

**UNIEVANGÉLICA**

**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**FELIPE MENDES CARVALHO**

**MARCOS JUDÁ DE SANTANA GOMES**

**ESTUDO DE CASO DE UMA BACIA DE RETENÇÃO NO  
LAGO JK – PARA REGIÃO DE ANÁPOLIS**

**ANÁPOLIS / GO**

**2020**

**FELIPE MENDES CARVALHO**  
**MARCOS JUDÁ DE SANTANA GOMES**

**ESTUDO DE CASO DE UMA BACIA DE RETENÇÃO NO**  
**LAGO JK– PARA REGIÃO DE ANÁPOLIS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO**  
**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

**ORIENTADOR: CARLOS EDUARDO FERNANDES**

**ANÁPOLIS / GO: 2020**

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

CARVALHO, Felipe Mendes/ GOMES, Marcos Judá de Santana

Estudo de caso de uma bacia de retenção no lago JK – Para região de Anápolis

50P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2020).

TCC - UniEVANGÉLICA

Curso de Engenharia Civil.

- |                                 |                     |
|---------------------------------|---------------------|
| 1. Bacias de Retenção           | 2. Córregos Urbanos |
| 3. Bacia de Retenção no Lago JK |                     |
| I. ENC/UNI                      | II. Bacharel        |

## **REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

CARVALHO, Felipe Mendes; GOMES, Marcos Judá de Santana. Estudo de caso de uma bacia de retenção no lago JK– Para região de Anápolis. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO, 50p. 2020.

## **CESSÃO DE DIREITOS**

NOME DO AUTOR: Felipe Mendes Carvalho

Marcos Judá de Santana Gomes

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Estudo de caso de uma bacia de retenção no lago JK– Para região de Anápolis

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil ANO: 2020

É concedida à UniEVANGÉLICA a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

Felipe Mendes Carvalho  
E-mail: felmendes108@gmail.com

---

Marcos Judá de Santana Gomes  
E-mail: marcosgomes\_89@hotmail.com

**FELIPE MENDES CARVALHO**  
**MARCOS JUDÁ DE SANTANA GOMES**

**ESTUDO DE CASO DE UMA BACIA DE RETENÇÃO NO  
LAGO JK– PARA REGIÃO DE ANÁPOLIS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL**

**APROVADO POR:**

---

**CARLOS EDUARDO FERNANDES, Mestre (UniEVANGÉLICA)**  
**(ORIENTADOR)**

---

**ROGÉRIO SANTOS CARDOSO, Mestre (UniEVANGÉLICA)**  
**(EXAMINADOR INTERNO)**

---

**Ana Lúcia Carrijo Adorno, Doutora (UniEVANGÉLICA)**  
**(EXAMINADOR INTERNO)**

**DATA: ANÁPOLIS/GO, 18 de dezembro de 2020.**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente um agradecimento a Deus, por servir como um farol diante esse caminho da vida, sempre disposto a nos ajudar a avançar e reerguer diante os tropeços da vida.

Agradeço totalmente a minha família, cujo me deu condições de trilhar essa jornada, seja financeiramente ou emocionalmente, seus esforços serão lembrados para sempre e guardados lindamente em minha memória.

Gratidão eterna aos meus pais e meu irmão, razões da minha vida, cujo mesmo sem demonstrar tanto fisicamente, amo em uma intensidade não possível colocar em palavras.

Um beijo a minha finada vó Natalice, cujo não pode ver seu neto terminar sua jornada acadêmica durante sua estadia na terra, mas deve se sentir orgulhosa em um lugar melhor

Agradecimento ao professor Carlos Eduardo, cujo aceitou ser nosso orientador e nos ajudar a fazer o artigo nesse momento difícil de crise, nos guiando sempre que necessário.

Felipe Mendes Carvalho

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, por me ajudar a ultrapassar todos os obstáculos ao longo do curso e meus familiares, que se fizeram presentes e acreditaram nessa jornada em todos os momentos.

Aos meus pais, que me incentivaram a cada momento a cada conquista e não me deixaram desanimar com as dificuldades que enfrentei.

Externo meus agradecimentos a todos os meus colegas de cursos, pela oportunidade de convívio e pela cooperação durante esses anos, em especial ao Felipe Mendes minha dupla de Tcc.

Quero agradecer meus amigos e Engenheiros Civis, Gonçalo Camelo e Maxwell Alves, ambos foram de muita importância na minha decisão profissional e os considero como meus mentores.

De forma honrosa quero agradecer a professor orientador Carlos Eduardo, que em meio a atual crise, se mostrou sempre ávido em nos ajudar e nos guiar.

Marcos Judá de Santana Gomes

## **RESUMO**

Os córregos urbanos estão presentes desde o início das cidades, tornando-se parte fundamental da parte de abastecimento hídrico da população. Contudo, por meios antrópicos, veio se avançando o processo de degradação dessas fontes tão importantes de suporte a vida humana em comunidade, onde por meio desta tese vai ser mostrado um estudo de caso que mostra alternativas a recuperação e tratamento desses córregos e bacias. Também neste trabalho se demonstra vários conceitos sobre as bacias hidrográficas a fim de aplica-los ao objeto de estudo aqui contido, a bacia de retenção localizada no Lago JK, cujo consta com a negligência da prefeitura, e até dos próprios habitantes da cidade de Anápolis, por ser um ponto de atração distanciado dos polos mais concentrados da população, mas nem por isso não merece uma atenção redobrada, por constar como um ponto chave de distribuição de água pela cidade e conseguir ajudar em futuros problemas hídricos da cidade.

### **PALAVRAS-CHAVE:**

Córregos urbanos, Bacia de Retenção, Lago JK, Problemas Hídricos.

## **ABSTRACT**

The urban streams have been present since the beginning of cities, becoming a fundamental part of the population's water supply. However, through anthropic means, the degradation process of these important sources of support for human life in the community has been advancing, where through this article a case study will be shown that shows alternatives to the recovery and treatment of these streams and basins. This work also demonstrates several concepts about the hydrographic basins in order to apply them to the object of study contained here, the retention basin located on Lake JK, which appears with the neglect of the city hall, and even the inhabitants of the city of Anápolis, as it is a point of attraction distanced from the most concentrated poles of the population, but it does deserve extra attention, as it is a key point of water distribution throughout the city and is able to help in future water problems in the city.

### **KEYWORDS:**

Urban streams, Retention Basin, Lake JK, Hydric Problems.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Bacia de retenção cheia .....	12
Figura 2- Bacia de retenção de Créteil-Préfecture, França .....	13
Figura 3- Parque Ipiranga em Anápolis, Brasil .....	13
Figura 4- Parque JK em Anápolis, Brasil .....	14
Figura 5- Fases do desenvolvimento da drenagem.....	15
Figura 6- Hidrograma na saída da bacia.....	16
Figura 7- Rega de plantação por meio de reservatório.....	17
Figura 8- Classificação das bacias de retenção enquanto Estrutura Física .....	18
Figura 9- Bacia de retenção incorporado a estádio de futebol .....	19
Figura 10- Bacia de retenção enterrada .....	19
Figura 11- Bacia de retenção em série.....	20
Figura 12- Bacia de retenção em paralelo .....	20
Figura 13- Bacia de retenção seca .....	21
Figura 14- Bacia com água permanente n° VIII Sul, Marne-la-Vallé.....	22
Figura 15- Diagrama terrestre e atmosférico da importância do ciclo hidrológico.....	24
Figura 16- Erosão na Cidade Jardim, Anápolis, Brasil .....	25
Figura 17- Assoreamento em córrego em Campo Grande, Brasil.....	26
Figura 18- Perfil demonstrando o processo de Inundação e Enchente.....	27
Figura 19- Demonstração do processo de alagamento .....	28
Figura 20- Córrego Água Fria .....	29
Figura 21- Nascente próximo a BR 153 .....	30
Figura 22- Erosão próximo a nascente .....	31
Figura 23- Vista via satélite da localização da Bacia .....	32
Figura 24- Parque JK.....	33
Figura 25- Lixo na encosta do córrego Água Fria.....	36
Figura 26- Principais alterações causadas pela impermeabilização do solo .....	37
Figura 27- Parque JK.....	38
Figura 28- Situação atual do Parque JK .....	39
Figura 29- Vista via satélite trecho Córrego das Antas .....	41
Figura 30- Vista via satélite de trecho de alagamentos .....	42
Figura 31- Bacia do Parque da Juventude Onofre Quinan .....	42
Figura 32- Assoreamento em Lago no Parque Onofre Quinan .....	43

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
1.1 JUSTIFICATIVA .....	10
1.2 OBJETIVOS .....	10
<b>1.2.1 Objetivo geral</b> .....	<b>10</b>
<b>1.2.2 Objetivos específicos</b> .....	<b>11</b>
1.3 METODOLOGIA .....	11
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	11
<b>2 BACIAS DE RETENÇÃO</b> .....	<b>12</b>
2.1 DEFINIÇÃO DE BACIAS DE RETENÇÃO .....	12
2.2 FUNÇÕES DAS BACIAS DE RETENÇÃO .....	12
<b>2.2.1 Espelhos d'água</b> .....	<b>13</b>
<b>2.2.2 Áreas de lazer</b> .....	<b>13</b>
<b>2.2.3 Proteção ambiental</b> .....	<b>14</b>
<b>2.2.4 Redução dos riscos de inundação</b> .....	<b>15</b>
<b>2.2.5 Criação de reservas de rega e de incêndio</b> .....	<b>16</b>
2.3 TIPOS DE BACIAS DE RETENÇÃO .....	17
<b>2.3.1 Bacias de retenção a céu aberto</b> .....	<b>18</b>
<b>2.3.2 Bacias de retenção enterradas</b> .....	<b>19</b>
<b>2.3.3 Bacias de retenção em série</b> .....	<b>20</b>
<b>2.3.4 Bacias de retenção em paralelo</b> .....	<b>20</b>
<b>2.3.5 Bacias de retenção secas</b> .....	<b>20</b>
<b>2.3.6 Bacias de retenção com nível de água permanente</b> .....	<b>21</b>
<b>3 CÓRREGOS URBANOS</b> .....	<b>23</b>
3.1 CONDIÇÃO ATUAL DOS CÓRREGOS URBANOS .....	23
3.2 PROBLEMAS RECORRENTES EM CÓRREGOS URBANOS .....	23
<b>3.2.1 Desmatamento</b> .....	<b>23</b>
<b>3.2.2 Erosões</b> .....	<b>24</b>
<b>3.2.3 Assoreamento</b> .....	<b>25</b>
<b>3.2.4 Enchentes e Inundações</b> .....	<b>26</b>
<b>3.2.5 Alagamento</b> .....	<b>27</b>

<b>4 BACIA DE RETENÇÃO NO LAGO JK .....</b>	<b>29</b>
4.1 FORMAÇÃO DA BACIA DE RETENÇÃO NO LAGO JK .....	29
4.2 LOCALIZAÇÃO.....	32
4.3 MEIO AMBIENTE .....	33
4.4 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL .....	34
<b>4.4.1 Lei da Área de Proteção Ambiental – n 6.902 de 27/04/1981 .....</b>	<b>34</b>
4.5 PROBLEMAS NA BACIA .....	35
<b>4.5.1 Impermeabilização do solo e assoreamento .....</b>	<b>37</b>
<b>4.5.2 Sociedade .....</b>	<b>38</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>40</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>44</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A inclusão de bacias de retenção, em projetos de drenagem, tem a vantagem de permitir, devido a sua multifuncionalidade, reduzir o pico do escoamento, evitando perturbações a jusante (e.g. inundação e degradação de terrenos e habitações, etc.), reduzir a carga de contaminante do escoamento (LICCO, 2015), controlar a erosão, melhorar a paisagem, criando espaço recreativo e de lazer, recarregar os aquíferos, entre outras aplicações.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Atualmente os rios urbanos passam por problemas ligados a impermeabilização, no qual gera alagamentos, inundações em áreas urbanas e áreas de risco. Este estudo de caso vai analisar uma bacia de retenção criado no lago JK, no bairro JK, para reter o volume de água que desce no córrego água fria.

A bacia de retenção serve para que o volume de água fique retido nela e não prossiga no leito do rio, fazendo que este volume aumente e provoque alagamentos. No caso do água fria, a bacia foi criada como uma área de lazer para reter água, mas também porque o espaço depois do lago JK pega uma região ocupada pelo bairro Anápolis City e Santa Maria, onde é um local que há tempos é considerado um local de risco, pois os moradores construíram na margem do curso d'água, então a bacia de retenção funciona bem por motivos como: o rio não é caudaloso, contem margem estreitas, contém uma declividade suave e permite a passagem rápida da água que desagua no Rio das Antas.

Este estudo de caso prevê uma avaliação desta bacia como uma medida de saída que pode ser usada em outros locais com o mesmo tipo de problema.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Avaliar as bacias de retenção em lagos e rios urbanos, verificando o estudo de caso do lago JK em Anápolis.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Apresentar um arcabouço de informações que tratam e definem as bacias de retenção e córregos urbanos e suas finalidades.
- Avaliar os problemas urbanos em córregos dentro das cidades.
- Levantar o estudo de caso sobre a bacia de retenção no lago JK
- Propor sugestões de resolução do problema para trabalhos futuros.

### 1.3 METODOLOGIA

Este trabalho será realizado através de pesquisa em livros, revistas, periódicos, artigos, dissertações, e livros que tratam da temática para aprofundar no assunto, além de um levantamento de estudo de caso através de imagem por drone da região para avaliar o espaço e sua estrutura, tanto de vegetação, tanto como de alagamento e ocupação.

### 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho de conclusão de curso contém cinco capítulos.

No primeiro capítulo, contém a introdução do trabalho, contendo a justificativa, objetivos, objetivo geral, e objetivos específicos.

No segundo capítulo, tem-se uma introdução sobre o tópico de bacias de retenção, no qual foi apresentado suas finalidades e seus diversos tipos, por meio de textos seguidos de apresentação visual na forma de imagens.

No terceiro capítulo, há a apresentação dos córregos urbanos, foco bem definido nesse trabalho devido sua vital importância no caso. Nos tópicos, é mostrado os diversos problemas que afligem os córregos, e como eles funcionam.

No quarto capítulo, mostra-se o estudo de caso do lago JK, onde é apontado sua localização, formação, leis ambientais que se aplicam ao local e os problemas que afligem atualmente este local de estudo, que afetam diretamente o meio ambiente e a sociedade em volta.

No quinto capítulo, conclui-se o trabalho com as considerações finais, dizendo sobre a importância dos tópicos exaltados diante ao artigo, e solidificando os problemas atuais no objeto de estudo aqui presente, o lago JK, e apresentando soluções para trabalhos futuros.

## 2 BACIAS DE RETENÇÃO

### 2.1 DEFINIÇÃO DE BACIAS DE RETENÇÃO

De acordo com Matias (2006), as bacias de retenção são estruturas de armazenamento de águas pluviais, com o objetivo de regularizar os caudais, possibilitando a restituição a jusante de caudais compactáveis com o limite previamente fixado ou imposto pela capacidade de vazão de um coletor existente ou a construir. A vantagem fundamental consiste, então, em permitir descarregar caudais muito inferiores aos que entram em regime de ponta, reduzindo os riscos de inundações.

### 2.2 FUNÇÕES DAS BACIAS DE RETENÇÃO

A água é um recurso de vital sobrevivência da espécie humana, seja por sua versão potável ou não. Para casos onde é necessária a aglomeração de bastante água, porém ela não sendo potável, é onde as bacias de retenção ganham função vital, pois elas exercem o papel de captoras aquíferas muito bem, como pode ser visto na Figura 1.

**Figura 1 - Bacia de retenção cheia**



Fonte: Soluções para cidades, 2020.

Dentro de casos que encaixam a essa base, pode-se destacar:

### 2.2.1 Espelhos d'água

Usados como forma de decoração, muitos lagos e rios em parques podem servir como bacia de retenção, que torna possível tornar o sistema de drenagem local em um lugar de beleza (Figura 2).

**Figura 2 - Bacia de retenção de Créteil-Préfecture, França**



Fonte: STU, 1994.

### 2.2.2 Áreas de lazer

Pode se criar áreas de visitação pública e lazer, como o Parque Ipiranga (Figura 3), ponto extremamente popular da cidade de Anápolis, Brasil, que permite caminhadas, recreação e hospeda diversos eventos proporcionados pela cidade.

**Figura 3 - Parque Ipiranga em Anápolis, Brasil**



Fonte: Pinterest, 2017.

Também pode se categorizar o Parque JK (Figura 4), também situado na cidade de Anápolis, que permite longas caminhadas e contemplação do lago. Ambas opções incrementam bastante a satisfação dos moradores da cidade, proporcionando uma experiência única de lazer e contato com a natureza, tudo isso feito de maneira sustentável.

**Figura 4 - Parque JK em Anápolis, Brasil**



Fonte: Portal 6, 2018.

### **2.2.3 Proteção Ambiental**

De acordo com Meirelles (1986), a proteção ambiental como objetivo a preservação da natureza, pois ela provém manutenção a vida humana e ao equilíbrio ecológico, porém é um ato que vem se tornando cada vez mais difícil com o avanço da humanidade, devido a extrema necessidade de atos como desmatamento, extermínio de fauna, entre outros, a fim de obter matéria prima e outros recursos para o desenvolvimento de novas tecnologias que muitas vezes vão otimizar a produção e piorar essa situação de maltrato a natureza.

Tais descasos com a proteção ambiental também afeta o ciclo hidrográfico, que é o responsável para o fornecimento de água para toda a humanidade, um bem essencial na vida diária de qualquer humano.

Ao contrário ao pensamento genérico difundido as massas, as primeiras águas de chuva contêm sim muitos poluentes, cujo descarregamento direto no meio ambiente pode trazer inúmeros problemas ambientais de natureza física, química e microbiológica, como:

- Sedimentação dos sólidos em suspensão e conseqüente redução do grau de turvação da água.
- Variação da concentração de oxigênio dissolvido na massa líquida, devido aos efeitos conjugados de transferência de oxigênio da atmosfera,

atividade fotossintética das espécies vegetais e consumo verificado no processo de oxidação, em condições aeróbias, da matéria orgânica existente.

- Variação da concentração de nutrientes: com a água em repouso e sem alimentação constante verifica-se, em regra, uma redução da concentração de nutrientes, especialmente se se retirarem, com frequência, as plantas que ali proliferem.

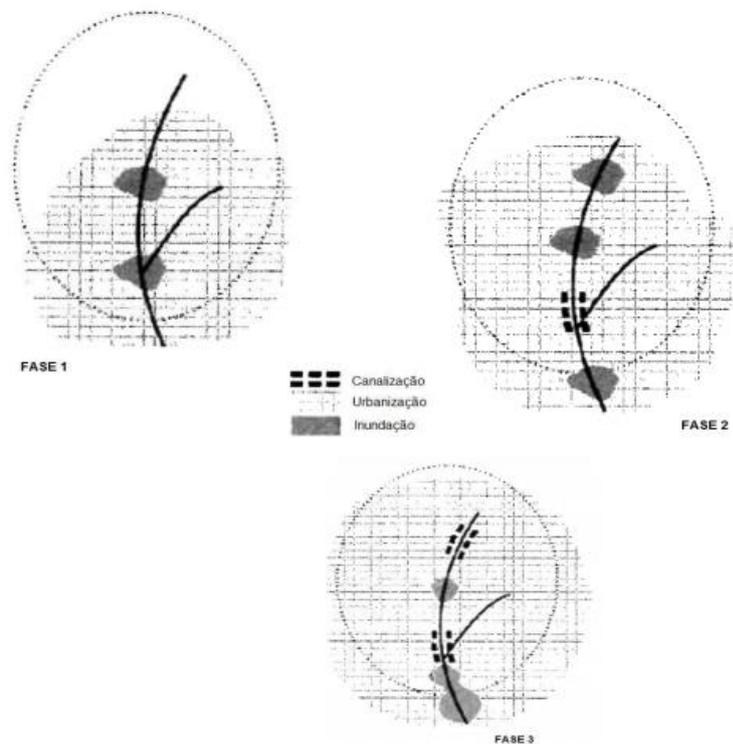
- Redução de microrganismos, nomeadamente bactérias patogênicas: o armazenamento de água ao ar livre contribui, em regra, para a redução de microrganismos, devido a conjugação de um conjunto de circunstâncias (como a temperatura, a radiação solar, a competição biológica e a sedimentação) desfavoráveis ao seu crescimento e multiplica-o

Por meio da acumulação dessas águas iniciais em bacias de retenção, é possível prover um tratamento físico, químico e microbiológico por mãos humanas para a higienização e devolução da água para ao ciclo hidrológico (MATIAS, 2006, pag 93).

#### 2.2.4 Redução dos riscos de inundação

De acordo com Mano (2008), a canalização das águas pluviais e direcionamento das mesmas para uma bacia de retenção, pode proporcionar uma chance da deslocação de inundações a essas bacias, que podem incorporar esse líquido extra a seus depósitos. Tal processo pode ser observado na figura 5.

**Figura 5 - Fases do desenvolvimento da drenagem**



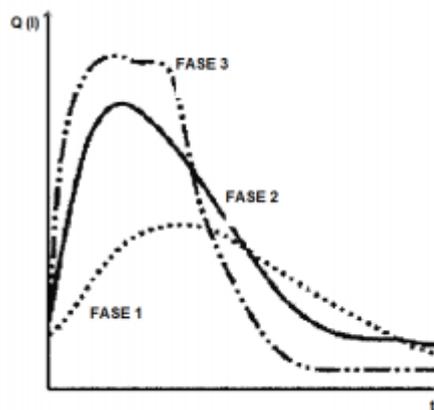
Fonte: Tucci, 2003.

Fase 1: A bacia começa a ser urbanizada de forma distribuída, com maior adensamento a jusante, aparecendo no leito natural, os locais de inundação devido ao estrangulamento ao longo do curso do rio principal.

Fase 2: As primeiras canalizações são executadas a jusante com base na urbanização atual, aumentando o hidrograma a jusante, parte da inundação é contida pelas áreas que a montante, que atuam com o efeito de um reservatório de amortecimento da enchente.

Fase 3: O maior adensamento urbano, leva as autarquias a continuar o processo de canalização para montante. Quando o processo se completa, ou mesmo antes de se completar, as inundações retornam a jusante (Figura 6).

**Figura 6 - Hidrograma na saída da bacia**



Fonte: Tucci, 2003.

### 2.2.5 Criação de reservas de rega e de incêndio

Conforme dito por Lima (2003), com o aglomeramento de água proporcionado pelas bacias de retenção, é possível o uso dela para a rega de pequenas propriedades agrícolas e mais outras atividades que requerem uso mínimo. O benefício deste método é criar um ciclo onde a água vai ser reaproveitada pelo ciclo d'água, proporcionando uma maneira limpa da cultura em geral, que não requer o consumo de água de reservas subterrâneas, fonte limitada (Figura 7).

Já para o uso contra incêndios, poupar água extra é um trabalho difícil para as necessidades da cidade, o que torna extremamente viável a captação das águas de chuva para o uso anti-inflamável. Contudo, é necessário um estudo da característica do solo da cidade para a análise de qual material propõe uma melhor infiltração e captação desta água. Solos com índices

de plasticidade superior a 10 % e espessura não inferior a 920 mm não conduzem a perdas significativas de água desde que a profundidade de armazenamento seja inferior a 3.0 metros.

**Figura 7 - Rega de plantação por meio de reservatório**

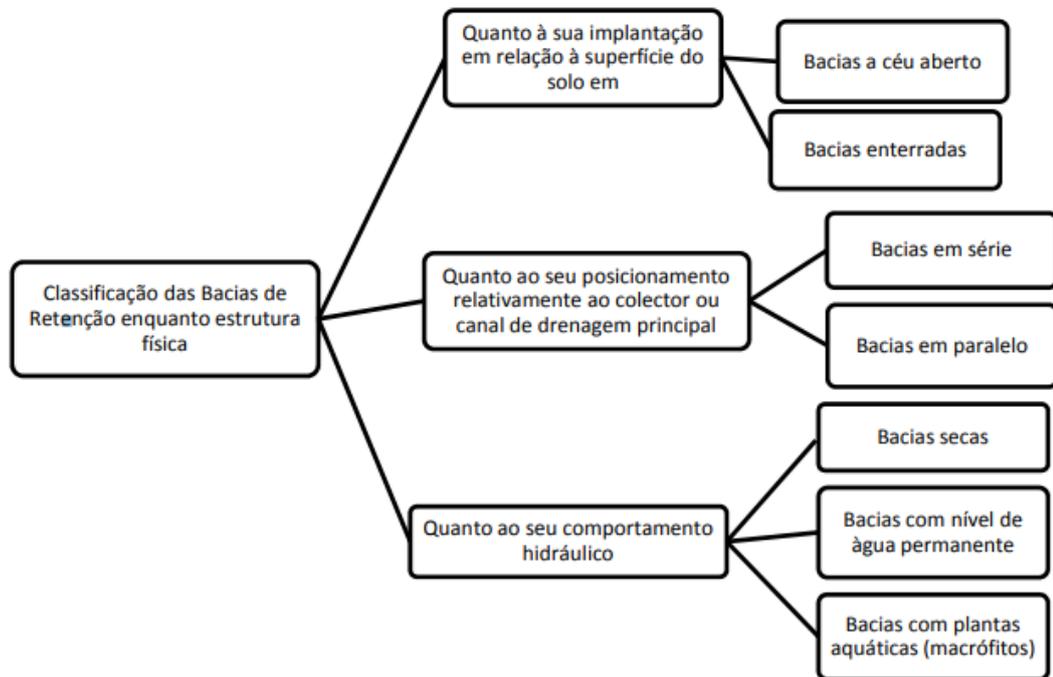


Fonte: Reclast, 2016.

### 2.3 TIPOS DE BACIAS DE RETENÇÃO

Dentro do caso de bacias de retenção, há uma categorização das mesmas quanto a estrutura física, para que haja uma diferenciação de suas funcionalidades. Dentro dessa classificação de estrutura física, há uma separação entre 3 categorias, como pode ser visto na Figura 8.

**Figura 8 - Classificação das bacias de retenção enquanto Estrutura Física**



Fonte: MANO, 2008.

### 2.3.1 Bacias de retenção a céu aberto

Conforme dito por Mano (2008), as bacias de retenção a céu aberto são caracterizadas por bacias de menor dimensão, o que remetem a menor gastos e facilidade de reparação. Tais bacias são integradas a locais com valor paisagístico e de lazer, como parques e campos de futebol (Figura 9), o que faz serem bacias extremamente populares pelo seu valor ambiental. As bacias de detenção a céu aberto são construídas para estarem vazias a maior parte do tempo, armazenando água apenas em períodos de cheia, correspondentes à ocorrência de precipitações mais significativas. Tem por objetivo armazenar o volume excessivo de água escoada pela bacia por certo período de tempo, geralmente 24 horas, impedindo assim a inundação do trecho a jusante, para depois lançá-lo novamente a rede de drenagem.

**Figura 9 - Bacia de retenção incorporado a estádio de futebol, São Bernardo do Campo**



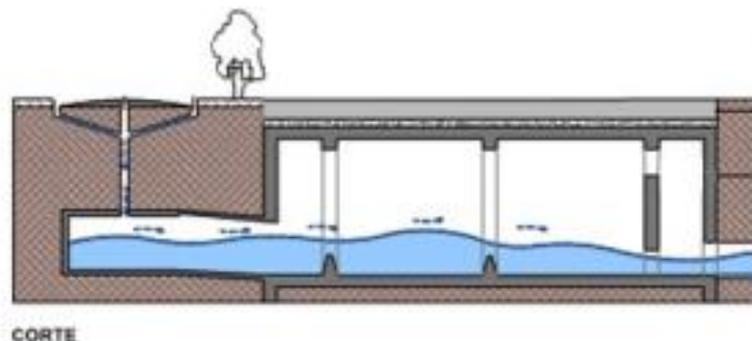
Fonte: DEP, 2000.

### 2.3.2 Bacias de retenção enterradas

Para Linivali *et al.* (2007), as bacias de retenção enterradas são bem utilizadas quando não é possível construir uma ao céu aberto, ou seja, quando há uma indisponibilidade de instalação na região ou quando se há uma densidade demográfica muito grande na área. Apesarem de ter um custo muito mais elevado que as bacias de retenção ao céu aberto, elas são de função vital para a função de não alagamento da região.

Normalmente feitas de concreto armado, elas conseguem armazenar temporariamente uma determinada proporção de água em excesso na superfície, tornando-se necessário o bombeamento desta água no final do período de chuvas, para que não haja excesso d'água (Figura 10).

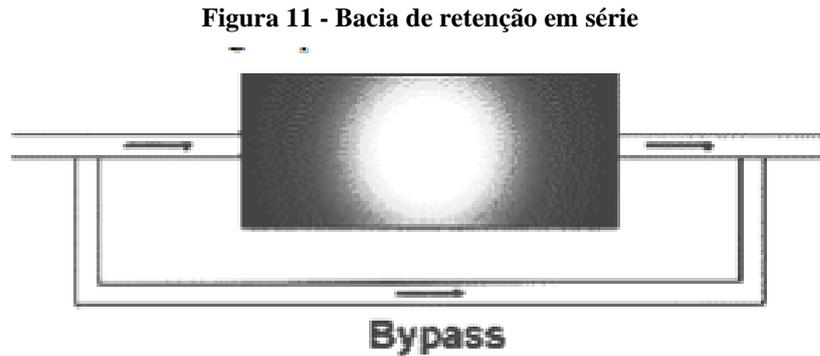
**Figura 10 - Bacia de retenção enterrada**



Fonte: CANHOLI, 2014.

### 2.3.3 Bacias de retenção em série

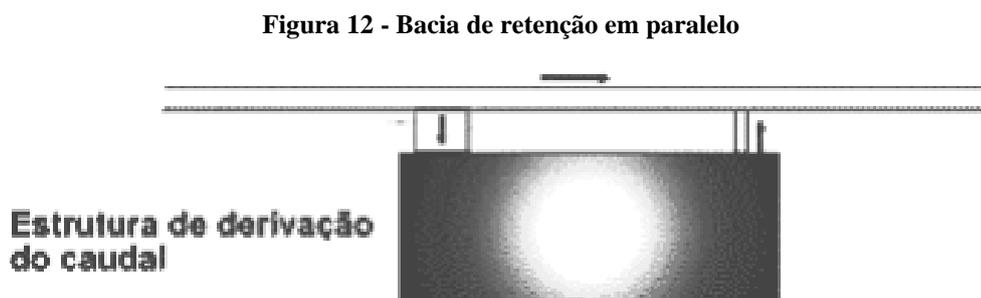
As bacias em série são aquelas que se situam no alinhamento direto do coletor ou canal de drenagem afluente, interceptando-o (Figura 11). De acordo com Matias (2006), toda a passagem de água segue pela bacia de retenção, e obtém o status de nível de água permanente.



Fonte: LIMA *et al.* (2006).

### 2.3.4 Bacias de retenção em paralelo

As bacias em paralelo são aquelas que se localizam paralelamente ao coletor ou canal afluente (Figura 12). Para Bichança (2006), diferentemente da bacia de retenção em série, neste caso nem toda a água passa pela bacia de retenção, passando por uma tubulação lateral.



Fonte: LIMA *et al.* (2006).

### 2.3.5 Bacias de retenção secas

As bacias de retenção secas são projetadas para ficar a maioria do tempo sem água, diferentemente de outras bacias já vistas que são feitas para armazenamento constante d'água.

Uma coisa que promove esse tipo de bacia, é sua disponibilidade para área de lazer quando a mesma estiver vazia, como parques e espaços verdes (DEP, 2017).

Na Figura 13 tem-se um caso de bacia seca, onde utilizam-se taludes laterais suaves, de forma a evitar possíveis acidentes, cobertos por grama ou construídos na forma de arquibancadas ou rampas lisas.

A manutenção das bacias de retenção abertas é mais rápida e econômica, pois o acesso é livre e os equipamentos necessários são facilmente obtidos.

**Figura 13 - Bacia de retenção seca**



Fonte: Prefeitura de Porto Alegre, 2008.

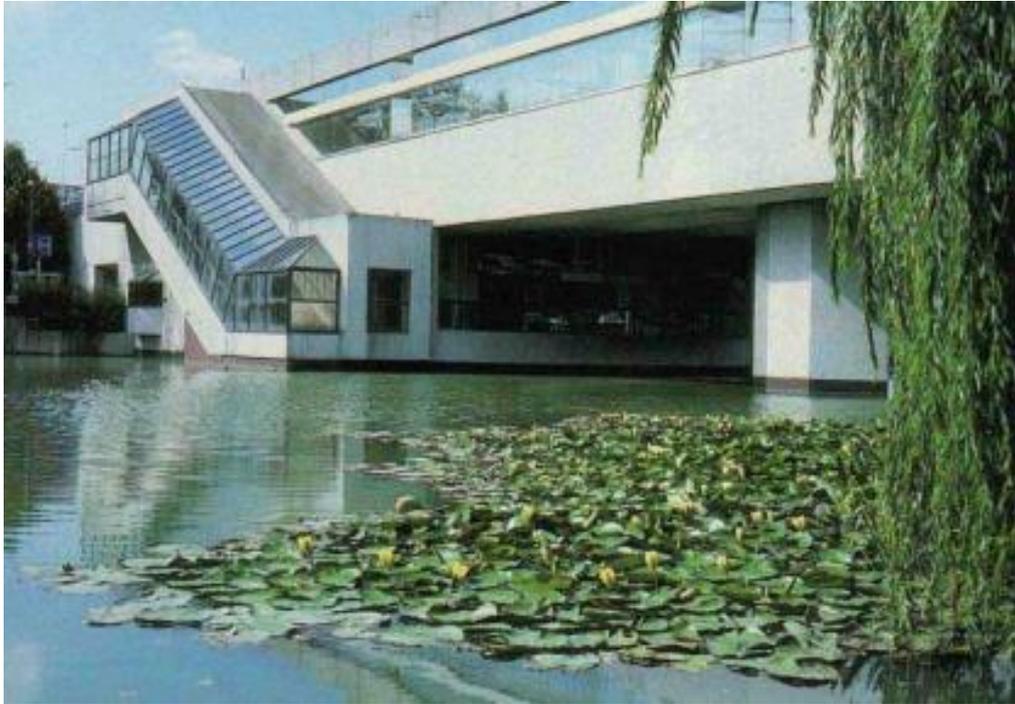
### **2.3.6 Bacias de retenção com nível de água permanente**

Como dito por Mano (2008), as bacias com o nível de água permanente são concebidas, ao contrário das bacias secas, para permanecerem com água mesmo em períodos de ausência de precipitação (Figura 14). Neste caso o nível freático é atingido em tempo seco. Este fato é condicionante, sendo conveniente que o nível freático se situe a uma cota superior ao da cota de fundo da bacia, assegurando-se assim uma alimentação permanente.

Em alternativa, poderá ter-se a necessidade de dispor de uma bacia de fundo impermeável, do tipo natural ou artificial. Para este tipo de bacia é necessário um estudo do balanço entre a afluente, alimentação da toalha freática) e efluências do escoamento (evaporação, infiltração, escoamento para jusante) de forma a garantir a existência de um nível de água satisfatório sob o ponto de vista quantitativo e qualitativo. Esta solução implica custos

de investimento e de exploração mais elevados, comparativamente com as bacias a seco, e está condicionada a uma alimentação de água por parte do aquífero subjacente.

**Figura 14 – Bacia com água permanente n° VIII Sul, Marne-la-Vallé**



Fonte: STU, 1994.

### 3 CÓRREGOS URBANOS

#### 3.1 CONDIÇÃO ATUAL DOS CÓRREGOS URBANOS

Os córregos urbanos são de importância vital para a sobrevivência das cidades que vivemos, devido sua canalização e abastecimento de grandes reservatórios hídricos que fornecem água a população. Contudo, vê-se sua banalização e degradação por meio de ocupação inadequada dos leitos de rios, onde pessoas sem condições de terem residências em locais adequados se instalam e proporcionam a poluição completa do córrego, com despejo de resíduos, esgoto, entre outros. De acordo com Rocha (2011), no Brasil, criou-se uma cultura de não considerar a existência de rios e córregos, muito menos a mata ciliar, na hora de expandir a cidade, assim causando inúmeros problemas relacionados a inundações em áreas urbanas.

Tal banalização também se vê na falta de preocupação do governo local em tentar resolver esses problemas e também prover novos canais de canalização adequados para atender a necessidade do excesso das chuvas. Como dito por Cides (2016), com a expansão urbana, no fim dos anos 1970, adotou-se a prática de lançamento da chuva diretamente nos córregos, o que os sobrecarregou, pois, as águas correm mais rápido e chegam em maior volume nos afluentes quando correm sobre o asfalto, intensificando o processo de erosão.

#### 3.2 PROBLEMAS RECORRENTES EM CÓRREGOS URBANOS

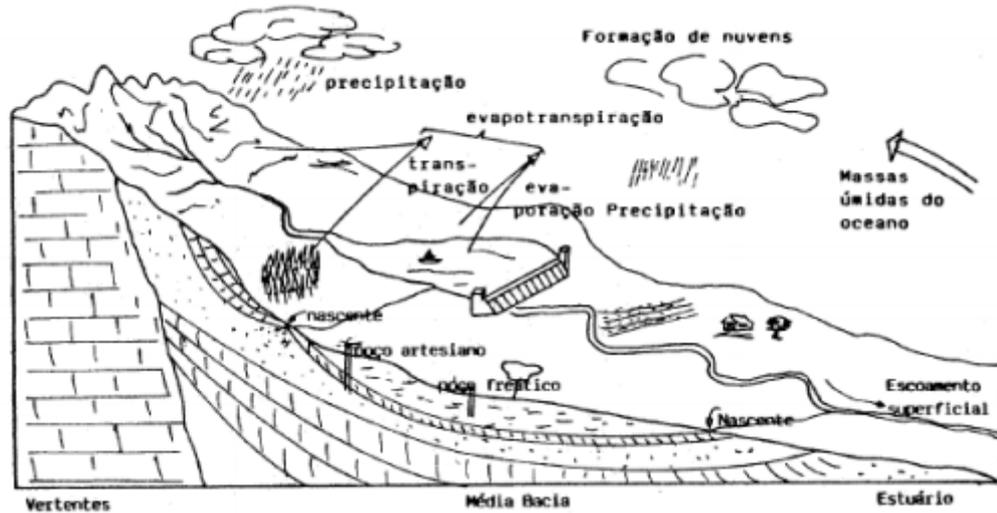
##### 3.2.1 Desmatamento

O desmatamento, prática realizada a fim de obtenção de madeira, obtenção de novas áreas livres e entre outros, consiste em um problema amplamente estudado no século XXI, devido suas graves consequências ambientais nos locais praticados. Dentre os problemas envolvendo o desmatamento, pode-se identificar um especialmente preocupante quando se tem ao caso retirada de vegetação perto ao leito de rios.

De acordo com Jayasuriya *et al.* (1993), a retirada da vegetação acarreta uma série de alterações no meio físico, sendo uma delas a diminuição nas taxas fotossintéticas e de evapotranspiração, esta última podendo modificar as taxas de precipitação, se ocorridas em larga escala. Já Hewlett (1982), diz que mudanças no regime de precipitação têm reflexo no regime de vazões, alterando a resposta hidrológica de uma bacia. Resposta hidrológica é a produção de água de uma bacia, obtida pela razão entre a vazão e a precipitação.

Com mudanças no ciclo hidrológico (Figura 15) pela redução das precipitações, uma série de consequências é lançada ao ambiente, tornando secas extremamente mais comuns e períodos de chuvas estendidos, gerando ciclos de falta de água e excesso da mesma uma coisa comum, e desgastando bastante os córregos urbanos.

**Figura 15 - Diagrama terrestre e atmosférico da importância do ciclo hidrológico**



Fonte: ALMEIDA, 2007.

### 3.2.2 Erosões

A erosão de córregos urbanos é um processo natural, onde por meio da ação do vento e da água, materiais sólidos como rochas e solo são transportados pelo fluxo do rio até chegarem a outro destino.

Apesar de ser um processo natural, o processo de erosão é extremamente amplificado pela ação humana, a ponto de ter impactos ambientais extremamente difíceis de ser revertidos, pois, de acordo com Guerra (2005), as ações humanas resultam em mudanças na hidrologia dos cursos d'água, como a elevação do pico de descargas; a diminuição do tempo necessário para que o escoamento superficial alcance o curso d' água; o aumento da frequência e magnitude dos alagamentos; a redução no fluxo dos cursos d' água, durante períodos prolongados de seca, devido ao nível reduzido da infiltração na bacia hidrográfica; e a maior velocidade e aumento no volume do escoamento superficial durante tempestades, devido aos efeitos combinados de maiores picos de descarga, rápido tempo de concentração e superfícies hidráulicas mais lisas, que ocorrem como resultado do desenvolvimento urbano.

Assim, em área urbana, o processo de erosão é aumentado exponencialmente devido a exuberância de solo exposto (Figura 16), conforme Zambuzi (2006), oriundo de botafora, terraplanagem, ausência de cobertura vegetal; loteamento sem infraestrutura; ou ainda a presença de margens de córregos instáveis, caracterizando-se como áreas potenciais para a geração de sedimentos, acarretando danos ambientais graves. O problema do solo exposto é a falta de vegetação, que serve como amortecedora da energia cinética provinda das gotas de chuvas, assim, proporcionando áreas totalmente desprotegidas a erosão.

**Figura 16 - Erosão na Cidade Jardim, Anápolis, Brasil.**



Fonte: Prefeitura de Anápolis, 2018.

### **3.2.3 Assoreamento**

O assoreamento em córregos consiste-se em um processo em que se acumula partículas sólidas (sedimentos) no meio da água, ocorrendo quando a força da gravidade supera a força de carregamento do meio aquoso, ou quando há uma supersaturação desses sedimentos, que causa o impedimento do rio carregar a substância em excesso.

Conforme Infanti *et al.*, (1998), a intensificação deste processo (assoreamento) decorre em geral das atividades antrópicas, relacionado diretamente do aumento de erosão pluvial, por práticas agrícolas inadequadas e infraestrutura precária de urbanização, bem como da modificação da velocidade dos cursos d'água por barramentos, desvios, entre outros.

De acordo com Guerra (1995), pode se concluir que o processo de assoreamento de um córrego tem relação direta com os processos erosivos, pois é o que serve de precursor para os materiais causadores do assoreamento. Sem a força suficiente para carregar os resíduos, começa a acumulação do material.

O assoreamento de um córrego pode proporcionar múltiplos problemas locais, como a redução do volume d'água ou secamento completo, visto pela Figura 17, enchentes devido ao excesso de detritos e alteração completa no ciclo de oxigênio na água, afetando totalmente os peixes e microrganismos.

**Figura 17 - Assoreamento em córrego em Campo Grande, Brasil**



Fonte: Campo Grande News, 2020.

#### **3.2.4 Enchentes e Inundações**

As enchentes e inundações tem relação direta aos problemas envolvidos aos córregos urbanos, pois são afetados de maneira direta pela contaminação do solo e da água. De acordo com Licco (2015), as expressões alagamento, cheia, enchente e inundação têm significados diferentes. Conhecidas por seus efeitos, inundações, enchentes, e alagamentos são eventos nem sempre corretamente descritos, havendo um grande desentendimento por parte da população em geral – e mesmo dos órgãos públicos - a respeito do que significam. Mesmo nos meios científicos e técnicos ainda não há uma posição final sobre os termos, existindo algumas divergências de interpretação.

A Defesa Civil de São Bernardo do Campo – SP (2015) categoriza Inundação como sendo o transbordamento das águas de um curso d'água, chegando até a planície de inundação, como mostra a Figura 17. Já no caso das enchentes, são definidas como a elevação do nível d'água no canal de drenagem devido ao aumento da vazão, atingindo ao limite máximo do canal, porém sem extravasar o excesso, também demonstrado na figura 18.

**Figura 18 - Perfil demonstrando o processo de Inundação e Enchente**



Fonte: Ministério das cidades/ IPT (2007).

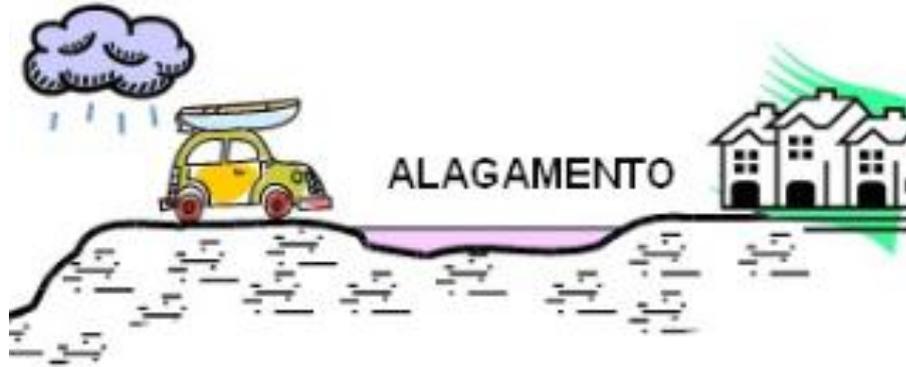
O ponto a ser destacado é que diferentemente das inundações, as enchentes são processos naturais, que ocorrem em sua maioria em período de chuvas, onde o rio ocupa todo o seu espaço com o excesso de água. Contudo, o ponto a ser levantado é que os problemas a córregos urbanos levam as enchentes a se tornarem inundações, que saem do ciclo natural do rio, causa devastação as residências feitas em lugares irregulares e geram prejuízos anuais excessivos ao país.

### **3.2.5 Alagamento**

O processo de alagamento, diferentemente das enchentes e inundações, pode ocorrer em casos separados ao vazamento de água de córregos, mas remete a um problema em comum entre esses pontos: a impermeabilização do solo e falta de drenagem. De acordo com a Defesa Civil de São Bernardo do Campo – SP (2015), o processo de alagamento consiste no acúmulo momentâneo de águas em determinados locais devido a falta do sistema de drenagem (Figura

19), o escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, que pode ou não estar associado a áreas de domínio dos processos fluviais.

**Figura 19 - Demonstração do processo de alagamento**



Fonte: Defesa Civil de São Bernardo do Campo – SP (2015).

## 4 BACIA DE RETENÇÃO NO LAGO JK

### 4.1 FORMAÇÃO DA BACIA DE RETENÇÃO NO LAGO JK.

Os cursos d'água que cortam os municípios em especial o município de Anápolis em Goiás, sofrem com a ocupação do solo e com o desmatamento de sua cobertura vegetal. Segundo Jacobi *et al.* (2015), a busca pela sustentabilidade ambiental nos grandes centros urbanos deve ter como proposta inicial o esboço de políticas de recuperação de corpos hídricos. De acordo com Postel *et al.*, (2005) os rios urbanos sustentam importantes serviços por meio de seus ecossistemas, dentre os quais pode-se citar seus aspectos de quantidade, como regulação de cheias, e de qualidade, como purificação da água para o consumo. Conforme Garcias e Afonso (2013), também serviços como preservação de habitats, recuperação de processos de degradação, redução de áreas de vulnerabilidade, melhoria da qualidade do ar, regulação do clima, redução de processos de erosão e assoreamento.

O Córrego Água Fria com uma extensão de aproximadamente 3.639 metros, tem duas nascentes, como apresenta a Figura 20. Uma que nasce aproximadamente a 200 metros da rodovia BR-153 no Setor Tropical, que atravessa a rodovia para se unir a segunda nascente que nasce entre a Rua 41 e Avenida Juscelino Kubitschek no bairro JK, o encontro das águas das duas nascentes destacado na figura irá formar uma bacia de retenção, também conhecido como lago JK, posteriormente é formado um veio único indo desembocar no Córrego Cascavel que, por sua vez, drena para o Rio das Antas.

**Figura 20 – Córrego Água Fria**



Fonte: Plano Municipal de Drenagem Urbana de Anápolis (modificado), 2016.

Em sua nascente próxima a rodovia, passou por uma ação humana como agente modelador, pois a criação de uma rodovia próxima delimitou e restringiu essa área, onde segundo Finkler *et al.*, (2016) o crescimento populacional dos centros urbanos provoca impactos diretos no meio ambiente, principalmente nos recursos hídricos de duas formas: qualitativa (alteração da qualidade da água) e quantitativo (interfere diretamente nos padrões de fluxo e quantidade de água) e estes impactos são provenientes da forma com a qual esses recursos são utilizados.

A imagem da Figura 21 mostra tais processos oriundos da forma de ocupação, identificando um trecho na nascente direita que passa por um processo de assoreamento, devido a passagem da BR 153, que provocou a redução de sua mata ciliar e canalização de seu leito.

**Figura 21 - Nascente próximo a BR 153**



Fonte: FERNANDES, 2018.

De acordo com Brown (1971) as ações antrópicas são diretas quando o gênero humano tem a intenção de modificar a superfície terrestre, e tais alterações do relevo podem ser notadas com a passagem da BR 153 por meio do aterro da pista.

A atuação do homem como agente modelador do relevo é proeminente, principalmente em áreas urbanas, dando origem às formas do relevo antrópicas (Felds, 1957, Brown 1971, Casseti 1991). Felds (1957), classifica em ações indiretas como no caso das erosões antropogênicas encontradas no lado direito da nascente da figura 21.

Para Casseti (1991), o uso da terra nos pontos de ocupação irregular às margens do córrego, descreve a forma de modelo antrópico, enfatizando as relações entre as intervenções nas vertentes e a dinâmica do canal. As condições de ocupação da microbacia do Córrego Água

Fria têm diversas intervenções, modificações da paisagem e condições do seu leito. Destaca-se as modificações realizadas para conter o volume de chuvas intensas, como é o caso da Bacia de Retenção, lago JK, em suas margens, bem como a contenção de suas margens com obras de gabiões que servem para reduzir o intenso assoreamento provocado pelos lançamentos de águas pluviais por meio de galerias e pela redução da cobertura vegetal.

Já a outra nascente tem um perfil mais natural, onde pode-se encontrar uma ação humana mínima, como apresenta a figura 22. Por sua vez essa nascente tem enfrentados problemas graves também por conta de erosões frequentes na região em períodos chuvosos.

**Figura 22 – Erosão próximo a nascente**



Fonte: PORTAL UEG, 2012.

A erosão em sulcos resulta da concentração do escoamento superficial produzido por uma chuva, ocasionando a formação de pequenos canais que podem ser facilmente desfeitos pelas práticas de cultivo. Foster (1982) caracterizou a erosão em sulcos quando a formação de sulco era com uma profundidade máxima de 300 mm.

As matas ciliares atuam como barreira física, regulando os processos de troca entre os ecossistemas terrestres e aquáticos e desenvolvendo condições propícias à infiltração (Kageyama, 1986; Lima, 1989)

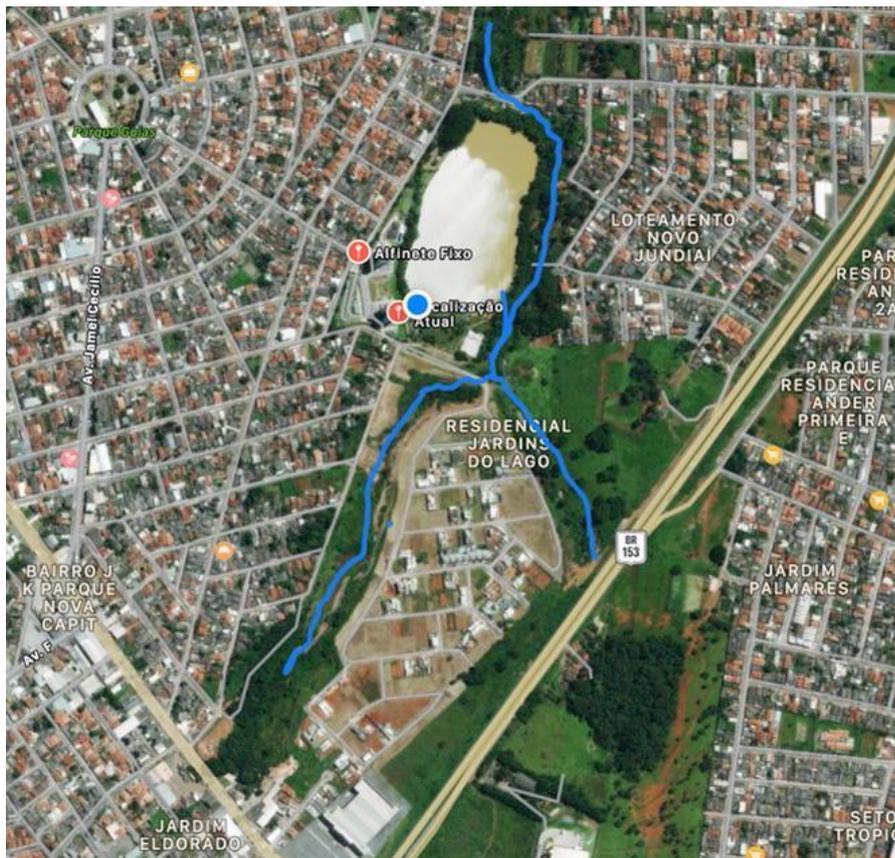
Caso as matas ciliares estivessem sido conservadas como rege a Lei, bastaria interligá-las aos fragmentos de matas e reservas até então existentes, para que houvesse uma situação mais confortável em relação à conservação dos recursos florestais.

## 4.2 LOCALIZAÇÃO

A bacia de retenção localizada no Bairro JK, como pode-se observar na Figura 23, tem em suas margens residências, comércios, dentre outros estabelecimentos. Um aspecto que justifica a escolha do objeto de análise é o incentivo ao engajamento popular na preservação da água e da vegetação, como estratégia de educação ambiental e perpetuação de espécies de fauna e flora originais da região, uma vez que a área da microbacia é acompanhada em grande parte de residências.

Há tempos, acreditava-se que os recursos ambientais eram abundantes e que nunca iriam se acabar. Assim, não se via necessidade de preservá-los. O valor atribuído ao meio ambiente era zero, ou seja, era considerado como bens gratuitos que não entravam na contabilidade econômica, apesar de ser usado na produção de bens e serviços (MATTOS, 2007, pag 51).

**Figura 23- Vista via satélite da localização da Bacia**



Fonte: GOOGLE MAPS, 2020 (modificado).

### 4.3 MEIO AMBIENTE

A discussão sobre o desenvolvimento urbano aliado a sustentabilidade tem sido uma constante em todas as esferas acadêmicas. Acredita-se que a tecnologia aliada às possibilidades fornecidas pela engenharia deve proporcionar um ambiente de equilíbrio entre o desenvolvimento socioeconômico da população e a preservação da natureza e seus recursos.

Baseado nos estudos de Borges (1975) foi realizado um breve apanhado geral sobre a cidade de Anápolis (GO) elucidando de que forma a cidade adquiriu seu atual contorno e de que forma a hidrografia teve influência nos processos de ocupação. Segundo Porto (2009) serve como referencial à medida que analisa o processo de ocupação sobre a ótica da utilização do espaço urbano e a sua influência na qualidade e preservação das águas do município. Vale reiterar que a análise no caso da produção de Porto (2009) foca no Rio das Antas, mas relaciona-se inteiramente com a análise que se estabelece sobre o Córrego Água Fria e sua Bacia de Retenção mostrada na Figura 24.

**Figura 24 – Parque JK**



Fonte: ANA, 2019.

A problemática ambiental trata da preservação e conservação do meio ambiente, com ações de contenção e recuperação do desmatamento, amparo das margens dos cursos hídricos e da biodiversidade, além de medidas eficazes contra mudanças climáticas. Para Resende (2013) a despeito dos objetivos e desígnios apresentados nos temas ambientais, a natureza já se

encontra degradada e a sustentação do ritmo de crescimento leva o planeta ao esgotamento ambiental, pois o avanço das atividades antrópicas tem esbarrado nos limites do possível.

É importante ter claro que a política ambiental não é uma política “simples”. Ela é relativamente nova como campo de estudo e de intervenção do setor público, e abrange um enorme número de temas que interferem em quase todas as atividades econômicas e sociais, geralmente questionando e impondo restrições (BORINELLI, 2016, pag 9).

#### 4.4 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

##### 4.4.1 Lei da Área de Proteção Ambiental – n. 6.902 de 27/04/1981

Lei que criou as “Estações Ecológicas”, áreas representativas de ecossistemas brasileiros, sendo que 90 % delas devem permanecer intocadas e 10% podem sofrer alterações para fins científicos. Foram criadas também as “Áreas de Proteção Ambiental”, áreas que podem conter propriedades privadas e onde o poder público limita as atividades econômicas para fins de proteção ambiental.

Para Viana e Ganem (2005), as Áreas de Proteção Ambiental podem ser formadas de terras públicas e privadas. Além disso, nelas podem ser estabelecidas condições para uso, pesquisa científica e visitação pelo poder público e pelos proprietários. A Lei ainda prevê que as Áreas de Proteção Ambiental disporão de conselhos presididos pelo representante do órgão responsável pela administração da unidade, e constituídos por representantes de organizações da sociedade civil, órgãos públicos e população residente.

Sob a perspectiva da gestão ambiental pode-se dizer que essa categoria de manejo de unidade de conservação dá real significado ao próprio conceito de desenvolvimento sustentável, na medida em que sua relevância se dá exatamente pelo reconhecimento da inevitabilidade da ocupação humana do território, visando promover a utilização dos recursos naturais de forma a garantir sua perpetuidade para gerações presentes e futuras. Assim, o desafio de gestão das Áreas de Proteção Ambiental repousa sobretudo na necessidade da espécie humana em compreender e exercitar o convívio com as demais espécies e ecossistemas de forma a não comprometer sua própria existência.

As unidades de proteção integral têm por objetivo básico preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos recursos naturais, com exceção dos casos previstos em lei, como a visitação e a pesquisa científica, por exemplo. Foram classificadas, pela Lei, como unidades de proteção integral: as Estações Ecológicas, as Reservas Biológicas, os Parques

Nacionais, os Monumentos Naturais e os Refúgios de Vida Silvestre. Segundo o Art. 7º da Lei n. 9.985 (BRASIL, 2008), as unidades de uso sustentável, por sua vez, têm por objetivo básico compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais. São unidades de uso sustentável: as Áreas de Proteção Ambiental, as Áreas de Relevante Interesse Ecológico, as Florestas Nacionais, as Reservas Extrativistas, as Reservas de Fauna, as Reservas de Desenvolvimento Sustentável e as Reservas Particulares do Patrimônio Natural.

Conforme Prates e Sousa (2014), o efetivo controle e gestão das Áreas de Proteção Ambiental recebe questionamentos, embora trate de uma categoria estratégica para conservação do espaço natural. Ressalta-se uma dificuldade de gestão em função do grande número de áreas privadas em seu interior e embaraço do poder público em aplicar o zoneamento previsto nessas áreas.

#### 4.5 PROBLEMAS NA BACIA

Hoje a Bacia do Lago JK enfrenta problemas como poluição, assoreamento do seu leito, problemas relacionados a não preservação de sua nascente e de abandono.

Poluição das águas alteram a natureza dos cursos d' água, todo um ecossistema que depende dela, assim como o lago JK a poluição do mesmo, prejudica a população em seu entorno e principalmente o microciclo de vida que depende da saúde do lago e de seu córrego.

De acordo com Canholi (2014), as ocupações das margens dos rios representam as principais fontes de degradação da cobertura vegetal e da qualidade da água dos rios presentes no perímetro urbano. E como se pode observar na Figura 25, O curso d'água entre a nascente e o lago do parque JK há presença de resíduos depositados próximo a sua margem pela população que vive entorno da área.

**Figura 25: Lixo na encosta do córrego Água Fria**



Fonte: PORTAL INSTITUTO VENTURI, 2015.

A poluição das águas ocorre pela intervenção humana nos cursos d'água, através da adição de substâncias que alteram sua natureza, prejudicando os usos que deleção feitos, a segurança e o bem-estar da população.

De acordo com o levantamento e a legislação vigente, a nascente e o curso d'água estão classificados como área perturbada, pois a nascente não apresenta 30 metros de mata ciliar nas suas margens e o descaso da população e do governo agrava a situação.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2016), dentre os impactos da ação urbana sobre os recursos hídricos destaca-se a degradação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas que normalmente são contaminadas pelas cargas de lixo e de escoamento pluvial, que são lançados no leito do rio sem receber nenhum tipo de tratamento, além da pressão sobre a demanda de captação em grandes áreas urbanas.

Além da poluição direta das águas, o desmatamento também é uma das grandes causas do desequilíbrio dessa região, pois interfere diretamente no ciclo hidrológico, que é nada mais do que um grande sistema natural de purificação da água, que recicla e purifica constantemente.

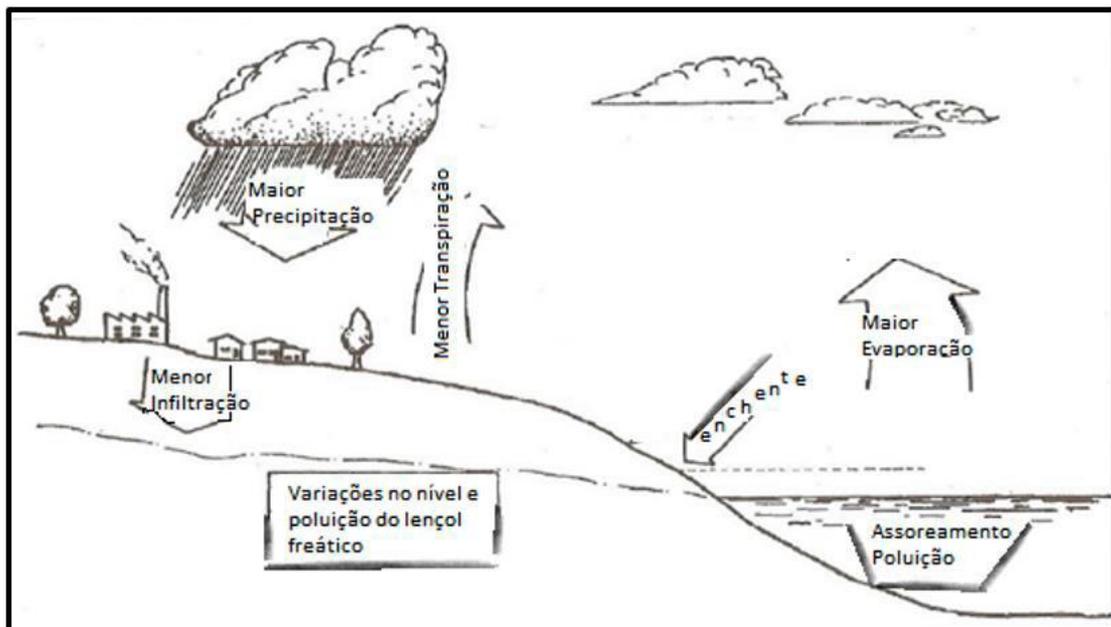
A ocupação indevida nas margens do Córrego Água Fria, com o desmatamento e a deposição de resíduos em seu leito e margens, tem produzido crises na qualidade das águas e sua distribuição, pois tais problemas geram um acúmulo de sedimentos dos quais a partir de uma chuva mais forte na qual irá lavar suas margens, todo esses resíduos funcionarão como barreira, ocasionando diversas problemáticas, como alagamentos, obstrução de passagens do

curso d água natural, além de muitas vezes esses sedimentos se alojarem no fundo da bacia do Lago JK.

#### 4.5.1 Impermeabilização do solo e assoreamento

A Figura 26, apresenta as alterações provocadas pela impermeabilização onde o volume que não infiltra no solo aumenta o escoamento superficial, gerando alterações expressivas no regime de vazões das pequenas bacias urbanas, além da redução da infiltração e interceptação causada pelo processo de impermeabilização, resultando na alteração do balanço hídrico nas áreas urbanas, poluição do subsolo e a redução da evapotranspiração proveniente da vegetação, fator que interfere em variáveis meteorológicas necessárias ao ciclo hidrológico como a umidade do ar e a concentração das nuvens de chuva.

Figura 26 – Principais alterações causadas pela impermeabilização do solo



Fonte: MOTTA, 2002.

A redução da evapotranspiração das folhagens e do solo se dá pela mudança da cobertura natural, pois a cobertura urbana não retém água como a natural. O lençol freático também é afetado pela diminuição da infiltração, visto que a sua alimentação está ligada diretamente com o escoamento subterrâneo. Dependendo do estágio que a urbanização em uma cidade se encontra os recursos hídricos podem estar completamente descaracterizados, podendo em períodos de estiagem, reduzir as vazões dos recursos e os limites na disponibilidade de água (MOTA, 2011).

Por descaso das autoridades e falta de mobilização das instituições ditas comprometidas com a preservação ambiental, o lago do Parque Ecológico JK – belo cartão postal de Anápolis passa por acelerado processo de assoreamento, que reduz o volume de água, ameaça a sobrevivência dos peixes e coloca em risco a vida de pessoas (principalmente crianças) que nadam inadvertidamente na lama poluída, como pode-se observar na Figura 27.

**Figura 27: Parque JK**



Fonte: AUTORAL, 2020.

Guerra (2000) afirma que o processo de assoreamento de uma bacia hidrográfica relaciona-se aos processos erosivos, uma vez que esse processo fornece material que darão origem ao assoreamento. Quando a energia da água não é suficiente para transportar o material erodido, esse material fica depositado. No caso da Figura 27, o córrego Água Fria leva também material para depósito no local pois representa para este o local de maior volume.

#### **4.5.2 Sociedade**

A beleza natural é incontestável, a possibilidade de uma iteração sociocultural com a população é muito interessante na região, devido ao bom uso da expertise da engenharia houve a possibilidade da criação de um belo Parque ecológico, porém o cenário atual é de abandono e de um total descaso.

De acordo com pesquisas feitas com pessoas que frequentaram o Parque de forma unânime ficam maravilhados com as dimensões da Bacia e sua beleza, mas também é retratado um descaso com os cuidados no Parque, como pode ser visto na figura 28, demonstrando toda a falta de limpeza atualmente, mas também, é percebido forma unânime a falta de policiamento, a falta de limpeza e a necessidade de banheiros para atender a população.

**Figura 28 - Situação atual do Parque JK**



Fonte: AUTORAL, 2020.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

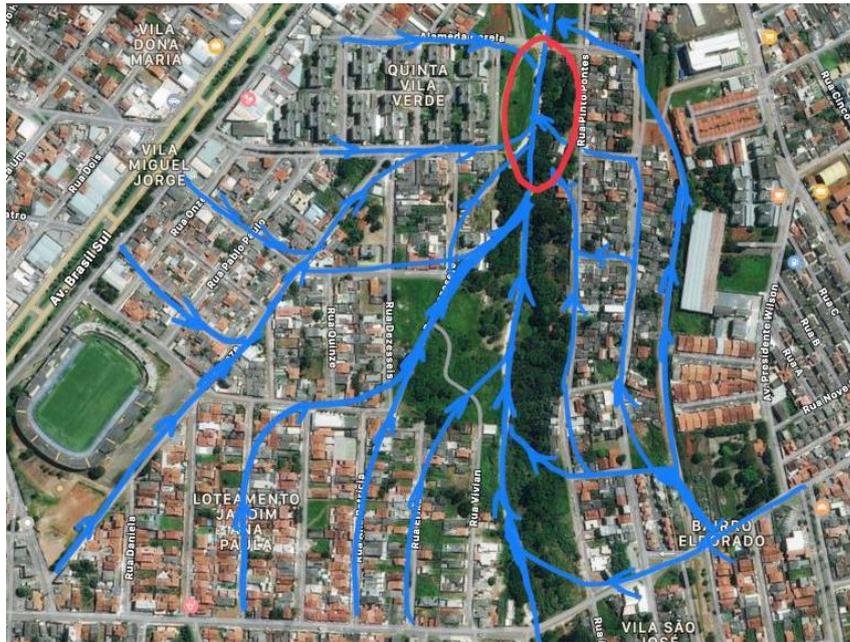
Segundo os estudos apresentados, as bacias hidrográficas, em seus diversos tipos, exercem um papel essencial a sociedade em formas de abastecimento, recreação, entre outros. Dessa forma, as bacias se correlacionam diretamente com os córregos urbanos, responsáveis pelo abastecimento destas mesmas.

Nota-se que é possível mostrar os problemas atuais que afetam nossos córregos urbanos e entender o estudo de caso do Lago JK, que passa pelos mesmos problemas de alagamento por impermeabilização do solo e alta urbanização da região. Usando esse conhecimento, é possível levantar medidas para a recuperação e tratamento para o Lago JK e vários outros pela cidade e pelo Brasil inteiro.

No presente trabalho, a percepção ambiental foi vista como uma ferramenta no estudo da Engenharia, quando esta é voltada para a análise do meio em prol da sociedade e do meio ambiente. Como foi visto, a Engenharia contribui de maneira essencial para o entendimento da relação entre a sociedade e a natureza. Pode-se observar que a percepção parte como uma iniciativa de se entender a natureza como parte do dia a dia do cidadão, além dos benefícios físicos que uma bacia de retenção irá proporcionar.

Uma sugestão para trabalhos futuros seria o estudo de áreas de alagamentos em Anápolis e a possibilidade de criação de novas bacias de retenção como essa que se transformou no parque JK. Observando outros pontos da cidade que sofrem com uma alta impermeabilização do solo, o que ocasiona um alto volume de água que escoam nas ruas até culminarem em um encontro das águas, gerando alagamentos e por uma falta de estrutura para lidar com esse alto volume de água, a própria natureza sente dificuldade em lidar com todo esse volume, o que acaba acarretando diversos problemas, tanto em âmbito ambiental quanto socioeconômicos, pois agora há uma região que não foi pensada para suportar esse volume de água e mais, tem-se uma área verde que não foi dimensionada para receber essa água, que por se tratar de um escoamento das ruas impermeabilizadas, muitas vezes trazem também lixos, detritos de construções além dos detritos ocasionados pela própria chuva, como galhos de árvores. Então a bacia de retenção tem grande funcionabilidade, inclusive pode ser aplicada no Córrego das Antas, onde é ressaltado na Figura 29.

**Figura 29 : Vista via satélite trecho Córrego das Antas**

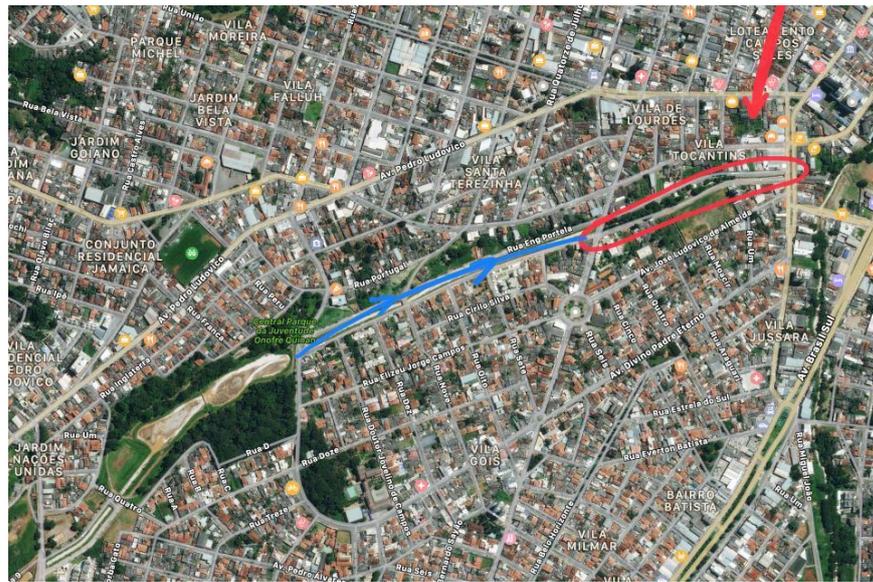


Fonte: Google Maps, Anápolis 2020 (modificado).

Uma área onde poderia ser construído uma bacia de retenção como um lago, onde poderia se transformar ao redor do lago uma pista de caminhada, e utilizar esse espaço de forma mais inteligente, tendo benefícios socioeconômicos e culturais, trazendo para a população uma solução para os possíveis alagamentos e dando um conforto de um lago, com pista de caminhadas e um ambiente de lazer para a população.

Já a região onde se encontra o Central Parque da Juventude Onofre Quinan é uma potencial área para um excelente funcionamento de uma bacia de retenção (Figura 31), tendo como sua principal funcionabilidade em diminuir a vazão do Córrego das Antas que vai em direção a outros pontos da cidade, onde em períodos chuvosos sofre com alagamentos, como pode-se observar destacado na Figura 30.

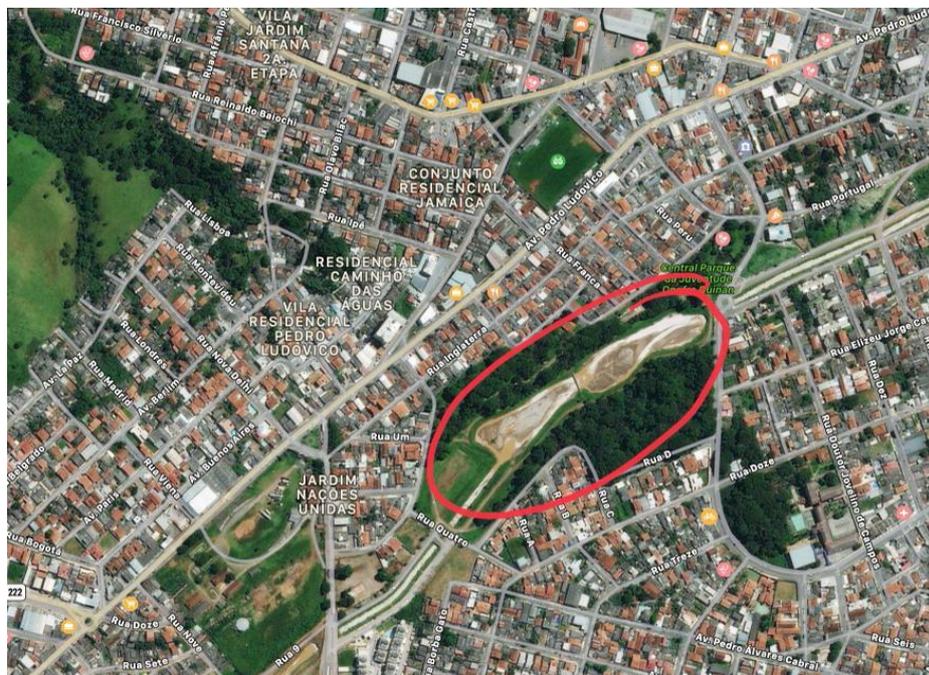
**Figura 30: Vista via satélite de trecho de alagamentos**



Fonte: Google Maps, Anápolis 2020 (modificado).

Outra importante funcionalidade dessa bacia de retenção é trazer a região um parque ecológico de fato, os quais irá proporcionar para a população daquela região uma melhor qualidade vida.

**Figura 31: Bacia do Parque da Juventude Onofre Quinan**



Fonte: Google Maps, Anápolis 2020 (modificado).

Hoje em Anápolis o Parque Onofre Quinan é o que está mais próximo em se tornar uma potencial bacia de retenção, mas precisa de muitos cuidados, há cerca de 10 anos o parque sofre de abandono, e os níveis de assoreamento (Figura 32) da bacia é altíssimo, fazendo que sua funcionabilidade seja debilitada.

**Figura 32- Assoreamento em Lago no Parque Onofre Quinan**



Fonte: PREFEITURA DE ANÁPOLIS, 2018.

Anápolis é uma região onde de fato tem muitos problemas de drenagem de água e sua captação, porém as propostas são inúmeras e acredita-se que a criação de Bacias de Retenções na nossa cidade além de ser resolvido a problemática de alagamentos, a criação de diversos parques ecológicos, ambientes no qual a conscientização da população será de grande valia para a cidade, trazendo um maior conforto para os anapolinos e um descanso para natureza.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, André Quintão de. Influência do desmatamento na disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica do córrego do galo, DOMINGOS MARTINS, ES, 2007.

ANÁPOLIS, Secretaria Municipal de Habitação de. Acervo de imagens e dados. 2016.

BRASIL. Lei Federal nº 6.902 de 27 de abril de 198. Dispõe sobre as Áreas de Proteção Ambiental e dá outras providências.

BICHANÇA, Maria de Fátima. Bacias de retenção em zonas urbanas como contributo para a resolução de situações extremas: cheias e secas. 2006.

BORGES, H. C. História de Anápolis. 1975. Anápolis. CERNE.

BORINELLI, Benilson (Org.). Política Ambiental no Estado do Paraná: Contribuições para o estudo de sua origem e trajetória. Paraná: Eduel, 2016.

BOSCH, J.M.; HEWLETT, J.D. A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. *Journal of Hydrology*, v. 55, p. 3-23, 1982.

BROWN, E. H. O homem modela a Terra. In: Boletim Geográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro. Edição nº222. 1971.

BROWN, E. H. O homem modela a Terra. In: Boletim Geográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro. Edição nº222. 1971.

CANHOLI, A. P.; 2014. Drenagem Urbana e Controle de Enchentes. Oficina de Textos, 384p.

CASSETI, V. Ambiente e apropriação do relevo. Contexto Editora. São Paulo. 1991.

CIDES, 2016. “80% dos córregos urbanos tem erosão ou acúmulo de lixo”. Disponível em: < <https://cides.com.br/80-dos-corregos-urbanos-tem-erosao-ou-acumulo-de-lixo/> > Acesso em: 30 de março 2020.

Departamento de Esgotos Pluviais - DEP. Bacias de amortecimento. Porto Alegre. Disponível em <[http://www2.portoalegre.rs.gov.br/dep/default.php?p\\_secao=68](http://www2.portoalegre.rs.gov.br/dep/default.php?p_secao=68)>. Acesso em 15 abril 2020.

Departamento de Esgotos Pluviais - DEP. Bacias de detenção. Porto Alegre. Disponível em: < [http://www2.portoalegre.rs.gov.br/dep/default.php?p\\_secao=69](http://www2.portoalegre.rs.gov.br/dep/default.php?p_secao=69) >. Acesso em: 15 abril 2020.

FELDS, E. Geomorfologia Antropogenética. Boletim Geográfico. Rio de Janeiro. 1957.

FERNANDES, Carlos Eduardo. A gestão dos recursos hídricos do córrego Água Fria no município de Anápolis (GO) na perspectiva do plano estratégico de desenvolvimento do Centro-Oeste. Disponível em: <<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/download/10076/8434>>. Acesso em 16/04/2020.

FINKLER, N. R.; MENDES, L. A.; BORTOLIN, T. A. et al. Cobrança pelo uso da água no Brasil: uma revisão metodológica. Desenvolvimento e Meio ambientes, 2016.

FOSTER (1982), Influência da declividade do solo e da energia cinética de chuvas simuladas no processo de erosão entre sulcos, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Disponível em < [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-43662001000100023#:~:text=A%20eros%C3%A3o%20em%20sulcos%20resulta,profundidade%20m%C3%A1xima%20de%20300%20mm](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662001000100023#:~:text=A%20eros%C3%A3o%20em%20sulcos%20resulta,profundidade%20m%C3%A1xima%20de%20300%20mm) >. Acesso em 16/05/2020.

GARCIAS, C. M; AFONSO, J. A. C. (2013). Revitalização de rios urbanos. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (Gesta). Disponível em <<https://portalseer.ufba.br/index.php/gesta/article/view/7111/4883>>. Acesso em 16/04/2020.

MAPS, GOOGLE. Disponível em: < <https://www.google.com.br/maps> >. Acesso em: 15 novembro 2020.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Geomorfologia e meio ambiente. Bertrand Brasil. 3ª edição. Rio de Janeiro. 2000.

GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995.

GUERRA, Antônio. J. Teixeira; ARAÚJO, Gustavo H.de Sousa; ALMEIDA, Josimar R. Gestão Ambiental de Áreas Degradadas. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

INFANTI JÚNIOR, N.; FORNASARI FILHO, N. Processos de dinâmica superficial. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. Geologia de engenharia. São Paulo: ABGE, 1998. p. 131-152.

Jacobi et al. (2015), a busca pela sustentabilidade ambiental nos grandes centros urbanos deve ter como proposta inicial o esboço de políticas de recuperação de corpos hídricos. Disponível em: < <http://www.periodicos.usp.br/geousp/article/view/104114> >. Acesso em: 2 de março 2020.

JAYASURIYA, M.D.A.; DUNN, G.; BENYON, R.; O'SHAUGHNESSY, P.J. Some factors affecting water yield from mountain ash (*Eucalyptus regnans*) dominated forests in south-east Australia. *Journal of Hydrology*, v. 150, n. 2-4, p. 345-367, 1993.

LICCO, Eduardo Antônio; DOWELL, Silvia Ferreira Mac. Alagamentos, Enchentes Enxurradas e Inundações: Digressões sobre seus impactos sócio econômicos e governança. 2015.

LIMA, Herlander Mata; SILVA, Evaristo Santos; RAMINHOS, Cristina. Bacias de retenção para gestão do escoamento: métodos de dimensionamento e instalação, 2006. Disponível em: < [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0370-44672006000100013&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0370-44672006000100013&script=sci_arttext) >.

Acesso em: 4 maio. 2020.

LIMA, Herlander Mata, SILVA, Evaristo Santos e RAMINHOS, Cristina (2003) – “Gestão do Escoamento: Métodos de Dimensionamento e Instalação de Bacias de Retenção”. REM-Revista Escola de Minas. Lisboa, Portugal.

LIMA, Herlander Mata, SILVA, Evaristo Santos e RAMINHOS, Cristina. Impactos dos Projetos da Engenharia Civil na Hidrologia de Bacias de Drenagem. Como o Excesso do Escoamento Engenharia Civil, UM, 2006.

LIMA, KAGEYAMA. Revista *Árvore*. Disponível em:  
<[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-67622004000400016](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622004000400016)>.  
Acesso em: 9 maio. 2020.

LIMA, NADIA G. B; MOREIRA, VICENTE D.; IZUMISAWA, CLARA M; RABAQUIM, SILVANA; SALVAGNINI, MARIA LUISA DE N.; PIMENTEL, MARIO A., RODRIGUES, ELAINE Q.; MOTA, MARGARIDA M.A.; ZAMBUZI, SILVIA. Processos Erosivos em uma microbacia hidrográfica urbanizada: Córrego Paciência – São Paulo/SP, 2006.

LINIVALI, Maurício; STEIN, Ivando; ROQUE, Pablo Backes; PAZZE, Leonardo Giardel; SIEBERT, Joel Davi. Bacias de contenção: métodos alternativos para contenção de cheias. Acesso em: 11 abril 2020.

MANO, Eduarda Raquel da Costa. Estudo de bacias de retenção como solução para situações crescentes de urbanização. Disponível em: < <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/59693/2/Texto%20integral.pdf> >. Acesso em: 13 abril 2020.

MATIAS, Maria Gorete Barata. Bacias de retenção, estudo de métodos de dimensionamento. Disponível em: < <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/11929/1/Resumo.pdf> >.  
Acesso em: 1 maio 2020.

MATTOS, A. D. M. Valoração ambiental de áreas de preservação permanente da microbacia do ribeirão São Bartolomeu no Município de Viçosa. Revista *Árvore*. vol.31, nº2. Viçosa. Março/Abril 2007.

MEIRELLES, Hely Lopes. Proteção ambiental e ação civil pública. Revista dos Tribunais, São Paulo, v. 611, p.7, set.1986. Acesso em 20 de agosto 2020.

MINISTÉRIO DAS CIDADES / INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT – Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007. 176 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Mananciais. Disponível em:  
<http://mma.gov.br/cidades-sustentaveis/aguas-urbanas/mananciais>. Acesso em: 22 abril 2020.

MOTTA, D. M. Gestão do Uso do Solo Disfunções do Crescimento Urbano Volume 1: Instrumento de Planejamento e Gestão Urbana em Aglomerações Urbanas: Uma análise Comparativa. Brasília, 2002.

NEWS, Campo Grande. Fazendeiro é multado em R\$ 10 mil por causar erosões e assoreamento de córrego. Acesso em:  
< <https://www.campograndenews.com.br/meio-ambiente/fazendeiro-e-multado-em-r-10-mil-por-causar-erosoes-e-assoreamento-de-corrego> >. Acesso em: 31 maio 2020.

Portal 6. “Esportistas se reúnem para limpar lago do Parque JK em Anápolis”. Disponível em:  
< <https://portal6.com.br/2018/02/03/esportistas-se-reunem-para-limpar-lago-do-parque-jk-em-anapolis/> >\_Acesso em: 5 março 2020.

Portal 6. “O parque mais nostálgico de Anápolis será devolvido para população ainda neste ano”. Disponível em: <<https://portal6.com.br/2019/11/19/o-parque-mais-nostalgico-de-anapolis-sera-devolvido-para-populacao-ainda-neste-ano/>>\_Acesso em: 22 março 2020.

PORTAL INSTITUTO VENTURI, 2015.Disponível em:  
<<https://www.institutoventuri.org.br/pt/login3.html> > Acesso em: 22 março 2020.

PORTO, Estudos Avançados. Acesso em:  
<[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142008000200007](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200007)>.  
Acesso em: 14 maio 2020

POSTEL, S. L.; THOMPSON, J. R.; BARTON, H. Watershed protection: capturing the benefit of nature’s water supply services. London - Natural Resources Forum. 2005.

PRATES, A.P.; SOUSA, N. O. de M. Panorama Geral das Áreas Protegidas no Brasil: desafios para o cumprimento da Meta 11 de Aichi. In: BENSUSAN, N.; PRATES, A. P. (orgs.). A diversidade cabe na unidade? Áreas Protegidas no Brasil. Brasília: IEB, 2014.

Prefeitura de Anápolis. “Erosão na Cidade Jardim está com os dias contados”. Disponível em:  
< <http://www.anapolis.go.gov.br/portal/multimedia/noticias/ver/erosapo-na-cidade-jardim-estai-com-os-dias-contados> > Acesso em: 30 março 2020.

RECOLAST, Blog. Tipos de Irrigação. Disponível em:  
< <https://www.recolastambiental.com.br/blog/reservatorios/tipos-de-irrigacao/> > Acesso em: 20 abril. 2020

REZENDE, Sabrinah. Fotografia ampla do Parque Ipiranga, Anápolis. Disponível em:  
< <https://br.pinterest.com/pin/372954412867313854/> >. Acesso em: 13 março. 2020.

ROCHA, L. M. V.; SOUZA, L. C. L.; CASTILHO, F. J. V. Ocupação do Solo e Ilha de Calor Noturna em Avenidas Marginais a Um Córrego Urbano. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 161-175, jul./set. 2011. Acesso em 25 de agosto 2020.

SÃO BERNARDO DO CAMPO, Defesa Civil. Enchente, Inundação, Alagamento ou Enxurrada? Disponível em: <http://dcsbcsp.blogspot.com.br/2011/06/enchente-inundacao-oualagamento.html>. Acessado em: 6 maio. 2020.

Cidades, Soluções para. Reservatórios de Detenção.

< <https://www.solucoesparacidades.com.br/saneamento/reservatorios-de-detenca/> >. Acesso em 23 de março 2020.

STU, Agences de l'eau (1994) – “Guide Technique de Bassins de Retenue d'Eaux Pluviales”. Tec&Doc, Lavoisier. Paris, França.

TUCCI, C. E. M. (2003) “A Questão da Drenagem Urbana no Brasil. Uma Contribuição a Discussão na Conferência das Cidades”. Brasília, Brasil.

VIANA, Mauricio B.; GANEM, Roseli S. APAs federais no Brasil. Estudo. Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados. Agosto/2005. Disponível em:<<http://www2.camara.leg.br/acamara/documentos-e-pesquisa/estudos-e-notas-tecnicas/areas-da-conle/tema14/2005-10710-Consultoria-Legislativa-999.pdf>>. Acesso em: 20 março 2020.