

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

MAYRA GUARNIERI

**DIAGNÓSTICO DE REVITALIZAÇÃO DE UM FUNDO DE VALE:
ESTUDO DE CASO PARQUE DA RAPOSA**

APUCARANA – PR

2021

MAYRA GUARNIERI

**DIAGNÓSTICO DE REVITALIZAÇÃO DE UM FUNDO DE VALE:
ESTUDO DE CASO PARQUE DA RAPOSA**

**DIAGNOSIS OF THE REVITALIZATION OF A VALLEY FUND:
PARQUE DA RAPOSA CASE STUDY, APUCARANA – PR.**

Trabalho de Conclusão de curso, apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil da Coordenação de Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.^a Dra. Andrea Sartori Jabur.

APUCARANA- PR

2021



[4.0 Internacional](http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

MAYRA GUARNIERI

**DIAGNÓSTICO DE REVITALIZAÇÃO DE UM FUNDO DE VALE:
ESTUDO DE CASO PARQUE DA RAPOSA**

Trabalho de Conclusão de curso, apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil da Coordenação de Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Data de aprovação: 10/Dezembro/2021

Andrea Sartori Jabur
Doutora em Engenharia Florestal
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Adriana Macedo Patriota Faganello
Doutora em Engenharia Civil
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Luiz Antonio Farani de Souza
Doutor em Métodos Numéricos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

APUCARANA- PR

2021

Dedico este trabalho à minha mãe, por todo incentivo e apoio nesta jornada, com sua garra, amor e dedicação, ela nunca deixou que desistisse desse sonho, mesmo nos momentos mais conturbados dessa trajetória.

AGRADECIMENTOS

A Deus, acima de tudo, pela oportunidade de existir e guiar meus passos, iluminando-me e conduzindo pelos melhores caminhos.

A minha família que sempre me apoiou e acreditou no meu potencial, me dando força e incentivo ao longo da graduação.

Dedico este trabalho também aos meus avós Francisco e Hermindo (in memoriam), que me ensinaram valores importantes para toda vida.

A minha orientadora Andréa, que desde meu primeiro semestre em Apucarana me acolheu e foi minha amiga, me dando o melhor suporte para toda graduação e conclusão deste trabalho.

A Kahuana e todos meus amigos que me apoiaram, me incentivaram e ajudaram nessa trajetória.

A todos meus professores da faculdade, que foram essenciais na minha trajetória acadêmica.

Enfim, a todos o meu muito obrigado por participarem desta importante fase da minha vida!

RESUMO

A restauração de rios urbanos e a prestação de serviços desses ecossistemas às cidades configuram-se como tendências, isso faz parte da revisão do pensamento humano relacionado às questões ambientais, enfatizando que as questões ambientais também são questões políticas e econômicas. Com o aumento das poluições se faz necessárias as revitalizações, que consistem na proteção e recuperação ambiental dos rios, na melhoria da qualidade da água para múltiplos fins através de ações integrais e melhoria das condições ambientais, por meio da utilização sustentável dos recursos naturais. Quando as pessoas percebem que lhes falta vitalidade, ou quando o espaço ocupado pelos rios no ambiente urbano se torna um obstáculo ao progresso, os rios urbanos são simplesmente eliminados da percepção pública. Ao se referir a processos de devolução de rios urbanos à cidade com qualidade, costuma-se haver vários nomes para essas iniciativas. A criação ou a expansão de cidades tem proposto ações que fogem dos princípios da proteção dos rios urbanos. A partir disso, este trabalho avaliou a revitalização feita no Parque da Raposa em Apucarana – PR no ano de 2019. Para isso, foi realizado um levantamento de dados do local em questão juntamente com dados da bacia hidrográfica que compõe o Parque, onde foram comparados os resultados obtidos com os existentes e por fim realizou-se os dimensionamentos destas a partir de métodos mais atuais e com auxílio de *softwares* para levantamentos mais precisos. A partir dos resultados obtidos, foi observado que a revitalização feita foi apenas para melhoria visual do local e não um estudo detalhado para melhorar o funcionamento da área em questão. Pois com os resultados obtidos, foi possível verificar que o canal existente não suporta a verdadeira vazão da bacia, o que futuramente pode ocorrer danos irreversíveis ao Parque da Raposa.

Palavras-chave: Revitalização. Melhoria da Qualidade da Água. Melhoria das Condições Ambientais. Parque da Raposa.

ABSTRACT

The restoration of urban rivers and the provision of services from these ecosystems to cities are trends, this is part of the review of human thought related to environmental issues, emphasizing that environmental issues are also political and economic issues. With the increase in pollution, revitalization is necessary, which consist of environmental protection and recovery of rivers, improvement of water quality for multiple purposes through comprehensive actions and improvement of environmental conditions, through the sustainable use of natural resources. When people perceive that they lack vitality, or when the space occupied by rivers in the urban environment becomes an obstacle to progress, urban rivers are simply eliminated from public perception. When referring to processes for returning urban rivers to the city with quality, there are usually several names for these initiatives. The creation or expansion of cities has proposed actions that go beyond the principles of protecting urban rivers. From this, this work evaluated the revitalization carried out in Fox Park in Apucarana - PR in the year 2019. For this, a survey of data of the place in question was carried out along with data from the hydrographic basin that makes up the Park, where they were compared the results obtained with the existing ones and, finally, the sizing of these was carried out using more current methods and with the aid of software for more accurate surveys. From the results obtained, it was observed that the revitalization carried out was only for visual improvement of the site and not a detailed study to improve the functioning of the area in question. Because with the results obtained, it was possible to verify that the existing channel does not support the true flow of the basin, which in the future may cause irreversible damage to the Fox Park.

Keywords: Revitalization. Improvement of Water Quality. Improvement of Environmental Conditions. Fox Park.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Revitalização	16
Figura 2 – Demarcação da Bacia Hidrográfica	20
Figura 3 - Perfil longitudinal da drenagem principal de uma bacia e localização dos pontos para cálculos de declividade média	22
Figura 4 - Sistema de Ordenamento dos Canais	23
Figura 5 - Diagrama das Metodologias Adotadas para Estimativa de Vazões Máximas	26
Figura 6 - Coeficiente de Distribuição da Chuva	30
Figura 7 - Canalização a Céu Aberto	31
Figura 8 - Tipos de Revestimentos para Canais	32
Figura 9 - Formato canal Parque da Raposa, Apucarana/PR	33
Figura 10 - Ilustração dos Conceitos de Restauração, Recuperação e Revitalização	38
Figura 11 - Antes, Durante e Depois	40
Figura 12 - Rio Cheonggyecheon – SEUL – Coreia do Sul	40
Figura 13 - Jardins Flutuantes	41
Figura 14 - Antes e Depois	42
Figura 15 - Antes e Depois da Revitalização	43
Figura 16 – Área ao Ar Livre	44
Figura 17 - Madrid Rio	44
Figura 18 - Pista de Caminhada	45
Figura 19 - Academia ao Ar Livre	46
Figura 20 – Espaço de Saúde e Bem-Estar	47
Figura 21 - Mural	47
Figura 22 - LID Aplicado a um Fundo de Vale com Residências	49
Figura 23 – Engenharia Rígida x Engenharia Flexível	50
Figura 24 - Delimitação da Bacia Hidrográfica em Estudo	52
Figura 25 - Estacionamento	54
Figura 26 - Lago do Parque da Raposa	54
Figura 27 - Entrada do Canal Hidráulico	55
Figura 28 - Canal Hidráulico	55
Figura 29 - Dissipador de Energia	56
Figura 30 - Parquinho	56
Figura 31 – Software Canal	60
Figura 32 – Zoneamento de Apucarana-PR	63
Figura 33 – Delimitação Áreas Conforme Impermeabilização	64
Figura 34 - Área Referente a Delimitação do Coeficiente C1	65
Figura 35 - Área Referente a Delimitação do Coeficiente C2	66
Figura 36 – Porcentagem Coeficiente de Distribuição da Chuva	67
Figura 37 – Resultado Vazão do Canal existente	69
Figura 38– Resultado Dimensionamento do Canal	70
Figura 39 – Condicionantes Parque da Raposa	71
Figura 40 – Zonas de Intervenção	71
Figura 41 – Zona 01: Acessos e Áreas de Interação Social	72
Figura 42 – Zona 02: Área de Caminhadas e Prática de Esportes	72
Figura 43 – Zona 03: Área de Banho, Quadras, Playground e Quiosques	73

Figura 44 – Logotipo Parque da Raposa.....	73
Figura 45 – Canalização com Gabiões.....	74
Figura 46 – Canalização com Integração ao Parque.....	74

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Recomendações para Valores de Períodos de Retorno.....	27
Quadro 2 - Coeficiente Volumétrico $C2$	29
Quadro 3 – Grau de Impermeabilização do Solo em Função do seu Uso	29
Quadro 4 – Canalizações e Suas Características	31
Quadro 5 – Coeficiente de Rugosidade de Manning	36
Quadro 6 – Limites Superiores para Velocidade em Canais.....	36
Quadro 7 – Elementos Hidráulicos Característicos de Diferentes Tipos de Seções Transversais	37
Quadro 8 – Materiais Utilizados	51
Quadro 9 – Características da Bacia Hidrográfica	57
Quadro 10 – Equação Utilizada para Cálculo do Tempo de Concentração	57
Quadro 11 – Equação Utilizada para Estimativa da Precipitação Máxima	58
Quadro 12 – Equação Utilizada para Cálculo da Vazão de Projeto.....	58
Quadro 13 – Equações para Dimensionamento do Canal	59
Quadro 14 – Características da Bacia Hidrográfica	61
Quadro 15 – Resultado Obtido para Tempo de Concentração.....	62
Quadro 16 – Resultado Obtido para Intensidade de Chuva	62
Quadro 17 – Resultado Vazão de Projeto	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados Relevantes	53
--	-----------

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVO GERAL	17
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	17
3. JUSTIFICATIVA	18
4. REFERENCIAL TEÓRICO	19
4.1 DELIMITAÇÃO	19
4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA	21
4.3 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO	24
4.4 INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO	24
4.5 VAZÃO DE PROJETO	26
4.6 CANALIZAÇÃO	30
4.7 REVITALIZAÇÃO	37
4.7.1 Revitalização Rio Cheonggyecheon – SEUL – Coreia do Sul	39
4.7.2 Canal Paco – Filipinas	41
4.7.3 Rio Manzanares – Madrid Espanha	42
4.7.4 Parque dos 70 Anos – Apucarana – PR	45
4.7.5 Drenagem Sustentável	48
5. MATERIAIS E MÉTODOS	51
5.1 MATERIAIS	51
5.2 MÉTODOS	51
5.2.1 Área de Estudo	51
5.2.2 Área de Estudo Revitalização Atual	53
5.2.3 Morfometria	57
5.2.4 Cálculo do Tempo de Concentração	57
5.2.5 Cálculo da Intensidade de Precipitação	58
5.2.6 Cálculo Vazão de Projeto	58
5.2.7 Canalização	59
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	61
6.1 MORFOMETRIA	61
6.2 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO	61
6.3 INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO	62
6.4 VAZÃO DE PROJETO	62
6.4.1 Coeficiente De Escoamento Volumétrico	62

6.4.2 Coeficiente de Distribuição Espacial Da Chuva	66
6.4.3 Cálculo da Vazão de Projeto	67
6.5 CANALIZAÇÃO.....	68
6.6 REVITALIZAÇÃO	70
7. CONCLUSÃO	75
8. REFERÊNCIAS	76
ANEXO A – FOLDER DIRETRIZES DE PROJETO PARQUE DA RAPOSA ...	80

1 INTRODUÇÃO

Os rios são fonte de vida além de terem grande importância cultural, social, econômica e histórica, sendo fundamental sua preservação. No entanto, os rios estão cada vez mais sujeitos à degradação causada pelo homem (ARANTES; GUARNIERI, 2017).

As atividades humanas insustentáveis têm um impacto muito negativo na natureza, e os rios absorvem esses impactos. A descarga de esgoto doméstico e resíduos industrial sem tratamento adequado, o corte das matas ciliares que protegem os rios e a geração de eletricidade a partir de combustíveis fósseis podem causar chuva ácida. Esses são alguns dos problemas que os rios recebem da sociedade humana. Além de se tornarem multiplicadores de doenças, também podem levar à destruição do ecossistema existente e à extinção de toda relação trófica daquele meio, causadas pelo excesso de nutrientes, levando ao crescimento de algas e ainda a um ambiente com deficiência de oxigênio (MACHADO et al., 2010).

Portanto, conforme Alencar (2017) não há como medir a importância da manutenção da qualidade da água, mas o que se tem visto na prática não reflete isso. O acesso à água potável não é uma realidade consistente em todo o mundo.

Com o aumento das poluições se faz necessárias as revitalizações, que consistem na proteção e recuperação ambiental dos rios, na melhoria da qualidade da água para múltiplos fins através de ações integrais e melhoria das condições ambientais, por meio da utilização sustentável dos recursos naturais (ARANTES; GUARNIERI, 2017).

Segundo Machado et al., (2010) ao se referir a processos de devolução de rios urbanos à cidade com qualidade, costuma-se haver vários nomes para essas iniciativas. Porém é importante ressaltar que por mais diferentes que sejam os conceitos relacionados a esses processos, o objetivo principal de melhorar a qualidade dos ecossistemas urbanos deve ser um guia para a ação.

A criação ou a expansão de cidades tem proposto ações que fogem dos princípios da proteção dos rios urbanos. Geralmente, esses rios são usados para o chamado abastecimento público ou descarga de águas residuais. Quando as pessoas percebem que lhes falta vitalidade, ou quando o espaço ocupado pelos rios no ambiente urbano se torna um obstáculo ao progresso, os rios urbanos são simplesmente eliminados da percepção pública. Alguns tipos de obras, como as canalizações, têm sido realizados para retirar o rio da paisagem urbana e, ao mesmo

tempo, transferir os efeitos de seus problemas e doenças (como enchentes e poluição) para outras partes da cidade (GARCIA; AFONSO, 2013).

A restauração de rios urbanos e a prestação de serviços desses ecossistemas às cidades configuram-se como tendências, isso faz parte da revisão do pensamento humano relacionado às questões ambientais, enfatizando que as questões ambientais também são questões políticas e econômicas. “ Destruir um rio é muito fácil; recuperá-lo é muito difícil. ” (MACHADO et al., 2010 p.14)

Sendo assim, o presente trabalho busca estudar a revitalização existente no Parque da Raposa na cidade de Apucarana-PR, observando as modificações feitas no local. O estudo de caso pretende mostrar os caminhos para realizar uma revitalização de forma correta e buscar soluções e alternativas sustentáveis para que o local volte a ser frequentado pela população, como mostra a Figura 1.

Figura 1 – Revitalização



Fonte: Nascimento (2018)

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral é realizar o diagnóstico hidrológico e hidráulico e com elaboração de um projeto da revitalização do Parque da Raposa, localizada na bacia hidrográfica Ribeirão Raposa na cidade de Apucarana, Paraná.

2.2 Objetivo específico

Os objetivos específicos são:

- Realizar a caracterização hidráulica e hidrológica da área de estudo;
- Analisar a revitalização existente desde 2020;
- Avaliação do diagnóstico local e
- Elaboração de um protótipo de revitalização de fundo de vale.

2 JUSTIFICATIVA

Para as cidades e o meio ambiente, os fundos de vale são espaços naturais com recursos importantes para a manutenção. São vários os benefícios que esses espaços proporcionam. Quando são utilizados nas políticas públicas de urbanização e adequação de uso, os mesmos têm impacto nos centros urbanos, na vegetação e nos ecossistemas locais. Projetos adequados são responsáveis por garantir a proteção vegetal da área do fundo de vale e dos recursos hídricos, mas a manutenção contínua torna um espaço de alta qualidade para a vida urbana e o meio ambiente em benefício do bem-estar e interação social com recursos de lazer e conforto ambiental da cidade (ARANTES; GUARNIERI, 2017).

Com o desenvolvimento descontrolado das cidades, a degradação ambiental é particularmente significativa, principalmente dos recursos hídricos relacionados, o que leva à degradação ambiental, que por sua vez afeta a qualidade social e o conforto urbano (MACHADO et al., 2010).

Portanto, é de extrema importância a realização do estudo da área antecedente qualquer alteração, pois com os dados precisos são realizadas melhores soluções para a área em questão, podendo-se evitar, assim, que ocorram problemas futuros.

Constitui-se em uma ferramenta para a administração de qualquer área geográfica, fornecendo subsídios para o planejamento e desenvolvimento de mecanismos de gestão capazes de garantir a manutenção de padrões adequados de qualidade ambiental e possibilitar o uso múltiplo e racional dos recursos hídricos e ambientais presentes na bacia.

Com base no estudo da interação de elementos físicos e biológicos e elementos sociais e culturais, é importante explicar a qualidade do sistema ambiental ou área de bacia hidrográfica.

É importante estudar os agentes causadores das modificações e degradação ambiental para desenvolver planos de educação ambiental para a população urbana, para promover o adequado saneamento ambiental do município, promovendo o bem-estar social e contribuindo para a minimização dos impactos ambientais da bacia hidrográfica para seu uso sustentável.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Para os estudos de gestão e projetos em bacias hidrográficas, é obrigatório o engenheiro ou técnico ter o conhecimento da característica morfometria da bacia em estudo. A morfometria irá auxiliar na escolha dos métodos de determinação chuva-vazão e a interação entre a característica física e o uso do solo. A seguir serão descritos os parâmetros principais de morfometria.

4.1 Delimitação

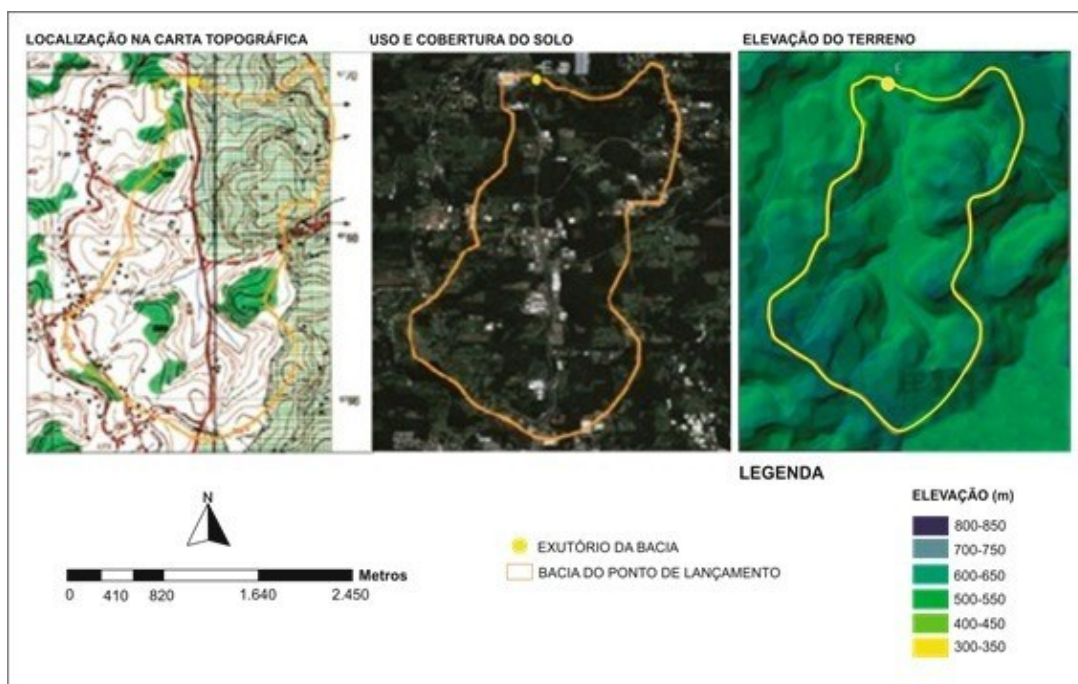
Uma bacia hidrográfica é geralmente definida por um curso d'água, um ponto ou seção transversal do curso d'água, que pode ser chamado de exutório e informações sobre o relevo. Usando informações topográficas geralmente obtidas de mapas topográficos, é possível a identificação dos divisores de água (TUCCI, 2001).

A bacia hidrográfica é uma linha imaginária no relevo que divide o fluxo das águas pluviais. Do ponto de vista da bacia hidrográfica, a corrente é divergente. Quando o relevo é apresentado na forma de curvas de nível, o divisor de água pode ser traçado do ponto mais alto ao ponto mais baixo, imaginando a direção do fluxo da água na superfície. A bacia hidrográfica sempre cruza o contorno em ângulos retos (COLLISCHONN; DORNELLES, 2013).

Segundo Nicolete et al. (2015), a demarcação da bacia hidrográfica é feita manualmente, em mapa topográfico impresso em papel ou em formato digital, onde se busca tentar traçar uma linha para representar a linha divisória da bacia hidrográfica. É através deste procedimento que são definidas as unidades de análise, investigação e quantificação dos fenômenos hidrológicos, bem como a aplicação de ferramentas que visam regular o uso, proteção e recuperação dos recursos hídricos.

A bacia hidrológica é constituída por um conjunto de encostas formadas pela superfície do solo e uma rede de drenagem formada por canais de água que se fundem até atingirem uma única camada na saída (TUCCI, 2001). Na Figura 2, é possível visualizar a demarcação da bacia hidrográfica a partir de mapas militares e modelos digitais de elevação.

Figura 2 – Demarcação da Bacia Hidrográfica



Fonte: Finkler (2016)

Segundo Finkler (2016), para a delimitação manual de uma bacia hidrográfica, inicialmente temos que definir o ponto de partida (exutório) da bacia definida, localizado na parte inferior do trecho do divisor principal. Reforçar a marcação dos principais cursos de água e afluentes. Em seguida, no topo da montanha, deve-se verificar que a água da chuva que cai no lado interno da divisa irá, na verdade, fluir pelo solo para a parte inferior, verticalmente através da linha de contorno, e fluir em direção à corrente em estudo. Se a inclinação do terreno é oposta à da bacia, é porque pertence a outra bacia. Para facilitar o delineamento dos limites, devemos distinguir o talvegue das bacias hidrográficas. Os talvegues são depressões (vales), representados graficamente, em que a curva horizontal apresenta uma curvatura oposta à direção do declive do terreno, indicando que há concentração de escoamento nesses locais. O divisor de águas é representado pelo recíproco do talvegue, onde a curva de contorno se curva em direção ao declive do terreno. E por fim a delimitação da bacia deve retornar ao ponto de partida.

4.2 características físicas de uma bacia hidrográfica

Para este trabalho foi utilizado as seguintes denominações:

Área da bacia: Segundo Tucci (2001) a área é a base para definir o potencial de geração de escoamento de uma bacia hidrográfica pois o seu valor multiplicado pelas chuvas fortes define a quantidade de água recebida pela bacia. É obtido pela projeção vertical da linha da bacia no plano horizontal. A área da bacia é expressa em hectares (ha) ou quilômetros quadrados (km²), que pode ser calculada a partir de um mapa digital usando um plano ou usando ferramentas computacionais SIG (Sistema de Informação Geográfica).

Comprimento do rio principal (L): Determinado a partir da seção longitudinal do canal medindo o comprimento do trecho entre a nascente mais distante e o exutório (TUCCI, 2004, apud FINKLER, 2016).

Declividade: Conforme Collischonn e Dornelles (2013), a inclinação média da bacia e os principais cursos d'água também são características que afetam diretamente o tempo que a água percorre ao longo da bacia. Recomenda-se estimar o sistema de drenagem principal com base na diferença de altura entre os dois pontos ligeiramente a jusante do ponto de partida da rede de drenagem na parte superior da bacia e ligeiramente a montante do exutório. Portanto, a inclinação calculada (Equação 1) usa dois pontos, sendo que o primeiro ponto está localizado a 10% da distância total da saída à fonte (P_{10}), e o segundo ponto está localizado a 85% da distância total da saída à fonte (P_{85}) como mostra a Figura 3.

$$S_{85-10} = \frac{Z_{85} - Z_{10}}{0,75 \times L} \quad (1)$$

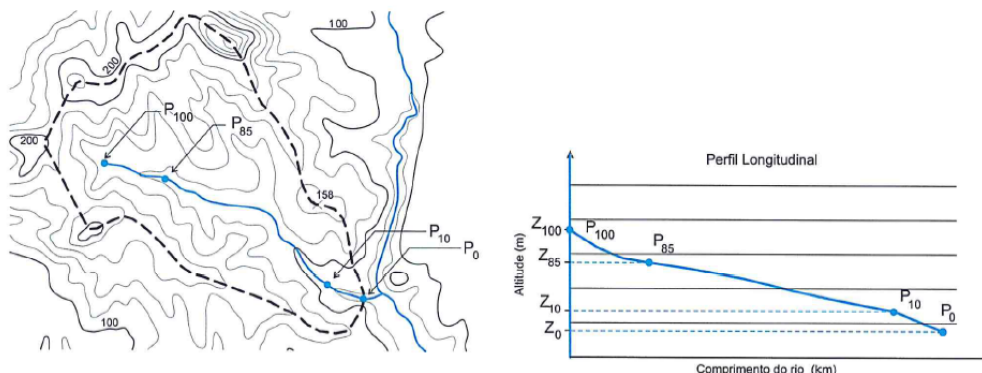
Onde:

Z_{85} – É a altitude do ponto P_{85} ;

Z_{10} – É a altitude do ponto P_{10} ; e

L – É o comprimento da drenagem principal, desde P_0 até P_{100} .

Figura 3 - Perfil longitudinal da drenagem principal de uma bacia e localização dos pontos para cálculos de declividade média



Fonte: Collischonn; Dornelles (2013)

Forma da bacia: O formato da superfície da bacia é importante porque o tempo de concentração definido ao longo do tempo desde o início da precipitação é necessário para que toda a bacia contribua com a parte pesquisada, ou seja, a água atinge sua saída a partir do limite da bacia (VILLELA; MATTOS, 1975).

Uma bacia mais circular fará com que o escoamento seja naturalmente concentrado no tempo, porque o escoamento de um grande número de afluentes tende a atingir a saída aproximadamente ao mesmo tempo. Por outro lado, em uma bacia delgada, o fluxo relativamente lento dos principais cursos de água, mais longo do que todos os outros afluentes, irá dominar (COLLISCHONN; DORNELLES, 2013).

Fator de forma: Corresponde à razão entre a área da bacia hidrográfica e o quadrado do comprimento axial medido do exutório até a fonte mais distante ao longo do curso d'água principal como mostra a Equação 2 (VILLELA; MATTOS, 1975).

$$K_f = \frac{A}{L^2} \quad (2)$$

Onde:

A —É a área da bacia hidrográfica (km²); e

L —É o comprimento axial da bacia (km).

Com o valor obtido pela Equação 2, pode-se saber também se a bacia tem tendência de inundação maior, mediana ou menor, seguindo os parâmetros desse fator:

$K_f < 0,5$ – não sujeito a enchentes

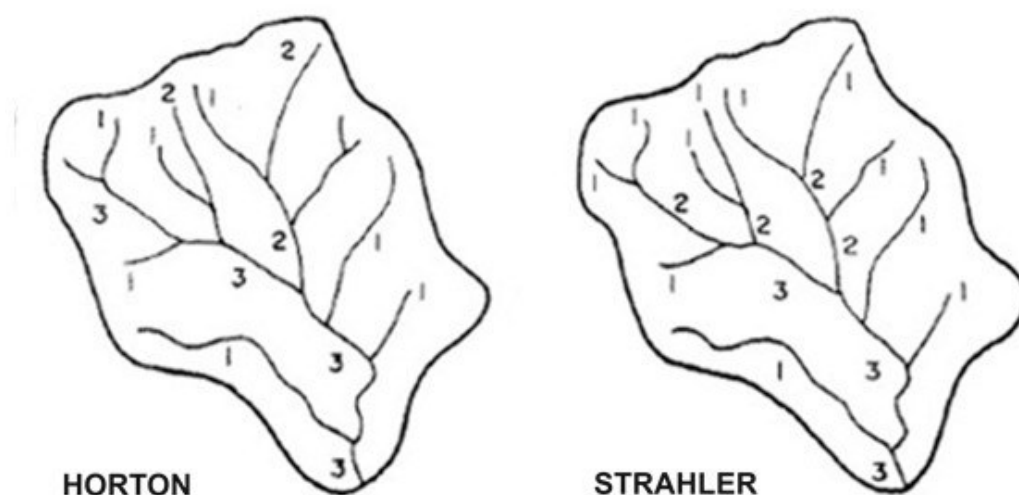
$0,5 < K_f < 0,75$ – tendência mediana

$K_f > 0,75$ – nsujeito à enchentes

Ordem dos cursos de água: as bacias hidrográficas também são descritas em termos da forma e das características das redes de drenagem. Um dos recursos de rede de drenagem mais comumente usados é o ordenamento de cursos d'água. As redes de drenagem de rios em bacias hidrográficas podem ser classificadas de acordo com os níveis, o mais comumente usados é o de Horton modificado por Strahler (COLLISCHONN; DORNELLES, 2013).

A corrente formada é considerada de primeira ordem, ou seja, um pequeno canal sem afluentes, ao adicionar um canal de primeira ordem, forma-se um de dois estágios. Dois rios de segundo nível se encontram para formar um rio de terceiro nível, e assim por diante, conforme Figura 4 (VILLELA; MATTOS, 1975).

Figura 4 - Sistema de Ordenamento dos Canais



Fonte: Tucci (2001)

Deve-se notar que, ao contrário das características quantitativas de área da bacia, declive, extensão e tempo de concentração, a ordem de Strahler é um método mais qualitativo para caracterizar o tamanho dos rios ou hidrovias dentro de um determinado trecho (COLLISCHONN; DORNELLES, 2013).

4.3 Tempo de concentração

O tempo de concentração de uma bacia hidrográfica é definido como o tempo de percurso das gotas de chuva que atingem as áreas mais remotas da bacia, desde o momento em que começa a fluir até o momento em que atinge o exutório. Este tempo depende da distância total que a água deve percorrer e da velocidade do fluxo de água. Portanto, o tempo de concentração em grandes bacias é maior, e a água deve passar dezenas ou centenas de quilômetros, enquanto o tempo de concentração em bacias pequenas é menor (COLLISCHONN; DORNELLES, 2013).

A equação que será utilizada para o tempo de concentração será a Equação de Carter (Equação 3), que foi desenvolvida para estimar o tempo de concentração em bacias urbanas.

$$t_c = 5,96 \times \frac{L^{0,6}}{S^{0,3}} \quad (3)$$

Onde:

t_c – É o tempo de concentração (min);

L – É o comprimento do curso d'água principal (km); e

S – É a declividade do curso d'água principal (adimensional).

4.4 Intensidade de precipitação

De acordo com o Guia Prático para Projetos de Pequenas Obras Hidráulicas (2005), a estimativa da intensidade da precipitação é realizada através de análises estatísticas relativas às

séries de dados pluviométricos na área de estudo. Dados envolvendo longos períodos de tempo permitem que a frequência seja considerada como probabilidade, levando ao traçado da "Curva I-D-F", que representa as três características básicas da chuva: intensidade, duração e frequência.

A curva IDF é diferente em diferentes lugares e períodos de tempo, por serem definidas a partir de dados de um pluviógrafo instalado na região da bacia hidrográfica. Porém, pode ser escrita de forma gráfica, como mostra a Equação 4:

$$I = \frac{a \times Tr^b}{(t_d + c)^d} \quad (4)$$

Onde:

I – É a intensidade da chuva (mm/h);

a, b, c e d – São parâmetro característicos da IDF de cada local;

Tr – É o tempo de retorno (anos); e

t_d – É a duração da precipitação (min).

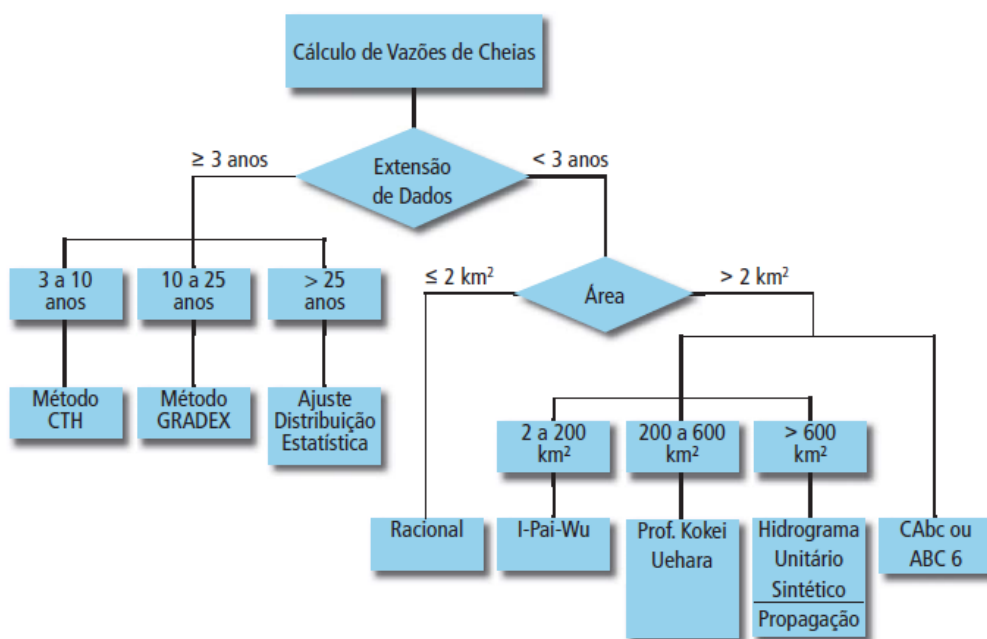
Conforme mencionado acima, quando dados históricos de precipitação estão disponíveis, o comportamento da precipitação pode ser descrito matematicamente, como no caso de Apucarana. O modelo desenvolvido para a região de Apucarana, relacionando intensidade, frequência e duração das chuvas, resultou na Equação 5 (FENDRICH, 2003 apud FESTI, 2007):

$$I = \frac{1301,07 \times Tr^{0,177}}{(t_d + 15)^{0,836}} \quad (5)$$

4.5 Vazão de projeto

O método de estimar a quantidade máxima de chuva depende do tamanho da bacia (Figura 5). Em bacias muito pequenas, um método chamado método racional pode ser usado. Em bacias hidrográficas maiores, os modelos de conversão chuva-vazão são frequentemente usados, e esses modelos geralmente são baseados em métodos eficazes de cálculo de chuva trecho. O método de estimar o fluxo máximo de chuva é particularmente importante no processo de bacia hidrográfica urbana e urbanização. Esses métodos podem ser usados para prever o fluxo máximo em cenários de desenvolvimento alternativos com diferentes graus de urbanização (COLLISCHONN; DORNELLES, 2013).

Figura 5 - Diagrama das Metodologias Adotadas para Estimativa de Vazões Máximas



Fonte: DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica do estado de São Paulo, 2005)

Segundo o Guia para Projetos de Pequenas Obras Hidráulicas (2005), para o cálculo da vazão de projeto, outro ponto importante de se comentar é o período de retorno, que representa o risco a ser assumido no dimensionamento de uma obra hidráulica. É importante observar que antes de escolher o período de reprodução do tamanho da obra, deve-se primeiro

analisar os danos tangíveis e intangíveis que podem ser causados por grandes eventos, como inundações (Quadro 1).

Quadro 1 – Recomendações para Valores de Períodos de Retorno

OBRA	SEÇÃO GEOMÉTRICA		TR (anos) Área urbana
Canalizações	A céu aberto	Trapezoidal	50
		Retangular	100
	Contorno fechado		100
Travessias: pontes, bueiros e estruturas afins	Qualquer		100

Fonte: Adaptado de DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica do estado de São Paulo, 2005).

Após ter estabelecido o período de retorno (Tr) e com o valor calculado da duração da chuva crítica (tc), se obtém a intensidade de chuva de projeto (I). E com isso é possível calcular a vazão de projeto pelo método escolhido.

O método I-Pai-Wu (Equação 6) é derivado do Método Racional e está bastante aprimorado, sendo adequado para bacias com área de 2 a 200km². Portanto, como a bacia estuda é de área entre este intervalo, será este o método utilizado.

$$Q = 0,278 \times C^* \times i \times A^{0,90} \times K \quad (6)$$

Onde:

Q – É a vazão de pico (m³/s);

C^* – É o coeficiente de escoamento superficial (adimensional);

i – É a intensidade de chuva (mm/h);

A – É a área da bacia (km^2); e

K – É o coeficiente de distribuição espacial da chuva (adimensional).

O coeficiente de escoamento superficial “ C^* ”, pelo método do I-Pai-Wu, difere do método racional e este é obtido pela Equação 7:

$$C^* = \frac{2}{(1+F)} \times \frac{C_2}{C_1} \quad (7)$$

Onde:

F – É o fator de forma da bacia (adimensional);

C_1 – É o coeficiente de forma (adimensional); e

C_2 – É o coeficiente volumétrico de escoamento (adimensional).

O coeficiente de forma “ C_1 ” é dado pela Equação 8:

$$C_1 = \frac{4}{2+F} \quad (8)$$

Onde:

F – É o fator de forma (adimensional).

O coeficiente volumétrico C_2 é obtido em função do grau de impermeabilização da superfície, que irá depender o grau de impermeabilização da área de estudo. O Quadro 2 apresenta os valores do coeficiente C_2 .

Quadro 2 - Coeficiente Volumétrico C_2

GRAU DE IMPERMEABILIZAÇÃO DA SUPERFÍCIE	COEFICIENTE VOLUMÉTRICO DE ESCOAMENTO
Baixo	0,2 a 0,3
Médio	0,4 a 0,5
Alto	0,7 a 0,8

Fonte: Município de São Paulo (1999)

Conforme diretrizes de projeto para estudos hidrológicos – Método de “I-Pai-Wu” (1999), a quantidade de água da chuva que penetra no solo depende de quão impermeável ele é. O grau de impermeabilidade do solo é classificado de acordo com o conhecimento do uso do solo, grau de urbanização, cobertura vegetal e tipo de solo, como mostra o Quadro 3.

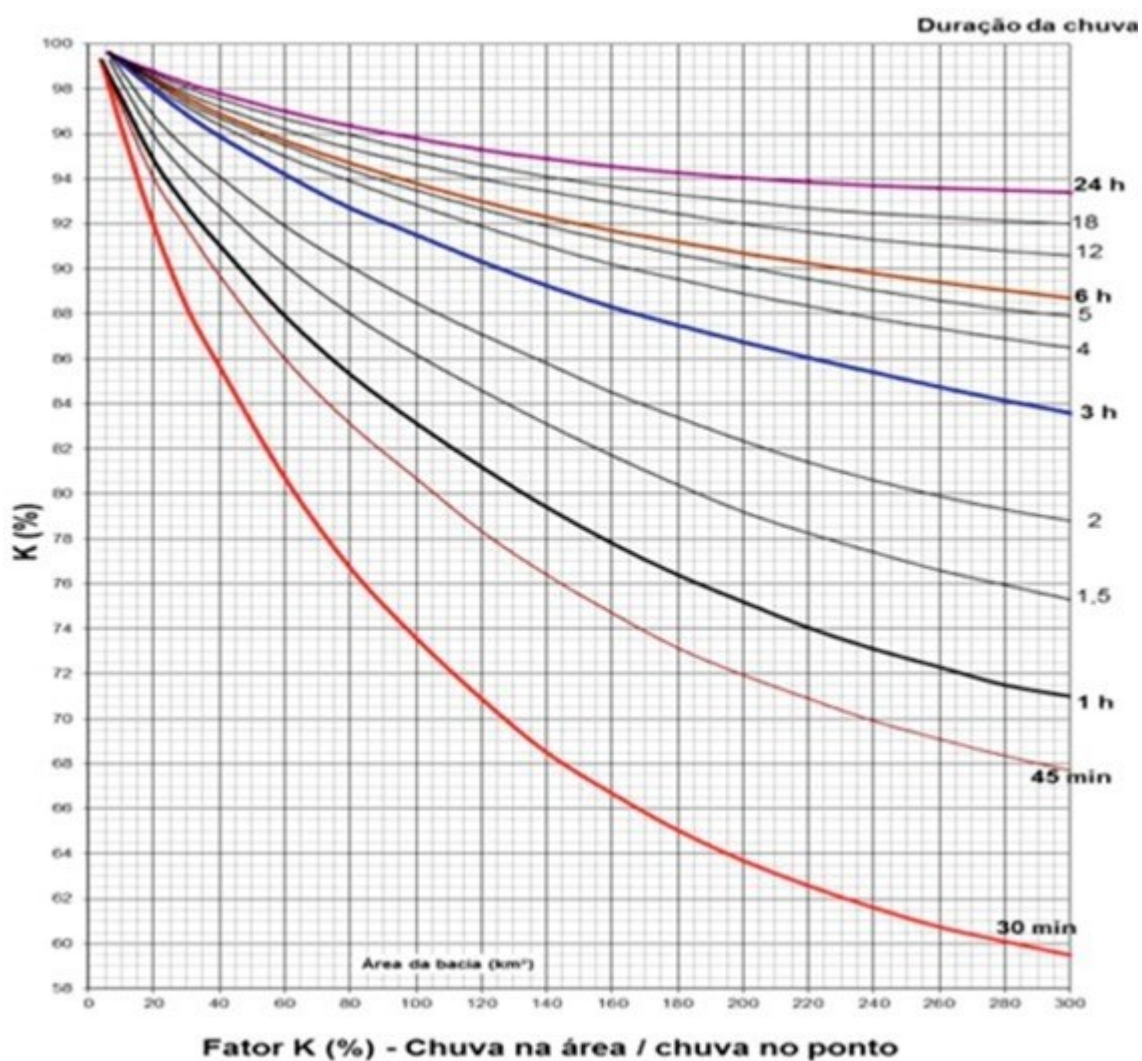
Quadro 3 – Grau de Impermeabilização do Solo em Função do seu Uso

GRAU DE IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO	COBERTURA OU TIPO DE SOLO	USO DO SOLO OU GRAU DE URBANIZAÇÃO
Baixo	*com vegetação rala e/ou esparsa *solo arenoso seco *terrenos cultivados	*zonas verdes não urbanizadas
Médio	*terrenos com manto fino de material poroso *solos com pouca vegetação *gramados amplos *declividades médias	*zona residencial com lotes amplos (maior que 1000m ²) *zona residencial rarefeita
Alto	*terrenos pavimentados *solos argilosos *terrenos rochosos estéreis ondulados *vegetação quase inexistente	*zona residencial com lotes pequenos (100 a 1000m ²)

Fonte: Município de São Paulo (1999)

O coeficiente de distribuição espacial da chuva “K” é obtido através do ábaco, Ele apresenta a relação entre a chuva em um ponto e a chuva na área, em função da área e da duração da chuva, conforme Figura 6.

Figura 6 - Coeficiente de Distribuição da Chuva



Fonte: ASCE (1997) apud JOSA (2020)

4.6 Canalização

Conforme o Guia Prático para Projetos de Pequenas Obras Hidráulicas (DAEE, Departamento de Águas e Energia Elétrica do estado de São Paulo, 2005), canalização é uma modificação ou alteração feita em rios, ribeirões e córregos. O canal inclui um corpo d'água que

cobre as margens e/ou fundo do rio, com o objetivo de aumentar o fluxo das águas das enchentes e, assim, aumentar a produção de sedimentos. Essas modificações são permitidas em áreas urbanas ou rurais apenas se forem buscadas razões técnicas para resolver os problemas locais. O Quadro 4 mostra os tipos de canalização mais utilizados, conforme a seção geométrica e os tipos de revestimentos mais usuais para sua execução.

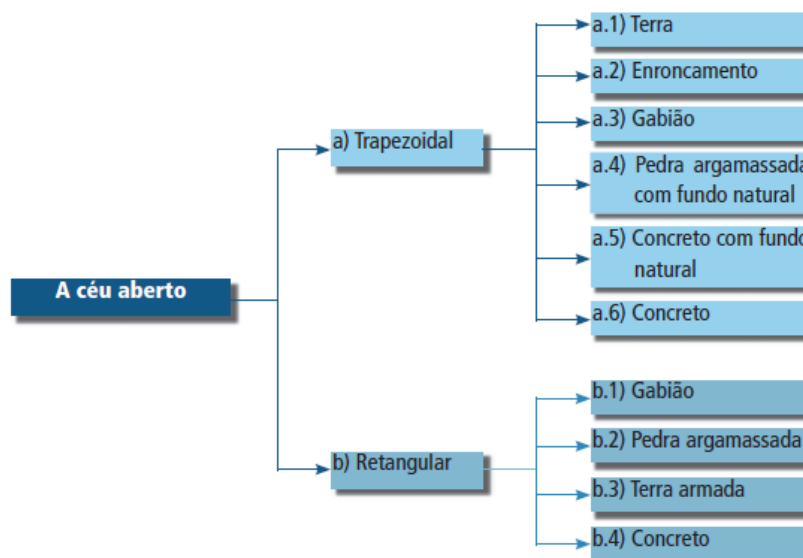
Quadro 4 – Canalizações e Suas Características

TIPOS DE CANALIZAÇÕES	SEÇÕES GEOMÉTRICAS NORMALMENTE UTILIZADAS	REVESTIMENTOS MAIS COMUNS
A céu aberto (canais) De contorno fechado (galerias)	Trapezoidal Retangular Circular	Terra Enrocamento (rachão) Pedra argamassada Concreto Gabião Terra armada

Fonte: Adaptado de DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica do estado de São Paulo, 2005)

A Figura 7 ilustra vários tipos de seções e de revestimentos, ordenados sobre o aspecto econômico. Esta Figura auxilia na escolha do modelo e do material a ser construído a canalização, de modo assegurar um dimensionamento seguro ao projetista.

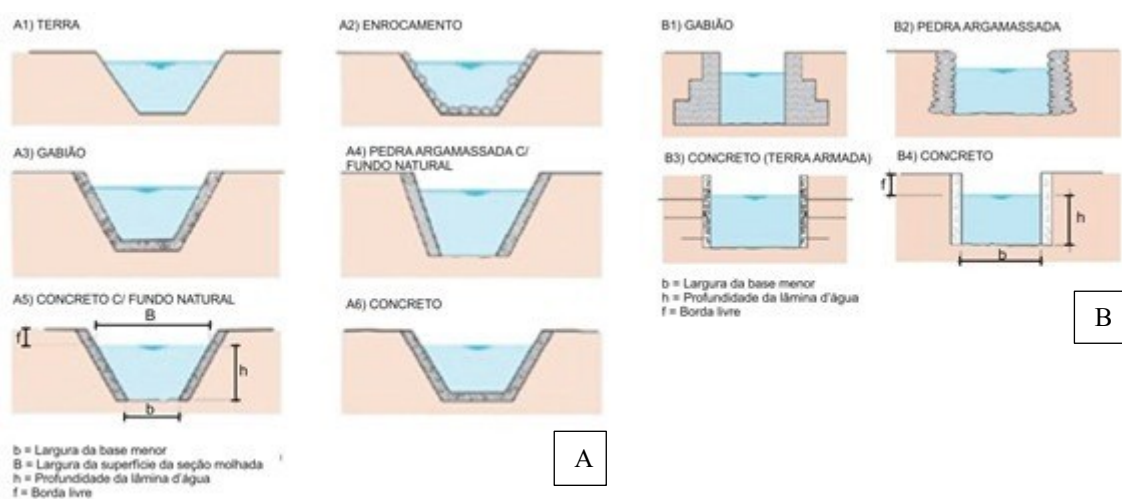
Figura 7 - Canalização a Céu Aberto



Fonte: DAEE (2005)

Para os canais trapezoidais e retangulares mais utilizados, conforme o Guia Prático para Projetos de Pequenas Obras Hidráulicas (DAEE < 2005), são indicados os de gabião ou pedra argamassada como vemos bastante na cidade de Apucarana. A Figura 8A ilustra os tipos de revestimentos para canais trapezoidais e a Figura 8B os tipos de revestimentos para canais retangulares com fundo de terra.

Figura 8 - Tipos de Revestimentos para Canais



Fonte: DAEE (2005)

O canal que consiste na área de estudo é no formato retangular como mostra a Figura 9. O canal apresenta as laterais com pedra argamassada (rocha basalto) e o fundo concreto alisado, que com estes materiais, o coeficiente de Manning deverá ser calculado como misto, considerando os perímetros como área de influência.

Figura 9 - Formato canal Parque da Raposa, Apucarana/PR

Fonte: Autoria Própria (2021)

Para o dimensionamento do canal é utilizado a Equação de Manning (Equação 9), que, segundo Azevedo Neto (1998), refere-se ao fluxo em um estado uniforme e permanente. É eficaz quando as características hidráulicas (h , Q e V) são constantes no tempo (estado permanente) e ao longo do caminho (estado uniforme), e o fluxo ocorre de forma livre oleoduto, onde a parte úmida circundante A ainda está em contato com a atmosfera.

$$V = \frac{1}{n} \times R_H^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{i} \quad (9)$$

Onde:

V – É a velocidade média (m/s);

n – É o coeficiente de rugosidade de Manning;

i – É a declividade média (m/m); e

R_H – É o raio hidráulico (m).

O raio hidráulico é uma grande característica de fluxo linear definido pelo quociente da área molhada e pelo perímetro molhado da seção de fluxo. Esta grandeza característica é dada pela Equação 10:

$$R_H = \frac{A_m}{P_m} \quad (10)$$

Onde:

A_m – É a área molhada (m²); e

P_m – É o perímetro molhado (m).

A declividade média i da seção do canal estudada é o quociente entre o desnível na parte inferior do canal (diferença de cotas de montante e jusante) e seu comprimento, como mostra a Equação 11.

$$i = \frac{\Delta h}{L} \quad (11)$$

Onde:

i – É a declividade média (m/m);

Δh – É a diferença de cotas de montante e jusante (m); e

L – É o comprimento axial (m).

A Equação da continuidade é dada pela vazão igual o quociente entre a velocidade e a área molhada (essa obtida pelo formato do canal e a altura da lâmina de água), conforme Equação 12:

$$Q = V \times A_m \quad (12)$$

Onde:

Q – É a vazão (m³/s);

V – É a velocidade média (m/s); e

A_m – É a área molhada (m²).

Com isso, temos a relação entre as equações 10 e 13, que permite a determinação de vazões em função do coeficiente de Manning, do raio hidráulico, da declividade e da área molhada, conforme mostra a Equação 13:

$$Q = \frac{1}{n} \times R_H^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{i} \times A_m \quad (13)$$

O coeficiente de rugosidade n é facilmente encontrado tabelado para diversos tipos de materiais de constituição das paredes e do fundo do canal. Esse coeficiente é dado pelo Quadro 5.

Quadro 5 – Coeficiente de Rugosidade de Manning

REVESTIMENTO	n
Terra	0,035
Rachão	0,035
Gabião	0,028
Pedra argamassada	0,025
Aço corrugado	0,024
Concreto	0,018

Fonte: Azevedo Netto (1998)

Os valores de velocidades máximas permissíveis relativas a alguns tipos de revestimentos usados em canais estão apresentados no Quadro 6. Tradicionalmente a maioria dos rios canalizados são de concreto ou de pedra argamassada, devido a capacidade de suportar maiores velocidades.

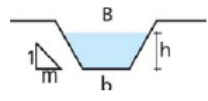
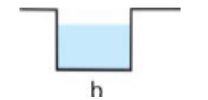
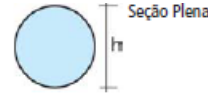
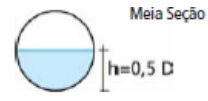

Quadro 6 – Limites Superiores para Velocidade em Canais

REVESTIMENTO	V _{máx} (m/s)
Terra	1,25
Gabião	2,5
Pedra argamassada	3,0
Concreto	4,0

Fonte: Azevedo Netto (1998)

Ainda, para o cálculo do canal é necessário determinar a geometria do mesmo. O Quadro 7 apresenta expressões para cálculo de elementos característicos das seções de canais de utilização mais frequente com base em sua geometria. Com isso, o projetista tem o auxílio na determinação do raio hidráulico e da área molhada, que consiste na determinação da altura da lâmina d'água no canal.

Quadro 7 – Elementos Hidráulicos Característicos de Diferentes Tipos de Seções Transversais

GEOMETRIA DA SEÇÃO	ÁREA MOLHADA (Am)	PERÍMETRO MOLHADO (Pm)	RAIO HIDRÁULICO (Rh)	LARGURA SUPERFICIAL (B)
	$(b + mh) \times h$	$b + 2h \times \sqrt{1 + m^2}$	$\frac{(b + mh) \times h}{b + 2h \times \sqrt{1 + m^2}}$	$b + 2mh$
	$b \times h$	$b + 2h$	$\frac{b \times h}{b + 2h}$	b
 Seção Plena	$\frac{\pi \times D^2}{4}$	$\pi \times D$	$\frac{D}{4}$...
 Meia Seção	$\frac{\pi \times D^2}{8}$	$\frac{\pi \times D}{2}$	$\frac{D}{4}$...
 Vazão Máxima	$0,7662 \times D^2$	$2,6467 \times D$	$0,2895 \times D$...

Fonte: DAEE (2005)

4.7 Revitalização

Consiste na proteção, conservação e recuperação ambiental dos rios, a melhoria da qualidade da água para múltiplos fins através de ações integrais, a melhoria das condições ambientais e a utilização sustentável dos recursos naturais (GARCIAS; AFONSO, 2013).

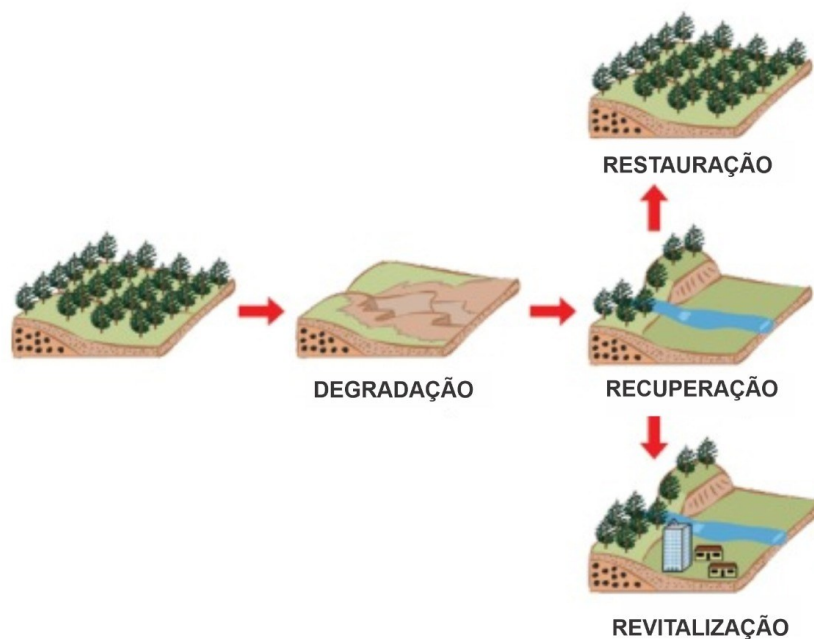
Segundo Cengiz (2013, apud ALENCAR, 2017) a gestão da água pode ser dividida em diferentes áreas (Figura 10), a saber:

- Restauração ou naturalização: Restabeleça a relação entre o corpo d'água e a paisagem, e fazer com que o corpo d'água volte ao seu estado natural, ou o mais próximo possível do seu estado natural;

- Reabilitação ou recuperação: Tem como objetivo reconstruir as condições físicas, químicas e biológicas do corpo hídrico de forma a reconstruir as suas condições sanitárias; e

- Revitalização: Restabelecer a relação entre o corpo d'água e a paisagem de forma funcional, ou seja, reintroduzir o canal para lhe dar vida sem privá-lo de outros usos.

Figura 10 - Ilustração dos Conceitos de Restauração, Recuperação e Revitalização



Fonte: Adaptado de Ribeiro (2015)

A revitalização dos corpos d'água urbanos envolve três questões de política social, economia e meio ambiente, que são a base para a revitalização dos corpos d'água. Para reconstruir a integridade dos corpos d'água, é necessário considerar a ecologia, a hidrologia, Integração do relevo e da qualidade da água (FINDLAY e TAYLOR, 2006 apud ALENCAR, 2017).

Segundo Cardoso e Baptista (2013), o projeto de revitalização não se limita ao estado de saneamento dos corpos hídricos, mas envolve também a integração de um conjunto de variáveis no processo de tomada de decisão, tais como variáveis naturais, urbanas, sociais e de gestão.

Os autores Findlay e Taylor (2006, apud ALENCAR 2017) abordam que, como uma das principais razões para o sucesso do plano de revitalização de corpos d'água na Austrália, a comunidade tem participado extensivamente desse processo. O projeto de maior sucesso é a

implantação de estruturas de controle de enchentes nas margens do canal associadas à área de recreação da comunidade. Além disso, a população está mais inclinada a prover soluções que forneçam imagens de canais mais naturais, incluindo previsões da vegetação ribeirinha. O valor dos imóveis na área ao redor do canal reparado na cidade de Perth aumentou 17%. O autor acredita que as razões para a revitalização de corpos d'água são muitas, algumas são mais óbvias, como a qualidade da água e a erosão, mas também existem razões relativamente discretas, como sociais e econômicas, pelo que é necessário estabelecer um equilíbrio. Entre todos os aspectos envolvidos.

4.7.1 Revitalização Rio Cheonggyecheon – SEUL – Coreia do Sul

Cheonggyecheon é o principal rio que atravessa Seul. Como Seul é o centro econômico da Coreia do Sul, existem problemas ambientais comuns a outras metrópoles, como poluição e degradação ambiental. Para solucionar o problema do deslocamento populacional na região central de Seul, o rio foi coberto e transformado em rodovia, passando a fazer parte da malha viária, o que permite a passagem de 8.000 carros por dia. Este espaço é denominado a maior estrada de Seul (AFONSO, 2011).

Após um debate informal na Universidade Yonsei que analisou o caso do canal artificial de Ottawa, surgiu a ideia de restaurar o rio Cheonggyecheon. Então, para estudar o esgoto lançado no rio, não foram encontrados dados atualizados, mas os dados foram gerados até 1978, quando o rio estava coberto e proibido de entrar na paisagem urbana (MACHADO et al., 2010).

Segundo Afonso (2011), em 2000, uma equipe de pesquisa foi estabelecida para conduzir pesquisas aprofundadas em torno do Projeto Cheonggyecheon. A equipa técnica recebeu apoio político local. O projeto foi lançado em 2002 e teve os seguintes resultados: restauro histórico e cultural no centro de Seul, demolição de estruturas de concreto, execução de projetos paisagísticos e de iluminação, projetos de controlo de cheias, além da devolução do rio para o convívio da população. Todas essas ações também trouxeram melhorias ambientais, como adequação da temperatura média nos centros urbanos, geração de brisa e aumento da biodiversidade e diversidade de espécies.

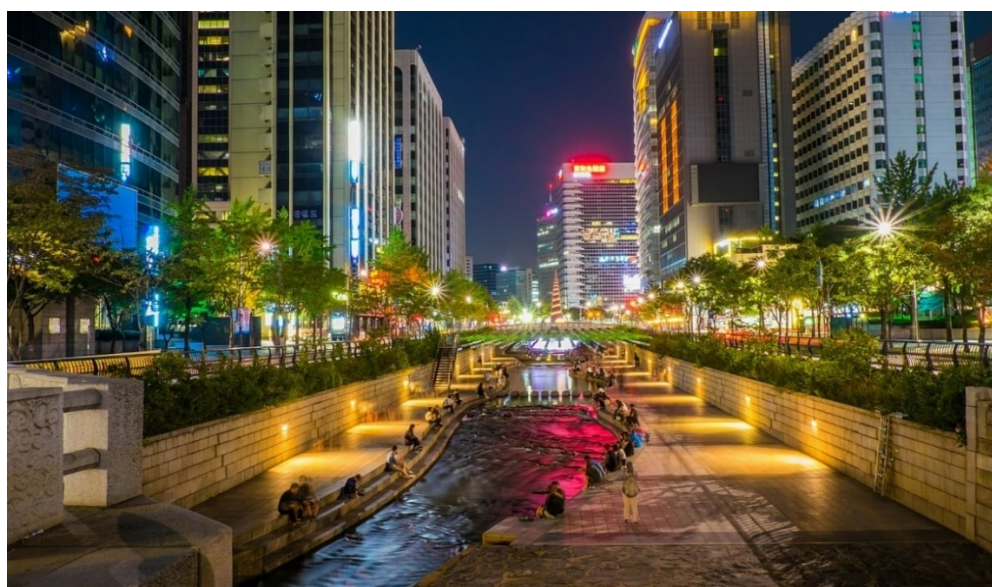
A Figura 11 mostra o comparativo com as três fases do projeto: antes, durante e depois da revitalização. E em seguida, a Figura 12 mostra a atual situação do Rio Cheonggyecheon completamente restaurado e um ótimo lugar para passeio.

Figura 11 - Antes, Durante e Depois



Fonte: Disaro (2015)

Figura 12 - Rio Cheonggyecheon – SEUL – Coreia do Sul



Fonte: Lima (2018)

4.7.2 Canal Paco – Filipinas

O Canal Paco era considerado irrecuperável, um esgoto a céu aberto. Hoje, é referência positiva na paisagem de Manilla – Capital das Filipinas, por meio de um sistema de filtração orgânica simples, onde são utilizadas plantas aquáticas que podem filtrar as impurezas.

A empresa desenvolveu um sistema de tratamento de água ecológico e fácil de instalar em rios, canais e lagos. O projeto não só iniciou a restauração do Canal Paco, mas também transformou todo o ambiente do entorno do curso, ambiente físico e comunidade. O sistema implementado incluiu a instalação de “jardins flutuantes”, ilhas artificiais com uma área de cerca de 110 metros quadrados, abrangendo plantas aquáticas (Figura 13), que podem filtrar poluentes sem a utilização de produtos químicos (NASCIMENTO, 2018).

Figura 13 - Jardins Flutuantes



Fonte: Uol Noticias (2020)

O apoio efetivo do Poder Público e o engajamento da comunidade local para processo natural de restauração da biodiversidade do canal produziu resultados mais rápidos que

qualquer outro sistema convencional utilizado atualmente. A Figura 14 ilustra o antes e o depois do Canal Paco ser revitalizado.

Figura 14 - Antes e Depois



Fonte: Nascimento (2018)

4.7.3 Rio Manzanares – Madrid Espanha

Em 2005, na Espanha, um grande projeto de regeneração urbana enterrou 6 quilômetros de estrada à beira da autoestrada M30, junto ao rio Manzanares. O soterramento permitiu a liberação de 50 hectares de terreno, abrindo a possibilidade de construção de um parque linear denominado Madrid Rio, conforme Figura 15.

Figura 15 - Antes e Depois da Revitalização

Fonte: Sell (2018)

O projeto substituiu mais de 200.000 carros que circulavam pela avenida todos os dias, adicionando 11 áreas de recreação infantil, 6 áreas de recreação para jovens e adultos, 30 quilômetros de ciclovias e 253.000 metros quadrados de área livre, que pode ser usada para atividades esportivas, 33.000 novas árvores foram plantadas e uma área verde de 429 hectares, como mostra as Figuras 16 e 17 (CICLOVIVO, 2017).

Figura 16 – Área ao Ar Livre



Fonte: Sell (2018)

Figura 17 - Madrid Rio



Fonte: SELL (2018)

4.7.4 Parque dos 70 Anos – Apucarana – PR

O parque dos 70 anos, está localizado entre as ruas Urânio e Noboru Fukushima, próximo ao Senac Apucarana, e faz parte do trecho do Córrego Jaboti do projeto de restauração ambiental. O espaço cobre uma área de cerca de 7.000 metros e tem como objetivo comemorar o 70º aniversário da libertação política e administrativa da cidade.

O parque é construído às margens do Lago Jaboti, com trilhas para caminhada e academia ao ar livre, equipada com equipamentos para portadores de necessidades especiais. Repleto de relva verdejante, ideal para jogos infantis e piqueniques. Além disso, possui um sistema de iluminação composto por 40 postes e lâmpadas de 200 watts. Ao lado do parque dos 70 anos, foi construído um espaço de saúde e bem-estar. Esse investimento é a contrapartida do Sistema Fecomércio (Federação das Empresas de Bens, Serviços e Turismo do Paraná) (APUCARANA, 2020).

Dentre seus atrativos estão:

- Pista de caminhada com iluminação: Trilha elíptica iluminada com cerca de 500 metros de comprimento e cerca de 3 metros de largura. Ideal para sprints, passeios noturnos e passeios de animais de estimação como mostra a Figura 18.

Figura 18 - Pista de Caminhada



Fonte: Apucarana (2020)

- Academia ao ar livre: Aparelhos de musculação ao ar livre voltados ao público com mais de 12 anos. A academia conta também com equipamentos de exercícios adaptados para portadores de necessidades especiais. A estrutura tem como objetivo incentivar a atividade física e estimular um estilo de vida mais ativo da população em geral, principalmente aos idosos, como mostra a Figura 19.

Figura 19 - Academia ao Ar Livre



Fonte: Apucarana (2020)

- Espaço de Saúde e Bem-Estar: Junto ao Parque dos 70 Anos encontra-se um espaço de saúde e bem-estar. O investimento é do Sistema Fecomércio (Federação Paraná das Empresas de Commodities, Serviços e Turismo) para a prefeitura, pois o espaço de lazer está localizado em uma área de 11 mil metros quadrados doada pela Prefeitura para a construção do National Business Learning Serviço (Senac). Este lugar é cercado com duas entradas e saídas. A estrutura inclui playgrounds, academias ao ar livre, gramados, calçadas, bancos e estacionamentos, como mostra a Figura 20.

Figura 20 – Espaço de Saúde e Bem-Estar



Fonte: Apucarana (2020)

- Mural: Há um mural de grafite no parque com o número setenta "70", que é o número de anos de libertação política e administrativa da cidade, e a praça leva o seu nome, como mostra a Figura 21.

Figura 21 - Mural



Fonte: Apucarana (2020)

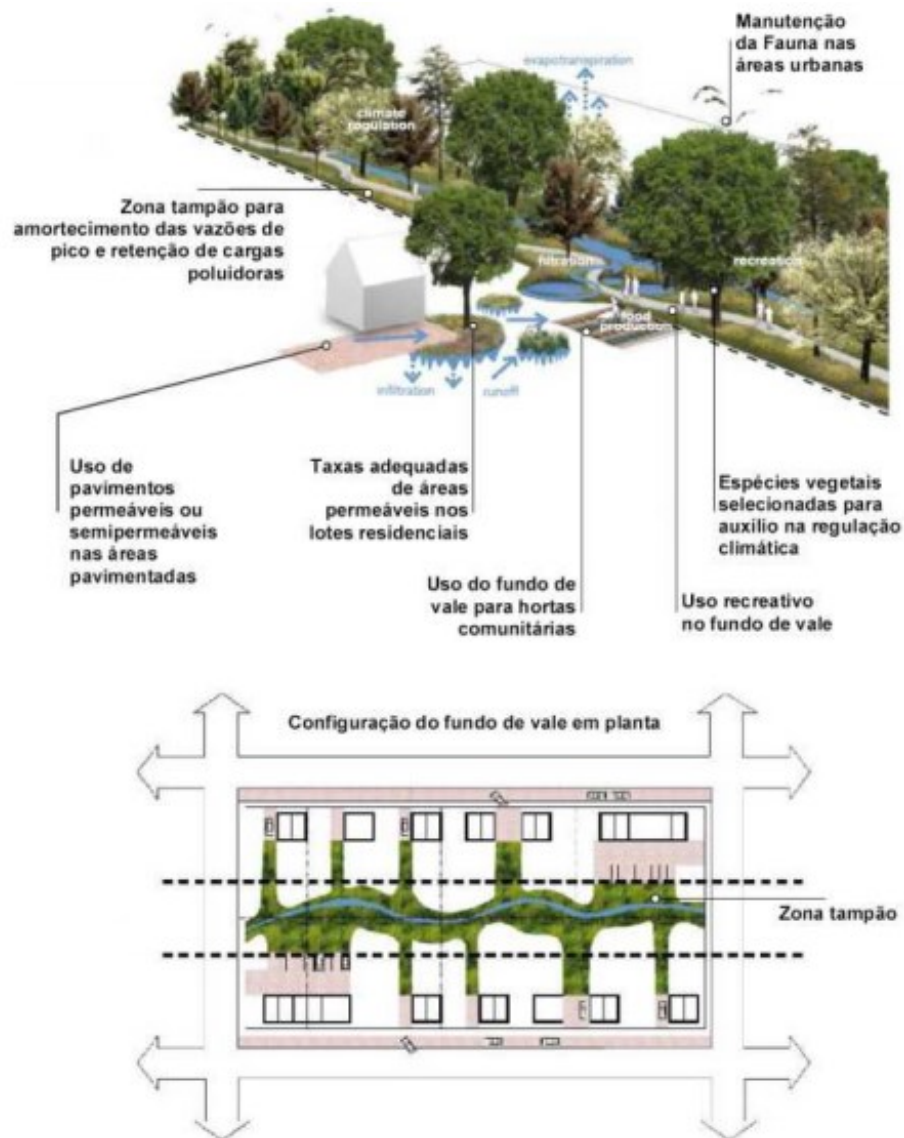
4.7.5 Drenagem Sustentável

Reconhecendo que o conceito de promover o fluxo rápido de água é falho, uma nova abordagem técnica surgiu. Dependendo de onde são desenvolvidos, eles têm nomes diferentes, mas têm a mesma premissa, como:

- Low Impact Development (LID) – EUA e Canadá;
- Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS) - Reino Unido;
- Water Sensitive Urban Design (WSUD) – Austrália;
- Low Impact Urban Design and Development (LIUDD) - Nova Zelândia

Nos Estados Unidos, a tecnologia LID tem sido usada para aproximar os sistemas de drenagem urbana dos sistemas naturais (Figura 22), e a tecnologia é guiada por manuais, com ênfase nos manuais municipais de Portland, Oregon e Seattle, Washington. A cidade de Portland conseguiu uma redução de 35% no escoamento superficial com a implantação de telhados verdes, valas de infiltração, faixas de grama, calçadas porosas e educação da população, hoje são 500 ruas ecológicas distribuídas pela cidade. Em Seattle, após a adoção das mesmas medidas, o gasto com poluição, recuperação de asfalto e calçadas foi economizado em 25%, conseguindo reter 37% da precipitação do evento de precipitação. Na Escócia, o uso da tecnologia SUDS tem sido usado para prevenir acidentes rodoviários, porque a tecnologia pode fazer com que a superfície da estrada absorva rapidamente a água, evitando assim a formação de gelo na rodovia (POLETO 2011, apud ALENCAR, 2017).

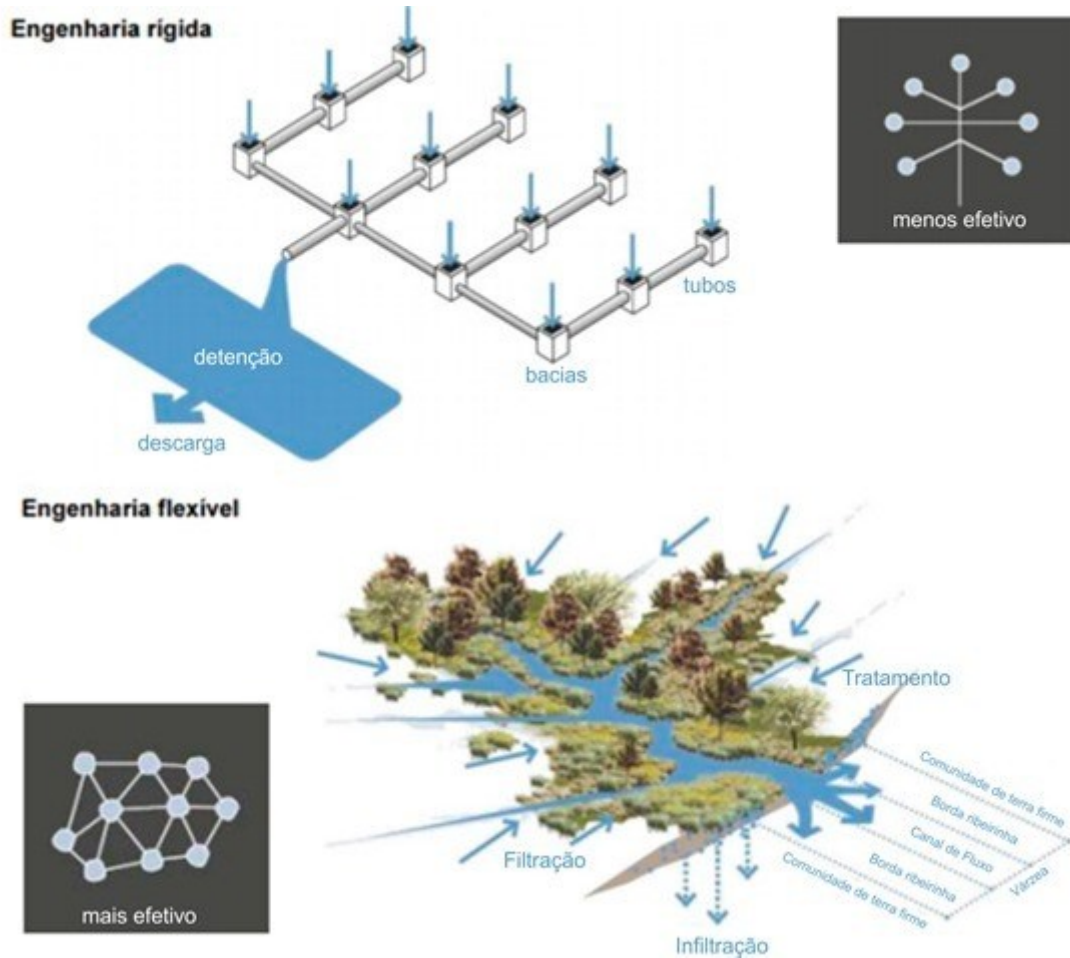
Figura 22 - LID Aplicado a um Fundo de Vale com Residências



Fonte: Alencar (2017)

Conforme a autora Alencar (2017), este manual apresenta os conceitos de "hard engineering" e "soft engineering". A engenharia rígida é baseada em sistemas tradicionais e depende de manutenção contínua para funcionar perfeitamente. Onde pequenas falhas são mal absorvidas, o sistema raramente é flexível. Por outro lado, a engenharia flexível é baseada em sistemas naturais, criando soluções flexíveis que podem absorver pequenas falhas e se autorregular. A combinação de duas formas de engenharia dá origem à tecnologia LID. A Figura 23 mostra um diagrama esquemático que ilustra os conceitos de "engenharia pesada" e "engenharia leve".

Figura 23 – Engenharia Rígida x Engenharia Flexível



Fonte: Alencar (2017)

4 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Materiais

O Quadro 8 mostra os materiais que foram necessários para obter os dados da pesquisa, dentre eles os Equipamentos de Proteção Individual (EPI's) adequados devido à pandemia e à área de estudo.

Quadro 8 – Materiais Utilizados

EQUIPAMENTOS UTILIZADOS	FINALIDADE DE USO
Google Earth Pro	Delimitação e visão campo de estudo
<i>Software</i> Canal	Cálculo vazão de projeto
Calculadora	Todos os cálculos
EPI's (calçado, máscara)	Segurança para trabalho em campo
<i>Smartphone</i>	Registro fotográfico do trabalho em campo
Planilha eletrônica	Elaboração dos cálculos e do <i>check list</i>

Fonte: Autoria Própria (2021)

5.2 Métodos

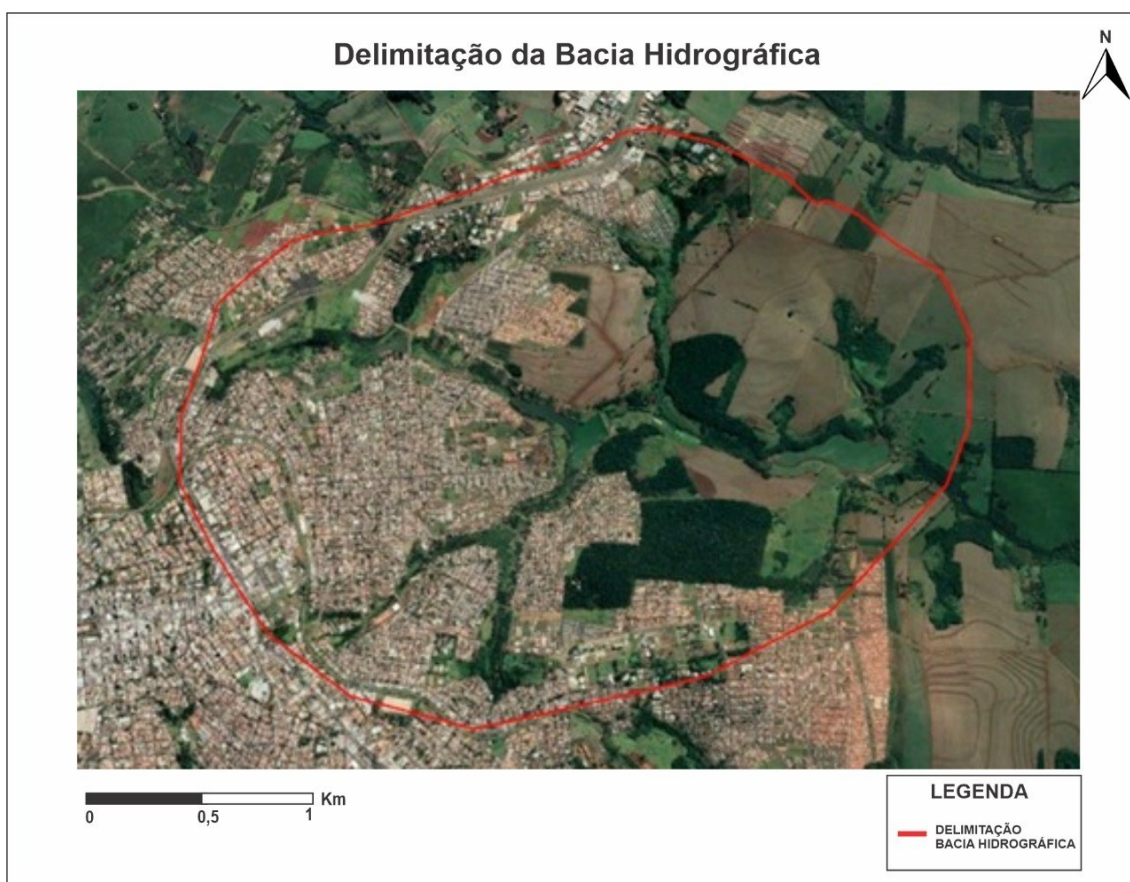
5.2.1 Área de Estudo

A pesquisa desenvolvida neste trabalho partiu da observação da área na qual foi realizado o estudo, ou seja, onde encontra-se o lago. Para isso foi utilizado o *software* Google Earth Pro, onde foram obtidos dados relevantes para o desenvolvimento desta pesquisa.

Apucarana foi fundada no auge do ciclo do café no Norte do Paraná de 1940 a 1960. É uma das poucas cidades do mundo que tem origem em três bacias hidrográficas (Tibagi, Pirapó e a do Ivaí). Com mais de 130 mil habitantes, Apucarana é uma das três cidades em desenvolvimento mais importantes da região norte do estado, com uma área de pouco mais de 555 quilômetros quadrados.

O Parque Ecológico da Raposa está localizado na área 101 Alqueires, onde há dois lagos, uma cachoeira artificial, piscinas naturais, pavilhões, um deck sobre o lago e uma grande quantidade de peixes típicos da área que se alimentam de perto. A área de proteção florestal cobre cerca de 44,53 alqueires, constituída pela bacia hidrográfica Ribeirão Raposa conforme mostra a Figura 24.

Figura 24 - Delimitação da Bacia Hidrográfica em Estudo



Fonte: Adaptado de Google Eath Pro (2021)

A bacia hidrográfica de estudo apresenta características importantes para o projeto em vista, como altitude do ponto mais alto e mais baixo, área, perímetro, inclinação, comprimento do rio principal, desnível geométrico e comprimento do talvege. A Tabela 1 apresenta esses dados importantes referentes a bacia de estudo.

Tabela 1 – Dados Relevantes

CARACTERÍSTICA	VALOR
Latitude da bacia hidrográfica	23°32'8.07"S
Longitude da bacia hidrográfica	51°25'11.08"O
Altitude ponto mais alto em relação ao nível do mar (m)	870
Altitude ponto mais baixo em relação ao nível do mar (m)	730
Área da bacia hidrográfica (km ²)	17,6
Perímetro da bacia hidrográfica (km)	15,5
Inclinação média (%)	3,3
Comprimento do rio principal (km)	5,33
Desnível geométrico (m)	140
Comprimento talvegue (km)	5,82

Fonte: Autoria Própria (2021)

5.2.2 Área de Estudo Revitalização Atual

Conforme a Prefeitura da Cidade de Apucarana (2019), a revitalização no Parque da Raposa previa a instalação de três parquinhos, sendo que dois deles ficaram próximo das antigas bicas de água, e o outro parquinho em madeira ficaria próximo à cascata, na qual a água corre por uma escadaria, que segundo eles também seria recuperada. Ainda afirma que a revitalização abrangeria ainda a implantação de calçadas, novos banheiros, reativação das bicas d'água, novos postes de iluminação pública e sistema de monitoramento por câmeras.

De acordo com o superintendente municipal de Obras, Helligtonn Gomes Martins, a revitalização previa ainda a readequação do paisagismo. “Haverá plantio de árvores e de grama. Também vamos instalar bancos e mesas, seguindo o padrão que estamos colocando nas praças dos bairros” (PREFEITURA DA CIDADE APUCARANA, 2019).

As Figuras a seguir mostram o atual estado do Parque da Raposa: O estacionamento (Figura 25), no qual foi adicionado um parquinho e feita a pintura das faixas; o lago (Figura 26), que já se encontra com uma qualidade de água melhor; a entrada do canal hidráulico (Figura 27); o canal hidráulico (Figura 28) onde foi feita apenas a ampliação da calçada em sua volta; dissipador de energia (Figura 29) que foi restaurado; e por fim, o parquinho antigo, com uma estrutura metálica (cerca) de proteção (Figura 30), que fica ao lado do sistema de elevatória de esgoto da SANEPAR (Companhia de Saneamento do Estado do Paraná).

Figura 25 - Estacionamento



Fonte: Aatoria Própria (2021)

Figura 26 - Lago do Parque da Raposa



Fonte: Aatoria Própria (2021)

Figura 27 - Entrada do Canal Hidráulico



Fonte: Aatoria Própria (2021)

Figura 28 - Canal Hidráulico



Fonte: Aatoria Própria (2021)

Figura 29 - Dissipador de Energia



Fonte: Autorial Própria (2021)

Figura 30 - Parquinho



Fonte: Autorial Própria (2021)

5.2.3 Morfometria

Segundo Lira (2012), as bacias hidrográficas têm diferentes formas e geométricas, bem como outros padrões. Os cálculos realizados durante o processo morfométrico são a base para uma melhor aproximação da rede de drenagem, subsidiando as ações no seu âmbito. O Quadro 9 apresenta os métodos que serão utilizados para a determinação das principais características da bacia hidrográfica Ribeirão Raposa.

Quadro 9 – Características da Bacia Hidrográfica

Variável calculada	Nº da equação	Equação utilizada
Declividade	(1)	$S_{85-10} = \frac{Z_{85} - Z_{10}}{0,75 \times L}$
Fator de forma	(2)	$K_f = \frac{A}{L^2}$
Ordem dos cursos de água	Método de Sthaler	Villela e Mattos

Fonte: Autoria Própria (2021)

5.2.4 Cálculo do Tempo de Concentração

Conforme apresentado no item 4.3, o tempo de concentração de uma bacia hidrográfica é definido como o tempo de percurso das gotas de chuva que atingem as áreas mais remotas da bacia (COLLISCHONN; DORNELLES, 2013). O Quadro 10 mostra a equação utilizada para este cálculo.

Quadro 10 – Equação Utilizada para Cálculo do Tempo de Concentração

Variável calculada	Nº da equação	Equação utilizada
Carter	(3)	$t_c = 5,96 \times \frac{L^{0,6}}{S^{0,3}}$

Fonte: Autoria Própria (2021)

5.2.5 Cálculo da Intensidade de Precipitação

Para o cálculo da intensidade de precipitação conforme o item 4.4 será utilizada a equação de Goncalves (2011) por ser atualizada (Quadro 11). Para o cálculo foram considerados o Tempo de Retorno (T_r) de 100 anos, conforme o Guia Prático para Projetos de pequenas Obras Hidráulicas (2005), ver Quadro 1, e o tempo de concentração calculado conforme o item 5.2.4.

Quadro 11 – Equação Utilizada para Estimativa da Precipitação Máxima

Variável calculada	Nº da equação	Equação utilizada
Fendrich	(5)	$I = \frac{1301,07 \times T_r^{0,177}}{(t_d + 15)^{0,836}}$

Fonte: Autoria Própria (2021)

5.2.6 Cálculo Vazão de Projeto

Com os cálculos anteriores é possível estimar a vazão de projeto, conforme item 4.5. Para isso, considera-se as características da bacia hidrográfica em estudo. Contendo área de 17,6km² o método recomendado é o I-Pai-Wu (Quadro 12).

Quadro 12 – Equação Utilizada para Cálculo da Vazão de Projeto

Variável calculada	Nº da equação	Equação utilizada
I-Pai-Wu	(6)	$Q = 0,278 \times C^* \times i \times A^{0,90} \times K$
Coefficiente de escoamento superficial	(7)	$C^* = \frac{2}{1 + F} \times \frac{C_2}{C_1}$
Coefficiente de forma	(8)	$C_1 = \frac{4}{2 + F}$

Fonte: Autoria Própria (2021)

5.2.7 Canalização

Para o dimensionamento do canal é utilizado a Equação de Manning obtida através de parâmetros, conforme item 4.6. O Quadro 13 apresenta as equações necessárias para esse dimensionamento.

Quadro 13 – Equações para Dimensionamento do Canal

Variável calculada	Nº da equação	Equação utilizada
Raio Hidráulico	(10)	$R_H = \frac{A_m}{P_m}$
Declividade média	(11)	$i = \frac{\Delta h}{L}$
Equação da Continuidade	(12)	$Q = V \times A_m$
Equação de Manning	(13)	$Q = \frac{1}{n} \times R_H^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{i} \times A_m$

Fonte: Autoria Própria (2021)

Para auxiliar nos cálculos de vazões, projeto para estudo e número de Froude será utilizado *software* gratuito Canal (Figura 31), com o intuito de auxiliar o dimensionamento.

O software Canal foi desenvolvido em cooperação com o Departamento de Engenharia Agrônômica e o Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Viçosa. É construído na forma de módulos, permitindo aos usuários: obter equações e dimensões de chuvas intensas em várias localidades brasileiras, sistemas de proteção do solo (tipo terraços) e sistemas de drenagem superficial.

Figura 31 – *Software Canal*

Fonte: Software Canal (2000)

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Devido à forte sinergia entre as questões ambientais e as questões urbanas, e seus processos são essencialmente interdependentes, este estudo avaliou vários aspectos relacionados à revitalização de rios urbanos de uma perspectiva sistemática. Esta seção apresenta os resultados obtidos com o desenvolvimento deste trabalho e suas respectivas análises. Por esta razão, eles serão discutidos na Seção 5.2.

6.1 MORFOMETRIA

Conforme apresentado no item 5.2.3 estimou-se as características da bacia, como declividade, fator de forma e ordem dos cursos de água. Tais características são importantes por conta do estudo comportamental da bacia hidrográfica. Os valores obtidos são apresentados no Quadro 14, bem como suas respectivas classificações.

Quadro 14 – Características da Bacia Hidrográfica

Identificação	Valor Calculado	Classificação
Declividade	1,17%	Suave
Fator de Forma	0,62	Tendência de enchente mediana
Ordem dos cursos de água	3	Baixa ramificação

Fonte: Autoria Própria (2021)

6.2 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

Conforme apresentado no item 5.2.4 o tempo de percurso das gotas de chuva que atingem as áreas mais remotas da bacia é dado pela Equação de Carter devido à dimensão do local de estudo, o resultado obtido é apresentado no Quadro 15.

Quadro 15 – Resultado Obtido para Tempo de Concentração

Identificação	Valor Calculado	Número da Equação
Carter	39,6	3

Fonte: Aatoria Própria (2021)

6.3 INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO

Para o cálculo da intensidade de precipitação, conforme item 5.2.5 foi utilizado a equação de Gonçalves com Tempo de Retorno (T_r) de 25, 50 e 100 anos e o Tempo de Concentração obtido no item anterior, o valor calculado é apresentado no Quadro 16.

Quadro 16 – Resultado Obtido para Intensidade de Chuva

Identificação	Valor Calculado	Número da Equação
Gonçalves	81,178	5
Gonçalves	91,775	5
Gonçalves	103,754	5

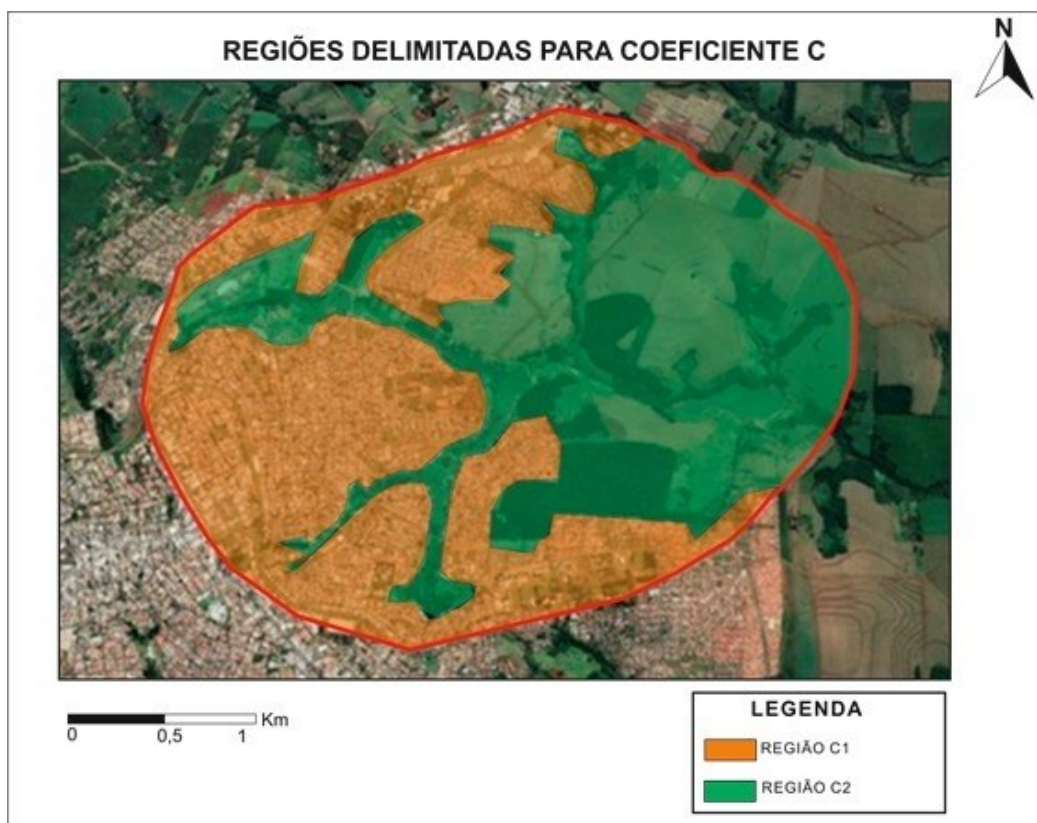
Fonte: Aatoria Própria (2021)

6.4 VAZÃO DE PROJETO

6.4.1 Coeficiente De Escoamento Volumétrico

Para a atribuição de valores do coeficiente volumétrico, C_2 , como apresentado no item 4.5, é obtido através do grau de impermeabilização da área de estudo. Portanto consultou-se o Mapa de Zoneamento de Apucarana, disponível no site da Prefeitura de Apucarana, conforme mostra a Figura 32.

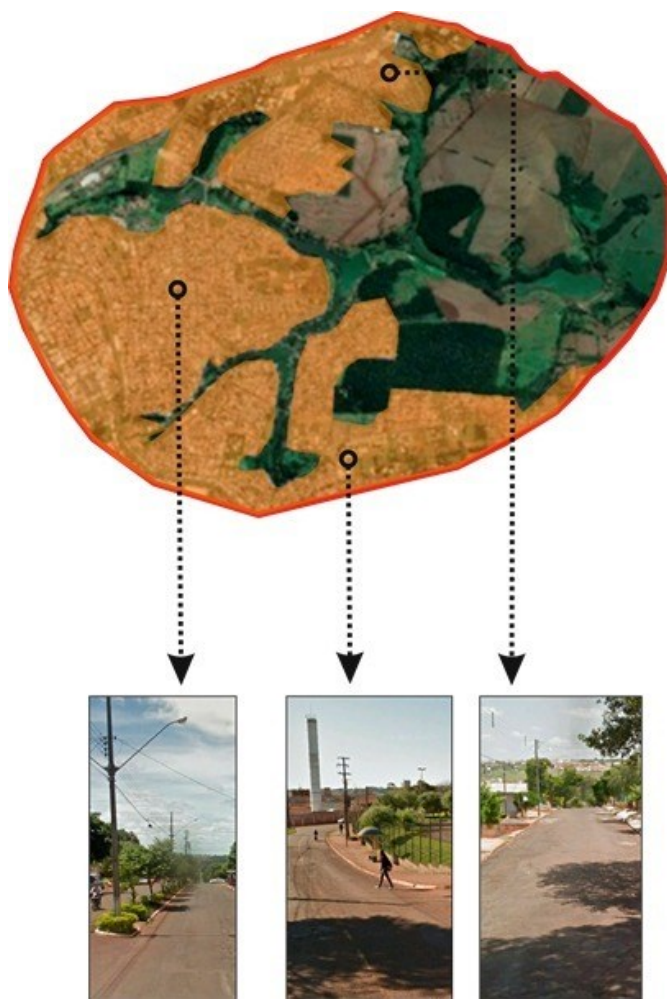
Figura 33 – Delimitação Áreas Conforme Impermeabilização



Fonte: Autoria Própria, Adaptado de Google Earth Pro (2021)

A partir da área demarcada, é realizada análise fotográfica para definição do coeficiente de escoamento, sendo a primeira área analisada identificada como C1, esta é uma área residencial não muito densa, conforme mostrado na Figura 34. Além disso, é evidente a presença de vegetação nas calçadas, o que facilita a infiltração da água da chuva. Levando essas observações em consideração, o coeficiente de escoamento superficial é considerado 0,4.

Figura 34 - Área Referente a Delimitação do Coeficiente C1



Fonte: Autoria Própria, Adaptado de Google Earth Pro (2021)

Posteriormente, foi analisada a área classificada como C2, conforme mostra a Figura 35, esta área é composta principalmente por áreas de pastagem e florestas e plantações, além de áreas legalmente protegidas no entorno do lago. Conforme apontado na visita de campo, a área está classificada como área protegida com florestas virgens e parques e seu valor de coeficiente C é de 0,20.

Figura 35 - Área Referente a Delimitação do Coeficiente C2



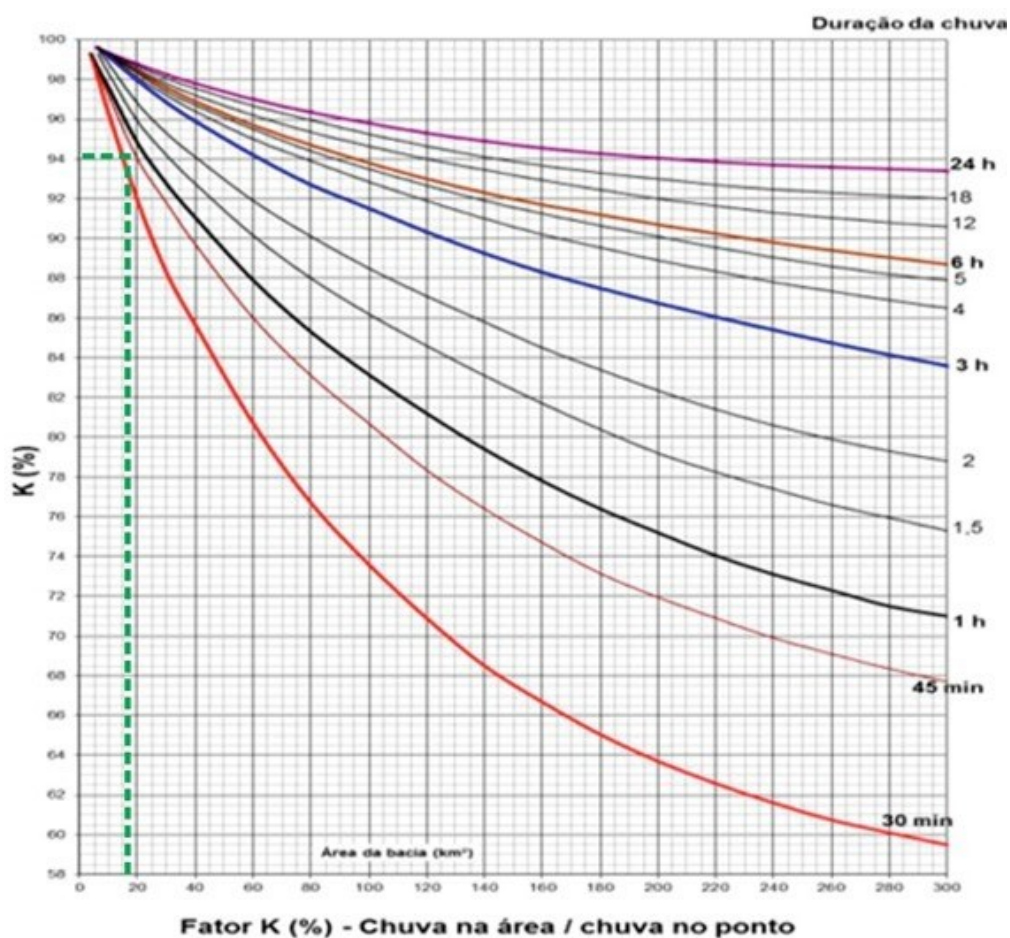
Fonte: Autoria Própria, Adaptado de Google Earth Pro (2021)

A partir da delimitação das áreas relativas a diferentes coeficientes de escoamento superficial, com os coeficientes considerados, realizou-se a estimativa do Coeficiente de Escoamento Superficial médio da bacia em estudo onde obteve-se o valor médio de 0,3.

6.4.2 Coeficiente de Distribuição Espacial Da Chuva

Para o valor numérico do fator K, temos a relação entre a Duração da Chuva (Item 6.2) e a Área da Bacia em estudo (Tabela1), com isso, usando o Ábaco do Coeficiente de Distribuição Espacial da Chuva (Figura 5), obteve-se o valor de 94% (Linha pontilhada no Ábaco), conforme Figura 36.

Figura 36 – Porcentagem Coeficiente de Distribuição da Chuva



Fonte: Adaptado de ASCE (1997 apud JOSA, 2020)

6.4.3 Cálculo da Vazão de Projeto

Conforme item 5.2.6, a partir dos resultados da intensidade de precipitação, caracterização do coeficiente de escoamento volumétrico e coeficiente de distribuição espacial da chuva, pode-se calcular a vazão de projeto, conforme item 4.5. Os valores calculados para o Coeficiente de escoamento superficial, coeficiente de forma bem como para vazão de projeto através do método I-Pai-Wu é apresentado na Quadro 17.

Quadro 17 – Resultado Vazão de Projeto

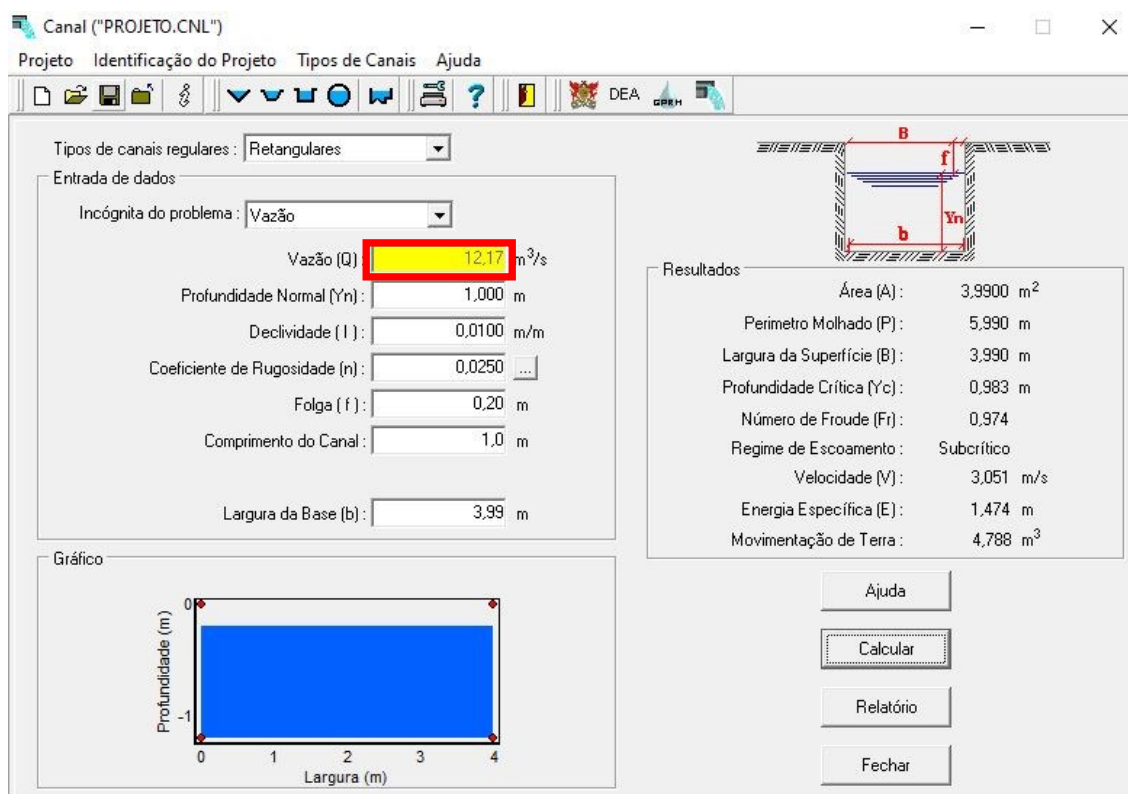
Identificação	Valor Calculado	Número da Equação
I-Pai-Wu	86,8993	6
Coefficiente de escoamento superficial	0,2426	7
Coefficiente de forma	1,5267	8

Fonte: Autoria Própria (2021)

6.5 Canalização

Para análise de dimensionamento do canal existem, como consta no item 5.2.7 pela equação de Manning, foi utilizado o software de cálculo Canal. Foram jogamos os dados referente ao canal existe como, Profundidade, Declividade, Coeficiente de Rugosidade, Folga, Comprimento do Canal e Comprimento da Base para descobrir a Vazão do Canal, como mostra a Figura 37.

Figura 37 – Resultado Vazão do Canal existente



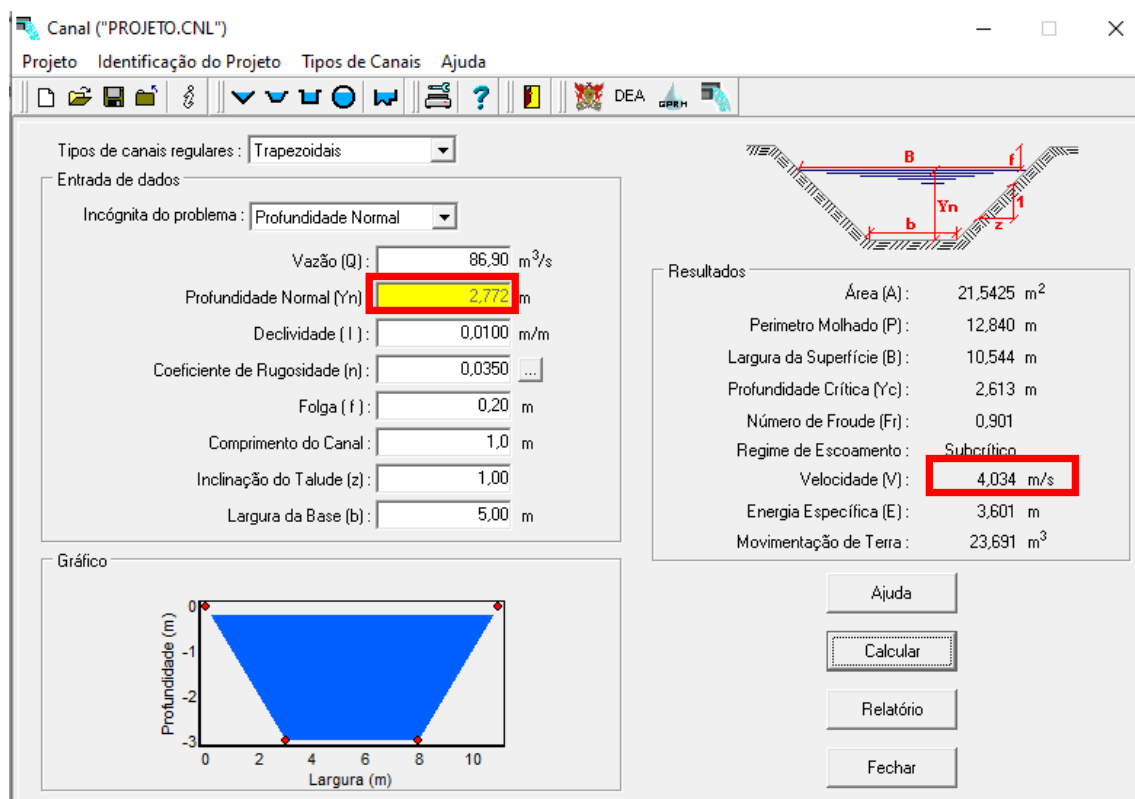
Fonte: Modificado do software Canal (2021)

Com isso, a Vazão do canal existente é de 12,17 m³/s, porém como calculado no item 6.4.3 a vazão da bacia é de 86,8993 m³/s, logo chegamos à conclusão de que o canal existente não suporta a vazão real.

Portanto, para o dimensionamento da canalização para suportar a vazão existente é necessário utilizar um tempo de retorno de 100 anos, porque vertedores de barragens pequenas que a classificação hidráulica indica tempo de retorno de 100 anos, não podendo ser menor, conforme o Departamento de Águas e Energia.

Com isso, no novo dimensionamento do canal, inseridos os dados de Vazão (Item 6.4.3), Declividade (Item 6.1), Coeficiente de Rugosidade, que no nosso caso será de 0,035 (Gabiões), Folga (0,2m), Comprimento do Canal (1,0m), inclinação do talude (1,00) e Largura da Base (5,00m), temos os resultados descritos no Quadro tal, conforme mostra a Figura 38.

Figura 38– Resultado Dimensionamento do Canal



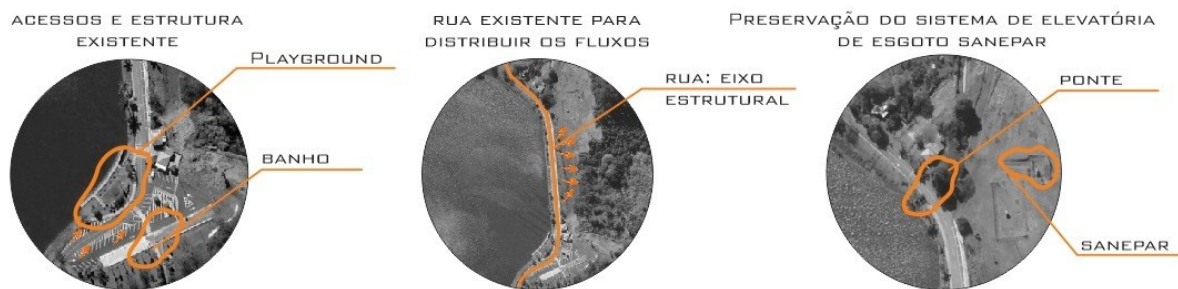
Fonte: Modificado do software Canal (2021)

Sendo assim, a profundidade do Canal na seção trapezoidal é de 2,772m com velocidade de 4,034m/s, a escolha do material de revestimento (Gabiões), faz com que diminua a velocidade, além de ser esteticamente mais viável para a área de estudo em questão.

6.6 REVITALIZAÇÃO

Para a ideia de projeto do Parque da Raposa, primeiramente foi realizado a análise de condicionantes do Parque, pois através dos condicionantes é possível traçar as diretrizes de projeto, tais como, acesso, fluxos e preservação dos elementos existentes que não podem ser retirados, como mostra a Figura 39.

Figura 39 – Condicionantes Parque da Raposa



Fonte: Autoria Própria (2021)

O projeto foi dividido em 3 zonas, como mostra a Figura 40. Diante disso foi possível realizar um protótipo de projeto para cada zona de intervenção, fazendo com que o Parque da Raposa cumpra sua função social no espaço.

Figura 40 – Zonas de Intervenção

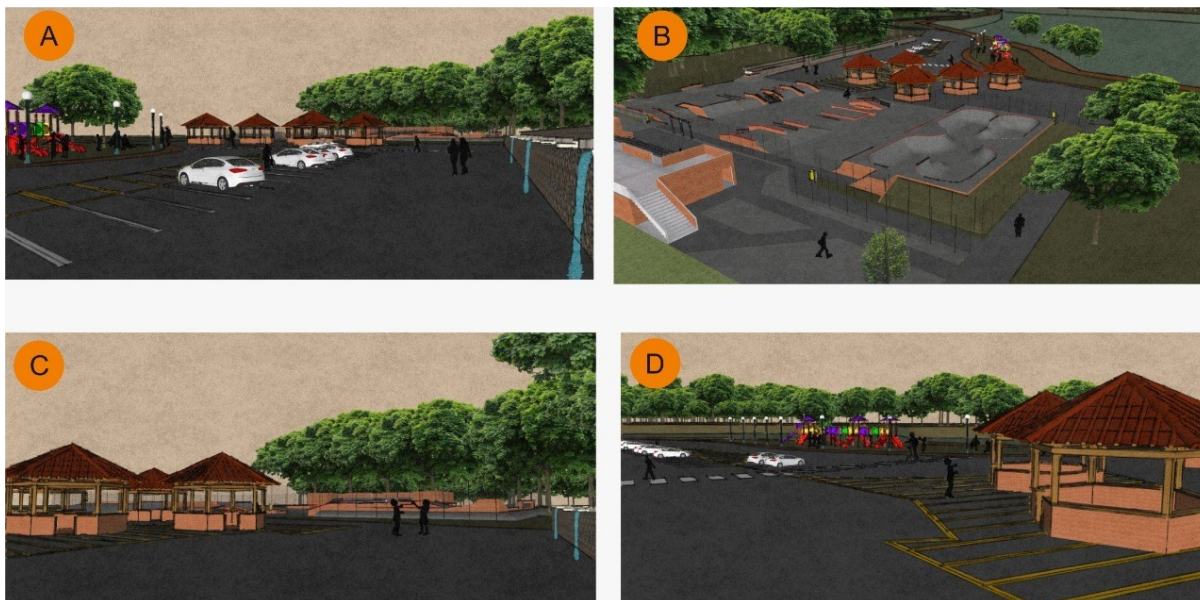


Fonte: Autoria Própria (2021)

Zona 01: Acessos e áreas de interação social. Para uma boa recepção aos usuários, foi projetado uma grande área de convivência aproveitando a infraestrutura existente no local. A primeira zona teve como principal condicionante o acesso ao parque e sua estrutura pré-existente como

estacionamento, quiosques, playground e principalmente o local de banho, resultando em um visual interessante e atrativa ao público, como mostra a Figura 41.

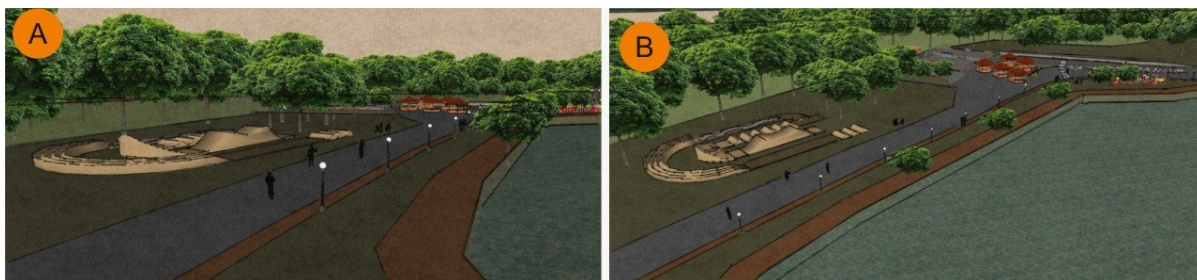
Figura 41 – Zona 01: Acessos e Áreas de Interação Social



Fonte: Autoria Própria (2021)

Zona 02: Área de caminhadas e prática de esportes. Para criar atrativos visando a permanência do público no parque foi utilizado a condicionante do caminho já existe no local, a rua Yoshinori Fukushima se tornou um eixo estrutural importante da parte pois ela distribui os fluxos para as atividades disponibilizadas pelo parque como a pista de bicicleta (Figura 42), que é um esporte em ascensão em todo o Brasil.

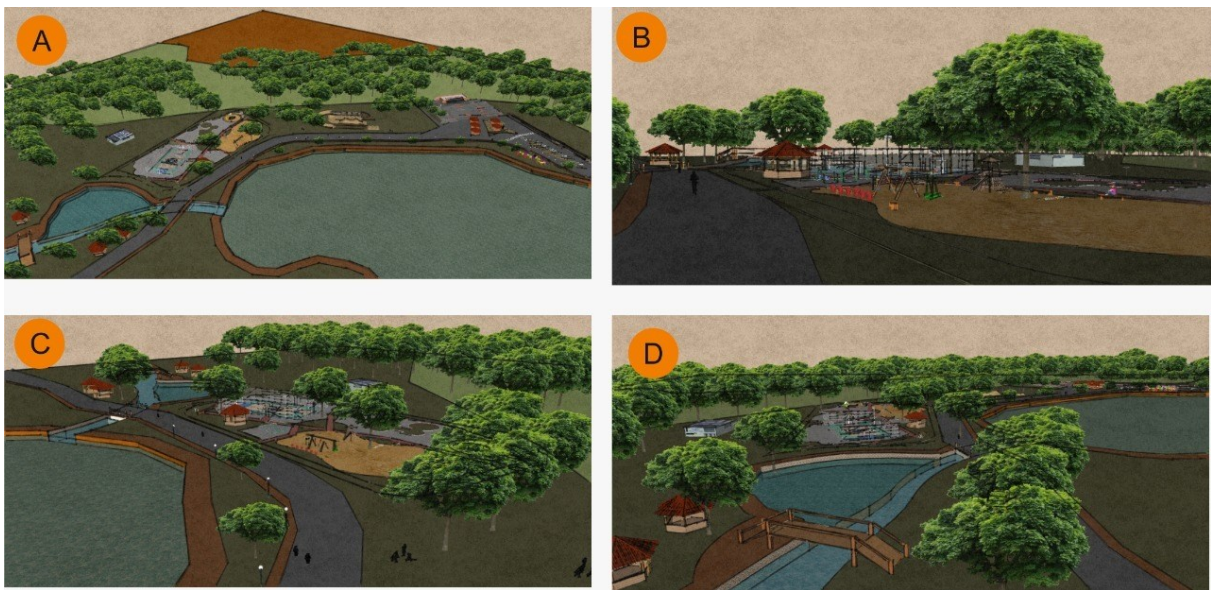
Figura 42 – Zona 02: Área de Caminhadas e Prática de Esportes



Fonte: Autoria Própria (2021)

Zona 03: área de banho, quadras, playground e quiosques. Aproveitando uma grande área em metragem quadrada foi projetado uma área de esportes coletivos com quadras poliesportivas, caixa de areia, locais de convivência, além de reverter o tamponamento de uma parte do rio criando uma área de banho delimitada e controlada para maior segurança de seus usuários, como mostra a Figura 43.

Figura 43 – Zona 03: Área de Banho, Quadras, Playground e Quiosques



Fonte: Autorial Própria (2021)

Com o intuito de criar uma identidade visual para o Parque da Raposa foi elaborado um logotipo (Figura 44) como um pontapé inicial de *marketing*, para que seja criado uma ligação com a população de Apucarana e os mesmo sejam induzidos a frequentar novamente o Parque.

Figura 44 – Logotipo Parque da Raposa



Fonte: Autoria Própria (2021)

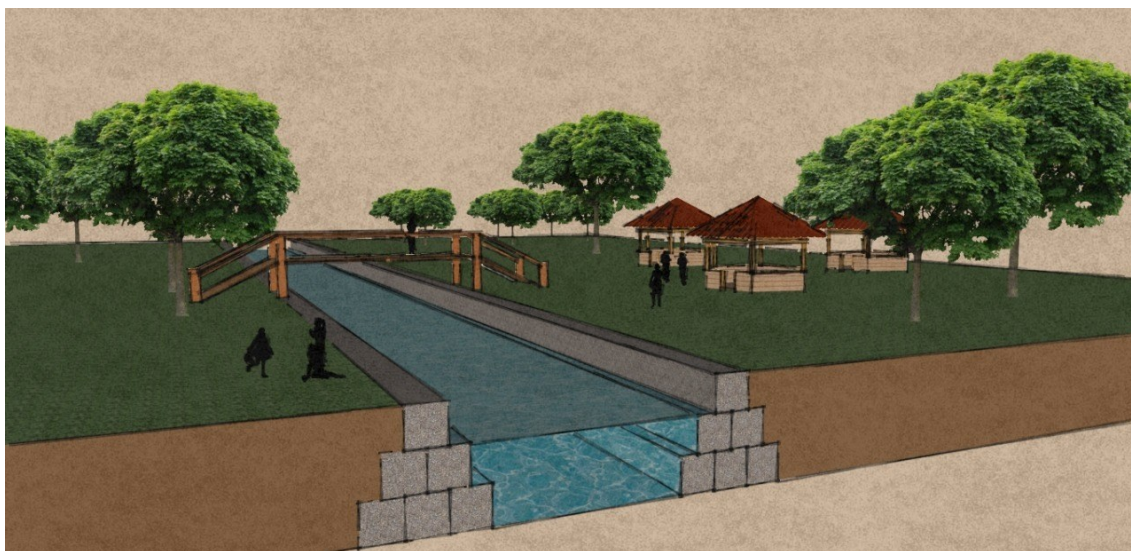
Já para o canal, a ideia foi de fazer o sistema em Gabião, devido ao fato de diminuir a velocidade do escoamento, mas também por ser uma solução eficiente, técnica, econômica, estética e ecológica. Além de terem vantagens como, segurança e resistência; praticidade, permitindo construções mesmo sob condições adversas; contenções eficientes para obras duradouras. Ainda assim seus diferenciais são estruturas permeáveis e drenantes, estruturas com maior capacidade de deformação, integração com o meio ambiente, como mostra as Figuras 45 e 46.

Figura 45 – Canalização com Gabiões



Fonte: Autoria Própria (2021)

Figura 46 – Canalização com Integração ao Parque



Fonte: Autoria Própria (2021)

6 CONCLUSÃO

O principal objetivo da revitalização é incrementar a densidade de ocupação, de modo a promover a reutilização (ou a plena utilização) da infraestrutura e equipamentos urbanos já existentes, fazendo com que não o local em questão não sofra danos posteriormente. A revitalização não é um processo para ser feito apenas para melhorar visualmente o local, a revitalização é feita buscando melhoria da qualidade de vida na cidade e sustentabilidade ambiental.

Através deste trabalho, avaliou-se que a revitalização feita no Parque da Raposa, foi feita apenas para melhorar o local visualmente, não sendo feito um estudo detalhado do local e melhorias significativas.

Diante da metodologia aplicada e dos resultados obtidos, verificou-se que o canal construído no local de estudo não aguenta a verdadeira vazão da bacia hidrográfica, em nenhum dos três tempos de retorno aplicados (25, 50 e 100 anos).

Outros problemas que ainda são encontrados no Parque são as questões de uso do local sem placas de advertência ou supervisão, pois afogamentos, picadas ou mordidas de animais que possuem na área são muito comuns de acontecer.

Por fim, a pesquisa hidrológica contínua nas estruturas avaliadas neste trabalho é imprescindível, principalmente quando elas estão inseridas no meio urbano. O desenvolvimento é contínuo e muitas vezes acelerado, garantindo assim a segurança dos moradores e usuários é mantida.

REFERÊNCIAS

AFONSO, Jorge Augusto Callado. **RENATURALIZAÇÃO E REVITALIZAÇÃO DE RIOS URBANOS: UMA ABORDAGEM SISTÊMICA**. 2011. Dissertação (Pós-Graduação em Gestão Urbana) - Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia - CCET, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, [S. l.], 2011.

ALENCAR, J.C. - **Potencial de corpos d'água em bacias hidrográficas urbanizadas para renaturalização, revitalização e recuperação. Um estudo da bacia do Jaguaré**. Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2017.

Alexandre Disaro. **O renascimento do Cheonggyecheon**. Fotografia de Namsung. Viver a viagem: [s. n.], 2015. Disponível em: <http://www.viveraviagem.com.br/cheonggyecheon/>. Acesso em: 26 jul. 2021.

Apucarana, Prefeitura Municipal. **Apucarana inicia revitalização do Parque da Raposa**. 2019. Disponível em: <http://www.apucarana.pr.gov.br/site/apucarana-inicia-revitalizacao-do-parque-da-raposa/>. Acesso em: 27 jul. 2021.

APUCARANA, Prefeitura. Parque dos 70 Anos. *In: Parque dos 70 anos*. Turismo Apucarana, 2020. Disponível em: <https://www.visiteapucarana.com.br/tour/parque-dos-70-anos/>. Acesso em: 11 out. 2021.

ARANTES, J. V.; GUARNIERI, A. R. **Levantamento teórico sobre a preservação das áreas de fundo de vale e a proposta projetual da sua reintegração à cidade de Joaquim Távora /PR**. Curso de Arquitetura e Urbanismo das Faculdades Integradas de Ourinhos – FIO.

Aryane Lima. Projeto de restauração do Cheonggyecheon. Projeto Batente: [s. n.], 2018. Disponível em: <https://projctobatente.com.br/projeto-de-restauracao-do-cheonggyecheon/>. Acesso em: 26 jul. 2021.

AZEVEDO NETTO, José Martiniano. Coordenador Roberto de Araújo; coautores Miguel Fernandes y Fernandez, Acácio Eiji Ito. **Manual de Hidráulica**. 8ª. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1998.

CicloVivo. MADRI DESTROÍ AVENIDA EM MARGINAL PARA CONSTRUIR PARQUE LINEAR DE 42KM. *In: CicloVivo*. [S. l.], 9 mar. 2017. Disponível em: <https://ciclovivo.com.br/arq-urb/arquitetura/madri-destroi-avenida-em-marginal-para-construir-parque-linear-de-42km/>. Acesso em: 30 jul. 2021.

COLLISCHONN, DORNELLES. **Hidrologia para Engenharia e Ciências Ambientais**. 2015. 342p.

CONHEÇA O PARQUE LINEAR DO RIO MANZANARES EM MADRID QUE SUBSTITUIU UMA AVENIDA. **Produção: São Paulo São**. Fotografia de Prefeitura de Madri. São Paulo: [s. n.], 2017. Disponível em: <https://saopaulosao.com.br/exemplos/2695-conheca-o-parque-linear-do-rio-manzanares-em-madrid-que-substituiu-uma-avenida.html#>. Acesso em: 26 jul. 2021.

DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DE SÃO PAULO - DAEE. **Guia prático para projetos de pequenas obras hidráulicas**. São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.dae.sp.gov.br/site/>>.

FESTI, Aparecido Vanderlei; **Coletânea das equações de chuva do brasil**. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. São Paulo, 2007.

FINKLER, R. (2016). Planejamento, manejo e gestão de bacias. Recuperado de: http://planejamento.mppr.mp.br/arquivos/File/bacias_hidrograficas/planejamento_manejo_e_gestao_unidade_1.pdf.

GARCIAS, C. M.; AFONSO J. A. C. **REVITALIZAÇÃO DE RIOS URBANOS**. Gesta, v.1, n.1, p. 131-144, 2013.

GONÇALVES, Lidiane Souza. **Relações Intensidade-Duração-Frequência com Base em Estimativas de Precipitação por Satélite**. 2011. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de

Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

Google Earth PRO. GOOGLE LLC. ver. 7.3.3.7786. Brasil. 2020.

JOSA, Rodrigo Nascimento. Et al. **Estimativa de cálculo da vazão máxima da Bacia do Rio Verruga para auxílio no combate às enchentes em Vitória da Conquista – BA.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 05, Ed. 06, Vol. 08, pp. 05-23. Junho de 2020. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/estimativa-de-calculo>.

Lígia Sell. **Madrid río – a nova cara da revitalização urbana.** Fotografia de Prefeitura de Madri. [S. l.]: VIA - Estação Conhecimento, 2018. Disponível em: <https://via.ufsc.br/madrid-rio-revitalizacao-urbana/?lang=en>. Acesso em: 26 jul. 2021.

LIRA, E. M.; FRANCISCO, I. C.; ALMEIDA, G.O. **Análise morfométrica da Bacia hidrográfica do Igarapé Amaro, Acre- Brasil.** REVISTA GEONORTE, Edição Especial, V.3, N.4, p. 606-616, 2012.

MACHADO, Antônio Thomaz Gonzaga da Matta; LISBOA, Apolo Heringer; ALVES, Carlos Bernardo Mascarenhas; LOPES, Danielle Alves; GOULART, Eugênio Marcos Andrade; LEITE, Fernando Antônio; POLIGNANO, Marcus Vinicius. **REVITALIZAÇÃO DE RIOS NO MUNDO: América, Europa e Ásia.** 1. ed. Belo Horizonte, 2010. 343 p.

NASCIMENTO, João Djalma Santiago Nascimento Júnior. **CANAIS URBANOS: UMA INTERVENÇÃO PAISAGÍSTICA PARA O CANAL DA AVENIDA MENDONÇA JÚNIOR EM MACAPÁ-AP.** 2018. Monografia (Bacharelado em arquitetura e urbanismo) - Departamento de ciências exatas e Tecnológicas, Universidade Federal do Amapá, [S. l.], 2018.

NICOLETE, Donixeti Aparecido Pastori; CARVALHO, Tânia Maria; POLONIO, Vanessa Durante; LEDA, Victor Costa; ZIMBACK, Célia Regina Lopes. **Delimitação automática de uma bacia hidrográfica utilizando MDE TOPODATA: aplicações para estudos**

ambientais na região da Cuesta de Botucatu - SP. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Unesp Faculdade de Ciências Agrônômicas - FCA , João Pessoa, 2015.
PREFEITURA DO MUNICIPIO DE SÃO PAULO. Diretrizes de projeto para estudos hidrológicos método de I-Pai-Wu. DP-H06, 30/06/1999.

RIBEIRO, Carlos Frederico Dias de Alencar. **RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS.** Brasília: NT Editora e Figuramundo, 2015. 143 p. v. 1. Disponível em: <https://avant.grupont.com.br/dirVirtualLMS/arquivos/texto/f2ac28810a1dc39c5dba02b4650f83bd.pdf>. Acesso em: 5 jul. 2021.

Software Canal. Universidade Federal de Viçosa. Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.gprh.ufv.br/?area=softwares>. Acesso em 20/08/2020.

TUCCI, Carlos E.M. **Hidrologia: ciência e aplicação.** 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. 943 p.

UOL *on line*. **Projeto recupera rios poluídos e cria jardins flutuantes sem gastar muito.** Produção: Meio Ambiente. Fotografia de Reprodução/Facebook/Biomatrix Water. São Paulo: [s. n.], 2014. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/meio-ambiente/ultimas-noticias/redacao/2014/06/05/sistema-de-baixo-custo-recupera-rios-poluidos-e-cria-jardins-flutuantes.htm>. Acesso em: 26 jul. 2021.

VILLELA, S. M. e MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada.** Editora Mc Graw Hill. São Paulo, 1975. 245p.

ANEXO A – FOLDER DIRETRIZES DE PROJETO PARQUE DA RAPOSA

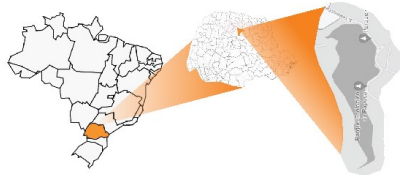
REVITALIZAÇÃO PARQUE DA RAPOSA



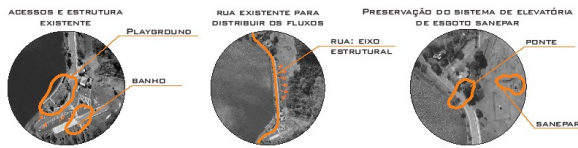
HISTÓRIA

APUÇARANA FOI FUNDADA NO AUGE DO CICLO DO CAFÉ NO NORTE DO PARANÁ DE 1940 A 1960. É UMA DAS POUCAS CIDADES DO MUNDO QUE TEM ORIGEM EM TRÊS BACIAS HIDROGRÁFICAS (TIBABI, PIRAPÓ E A DO IVAÍ). COM MAIS DE 130 MIL HABITANTES, APUÇARANA É UMA DAS TRÊS CIDADES EM DESENVOLVIMENTO MAIS IMPORTANTES DA REGIÃO NORTE DO ESTADO, COM UMA ÁREA DE POUCO MAIS DE 555 QUILOMETROS QUADRADOS. O PARQUE ECOLÓGICO DA RAPOSA ESTÁ LOCALIZADO NA ÁREA 101 ALIQUERES, ONDE HÁ DOIS LAGOS, UMA CACHOEIRA ARTIFICIAL, PISCINAS NATURAIS, PAVILHÕES, UM DECK SOBRE O LAGO E UMA GRANDE QUANTIDADE DE PEIXES TÍPICOS DA ÁREA QUE SE ALIMENTAM DE PERTO.

LOCALIZAÇÃO

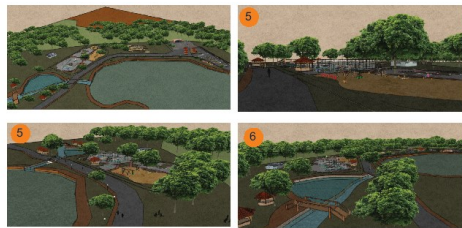


CONDICIONANTES DO PARQUE



ZONA 03: ÁREA DE BANHO, QUADRAS, PLAYGROUND E QUIOSQUES

APROVEITANDO UMA GRANDE ÁREA EM METRAGEM QUADRADA FOI PROJETADO UMA ÁREA DE ESPORTES COLETIVOS COM QUADRAS POLIESPORTIVAS, CAIXA DE ÁREIA, LOCAIS DE CONVIVÊNCIA, ALÉM DE REVERTER O TAMPOAMENTO DE UMA PARTE DO RIO CRIANDO UMA ÁREA DE BANHO DELIMITADA E CONTROLADA PARA MAIOR SEGURANÇA DE SEUS USUÁRIOS.



ZONA 02: ÁREA DE CAMINHADAS E PRÁTICA DE ESPORTES

PARA CRIAR ATRATIVOS VISANDO A PERMANÊNCIA DO PÚBLICO NO PARQUE FOI UTILIZADO A CONDIÇÃO DO CAMINHO JÁ EXISTE NO LOCAL, A RUA YOSHINDRI FUKUSHIMA SE TORNOU UM EIXO ESTRUTURAL IMPORTANTE DA PARTE POIS ELA DISTRIBUI OS FLUXOS PARA AS ATIVIDADES DISPONIBILIZADAS PELO PARQUE COMO A PISTA DE BICICLETA QUE É UM ESPORTE EM ASCENSÃO EM TODO O BRASIL.



ZONA 01: ACESSOS E ÁREAS DE INTERAÇÃO SOCIAL

PARA UMA BOM RECEPÇÃO AOS USUÁRIOS, FOI PROJETADO UMA GRANDE ÁREA DE CONVIVÊNCIA APROVEITANDO A INFRAESTRUTURA EXISTENTE NO LOCAL. A PRIMEIRA ZONA TEVE COMO PRINCIPAL CONDIÇÃO DE ACESSO AO PARQUE E SUA ESTRUTURA PRÉ-EXISTENTE COMO ESTACIONAMENTO, QUIOSQUES, PLAYGROUND E PRINCIPALMENTE O LOCAL DE BANHO, RESULTANDO EM UM VISUAL INTERESSANTE E ATRATIVA AO PÚBLICO.



