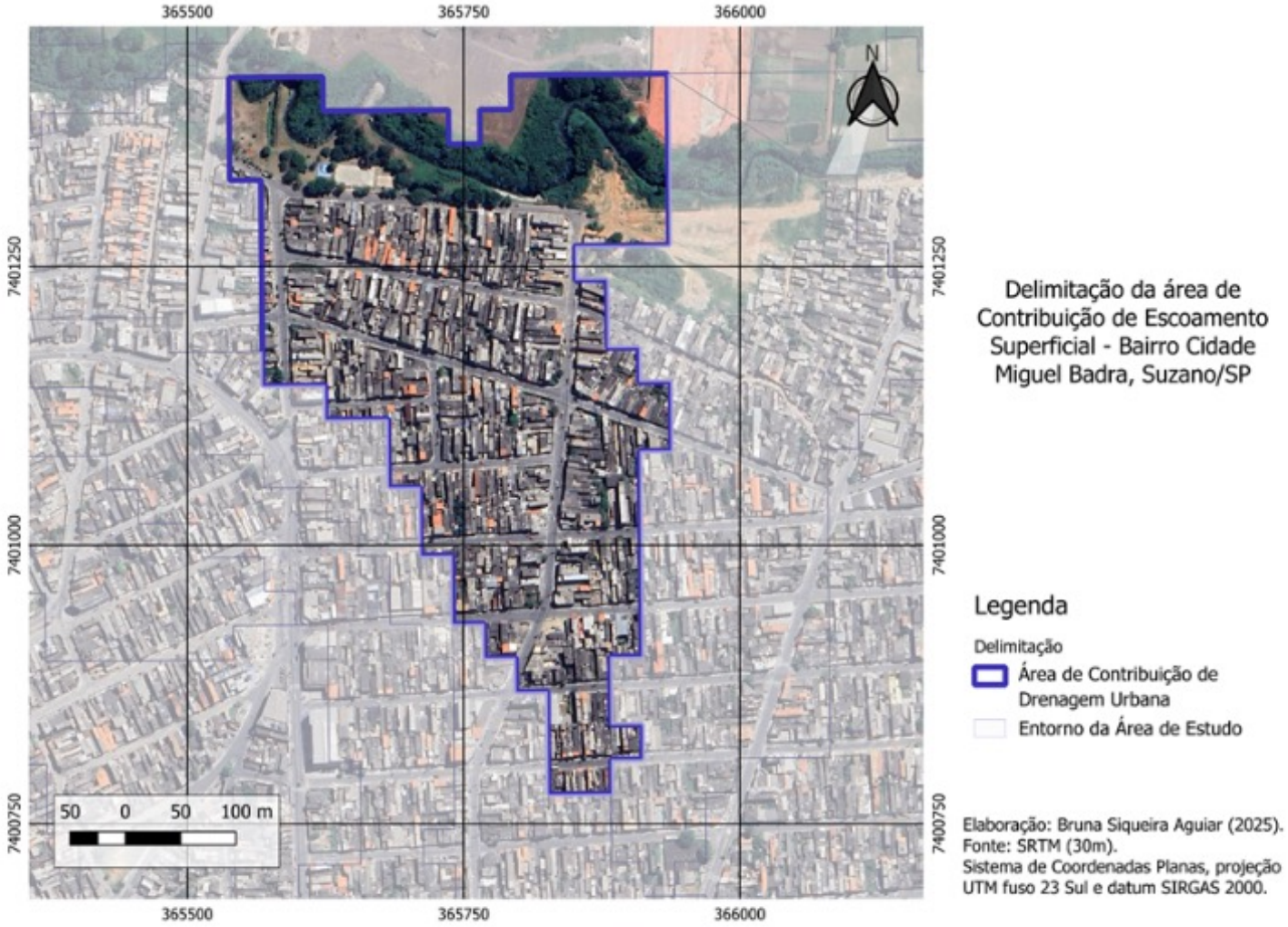
Figura 3 - Localização ilustrativa do bairro Cidade Miguel Badra, Suzano (SP).



Fonte: Elaborado a partir de dados do GEOSuzano (PREFEITURA DE SUZANO, [s.d.]).

1 DADOS | 2 MODELAGEM | 3 PROPOSIÇÃO | 4 BIM | 5 ANÁLISE

METODOLOGIA



Fonte: Elaborado com base em dados do SRTM (30 m), processamento no software QGIS.

1 DADOS | 2 MODELAGEM | 3 PROPOSIÇÃO | 4 BIM | 5 ANÁLISE

METODOLOGIA

PARÂMETROS GEOMÉTRICO

PARÂMETRO	VALOR
Área da microbacia	165.850 m²
Comprimento do Talvegue (L)	0,389 km
Diferença de Nível (H)	3,0 m

PARÂMETROS DE PERMEABILIDADE

TIPO DE SUPERFÍCIE	ÁREA (M²)	COEF. C
Área Urbana / Concreto	127.655,48	0,95
Matas e Parques	38.194,52	0,10
C Misto (Ponderado)	165.850,00	0,75

1 DADOS 2 MODELAGEM 3 PROPOSIÇÃO 4 BIM 5 ANÁLISE

DIMENSIONAMENTO

HIDROLÓGICO

- Método Racional
- Curva IDF
- Equação de Kirpich - tc

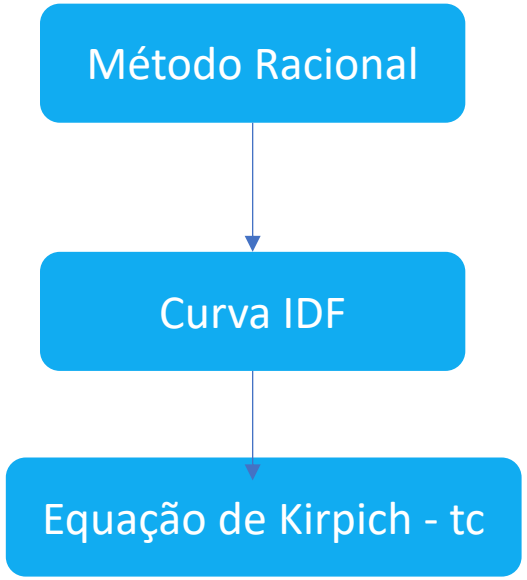
+

HIDRÁULICO

- Equação de Manning
- Prof. Lâmina de Água
- $y_0/D = 0,94$ e $y_0/D = 0,75$

DIMENSIONAMENTO

HIDROLÓGICO



MÉTODO RACIONAL

PARÂMETRO HIDROLÓGICO	VALOR
Tempo de Retorno (TR)	2 anos
Coeficiente Médio (C)	0,75
Tempo de Concentração (tc)	12,55 min
Intensidade de Chuva (i)	128,59 mm/h
Lâmina de Chuva (P)	26,90 mm
Vazão Máxima (Qmáx)	4,47 m^3/s
Volume Escoado Total	3.368,25 m^3

DIMENSIONAMENTO

PARÂMETRO	VALOR
Declividade (S)	0,0085 m/m
Diâmetro Mínimo (D,mín)	0,40 m
Coef. Rugosidade (n)	0,012
y_0/D,1 (Vazão Máxima)	0,94
y_0/D,2 (Vazão Projeto)	0,75

HIDRÁULICO

Equação de Manning

↓

Prof. Lâmina de Água

↓

$$y_0/D = 0,94 \text{ e } y_0/D = 0,75$$

METODOLOGIA

DIMENSIONAMENTO

LÂMINA MÁXIMA
$y_0/D,1 = 0,94$

PARÂMETRO HIDRÁULICO	VALOR
Ângulo Central (θ)	5,29 rad
Área Molhada (A)	0,86 m²
Perímetro Molhado (P)	1,06 m
Raio Hidráulico (Rh)	0,82 m
Capacidade (Q,cap,1)	5,79 m³/s

LÂMINA DE PROJETO
$y_0/D,2 = 0,75$

PARÂMETRO HIDRÁULICO	VALOR
Ângulo Central (θ)	4,19 rad
Área Molhada (A)	0,69 m²
Perímetro Molhado (P)	0,84 m
Raio Hidráulico (Rh)	0,82 m
Capacidade (Q,cap,2)	4,63 m³/s

HIDRÁULICO

Equação de Manning

↓

Prof. Lâmina de Água

↓

$y_0/D = 0,94$ e $y_0/D = 0,75$

1 DADOS — 2 MODELAGEM — 3 PROPOSIÇÃO — 4 BIM — 5 ANÁLISE

DIMENSIONAMENTO

HIDROLÓGICO

Método Racional

Q = 4,47 m³/s

HIDRÁULICO

Equação de Manning

Q = 5,79 m³/s

$y_0/D,1 = 0,94$

Q = 4,63 m³/s

$y_0/D,2 = 0,75$

METODOLOGIA

RESERVATÓRIO DE LOTE



CALÇADA DRENANTE



PRAÇA PÚBLICA



1 DADOS 2 MODELAGEM 3 PROPOSIÇÃO 4 BIM 5 ANÁLISE

METODOLOGIA

RESERVATÓRIO DE LOTE

CALÇADA DRENANTE

PRAÇA PÚBLICA

CENÁRIO 1

1 DADOS 2 MODELAGEM 3 PROPOSIÇÃO 4 BIM 5 ANÁLISE

METODOLOGIA

RESERVATÓRIO DE LOTE

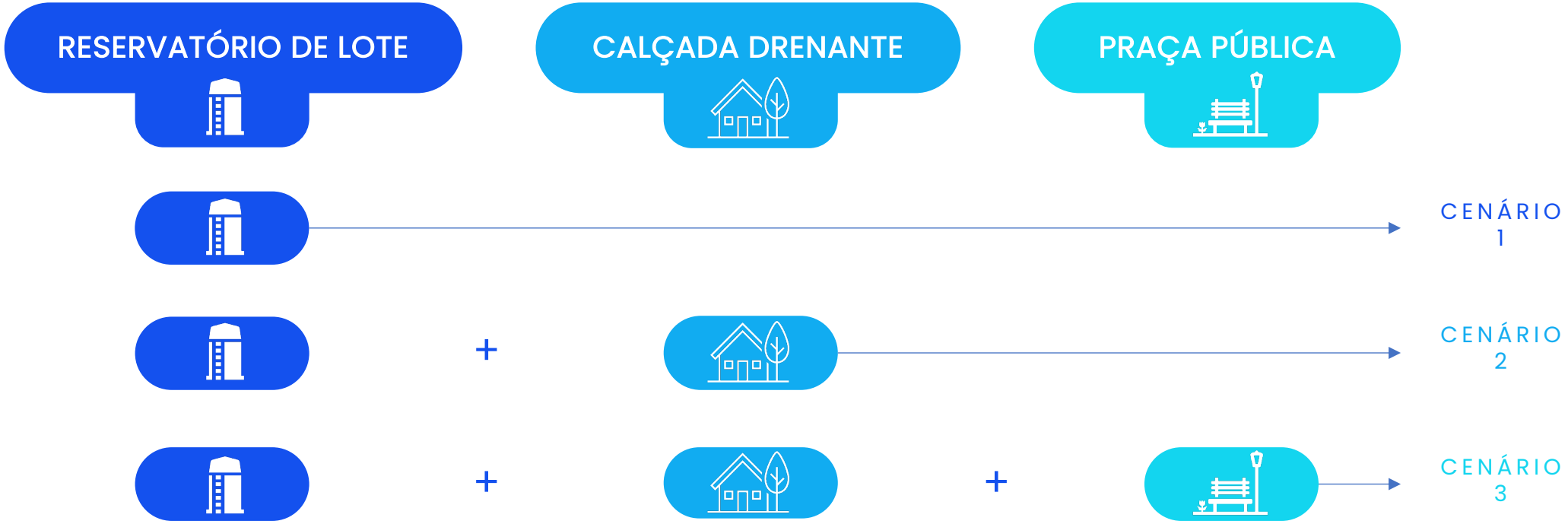
CALÇADA DRENANTE

PRAÇA PÚBLICA

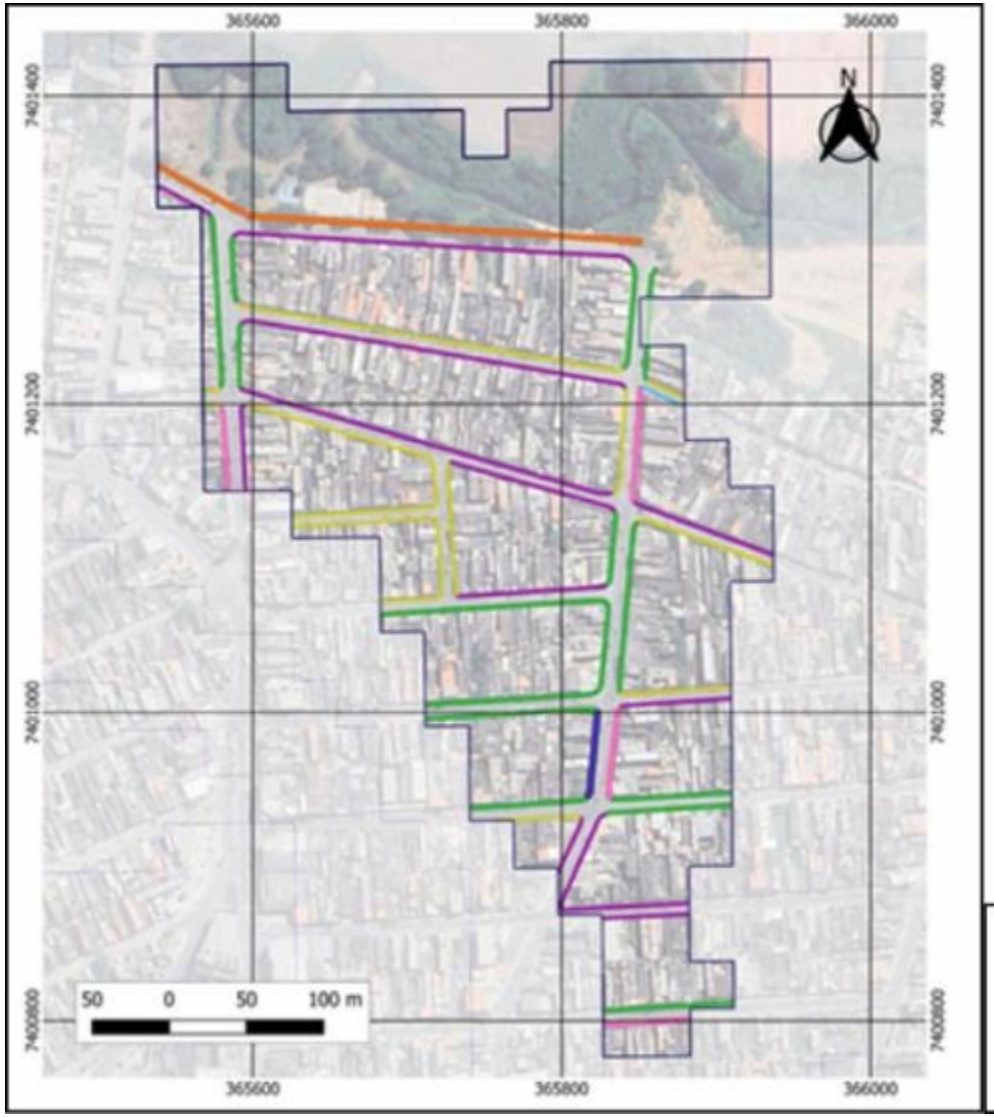


1 DADOS 2 MODELAGEM 3 PROPOSIÇÃO 4 BIM 5 ANÁLISE

METODOLOGIA



1 DADOS 2 MODELAGEM 3 PROPOSIÇÃO 4 BIM 5 ANÁLISE



Legenda
Largura das Calçadas Drenantes

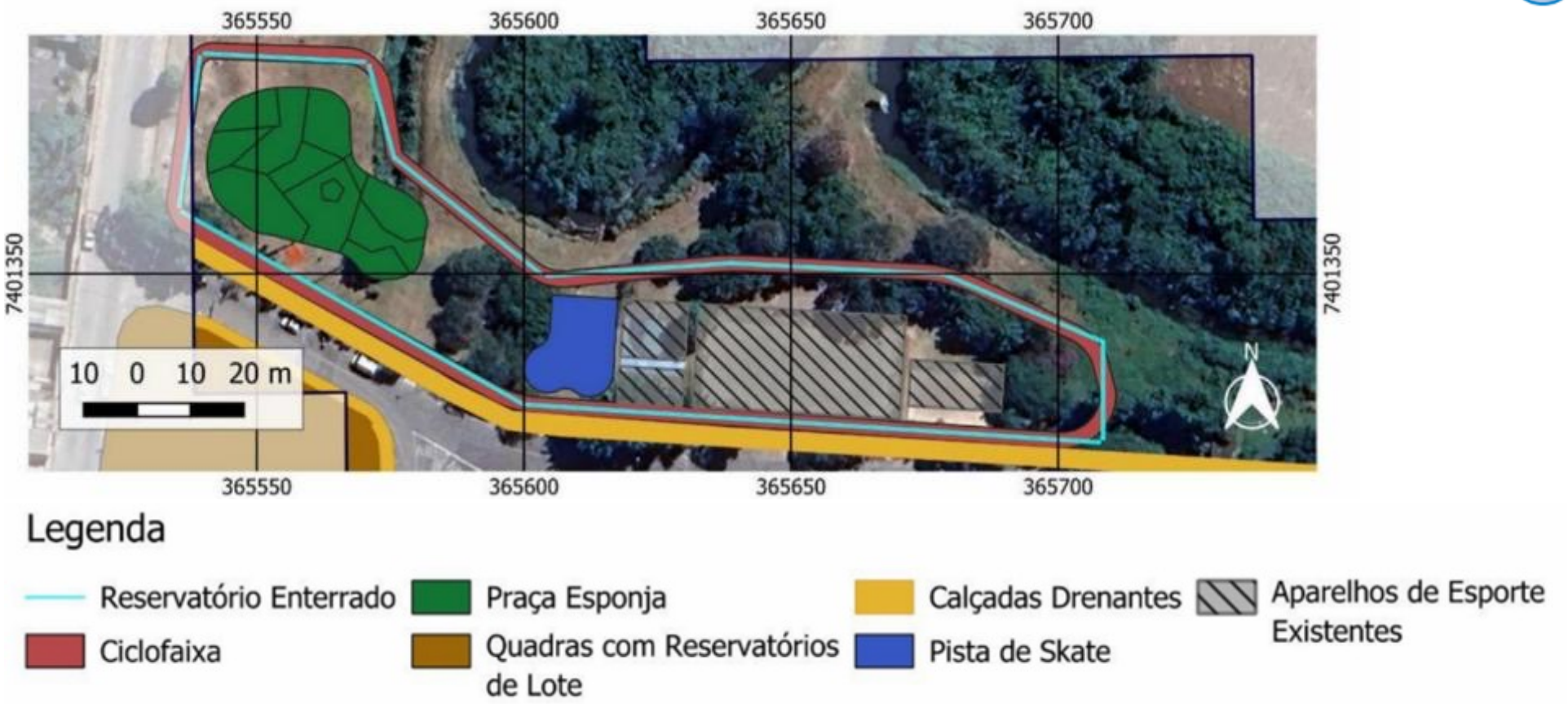
- 1,00 m
- 1.50 m
- 2,00 m
- 2.50 m
- 3,00 m
- 3.50 m
- 4,00 m

Largura das Calçadas Drenantes na Área de Estudo no Bairro Cidade Miguel Badra

Elaboração: Bruna Siqueira Aguiar (2025)
Fonte: SRTM (30m)
Sistema de Coordenadas Planas, projeção UTM fuso 23 Sul e datum SIRGAS 2000

1 DADOS 2 MODELAGEM 3 PROPOSIÇÃO 4 BIM 5 ANÁLISE

METODOLOGIA



1 DADOS 2 MODELAGEM 3 PROPOSIÇÃO 4 BIM 5 ANÁLISE

METODOLOGIA

RESERVATÓRIO DE LOTE

- Solução Distribuída
- Um por Lote
- Lotes de 5mx25m
- Modular em PEAD
- Com Filtro e Ladrão

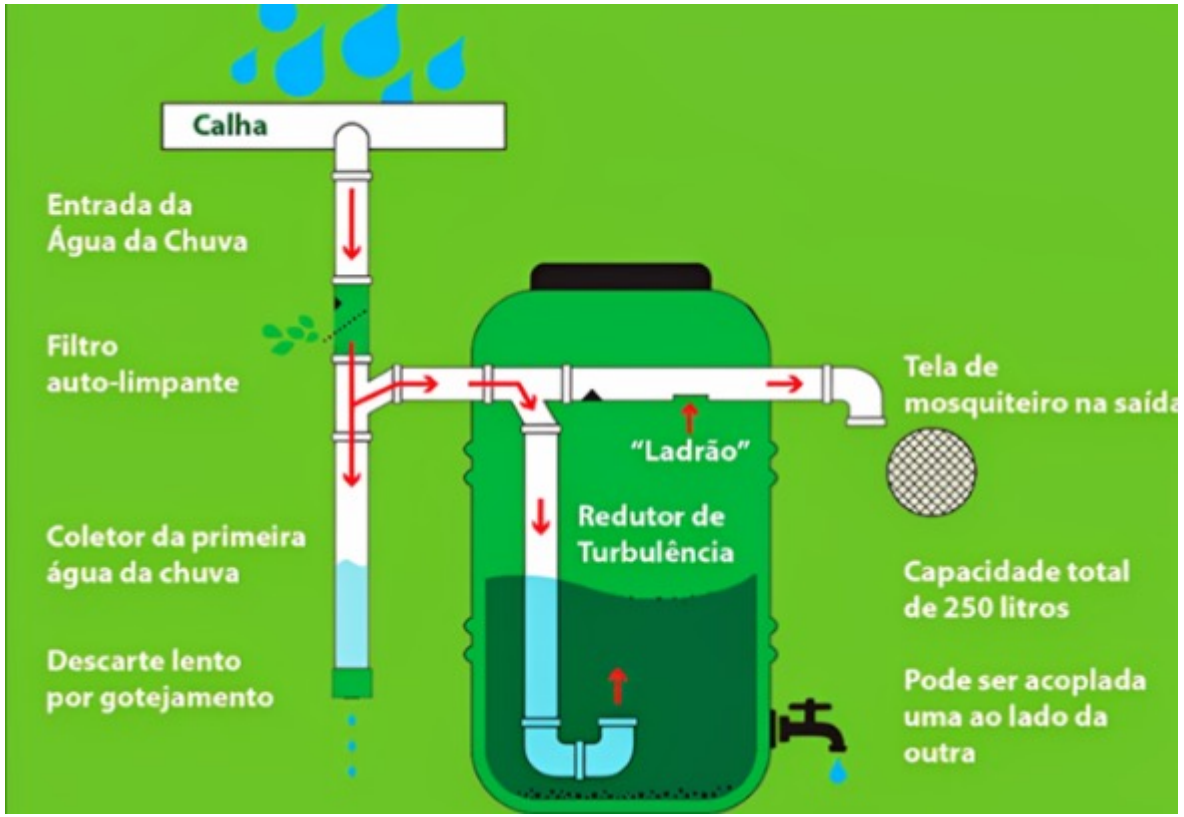


1 DADOS 2 MODELAGEM 3 PROPOSIÇÃO 4 BIM 5 ANÁLISE

INSPIRAÇÃO

RESERVATÓRIO DE LOTE

- Solução Distribuída
- Um por Lote
- Lotes de 5mx25m
- Modular em PEAD
- Com Filtro e Ladrão

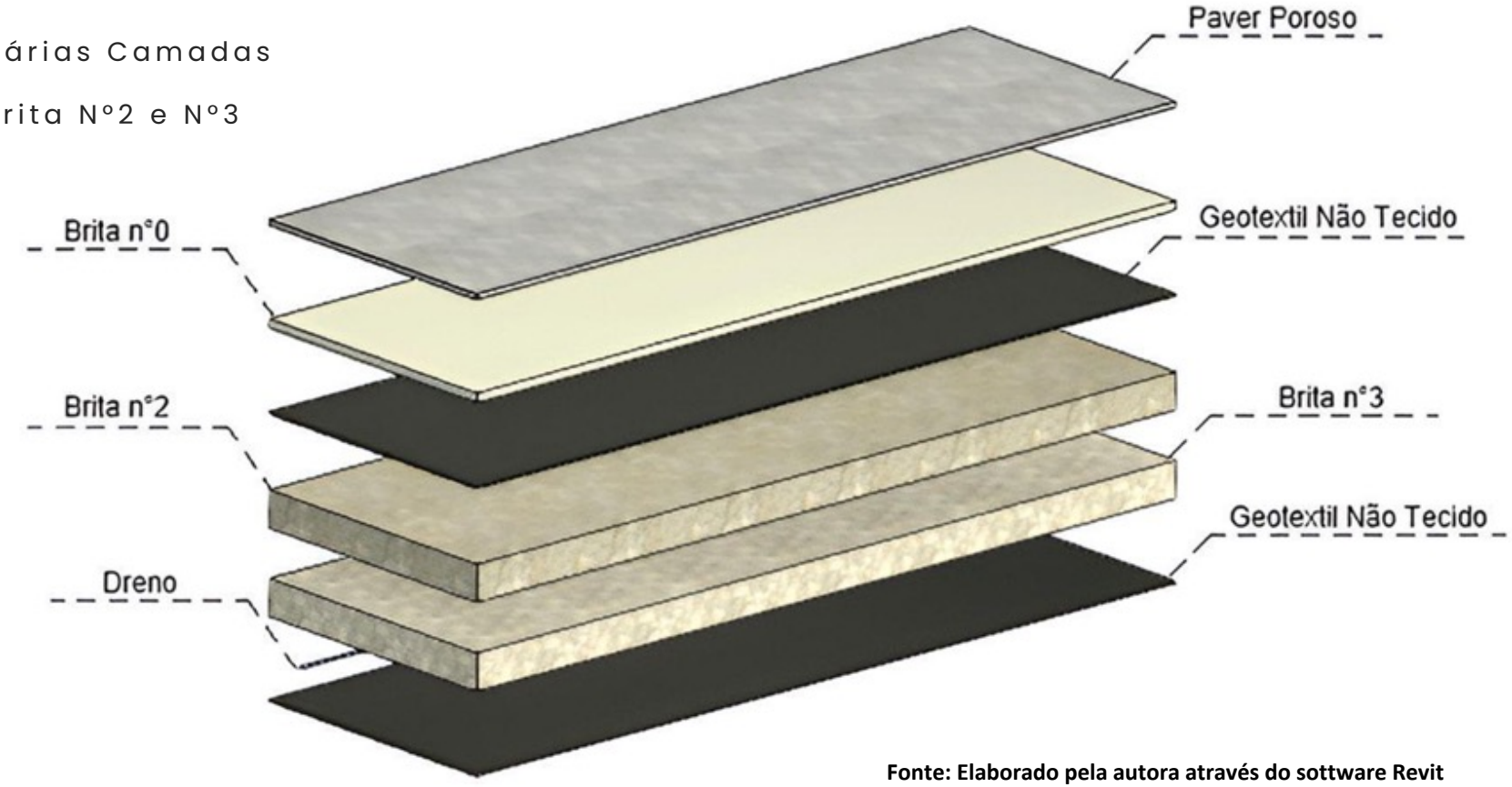


Fonte: adaptado de CASOLÓGICA (2025).

1 DADOS | 2 MODELAGEM | 3 PROPOSIÇÃO | 4 BIM | 5 ANÁLISE

METODOLOGIA

- Solução Linear
- Largura Variável
- Com e Sem Borda
- Várias Camadas
- Brita Nº2 e Nº3

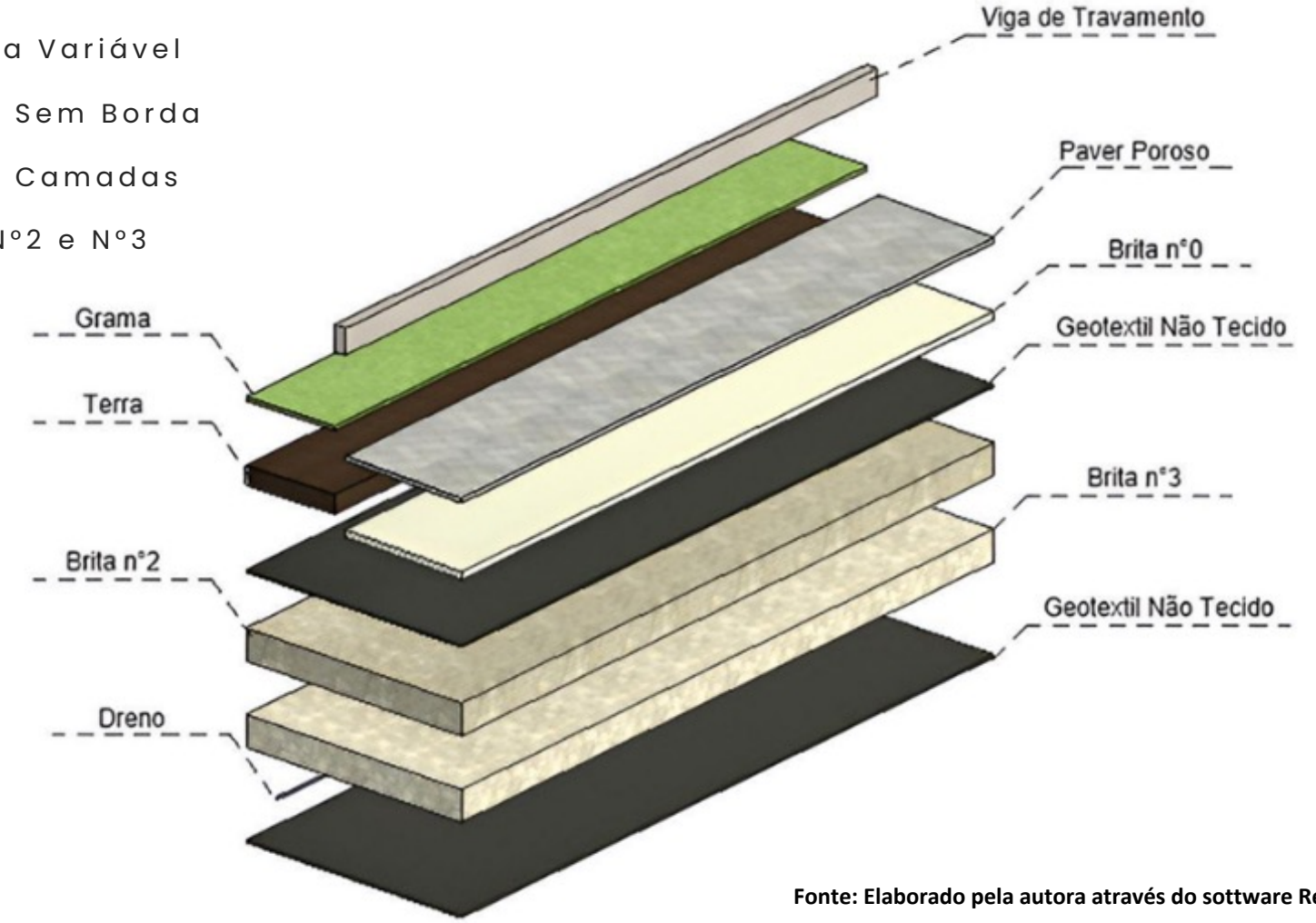


CALÇADA DRENANTE SEM BORDA

Fonte: Elaborado pela autora através do sottware Revit

1 DADOS | 2 MODELAGEM | 3 PROPOSIÇÃO | 4 BIM | 5 ANÁLISE

- Solução Linear
- Largura Variável
- Com e Sem Borda
- Várias Camadas
- Brita Nº2 e Nº3



Fonte: Elaborado pela autora através do sottware Revit

CALÇADA DRENANTE COM BORDA

1 DADOS | 2 MODELAGEM | 3 PROPOSIÇÃO | 4 BIM | 5 ANÁLISE

INSPIRAÇÃO



Fonte: redes sociais da prefeitura de Joinville (2024).



Fonte: redes sociais da prefeitura de Joinville (2024).

PROJETO

ENGECORPS GrupoTYPSA | Prefeitura de Joinville

+40 km Calçada Drenante

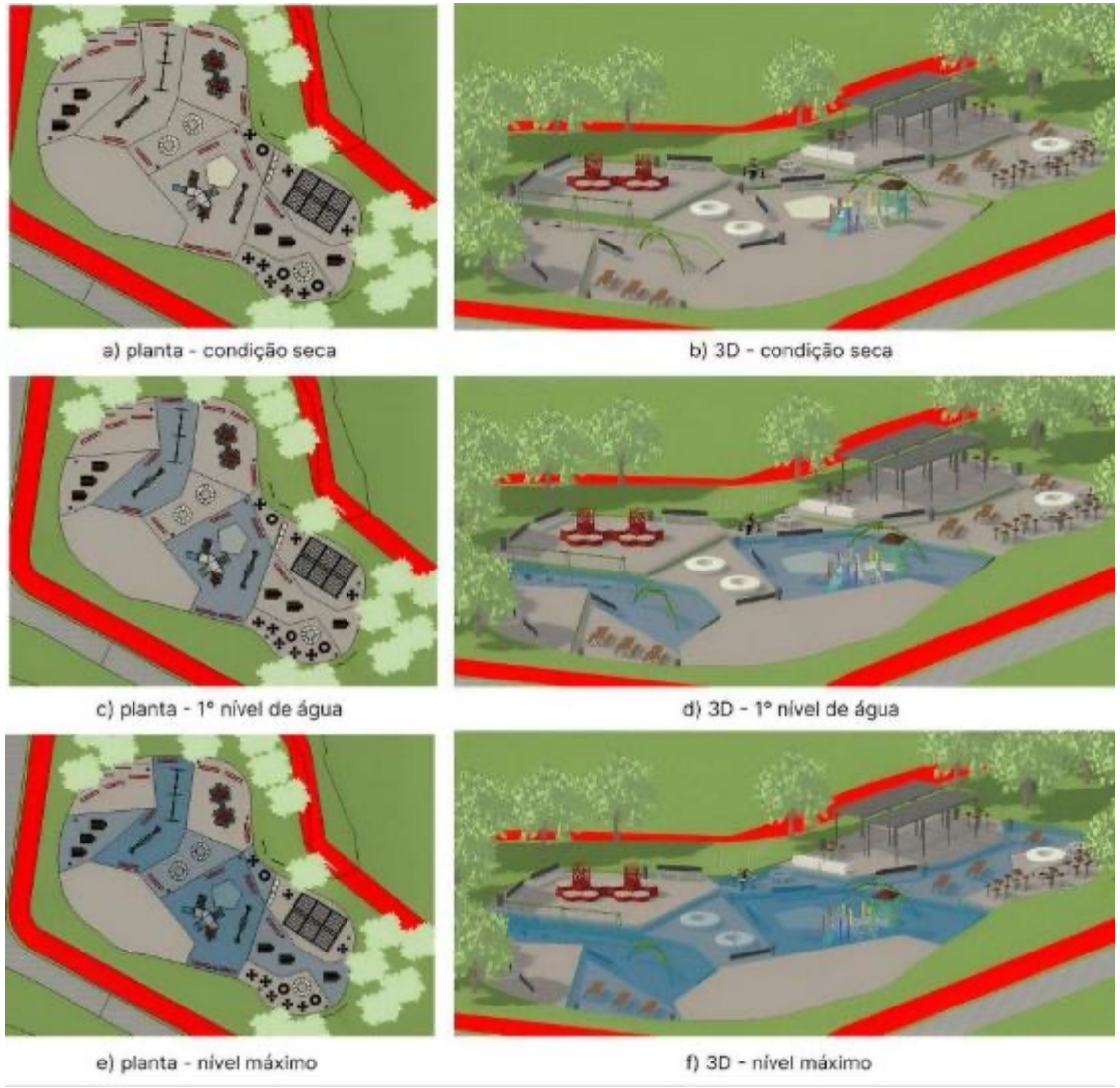
+10 mil Habitante Beneficiados

DRENAGEM PLUVIAL E PAVIMENTAÇÃO SUSTENTÁVEIS EM RUAS DO PERÍMETRO URBANO DO BAIRRO VILA NOVA

Fonte: https://www.joinville.sc.gov.br/public/edital/anexo/7c4ec58a861a682b50ecd1c80bb6f318.pdf

1 DADOS 2 MODELAGEM 3 PROPOSIÇÃO 4 BIM 5 ANÁLISE

- Solução Localizada
- Praça esponja multinível
- Poço filtrante
- Reservatório Enterrado
- Pista de Skate



Fonte: Elaborado pela autora através do sottware Revit e adaptado no Figma

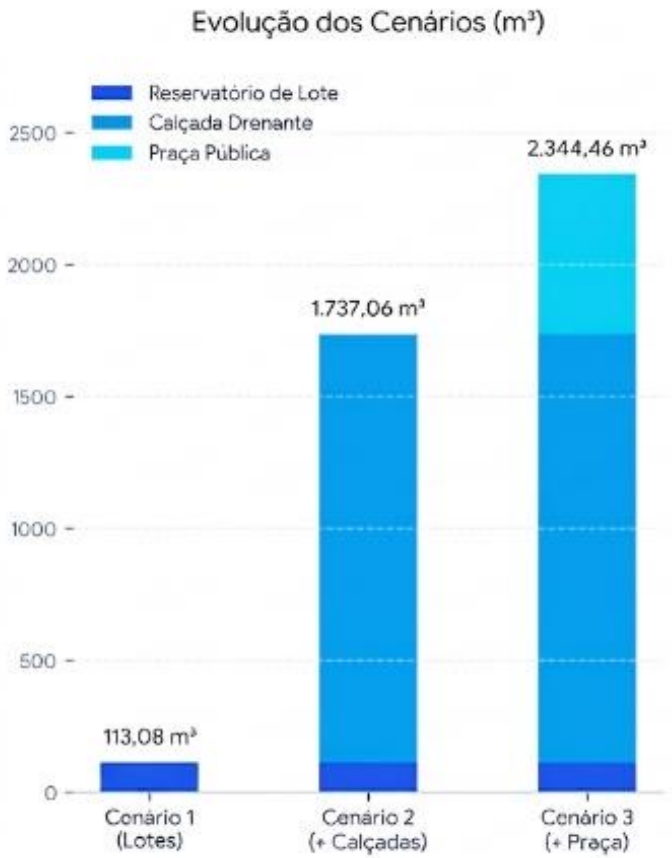
PRAÇA PÚBLICA

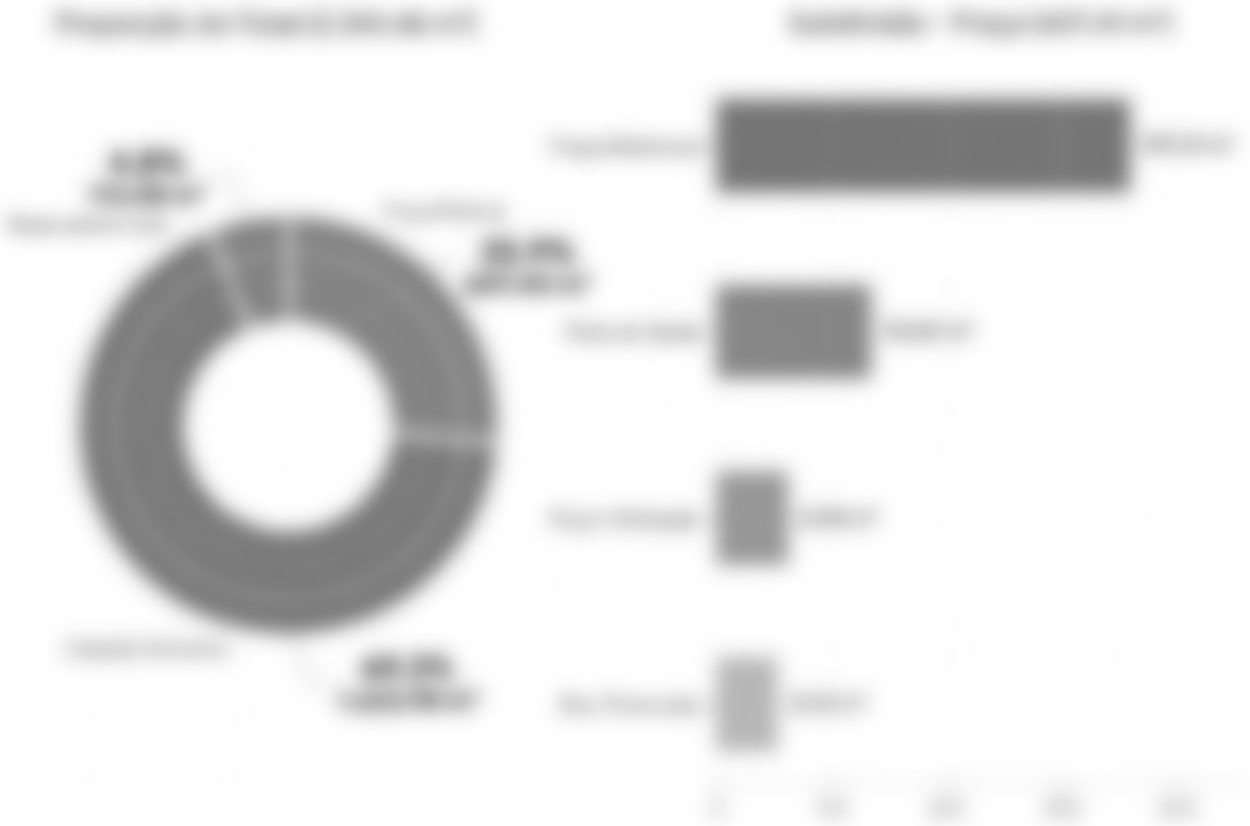
1 DADOS 2 MODELAGEM 3 PROPOSIÇÃO 4 BIM 5 ANÁLISE

PRAÇA PÚBLICA



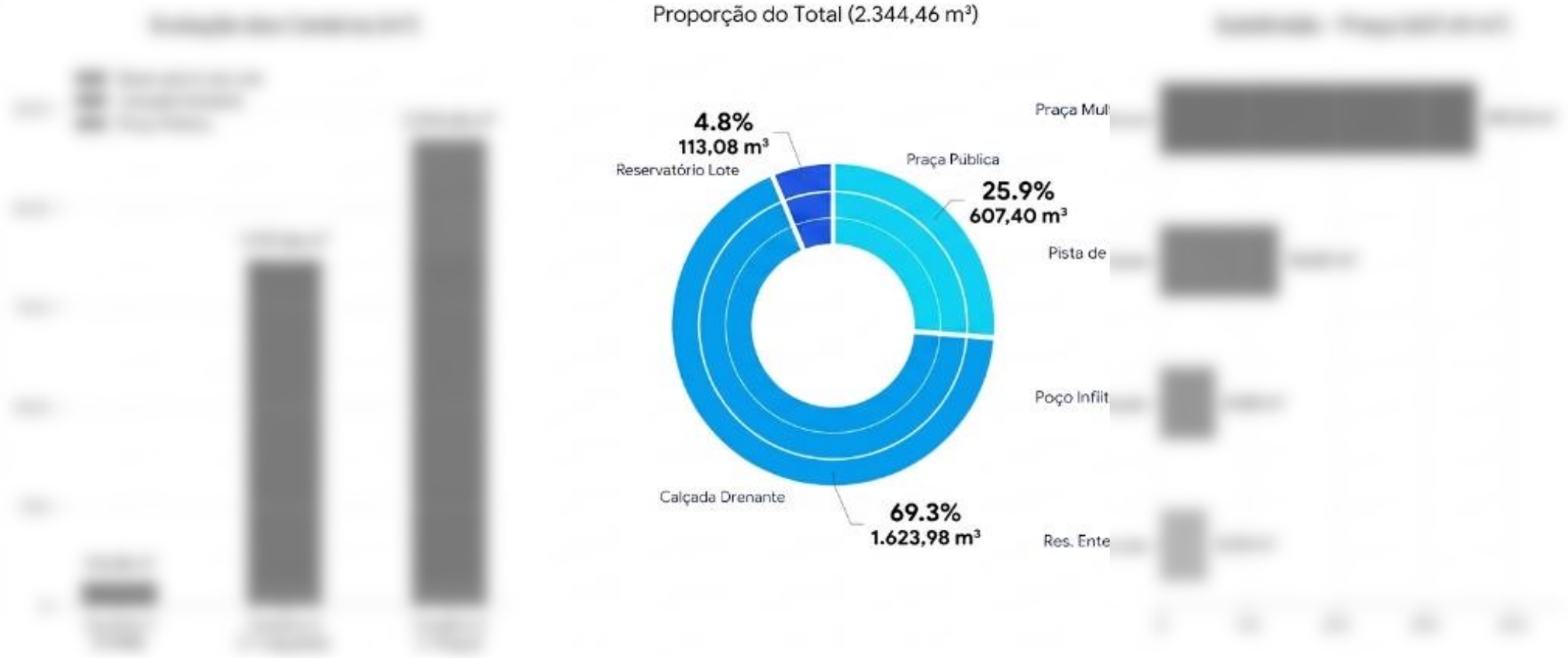
RESULTADOS





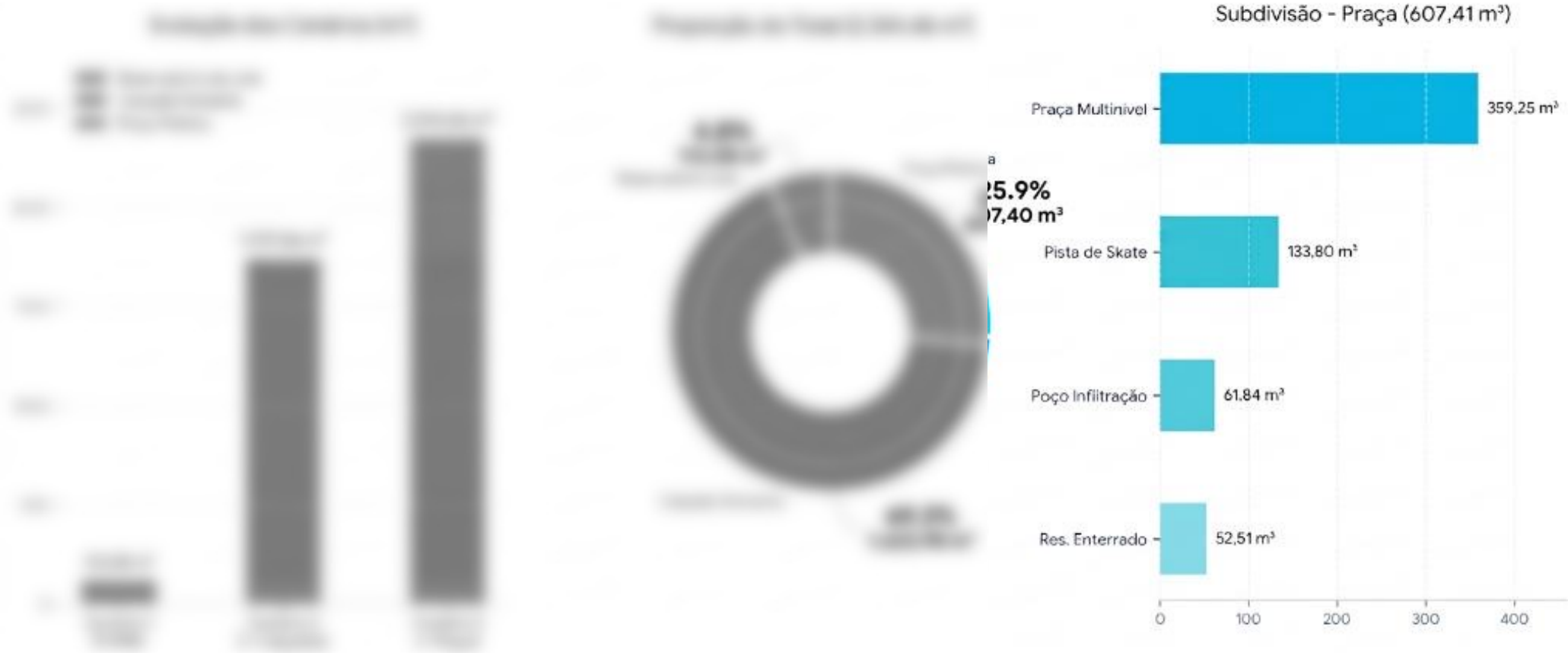
1 DADOS 2 MODELAGEM 3 PROPOSIÇÃO 4 BIM 5 ANÁLISE

RESULTADOS



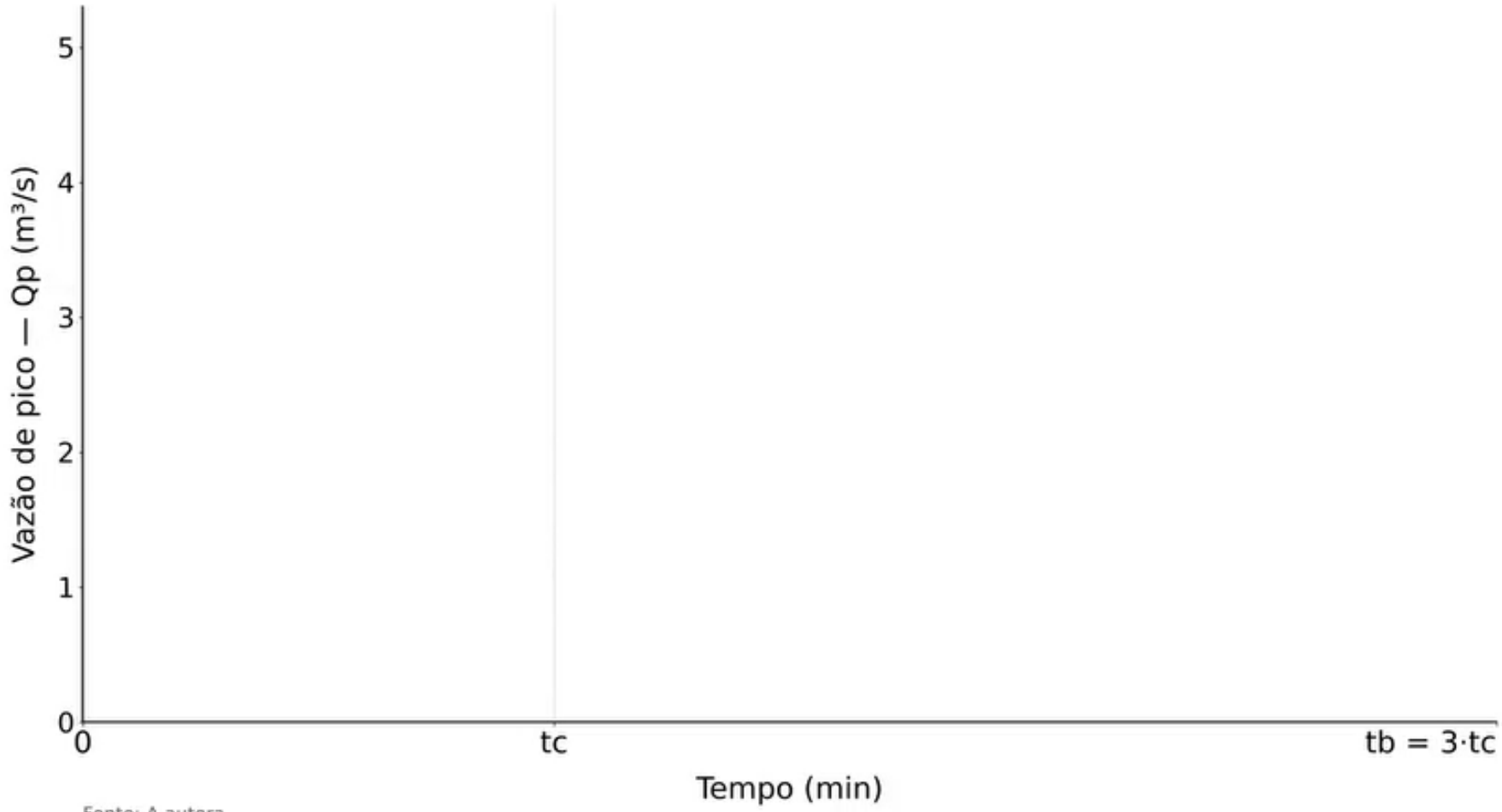
1 DADOS 2 MODELAGEM 3 PROPOSIÇÃO 4 BIM 5 ANÁLISE

RESULTADOS



1 DADOS 2 MODELAGEM 3 PROPOSIÇÃO 4 BIM 5 ANÁLISE

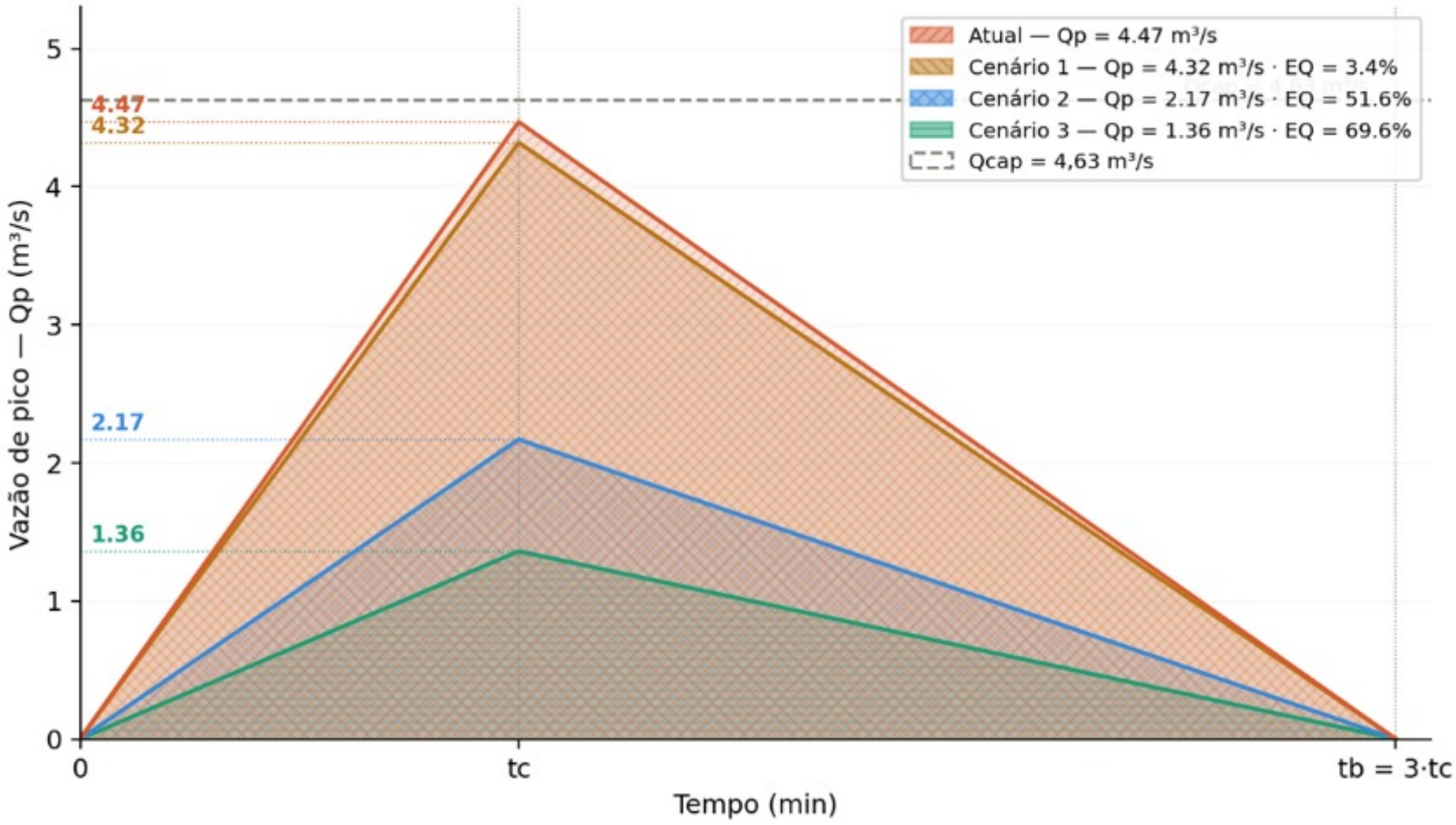
RESULTADOS



Fonte: A autora.

1 DADOS 2 MODELAGEM 3 PROPOSIÇÃO 4 BIM 5 ANÁLISE

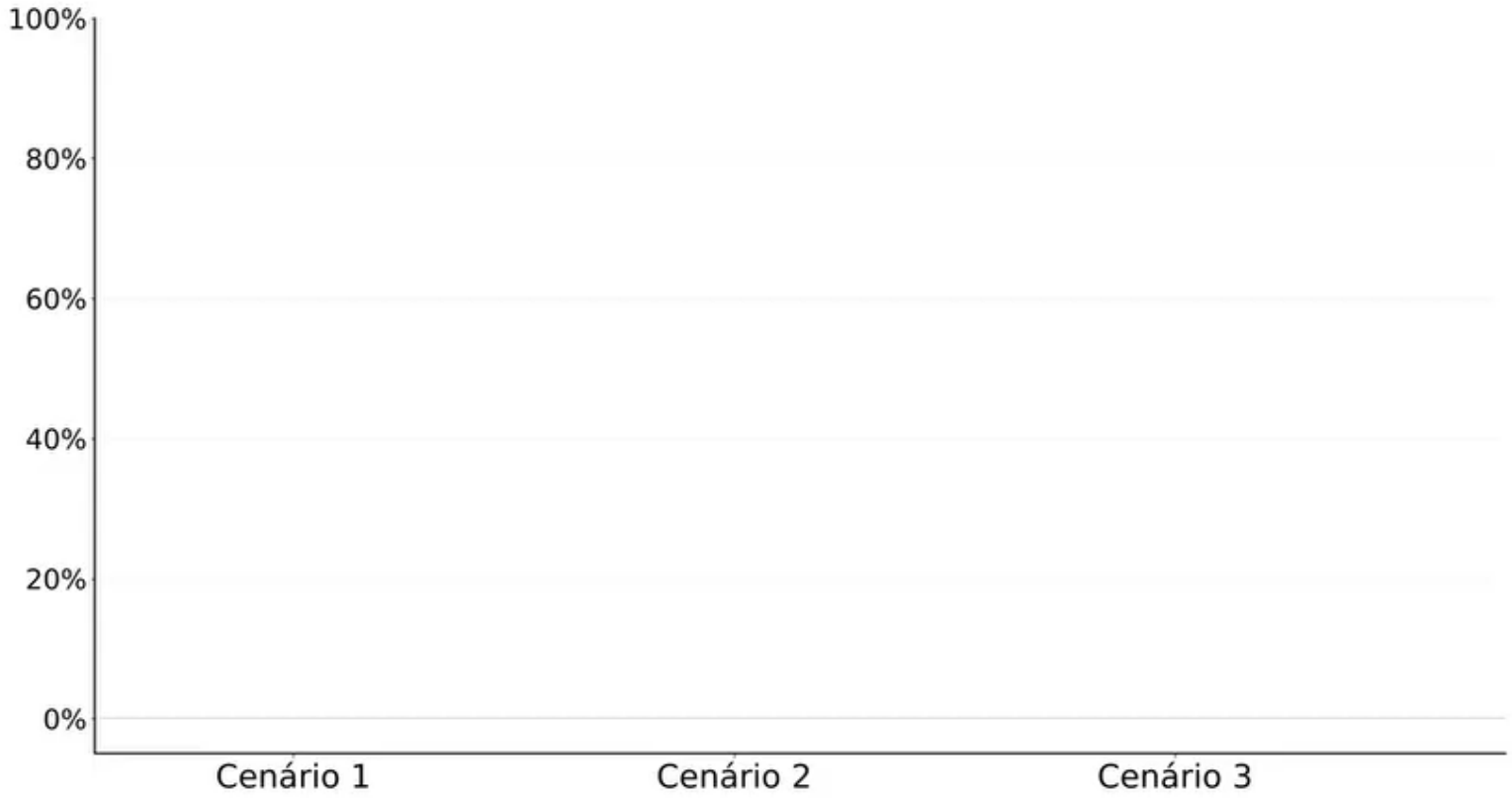
RESULTADOS



Fonte: A autora.

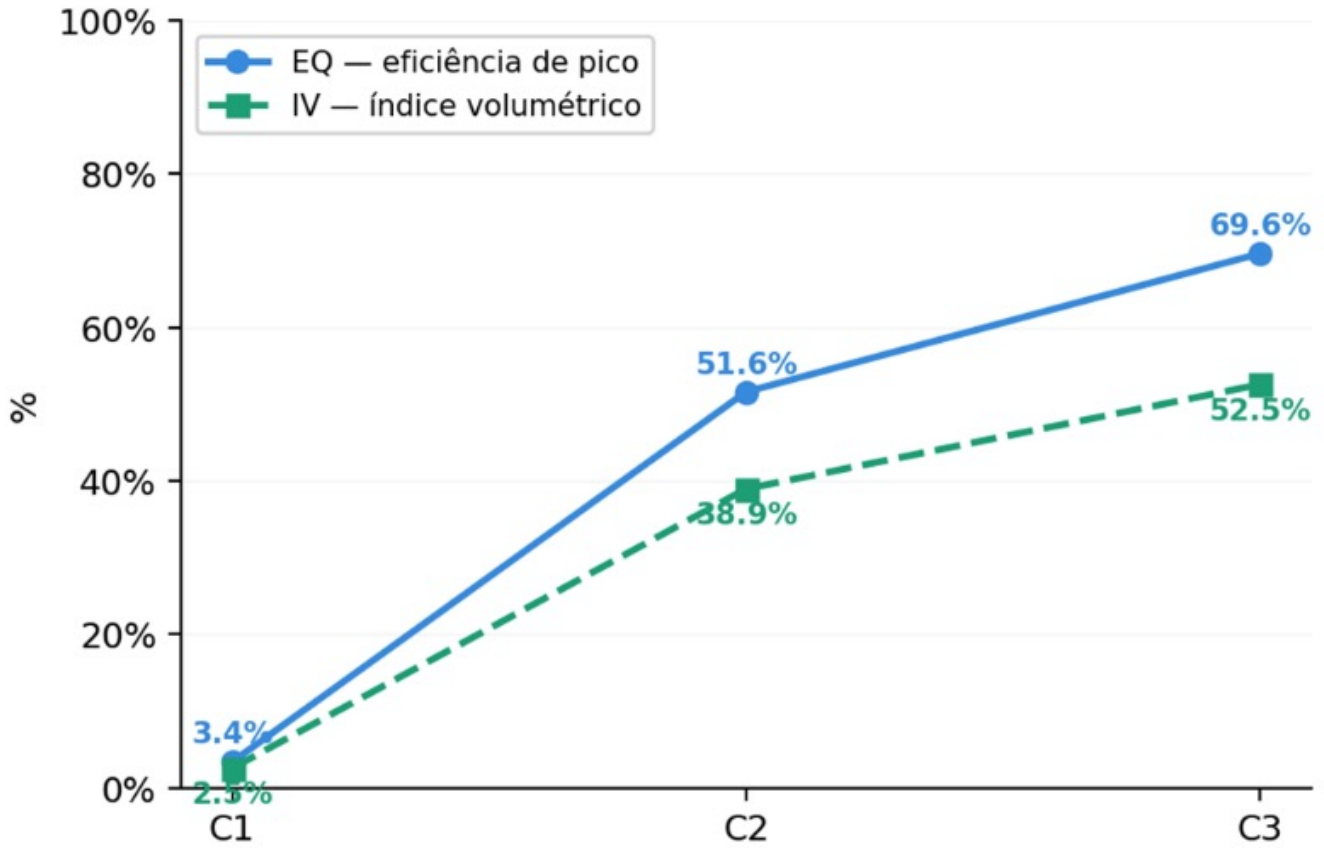
1 DADOS 2 MODELAGEM 3 PROPOSIÇÃO 4 BIM 5 ANÁLISE

RESULTADOS



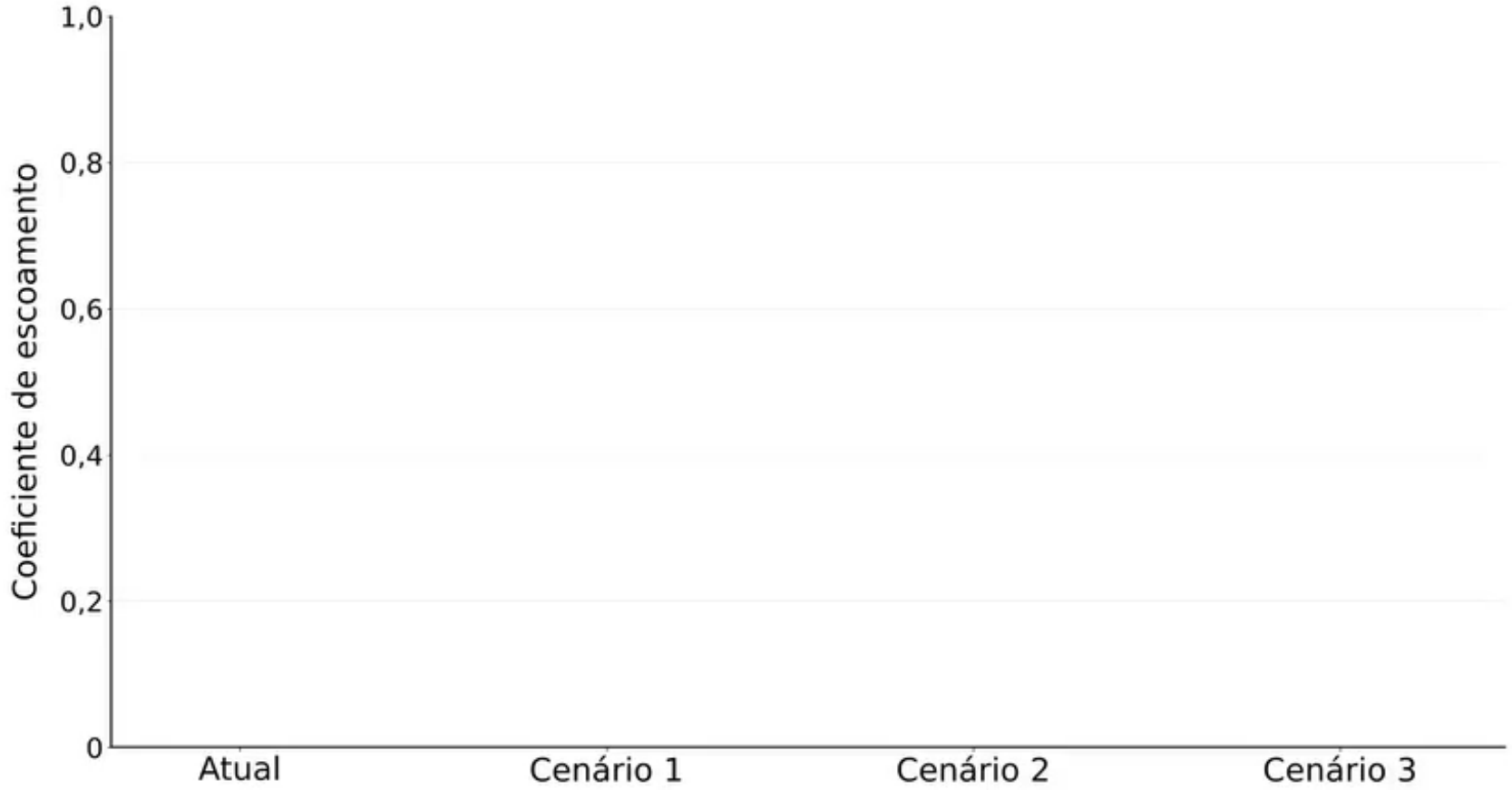
Fonte: A autora.

RESULTADOS



Fonte: A autora.

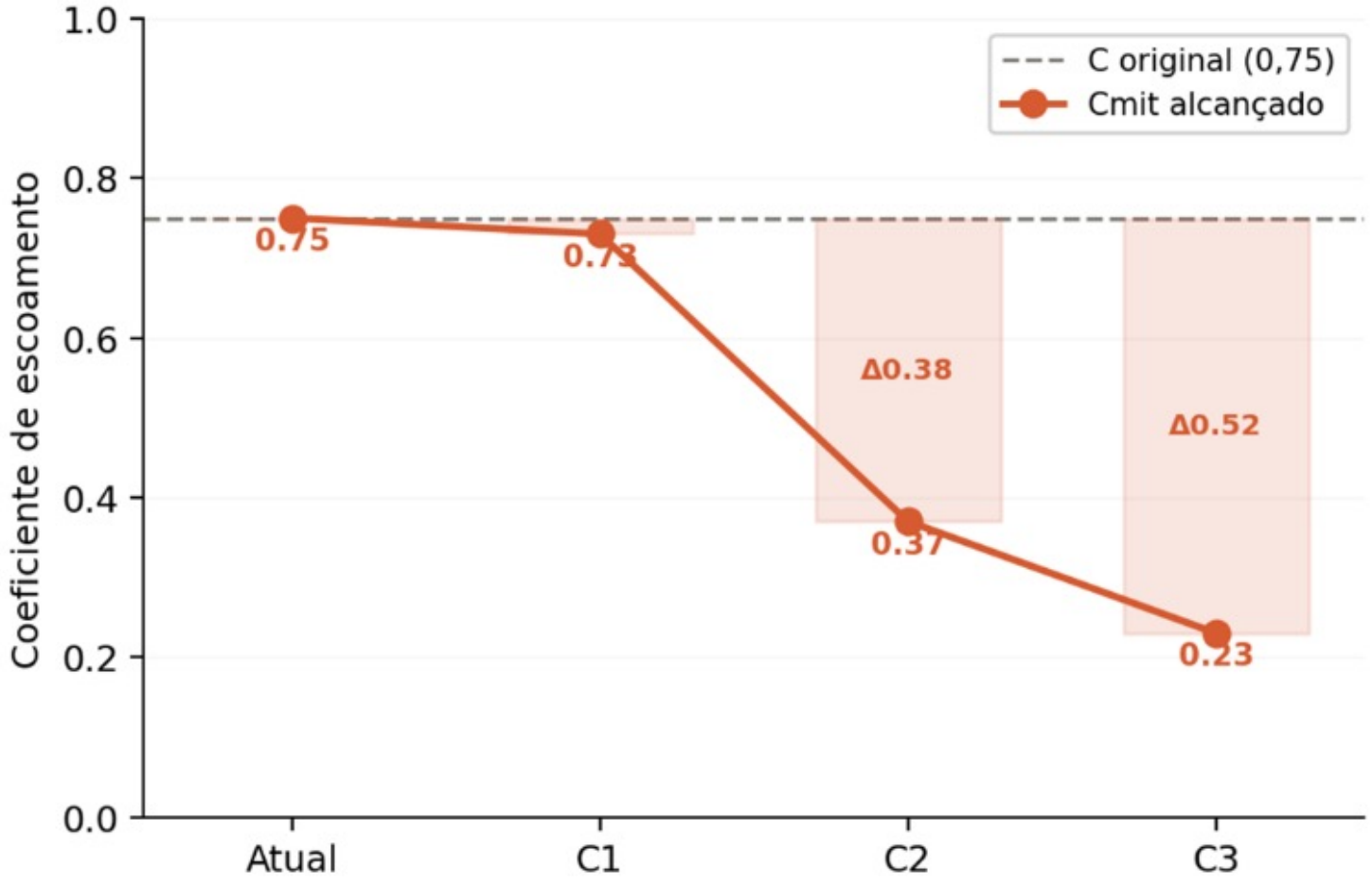
RESULTADOS



Fonte: A autora.

1 DADOS 2 MODELAGEM 3 PROPOSIÇÃO 4 BIM 5 ANÁLISE

RESULTADOS



Fonte: A autora.

DIMENSIONAMENTO

HIDROLÓGICO

Método Racional

Q = 4,47 m³/s

HIDRÁULICO

Equação de Manning

Q = 5,79 m³/s

$y_0/D,1 = 0,94$

Q = 4,63 m³/s

$y_0/D,2 = 0,75$

DIMENSIONAMENTO

HIDROLÓGICO

Método Racional

Q = 4,47 m³/s

HIDRÁULICO

Equação de Manning

Q = 5,79 m³/s

$y_0/D,1 = 0,94$

Q = 4,63 m³/s

$y_0/D,2 = 0,75$

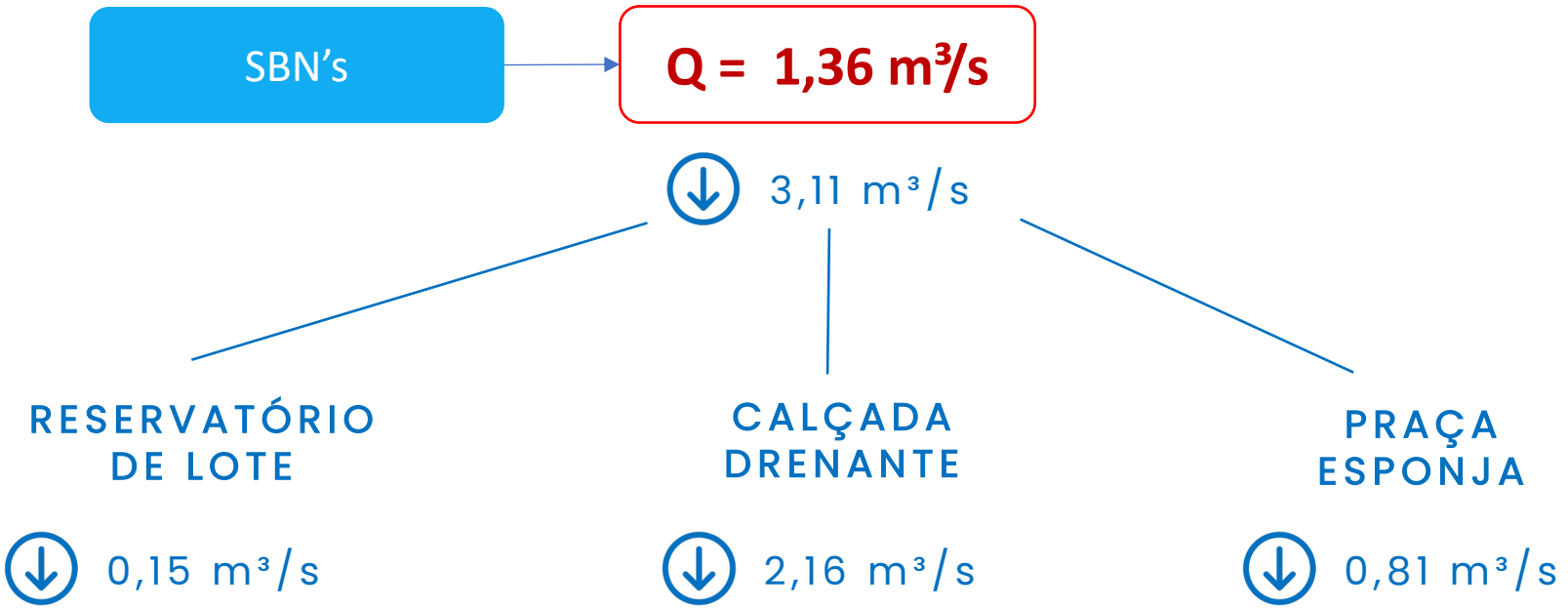
SBN's

Q = 1,36 m³/s

↓ 3,11 m³/s

1 DADOS 2 MODELAGEM 3 PROPOSIÇÃO 4 BIM 5 ANÁLISE

DIMENSIONAMENTO



1 DADOS 2 MODELAGEM 3 PROPOSIÇÃO 4 BIM 5 ANÁLISE

RESULTADOS

69,6%

Redução da
vazão de pico

1 DADOS 2 MODELAGEM 3 PROPOSIÇÃO 4 BIM 5 ANÁLISE

RESULTADOS

69,6%

Redução da vazão de pico

2.344 m³

Volume Retido pelas SbN

1 DADOS 2 MODELAGEM 3 PROPOSIÇÃO 4 BIM 5 ANÁLISE

RESULTADOS

69,6%

Redução da vazão de pico

2.344 m³

Volume Retido pelas SbN

0,75 → 0,23

Redução do Coeficiente C

1 DADOS 2 MODELAGEM 3 PROPOSIÇÃO 4 BIM 5 ANÁLISE

RESULTADOS

69,6%

Redução da vazão de pico

4,47 m³/s

Vazão máxima de projeto

2.344 m³

Volume Retido pelas SbN

0,75 → 0,23

Redução do Coeficiente C

1 DADOS 2 MODELAGEM 3 PROPOSIÇÃO 4 BIM 5 ANÁLISE

RESULTADOS

69,6%

Redução da vazão de pico

4,47 m³/s

Vazão máxima de projeto

2.344 m³

Volume Retido pelas SbN

4,63 m³/s

Capacidade Operacional

0,75 → 0,23

Redução do Coeficiente C

1 DADOS 2 MODELAGEM 3 PROPOSIÇÃO 4 BIM 5 ANÁLISE

RESULTADOS

69,6%
Redução da vazão de pico

2.344 m³
Volume Retido pelas SbN

0,75 → 0,23
Redução do Coeficiente C

4,47 m³/s
Vazão máxima de projeto

↓

4,63 m³/s
Capacidade Operacional

↓

1,36 m³/s
Nova vazão de pico após redução das SbN

1 DADOS 2 MODELAGEM 3 PROPOSIÇÃO 4 BIM 5 ANÁLISE

RESULTADOS

69,6%
Redução da vazão de pico

2.344 m³
Volume Retido pelas SbN

0,75 → 0,23
Redução do Coeficiente C

4,47 m³/s
Vazão máxima de projeto

↓

4,63 m³/s
Capacidade Operacional

↓

1,36 m³/s
Nova vazão de pico após redução das SbN

Segurança Hidráulica

1 DADOS 2 MODELAGEM 3 PROPOSIÇÃO 4 BIM 5 ANÁLISE

RESULTADOS

69,6%
Redução da vazão de pico

2.344 m³
Volume Retido pelas SbN

0,75 → 0,23
Redução do Coeficiente C

4,47 m³/s
Vazão máxima de projeto

↓

4,63 m³/s
Capacidade Operacional

↓

1,36 m³/s
Nova vazão de pico após redução das SbN

Segurança Hidráulica

Complemento ao Sistema Existente

1 DADOS → 2 MODELAGEM → 3 PROPOSIÇÃO → 4 BIM → 5 ANÁLISE

RESULTADOS

69,6%
Redução da vazão de pico

2.344 m³
Volume Retido pelas SbN

0,75 → 0,23
Redução do Coeficiente C

4,47 m³/s
Vazão máxima de projeto

↓

4,63 m³/s
Capacidade Operacional

↓

1,36 m³/s
Nova vazão de pico após redução das SbN

- Segurança Hidráulica
- Complemento ao Sistema Existente
- Sinergia entre as Soluções

1 DADOS → 2 MODELAGEM → 3 PROPOSIÇÃO → 4 BIM → 5 ANÁLISE

Obrigada!



Encontro Técnico
AESABESP
37º Congresso Nacional
de Saneamento e
Meio Ambiente



Bruna Siqueira Aguiar
Engenheira Civil
brunasiqueira@alumni.usp.br
bruna.aguiar@engecorps.com.br

Whatsapp: (15) 997195918