



**FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS**  
**FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE TEÓFILO OTONI**

**ALCIONE RODRIGUES RAMOS**

**INVESTIGAÇÃO DAS CAUSAS DE INUNDAÇÕES DO RIO TODOS OS SANTOS**  
**PRÓXIMO A PONTE DO RAYNICES**

**TEÓFILO OTONI**

**2018**

**ALCIONE RODRIGUES RAMOS**

**INVESTIGAÇÃO DAS CAUSAS DE INUNDAÇÕES DO RIO TODOS OS SANTOS  
PRÓXIMO A PONTE DO RAYNICES**

Artigo apresentado à Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil desenvolvido pela acadêmica Alcione Rodrigues Ramos orientada pelo professor Bruno Balarini Gonçalves.

Aprovada em \_\_/\_\_/\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Bruno Balarini Gonçalves  
Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni

---

Larissa Petrini Alves Lorentz  
Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni

---

Igraine Gonçalves da Silva  
Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>1.1 OBJETIVOS GERAIS</b> .....	2
<b>1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	2
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	2
<b>2.1 BACIA HIDROGRÁFICA</b> .....	2
<b>2.2 ÁREA DE ESTUDO</b> .....	3
<b>2.3 DRENAGEM URBANA</b> .....	7
<b>2.4 REDES DE DRENAGEM</b> .....	8
<b>2.5 GEOMORFOLOGIA FLUVIAL</b> .....	8
<b>2.5.1 TIPOS DE LEITOS FLUVIAIS</b> .....	9
<b>2.5.2 TIPOS DE CANAIS FLUVIAIS</b> .....	10
<b>2.5.3 CANAIS RETILÍNEOS</b> .....	10
<b>2.5.4 CANAIS ANASTOMASADOS</b> .....	10
<b>2.5.5 CANAIS MEANDRANTES</b> .....	11
<b>2.6 FATORES QUE INFLUENCIAM A BACIA HIDROGRÁFICA</b> .....	11
<b>2.7 EFEITOS DA CANALIZAÇÃO</b> .....	12
<b>2.8 ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE</b> .....	13
<b>2.9 ENCHENTES</b> .....	13
<b>2.9.1 FATORES QUE CAUSAM INUNDAÇÕES</b> .....	14
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	15
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	15
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	19
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	20

## RESUMO

O processo de urbanização resulta em grandes modificações no ambiente natural, diante de muitas das alterações faz-se necessário a adoção de um planejamento em que a drenagem urbana esteja incluída nos projetos de infraestrutura das cidades. Diante do uso e ocupação do solo de maneira irregular, não preservando as Áreas de Preservação Permanente, ocorre a redução das áreas permeáveis, aumento os escoamentos superficiais, que estão agravando o quadro das inundações, visto que a zona urbana de Teófilo Otoni é um alvo destes impactos. Buscou-se através deste trabalho a análise da drenagem do Rio Todos os Santos no trecho urbano, apontando alguns pontos críticos em que há ocorrências de alagamentos e alternativas para minimizar tais impactos.

**Palavras-chave:** Bacia Hidrográfica; Drenagem Urbana; APP; Enchentes.

The process of urbanization results in major changes in the natural environment, in view of many of the changes it is necessary to adopt a planning in which urban drainage is included in the projects of infrastructure of the cities. In view of the use and occupation of the soil in an irregular way, not preserving the Permanent Preservation Areas, the reduction of the permeable areas occurs, increasing the superficial flows, which are aggravating the flood picture, since the urban area of Teófilo Otoni is a target impacts. This work aimed to analyze the drainage of the Todos Santos River in the urban stretch, pointing out some critical points in which there are occurrences of floods and alternatives to minimize such impacts.

**Key words:** Hydrographic Basin; Urban Drainage; APP; Floods.

## 1. INTRODUÇÃO

O processo da urbanização associado ao aumento das áreas impermeáveis tem contribuído significativamente para a intensificação das enchentes e alagamentos no perímetro urbano. Visto que com a ocorrência da precipitação grande parte dessa água é direcionada para os principais canais de escoamento onde um sistema de drenagem eficiente se torna indispensável.

Através da expansão populacional urbana em ritmo acelerado vão surgindo outros impactos como aumento das vazões máximas decorrentes do aumento da capacidade do escoamento por meio de condutos canais e superfícies impermeabilizadas, aumento da produção de sedimentos correspondente aos resíduos sólidos gerados; deterioração tanto das águas superficiais como subterrâneas. (TUCCI, C.; SILVEIRA, A. 2001)

Para Pompeo (2000) existem muitos fatores que estão responsáveis pelas enchentes os quais ele destaca o parcelamento do solo de maneira excessiva, a ocupação de áreas inapropriadas como as ribeirinhas, várzeas, propícias a inundações, zonas alagadiças, o bloqueio das canalizações por detritos e sedimentos e a execução de obras de drenagem inadequadas.

Atualmente a maioria das cidades brasileiras possui um sistema de drenagem misto, que recebe tanto as águas pluviais como o esgoto cloacal, de forma que ao ocorrer as inundações, além dos transtornos na acessibilidade de vias, os prejuízos para os moradores resultante das cheias surgem também as doenças causadas pela veiculação hídrica como cólera, leptospirose, afetando a saúde pública.

O Rio Todos os Santos que é considerado o canal principal da cidade de Teófilo Otoni está sofrendo impactos devido a adoção de um sistema de drenagem convencional, que vem comprometendo a sub-bacia hidrográfica, alterando o ciclo hidrológico e causando transtornos aos habitantes que residem próximos a alguns pontos críticos que vem ocorrendo inundações em determinadas épocas do ano em períodos de constantes precipitações.

Nesse trabalho será abordado as deficiências que existem nesse sistema de drenagem, bem como analisar fenômenos naturais que estão sofrendo alterações devido as ações antrópicas identificando alguns impactos e como minimizá-los.

## **1.1 OBJETIVOS GERAIS**

Investigar as possíveis causas de enchentes do Rio Todos os Santos do município de Teófilo Otoni nas proximidades da ponte do Raynices.

## **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterização do sistema de drenagem urbana atual.
- Identificar as possíveis causas do refluxo hídrico na zona urbana de Teófilo Otoni.
- Apresentação das alternativas para sanar as dificuldades na localidade.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 BACIA HIDROGRÁFICA**

A hidrologia é responsável pelo estudo da água na natureza de acordo com seu respectivo setor de armazenamento seja na atmosfera, em aquíferos, solos, cursos de água, reservatórios, além de sua dinâmica de evaporação, precipitação, escoamento e infiltração. (RIGHETTO,2018)

Muito se tem falado nas bacias hidrográficas ou bacias de drenagem que são formadas através dos desníveis do terreno que direcionam os cursos de água, segundo Barrella (2000) englobam um conjunto de terras que são drenadas por rio ou seus afluentes, compostas por pontos mais altos ao qual denomina-se divisores de água, onde parte das águas decorrentes das precipitações podem escoar na superfície dando origem a rios e riachos e a outra parcela infiltra no solo que são indispensáveis para a composição dos lençóis freáticos.

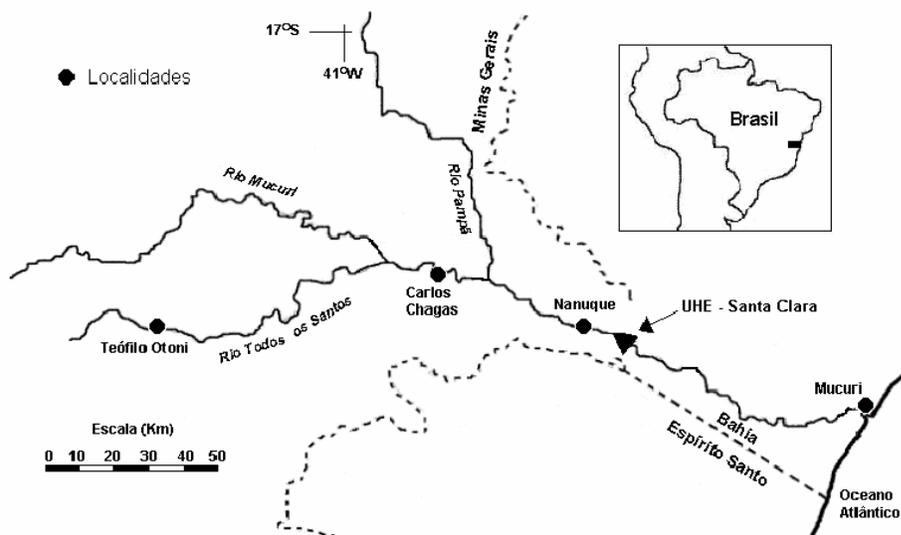
A Agência Nacional de Águas - ANA (2008) define a bacia hidrográfica como uma região que compreende diversos cursos de água, ressaltando que as águas superficiais decorrentes das chuvas escoam para um rio principal ou para um de seus afluentes e são direcionadas até a foz que se encontra em pontos mais baixos e que parte da água infiltrada é evaporada por meio de um processo de transpiração vegetal e também se dirige para a composição do aquífero que são grandes reservatórios subterrâneos.

Santana (2003) faz a abordagem que os termos bacia e sub bacia são relativos e que as bacias são desmembradas em sub bacias de acordo com uma ordem hierárquica e que existe também o termo de micro bacias que é subjetivo geralmente utilizado para substituição da sub bacia.

## 2.2 ÁREA DE ESTUDO

O município de Teófilo Otoni está localizado na região sudeste do país, nordeste do Estado de Minas Gerais, inserido na bacia hidrográfica do Rio Mucuri. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE (2018) possui ainda um território de aproximadamente 3300km<sup>2</sup>, cuja população é de 140.235 habitantes. A cidade de Teófilo Otoni está situado na sub bacia do Rio Todos os Santos e este curso de água percorre muitos municípios por cerca de aproximadamente 172 km desde sua nascente na cidade de Poté, percorrendo as cidades de Teófilo Otoni, Carlos chagas até a sua foz onde desagua no Rio Mucuri como mostra a figura 1.

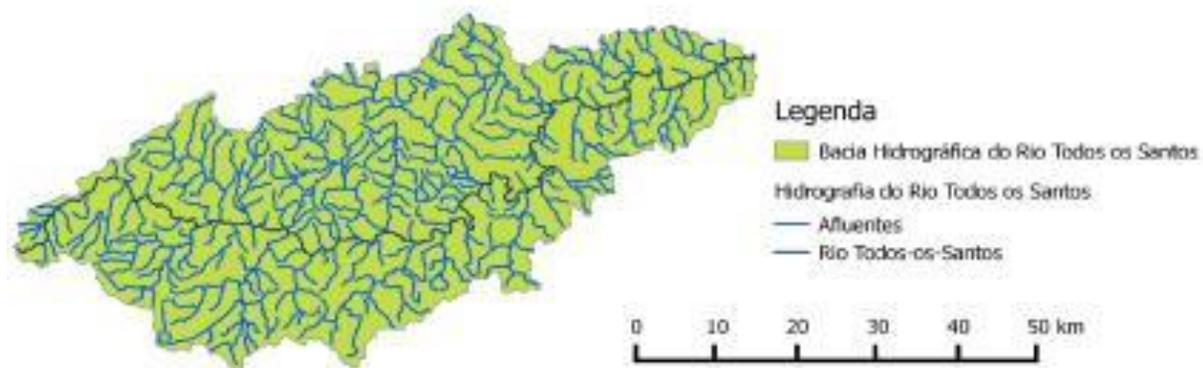
Figura 1: Mapa de localização do Rio Todos os Santos



Fonte: Google.com

Segundo Cavalieri (2014) a bacia hidrográfica do Rio Todos os Santos apresenta uma área de aproximadamente 2.200 km<sup>2</sup>, cuja vazão estimada em épocas de precipitação é de 700 L/s e a precipitação é de aproximadamente 1.098 milímetros por ano, composto por vários afluentes como os Córregos São José; Santo Antônio; São Jacinto, São Diogo, São Benedito entre outros, representados na figura 2 sendo a calha principal e seus afluentes.

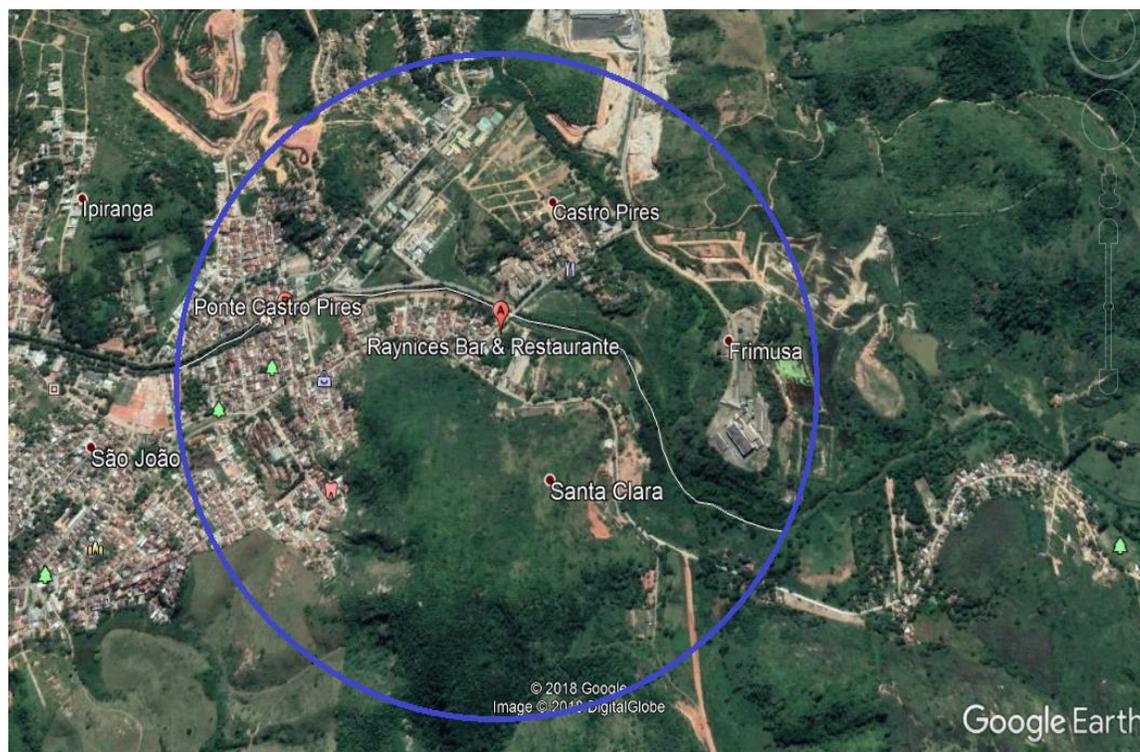
Figura 2: Representação da Calha do Rio Todos os Santos



Fonte: Google.com

Segundo Fonseca (2012) definir adequadamente as áreas de influência direta e indireta, é importante para indicar os impactos ambientais de acordo com a potencialidade e contribuindo para a elaboração do diagnóstico ambiental. Para a delimitação da área de estudo adotou-se uma área de influência cujo o raio corresponde a um quilômetro da ponte Raynices de acordo com a imagem 3.

Figura 3: Delimitação da Área de Estudo



Fonte: Google Earth Pro 2018

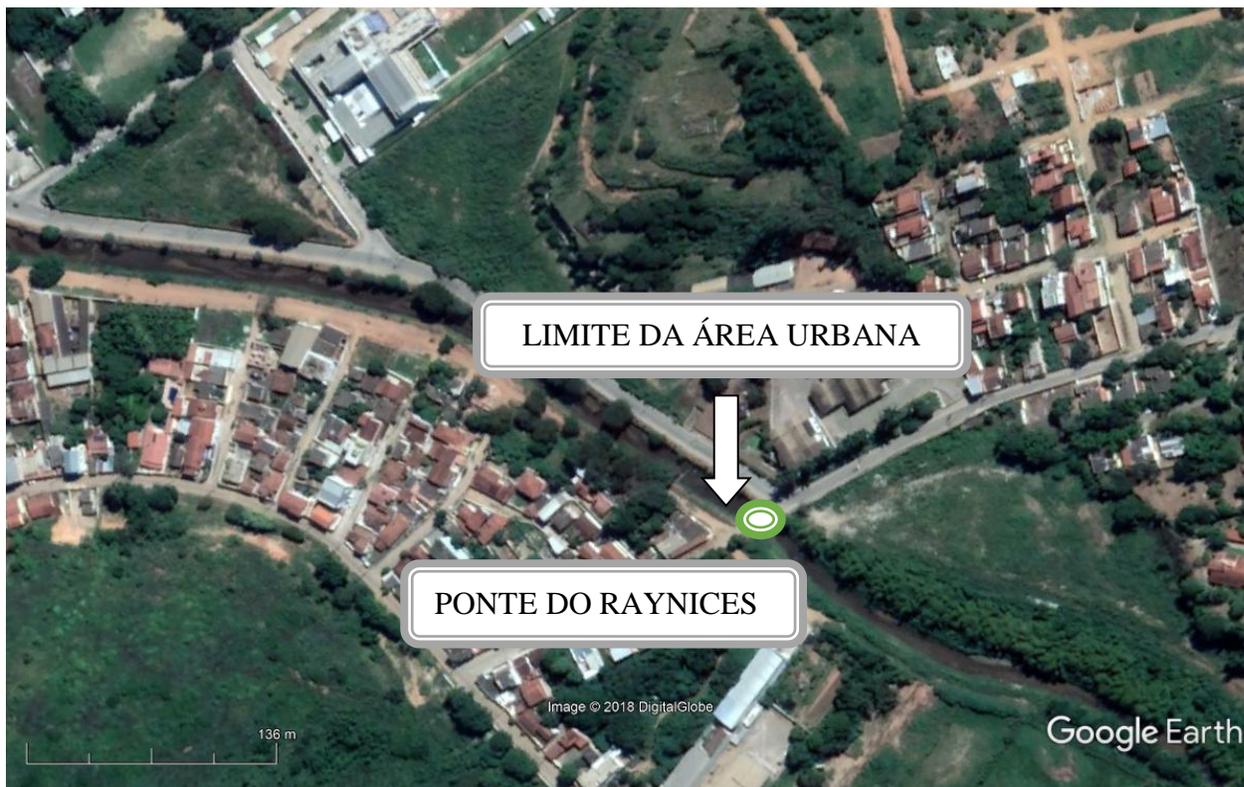
Mas fez-se necessário a extensão de aproximadamente três quilômetros após a ponte ao longo do canal fluvial para o melhor desenvolvimento do trabalho, sendo que a área está localizada no bairro Castro Pires e imediações onde existe a ocorrência de pontos de inundações em períodos de constante precipitação. Nota-se que o local é caracterizado pelo término da canalização, onde o rio passa a se estreitar e retorna ao seu leito natural, a água reduz a velocidade de escoamento, o canal deixa de ser retilíneo e passa a ser meandrante adquirindo novas características e diferentes comportamentos que estão representados nas imagens 4 e 5.

Figura 4: Representação do Sentindo da Drenagem



Fonte: Google Earth Pro 2018

Figura 5: Delimitação da Área Urbana



Fonte: Google Earth Pro

### 2.3 DRENAGEM URBANA

O sistema de drenagem urbana é um dos principais componentes da infraestrutura das cidades, uma vez que é responsável por drenar as águas pluviais, destinando-as corretamente a fim de reduzir os impactos causados pelas precipitações. Segundo Borges (2004) é um conjunto de medidas cujo o objetivo é minimizar os riscos e os prejuízos para a população causados pelas inundações, caracterizando como o gerenciamento das águas da chuva que escoam na zona urbana para possibilitar o desenvolvimento urbano sustentável.

A lei federal nº11.445/ 2007 determinou algumas diretrizes para o saneamento básico no Brasil, incluindo a drenagem e manejo das águas pluviais urbanas pela adoção da infraestrutura e desenvolvimento de atividades de transporte, detenção, retenção amortecimento das vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, além de atentar a limpeza e fiscalização preventiva das redes.

Para Tucci (2001) os principais impactos que ocorrem na rede de drenagem são decorrentes da origem do projeto equivocado em que a retirada de água excessiva o mais rápido possível é que compõem uma drenagem eficiente e a falta de consciência de que a bacia deve ser considerada como um sistema de controle faz com que os impactos sejam transmitidos para um ponto dentro da bacia com o uso de condutos e canalizações inadequados.

Segundo Waydzik (2015) a poluição das nascentes, o descuido com resíduos sólidos, os esgotos e os efluentes industriais podem causar problemas relacionados a drenagem, somando a infraestrutura precária onde muitas vezes pontes e bueiros acabam sendo depósito de lixo e sedimentos e infelizmente são obstruídos e tendem a desencadear mais impactos.

Tucci (1997) afirma o quanto é importante ter um plano de drenagem urbano que busque planejar, a distribuição da água em tempo e espaço correto, incrementando técnicas para o desenvolvimento e para a infraestrutura das cidades evitando prejuízos econômicos e ambientais e fiscalizando a ocupação inadequada de áreas impróprias as quais ocorrem enchentes.

## **2.4 REDES DE DRENAGEM**

As redes de drenagem são formadas por conjuntos de canais de escoamento que de maneira interligada constituem a bacia de drenagem, que corresponde a uma área terrestre onde o próprio escoamento da água sobre a superfície acaba criando os limites ao longo do tempo. (LOSANO,2001)

O sistema de drenagem convencional é dividido em sistemas de micro-drenagem ou coletores de águas pluviais, que são formados pelos pavimentos das ruas, guias, sarjetas, bocas de lobo, galerias e de canais menores, esse sistema pode ser dimensionado para um período de retorno de 2 a 10 anos. O sistema de macro-drenagem se constitui por canais abertos ou fechados cujas dimensões são maiores onde são projetados para vazões onde o período de retorno está de 25 a 100 anos, visto que esses dois importantes sistemas se relacionam ao escoamento superficial direto e existem também o escoamento subterrâneo ou de base que corresponde ao fluxo da água do aquífero, que influenciam nas águas da bacia durante os períodos de secas. (ROCHA, A.; BACK, A. 2013).

## **2.5 GEOMORFOLOGIA FLUVIAL**

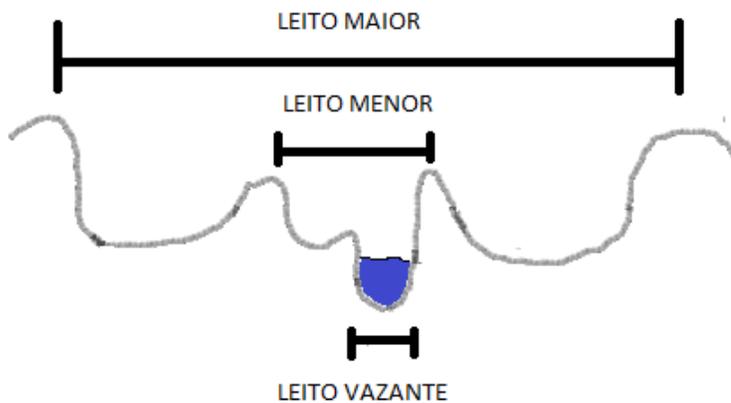
A Geomorfologia faz o estudo dos processos e das formas relacionadas ao escoamento dos rios; que compõem os agentes mais importantes no transporte dos materiais das áreas elevadas para as mais baixas, sendo uma corrente de água constante cujo o volume determina o nome seja rio, riacho ou igarapé. O termo rio é empregado para o maior e principal elemento que se encontra dentro de uma bacia, realizando trabalho de transporte, erosão e deposição de materiais. (ACHANSEN 2013)

### 2.5.1 TIPOS DE LEITOS FLUVIAIS

Leitos fluviais são os espaços ocupados pelo escoamento das águas. São classificados em leito menor denominado de calha principal sendo bem delimitado entre as margens encaixadas e devido a vazão frequente não possui vegetação nessa área, leito vazante que corresponde a calha onde o rio percorre a maior parte do ano é responsável pelo escoamento das águas baixas acompanhando o talvegue que possui maior profundidade ao longo do leito e o leito maior denominado calha secundária ou planície de inundação que é ocupado pelas cheias decorrentes das grandes vazões com períodos de retorno maiores. (OLIVEIRA, E. – 2012)

Figura 6: Tipos de Leitos

#### ILUSTRAÇÃO DOS TIPOS DE LEITOS



Fonte: Autoria Própria

### **2.5.2 TIPOS DE CANAIS FLUVIAIS**

Os canais fluviais podem ser caracterizados como um fluxo de água canalizado, cuja função é transportar materiais e sedimentos das partes mais altas para as mais baixas. De acordo com a geomorfologia são subdivididos em perenes quando ocorre o escoamento o ano inteiro; intermitentes onde o escoamento ocorre em períodos de precipitação e efêmeros quando o escoamento só ocorre durante a precipitação e cessa quando a mesma acaba. (ARAÚJO,2017)

Segundo Araújo (2017) alguns fatores como a precipitação, a infiltração e a drenagem subterrânea contribuem para a variação do volume do escoamento, sendo que o fluxo do escoamento pode ser laminar escoando com baixas velocidades e turbulento com ocorrência de correntes e movimentos diversos aumentando a velocidade do escoamento, fatores como a viscosidade, densidade, profundidade e rugosidade do canal podem alterar a velocidade dos fluxos. Os tipos de canais podem ser definidos segundo as características que possuem na forma de padronização do arranjo espacial do leito ao longo do perfil longitudinal do rio podendo ser divididos em três canais principais, meandrantes, anastomosados e retos.

### **2.5.3 CANAIS RETILÍNEOS**

O canal retilíneo é pouco frequente, muitas das vezes representam curtos trechos de um canal, mas existem canais retilíneos da nascente a foz que normalmente estão associados a controles tectônicos por linhas de falhas. Para ser retilíneo o canal deve possuir um leito rochosos homogêneo em toda a sua extensão e é necessário que a mesma seja no máximo 10 vezes maior que sua largura, caso o contrário ele apresentará apenas trechos retilíneos e não se caracterizará como um. (ARAÚJO, 2017)

### **2.5.4 CANAIS ANASTOMASADOS**

Os canais anastomosados se associam a carga sedimentar, onde possui grande quantidade de materiais, mas não possuem energia para o transporte até a foz, visto que esse material se deposita ao longo do canal produzindo resistência devido a rugosidade. Segundo Moraes (2018) são largos e possuem baixa sinuosidade, se ramificam e formam ilhas que podem ser fixas e adquirem cobertura vegetal, porém essas se tornam submersas em períodos de cheias.

### **2.5.5 CANAIS MEANDRANTES**

Se caracterizam por altos teores de argila e silte com curvas largas e semelhantes entre si, possuem um único canal que transborda suas águas em épocas de cheias e diferentes velocidades de fluxo, retirando o material de uma margem e depositando na margem contrária. Segundo Morais (2018) os canais meandrantentes possuem alta sinuosidade em suas curvas, transportando cargas de granulometria finas pela suspensão.

### **2.6 FATORES QUE INFLUENCIAM A BACIA HIDROGRÁFICA**

Eloi e Santos (2001) destacam diversos parâmetros que interferem na classificação de uma bacia hidrográfica entre eles:

- A forma de deságue, se ocorre diretamente ao mar ou não;
- Os cursos de água se são perenes ocorrendo o escoamento o ano inteiro; intermitentes onde o escoamento ocorre em períodos de precipitação e efêmeros quando o escoamento só ocorre durante a precipitação e cessa quando a mesma acaba;
- O padrão de drenagem representado pelo arranjo dos cursos de água e da interferência da topografia;
- A área e sua influência na disponibilidade hídrica e na permeabilidade;
- O comprimento e perímetro tanto da bacia, do rio principal, da rede de drenagem, do talvegue. Da cabeceira até a foz;
- A declividade que regula o tempo de duração do escoamento superficial e da concentração de precipitação nos leitos dos cursos de água;
- O tempo de concentração o qual a precipitação leva para chegar a foz mesmo tendo caído o mais distante dele;
- O coeficiente de compacidade e fator de forma que fornecem a probabilidade de enchentes;
- O ordenamento dos cursos de água que definem o grau de ramificações da bacia;
- A densidade de drenagem que representa a quantidade disponível de canais para o escoamento;

- A sinuosidade que controla a velocidade dos cursos de água;
- A rugosidade que relaciona as características de declividade e comprimento das direções à densidade de drenagem;
- A extensão média de escoamento que corresponde a distância média que a água da chuva leva para escoar nos terrenos de uma bacia hidrográfica,
- A razão de relevo é a diferença de altitudes.

## **2.7 EFEITOS DA CANALIZAÇÃO**

Segundo Sander (2012) as ações antrópicas podem gerar algumas consequências devido as intervenções sejam elas diretas ou indiretas como o aumento do escoamento superficial, das taxas de erosão e dos carreamentos de sedimentos. Pode-se determinar que cresce também a frequência de inundações, ocorrendo o assoreamento do leito, contaminação das águas e o comprometimento do ecossistema.

Henriques (2016) faz a abordagem que a canalização altera a dinâmica fluvial dos cursos de água e que quando ocorrem as precipitações o escoamento pluvial se direciona para o fundo dos vales onde são áreas propícias a inundações e muitas vezes essas planícies são ocupadas de maneira irregular o que acaba agravando os problemas dos alagamentos. Para Eloi e Santos (2001) a retificação permite o aumento da declividade e do escoamento do canal e deve ser seguida por revestimento ou consolidação das margens.

Para Assumpção e Marçal (2012) a técnica da retificação dos canais acaba alterando a profundidade, largura, as características originais, os meandros, interferindo direta ou indiretamente no sistema fluvial da bacia e tornando os cursos de água artificiais. Alguns impactos podem alterar o comportamento natural do canal como a perda da sinuosidade, mudança no padrão de drenagem, escoamento, velocidades dos fluxos, cargas sedimentares, redução da rugosidade, perda de habitats naturais, entre outros.

Tucci (1997) afirma que através do processo da canalização ocorre o aumento da eficiência do escoamento, porém pode transferir enchentes de um local para o outro, mas se utilizar a canalização em conjunto com reservatórios de retenção podem gerar benefícios.

O processo de retificação dos canais é uma das alterações mais impactantes do sistema, visto que transformar canais meândricos em retilíneos pode aumentar a largura do canal,

sobretudo reduzindo com a mesma proporção o seu comprimento, comprometendo a sua declividade, a capacidade de transportar os sedimentos, que se depositam no leito resultando no assoreamento e eliminando o fluxo a jusante, uma vez que o canal passa a ter comportamento de um conjunto de lagos e não como um canal fluvial. (LUZ, R. 2014)

## **2.8 ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE**

Áreas de preservação permanentes ou também chamadas APP são aquelas protegidas com vegetação nativa ou não, que são responsáveis por conservar os recursos hídricos, a biodiversidade, fauna e flora, garantindo um cenário natural assegurado e garantindo o bem-estar da população, mantendo o equilíbrio do meio ambiente. Varjabedian e Mechi (2013) relatam a importância dessas áreas para a manutenção dos ecossistemas e preservação dos mananciais.

Segundo Ferreira (2016) a extinção das APPs provoca várias consequências como a contaminação tanto dos solos como dos rios, erosão, assoreamento, inundações, enxurradas, catástrofes, mortes de humanos, animais, vegetação, entre outros. No ano de 2012 a resolução nº303 do Conama foi atualizada, ocorrendo alterações na metragem da APP onde nas faixas marginais de qualquer curso de água, desde a borda da calha do leito regular deve possuir largura mínima de 30 a 500 metros dependendo da largura do canal.

Infelizmente muitas das normas e legislação que regem as APPs não são respeitadas, mas é importante ter consciência de que elas são importantes e desempenhas grandes papéis ambientais.

## **2.9 ENCHENTES**

As enchentes são fenômenos naturais que ocorrem nos cursos de água sendo que cada um deles possui sua área de inundação. Tucci (1997) classifica as inundações devido a urbanização retratando a ocupação do solo, impermeabilização das superfícies, redes de conduto de escoamento e obstruções causadas pelo desenvolvimento do meio urbano, inclui também em suas delimitações as enchentes em áreas ribeirinhas que ocorrem por processo natural em que o rio invade o leito maior dos rios e muitas vezes acabam atingindo a população que ocupa essas áreas de maneira irregular.

As mudanças indevidas ao processo da urbanização acabam provocando muitos impactos que alteram o ciclo hidrológico, como a redução da infiltração e conseqüentemente o aumento do escoamento superficial, aumento de vazões, redução dos níveis dos lençóis freáticos entre outros fatores.

### **2.9.1 FATORES QUE CAUSAM INUNDAÇÕES**

Loffi (2016) aborda que as inundações e enchentes são desastres naturais que se intensificam com o passar dos anos e que são devido ao aumento populacional, o mau planejamento para a ocupação de áreas que muitas das vezes são inundáveis. Tucci (2007) retrata que as inundações localizadas podem ser causadas pelo estrangulamento da seção do rio que se deve a aterros, pilares de pontes, assoreamento do leito do rio; erros de execução de projetos de drenagem, rodovias, avenidas, onde esses problemas se alastram quando não existe controle sobre a infraestrutura urbana, pois muitas vezes as adutoras, pontes, rodovias, são projetadas sem considerar os impactos causados sobre o sistema de drenagem.

Diante da combinação de muitos fatores relacionados as atividades antrópicas são desencadeados pontos de inundação por extravasamento do canal, ocorrendo próximo a pontes rebaixasadas, inundação por refluxo onde ocorre em ponto crítico onde o canal impede o fluxo das águas dos tributários e das galerias, inundação em avenidas de fundo de vale onde as águas das chuvas já se concentravam antes da urbanização, inundações potencializadas por aterros que ocorrem nos terrenos baixos onde é considerada planície de inundação e inundações devido deficiência no sistema de drenagem, devido ao aumento do escoamento superficial ou pela falta de manutenção. (LUZ, R. 2014)

Waydzik (2015) afirma que a infraestrutura precária acabam contribuindo para o agravamento do processo de cheias, uma vez que o acumulo de resíduos, efluentes, o deposito de lixo e sedimentos causam obstrução dos escoamentos naturais e que associados a outros fatores podem reduzir a capacidade dos canais, galerias e condutos, de acordo com suas perspectivas é importante ter um Plano Diretor de Drenagem e Controle de cheias para minimizar estes impactos e criar harmonia entre a cidade e os recursos hídricos que ela possui.

### **3. METODOLOGIA**

Para a realização deste trabalho foram adotados procedimentos metodológicos que são delineados pela pesquisa bibliográfica em revistas, artigos, dissertações, teses que estão associados com o tema, também foram realizados levantamentos em campo para análise da área a ser estudada, bem como para a captação de dados em relatório fotográfico e identificação de pontos críticos que sofrem inundações.

Para o auxílio e desenvolvimento do trabalho foram adotados mapas de delimitação da bacia hidrográfica a qual pertence o canal estudado abordando os principais problemas que envolvem o sistema de drenagem, bem como imagens oriundas do Google Earth e Google Mapas e também foram utilizados programas do Autocad, Sketchup e paint para a avaliação e interpretação de todos os dados coletados e para auxiliarem no projeto que apresenta uma proposta alternativa para minimizar o problema.

Adotou-se também a consulta de órgãos como ANA (Agência Nacional das Águas), IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), Comitê de Bacias Hidrográficas, CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) e de autores de obras relacionadas para efetuar avaliações, diagnosticar o ambiente conforme relatado estabelecendo os impactos e suas potencialidades.

### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Diante do diagnóstico ambiental da área abordada vários fatores foram identificados e podem ser apontados como causas de inundações no local. Conforme apresentado a canalização acaba transferindo as áreas de enchentes sobretudo do montante para a jusante e o término de canalização se encontra na zona urbana, sendo que após a ponte do Raynices o Rio Todos os Santos não é canalizado como mostra a figura a seguir, é relevante e contribui para os impactos de inundações com refluxo no bairro Castro Pires.

Figura 7: Trecho Sem Canalização



Fonte: Autoria Própria ,17/08/2018

A presença de lixo, do esgoto cloacal, a falta de manutenção no sistema de drenagem fomenta a obstrução de canalizações que acabam gerando pontos de refluxo. Nota-se também o estrangulamento do curso de água devido a execução das obras infraestrutura como os pilares das pontes que invadem a calha do rio formando pontos em que a água reduz a velocidade de escoamento e impedem o fluxo da água conforme mostra a figura a seguir.

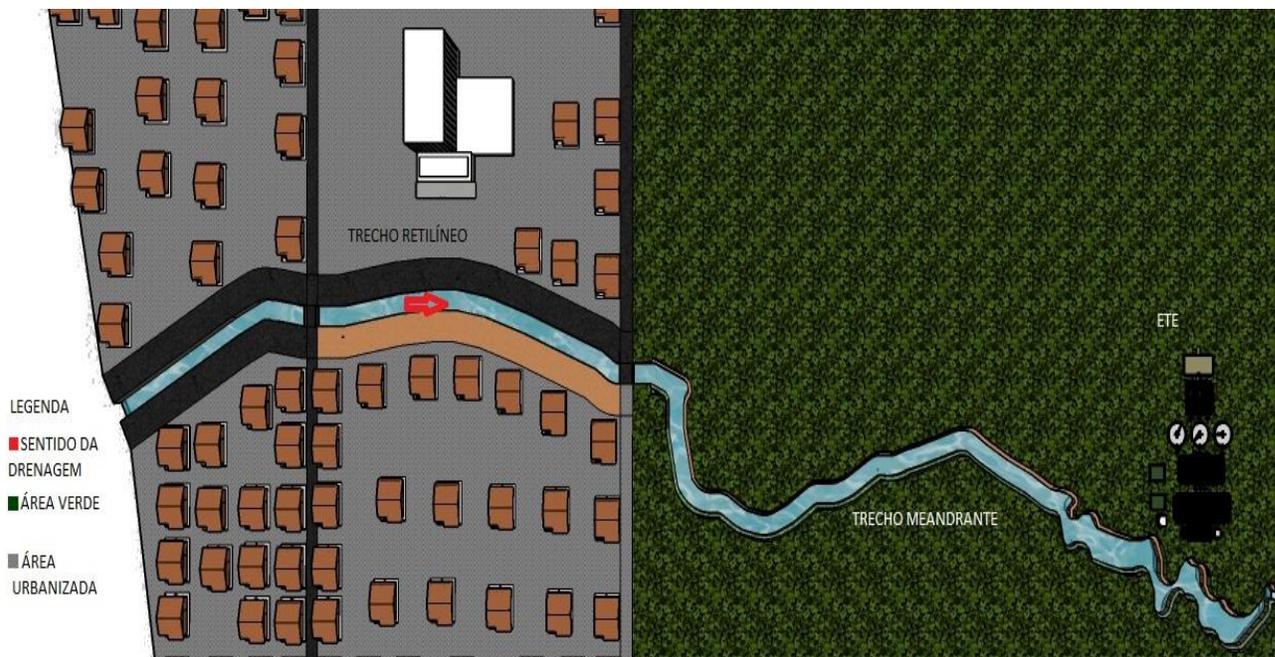
Figura 8: Ponte Castro Pires- estrangulamento do leito



Fonte:Google.com

A alteração da geomorfologia também é apontada pois o rio passa de retilíneo para meandrante onde ocorrem mudanças de velocidade de escoamento e do transporte de sedimentos. O cenário atual é composto por um trecho inicial do rio que foi canalizado com estruturas de gabião compostos por gaiolas e pedras com variações na altura de acordo com o leito e após a ponte do Raynices o rio passa adquirir novas características como mostra a figura a seguir.

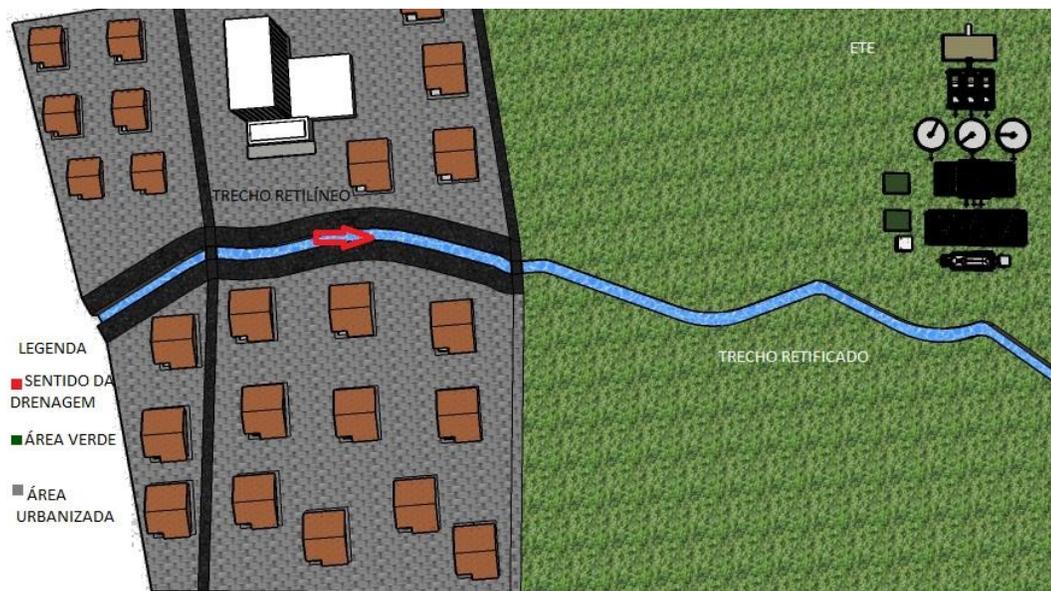
Figura 9: Representação da área atual- trecho retilíneo e meandrante



Fonte: Autoria Própria

Após a análise da área delimitada foi observado que faz-se necessidade da adoção uma nova calha do rio com o processo de retificação do canal, pois é uma alternativa viável e de custo acessível que pode reduzir os impactos causados pelas cheias na zona urbana reduzindo os impactos causados nos períodos de precipitação constante. A figura a seguir é de um projeto de retificação do trecho de aproximadamente 3 km que vai da Ponte do Raynices até a ETE – Estação de Tratamento de Esgoto da cidade de Teófilo Otoni.

Figura 10- Representação do projeto de retificação do canal



Fonte: Autoria Própria

## 5. CONCLUSÃO

É evidente que o processo de urbanização acarreta muitas alterações no meio ambiente, atualmente ocorrem muitas enchentes, que consigo trazem os prejuízos econômicos para a população, para a saúde pública pelas doenças relacionadas a veiculação hídrica, dificuldades

para a acessibilidade em consequências dos estragos causados nas vias pela ação da água, transtornos para a população, poluição e assoreamento dos cursos de água entre outros fatores.

E a adoção de um sistema de drenagem urbana que venha reduzir impactos causados pelo escoamento superficial, a preservação de áreas permanentes para garantir áreas permeáveis, o uso e ocupação do solo de maneira consciente podem contribuir para minimizar muitos problemas.

Diante da pesquisa elaborada para solucionar os problemas de inundações em pontos críticos do Rio Todos os Santos descobriu-se que os principais motivos para a causa de refluxo e inundações na área são decorrentes das alterações de características do canal, que inicialmente passou por um processo de retificação e após a Ponte do Raynices não existe mais canalização, onde o mesmo passa de retilíneo para meandrante assumindo novas características e novos comportamentos e devido ao efeito de estrangulamento que ocorre devido as obras de arte especiais, onde as pontes que invadem o leito dos rios o que acaba dificultando o fluxo da água, portanto, além da retificação do canal, faz-se necessária a correção das pontes, cujos custos são altos para os reparos e modificação em suas estruturas.

De acordo com a análise a canalização tende a causar inundações a jusante e no caso o refluxo está ocorrendo dentro da área urbana. Portanto é necessário a execução do projeto em que seja estendida a canalização de retificação até uma área mais a jusante em que não exista população, visando sanar o problema na região do bairro Castro Pires, não esgotando, mas minimizando alguns impactos que podem ser evitados dentro da zona urbana.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Marina Silva et al. **Evolução dos canais fluviais: morfometria e sedimentologia na bacia hidrográfica do rio Santo Antônio**, Serra da Canastra–MG. 2017.

BARRELLA, Walter et al. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. **Rodrigues, RR; Leitão Filho; HF (Ed.) Matas ciliares: conservação e recuperação**, v. 2, p. 187-200, 2000.

BERGER, MARCUS VINÍCIUS SOSSAI. " **Delimitação de áreas de preservação permanente e definição de classes de enquadramento via SIG-Estudo de caso da bacia Hidrográfica do Córrego do Ouro**". 2007. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo.

CRUZ, Marcus Aurélio Soares; SOUZA, Christopher Freire; TUCCI, Carlos E. Morelli. **Controle da drenagem urbana no Brasil: avanços e mecanismos para sua sustentabilidade.**

**XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Anais... São Paulo: Associação Brasileira de Recursos Hídricos–ABRH, 2007.**

DE BACIA HIDROGRÁFICA, ANA O. Comitê. o que é e o que faz. **Cadernos de capacitação em recursos hídricos**, v. 1, 2011.

DOS SANTOS MARÇAL, Mônica. RETIFICAÇÃO DOS CANAIS FLUVIAIS E MUDANÇAS GEOMORFOLÓGICAS NA PLANÍCIE DO RIO MACAÉ (RJ). **Revista de Geografia (Recife)- ISSN: 0104-5490**, v. 29, n. 3, p. 18-36.

FERREIRA, Rodrigo Abe Castro. **As alterações promovidas pelo " novo código " florestal nas área de proteção permanente das faixas marginais dos corpos d'águas.** 2016.

FONSECA, Willian; BITAR, Omar Yazbek. Critérios para delimitação de áreas de influência em estudos de impacto ambiental. In: **I Congresso Brasileiro de Avaliação de Impacto Ambiental e II Conferência da Rede da Língua Portuguesa da Avaliação de Impactos.** 2012

FONTES, Aracy Losano. Geomorfologia fluvial e hidrografia. **Sao Cristovao**, 2010.

HENRIQUES, Renata Jordan. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS QUE INFLUENCIARAM (E INFLUENCIAM) A OCUPAÇÃO URBANA HISTÓRICA DE BELO HORIZONTE EM MINAS GERAIS. **Revista de Geografia-PPGEO-UFJF**, v. 6,n. 4, 2017.

Google Earth Pro, acesso dia 08/10/2018

Google Earth Pro, acesso dia 24/10/2018

<http://aconteceunovale.com.br/portal/>, acesso 12/09/2018

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/teofilo-otoni/panorama>

<https://www.diariodeteofilootoni.com.br>

<https://www.em.com.br/app/galeria-de-fotos/2018/03/08/>

<https://www.escavador.com/sobre/4881755/antonio-marozzi-righetto>

<http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/o>

<https://www.researchgate.net/figure/>, acesso 12/09/2018

<http://www.teofilootoni.mg.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/806-Quadro-III-Pantheon-Ex2012.pd>

<https://pt.slideshare.net/Achansen/geomorfologia-fluvial-18694759>  
[arquivos.info.ufrn.br/arquivos/.../HIDROLOGIA\\_BÁSICA](http://arquivos.info.ufrn.br/arquivos/.../HIDROLOGIA_BÁSICA)

LOFFI, Leandro et al. MONIT-RIO–Tecnologia da informação de comunicação para monitoramento de rios em casos de cheias. **XIII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia (SEGeT)**, 2016.

LUZ, Rodolfo Alves da. **Mudanças geomorfológicas na planície fluvial do rio Pinheiros, São Paulo (SP), ao longo do processo de urbanização**. 2014. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

Lei 11.445, de 5 de janeiro de 2007.

Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm)>. Acesso em: 08 setembro . 2018.

MORAIS, Rafael Speggiorin de Oliveira. Análise da geomorfologia fluvial do sistema Araguaia-Javaés a partir de sensoriamento remoto. 2018.

OLIVEIRA, Fernando Soares de. Diagnóstico dos fragmentos florestais e das áreas de preservação permanente no entorno do Parque Nacional do Caparaó, no estado de Minas Gerais. 2006.

POMPÊO, Cesar Augusto. Drenagem urbana sustentável. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 5, n. 1, p. 15-23, 2000.

ROCHA, Anderson Fernando; BACK, Álvaro José. A drenagem urbana como área de atuação da agrimensura. **Tecnologia e Ambiente**, v. 14, 2013.

SANDER, Carlos et al. INTERVENÇÕES ANTRÓPICAS EM CANAIS FLUVIAIS EM ÁREAS URBANIZADAS: REDE DE DRENAGEM DO IGARAPÉ CARANÃ, BOA VISTA-RR. **Acta Geográfica**, v. 6, n. 12, 2012.

SANTANA, Derli Prudente. **Manejo integrado de Bacias Higráficas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003.

SANTOS, Lilian Gonçalves. Estudo sobre licenciamento ambiental: áreas de preservação permanente. 2010.

SILVA, Adriana Cassiano; DA SILVA, Osvaldo Girão. Análises dos padrões e estilos de canais a partir da paisagem geomorfológica fluvial na Bacia do Rio UNA/PE. **Revista Cerrados**, v. 14, n. 2, p. 71-92, 2016.

TUCCI, Carlos EM. Inundações urbanas. **Porto Alegre: ABRH/RHAMA**, v. 11, 2007.

TUCCI, Carlos EM; SILVEIRA, André. Gerenciamento da drenagem urbana. **Porto Alegre**, 2001.

VIÇOSA, Federal de Viçosa-Câmpus. **Araújo, Tulio Menezes, 1992-A663c 2018**. 2018. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa.

**Waleska Eloi e Sérgio Santos ...** De acordo com Santos et al. (2001), se .....  
Universidade federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Departam-.

WAYDZIK, Dagoberto. Desafios na gestão da drenagem urbana. **Revista Técnico-Científica**, v. 1, n. 3, 2015.

[www.ebah.com.br/content/ABAAAgb-sA](http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgb-sA), acesso 12/09/2018