



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL REI**  
**Coordenadoria do Curso de Geografia – Bacharelado**

**RESPOSTAS SEDIMENTOLÓGICAS COM ÊNFASE EM  
CHUVAS DE GRANDE MAGNITUDE EM UMA BACIAS DE  
DRENAGEM EXPERIMENTAL E SUA RELAÇÃO COM  
INCÊNDIOS FLORESTAIS NA SERRA DE SÃO JOSÉ - MG**

**Tuiany Rosa**

**São João del-Rei**  
**2017**

**TUIANY ROSA**

**RESPOSTAS SEDIMENTOLÓGICAS COM ÊNFASE EM  
CHUVAS DE GRANDE MAGNITUDE EM UMA BACIAS DE  
DRENAGEM EXPERIMENTAL E SUA RELAÇÃO COM  
INCÊNDIOS FLORESTAIS NA SERRA DE SÃO JOSÉ - MG**

Monografia apresentada à Coordenadoria do Curso de Geografia da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. André Batista de Negreiros (Orientador)  
Universidade Federal de São João del-Rei

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.  
Universidade Federal de São João del-Rei

---

Prof. Dr.  
Universidade Federal de São João del-Rei

São João del-Rei - MG  
Novembro de 2017

## AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente ao meu Deus por sempre estar comigo, ser presente em minha vida e habitar em meu coração, me guiando em todos os meus caminhos, por me iluminar me proteger e por toda a transformação que eu passei durante esses quatro anos de estudo, me tornando uma pessoa melhor, perseverante e resiliente. Pela finalização deste trabalho que foi por obra e graça de um Deus maravilhoso.

A toda minha família, em especial a minha mãe Cleusa Rosa que é minha melhor amiga, meu porto seguro, sempre do meu lado, me apoiando me incentivando sempre. A essa mulher que é a forma materializada do amor a quem eu dedico todas as minhas conquistas e agradeço muito, por me educar e me amar, por me dar o essencial a vida: muito amor. Agradeço ao meu pai Jacinto Guido Rosa por me ensinar que a humildade é uma virtude e por ser um excelente pai pelo qual eu me orgulho muito. Agradeço a Gabriela Rosa, minha doce, delicada, forte e divertida irmã, por me ensinar a ser grata a cada novo dia e que o essencial está nas entrelinhas do cotidiano, que muitas vezes passa despercebido.

Ao Lucas Rodrigues por todo amor, compreensão, amizade, carinho, por sempre estar presente em todos os momentos e pela sua capacidade de me tranquilizar. Por me inspirar a ser uma pessoa melhor sempre, por me incentivar e acima de tudo, acreditar em mim. Muito obrigada meu amor por todo apoio, por toda ajuda, por ser este homem incrível de quem eu me orgulho muito e amo cada dia mais.

Ao Prof. Dr. André Negreiros, pela confiança e orientação. Por todos os ensinamentos e esclarecimentos que me ajudaram tanto, em especial no direcionamento desta pesquisa.

A todos os meus amigos com quem pude contar durante a graduação meu muito obrigada, pela amizade, ajuda e pelo trabalho em equipe. A cada nova amizade fica o aprendizado de algo bom, e a importância de valorizar sempre o melhor em cada pessoa na sua essência.

## RESUMO

Os Incêndios Florestais acarretam inúmeros prejuízos ao ambiente e a sociedade, além da alteração no clima através das emissões de gases de efeito estufa, causam supressão vegetal e mineralização da matéria orgânica. A intensidade de ocorrência de incêndios em unidades de conservação tem aumentado este problema. Nesta perspectiva a ação erosiva das chuvas sobre o solo desprotegido é intensificada, aumentando os processos erosivos e escoamento superficial e em virtude disso, ocasiona um maior aporte de sedimentos no canal fluvial. Existem ainda condicionantes dentro do sistema ambiental, como as áreas montanhosas, que devido as suas formas acentuadas, intensificam o escoamento superficial. Com base nisso, este estudo teve o objetivo de realizar uma avaliação em uma bacia de drenagem experimental na serra de São José que abrange alguns municípios de Minas Gerais, através da quantificação pluviométrica e sedimentológica, em resposta a ocorrência de incêndios florestais. Dessa forma, foi utilizado os dados históricos da Estação Porto Tiradentes disponibilizados pela Agência Nacional de Águas, e a Estação Fluviosedimentométrica Córrego do Carteiro, para extração e análises dos dados pluviométricos e níveis de NTU. A respeito da descarga fluvial, foi utilizado o método do flutuador para realização das estimativas para a vazão do canal, os quais foram dispostos na curva-chave, através da coerrelação cota-vazão que gerou uma equação onde foi possível realizar as estimativas de vazões médias mensais. Os resultados evidenciaram que as precipitações acumuladas anuais estão dentro do esperado, na faixa acima da média anual histórica, já as respostas em NTU e vazão do canal foram maiores perante os eventos extremos de precipitação, visto que, as classes mais baixas de chuva não influenciaram nos níveis de NTU e aumento da vazão, fato este relacionado a capacidade de absorção e retenção de água no sistema ambiental analisado. Outro fato verificado foi que a ocorrência de incêndios florestais afetam os níveis de NTU na bacia de drenagem, com uma resposta a longo prazo em virtude das chuvas mais intensas devido a intensificação dos processos erosivos. E ainda altera a disponibilidade hídrica do canal, através da supressão da vegetação ao alterar o sistema de recarga.

**Palavras Chaves:** Turbidez; Serra de São José; Processos erosivos

## ABSTRACT

The forest fires cause numerous damages to the environment and society, besides the change in the climate through greenhouse gas emissions, cause vegetation suppression and mineralization of the organic matter. The intensity of occurrence of forest fires in protected areas has increased this problem. In this perspective the erosive action of the rainfall on the unprotected soil is intensified, increasing the erosive processes and surface runoff and because of this causes a greater contribution of sediments in the fluvial channel. There are still conditioning within the environmental system, such as the mountainous areas, which due to their sharp forms, intensify the surface runoff. Based on this, this study had the objective of carrying out an evaluation in an experimental drainage basin in the São José mountain range that covers some municipalities of Minas Gerais, by means of pluviometry and sedimentological quantification, in response to the occurrence of forest fires. In this way, the historical data of the Porto Tiradentes Station made available by the Agência Nacional de Águas was used, and the sedimentometric Station Córrego do Carteiro, for extraction and analysis of the pluviometric data and NTU levels, regarding the fluvial discharge, the float method was used to make estimates for the channel flow, obtained data, were arranged in the key curve, through the co-relation coefficient, which generated an equation where it was possible to carry out the estimates of average monthly flows. The results showed that annual accumulated precipitation is within the expected range above the historical annual average, since the NTU and channel flow responses were higher in the extreme rainfall events, since the lower rainfall classes did not influence in the NTU levels and increase of the flow, fact this related to the capacity of absorption and retention of water in the environmental system analyzed. Another fact verified was that the occurrence of forest fires affects NTU levels in the drainage basin, with a long term response due to the more intense rains due to the intensification of the erosive processes. And it also alters the water availability of the canal, by suppressing vegetation by changing the recharge system.

**Keywords:** Turbidity; Serra de São José; Erosive processes

**LISTA DE TABELA**

<b>Tabela 1:</b> Valores de precipitação acumulada, vazão média e média de turbidez na estação Córrego do carteiro no período chuvoso .....	29
---	----

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Localização da Serra São José com foco para a APA Serra de São José e Refúgio de Vida Silvestre das Libélulas de São José .....	15
<b>Figura 2:</b> Detalhes da Estação Córrego do Carteiro, com destaque para o pluviômetro automático(A); Sistema de armazenamento de dados (B) e sensores instalados no canal fluvial (C).....	17
<b>Figura 3:</b> Histograma da precipitação acumulada anual da Estação Pluviométrica Porto Tiradentes para o período de 1965 a 2000 .....	20
<b>Figura 4:</b> Precipitação acumulada mensal, média mensal, máxima e mínima de chuvas acumuladas mensais da estação Porto Tiradentes para o período de 1965 a 2000; 2016 e 2017 da estação Córrego do Carteiro .....	21
<b>Figura 5:</b> Eventos de precipitação em Janeiro de 2016, na Serra de São José.....	22
<b>Figura 6:</b> Porcentagem de ocorrência de chuvas em classes de precipitação para a Estação Fluviosedimentométrica Córrego do Carteiro entre janeiro de 2016 a abril de 2017 .....	23
<b>Figura 7:</b> Evento de precipitação e Níveis de NTU a cada 15 minutos no dia 14 de novembro de 2016.....	24
<b>Figura 8:</b> Histograma de precipitação a cada hora do evento extremo de precipitação, e Níveis de NTU em resposta a cada hora de evento extremo nos dias 18, 19 E 20 de Março de 2017, na Serra de São José.....	25
<b>Figura 9:</b> Curva chave de relação cota-vazão da estação Córrego do Carteiro. ....	26
<b>Figura 10:</b> Vazão média mensal de Janeiro de 2016 a Abril de 2017, no Córrego do Carteiro na Serra de São José.....	27
<b>Figura 11:</b> Relação da precipitação, vazão e níveis de NTU do período chuvoso de setembro de 2016 a abril de 2017 .....	29
<b>Figura 12:</b> Eventos de precipitação em setembro de 2016, na Serra de São José.....	30
<b>Figura 13:</b> Comparativo entre a precipitação acumulada e turbidez média (NTU) entre os meses de janeiro de 2016, fevereiro e março de 2017, na Serra de São José.....	31

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	09
2 OBJETIVOS.....	11
2.1 Objetivo Geral.....	11
2.2 Objetivo Específico.....	11
3 REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	12
3.1 Bacia de Drenagem.....	12
3.2 Hidrologia, erosão e transporte de sedimentos.....	13
3.3 Vegetação e função ecológica.....	14
4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	16
4.1 Aspectos físicos.....	16
4.2 Bacia de drenagem laboratório.....	17
5 MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
5.1 Coleta de Dados.....	18
5.2 Mensurações dos eventos de precipitação histórica.....	19
5.3 Mensurações das descargas fluviais.....	19
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	21
6.1 Precipitações na área de estudo.....	21
6.2 Resultantes fluviais.....	26
6.3 Incêndios Florestais.....	30
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34



## 1. INTRODUÇÃO

Os incêndios florestais acarretam diversos danos ao ambiente e a sociedade. Na maioria dos casos os incêndios são provenientes da ação humana. Contudo, os fatores climáticos, como seca e intensidade dos ventos, assim como o relevo do local agem diretamente na propagação do fogo e determina seu potencial de devastação. A ocorrência de incêndios florestais tem aumentado em diversos países sendo resultado do acúmulo de material combustível e, sobretudo, em virtude da expansão populacional (SANTOS *et al.*, 2006). O desmatamento modifica a estrutura dos ecossistemas, através da supressão vegetal, e ainda causa fragmentação de habitats. O uso do fogo em práticas agrícolas interfere na estabilidade dos ecossistemas, prejudicando a saúde humana, e causando um desequilíbrio ambiental (ROCHA, 2015).

A ocorrência anual de incêndios florestais já devastaram uma vasta área territorial no Brasil, em 1999 foram atingidos cerca de 40.000 ha das Unidades de Conservação (UCs) do país. No estado de Minas Gerais nesse mesmo ano, a área queimada chegou a aproximadamente 12.000 ha (LIMA, 2000). Medeiros & Fiedler (2004), fazem um alerta sobre a intensidade de incêndios florestais recorrentes em UCs como um grave problema, pois, interferem e prejudicam a conservação da biodiversidade e subsistência dos sistemas ecológicos, além de ameaçar espécies vulneráveis à extinção.

O Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais – PREVFOGO, foi criado em 1989 pelo governo federal através do Decreto nº 97.635 revogado pelo Decreto 2.661, de 1998, que regulamenta o artigo 27 do Código Florestal (Lei 4.771/65), o qual atribui ao IBAMA como órgão dirigente a função de coordenação e implementação. O Prevfogo tem como responsabilidade promover, apoiar, coordenar e executar atividades de pesquisa, educação, monitoramento e controle de queimadas, prevenção e combate aos incêndios florestais em todo território nacional, analisando seus efeitos sobre os ecossistemas, atmosfera e a saúde (IBAMA, 2017).

Em vista disso, o Prevfogo atua junto as Unidades de Conservação, aplicando estratégias e ações de combate aos incêndios florestais. O uso do solo tem sido uma ameaça a integridade das UCs, proporcionando um aumento no número de incêndios provocados no entorno e dentro das mesmas. Esse aumento pode ser observado nas comparações das áreas queimadas no ano de 2005 e 2006, no interior das UCs, passando de 82.003ha em 2005 para 95.349ha em 2006 (IBAMA, 2006).

Outra fato importante, relacionado aos efeitos de incêndios florestais, corresponde na alteração do clima, devido a emissão de grandes quantidades de gases de efeito estufa, como evidenciam o trabalho de Barbosa & Fearnside (1997/98), que realizaram uma estimativa de emissão de gases de efeito estufa em incêndios florestais, constatando uma emissão de 4,0 a 4,7 milhões de toneladas de Carbono provenientes de incêndios na Amazônia no período de 1997/98 quando ocorreu o episódio “*El Niño*”.

Já referente aos efeitos das queimadas sobre o solo compreendem em suma na mineralização da matéria orgânica existente no solo, por consequência destes eventos a exportação e carreamento pelos processos erosivos são intensificados. Com a supressão da vegetação o solo fica mais vulnerável aos processos erosivos. Por conta disso, ocorre uma alteração dos componentes bioquímicos, visto que, os nutrientes são carreados através da erosão. O efeito do fogo pode atingir a jusante dos cursos hídricos devido ao movimento da água, dos sedimentos e solutos que transportam (FERREIRA *et al.*, 2010).

Desta forma, após a queima vegetal o solo encontra-se mais vulnerável a degradação, tornando-se mais suscetível aos processos erosivos. Nesse contexto, está pesquisa buscou avaliar os efeitos dos incêndios florestais, e sua influência na alteração da dinâmica do canal fluvial em uma bacia de drenagem experimental, através do aporte de sedimentos, provindos da queima vegetal, devido a desagregação de partículas do solo advindos da erosão facilitada, em maior quantidade no período de chuvas intensas.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 . Objetivo Geral**

Este estudo teve o propósito de entender o funcionamento de uma bacia de drenagem experimental perante a ocorrência de incêndios florestais, através da quantificação das respostas hidrológicas e sedimentológicas, na Serra de São José, Minas Gerais.

### **2.2 . Objetivos específicos**

- Mensurar e quantificar as descargas líquidas e sólidas de bacias de drenagem, em resposta às chuvas de diferentes magnitudes.
- Mensurar e quantificar as precipitações, médias mensais e média anual.
- Verificar o comportamento do sistema em face as precipitações.
- Analisar a precipitação média histórica da área de estudo com foco para eventos extremos mensurados a partir dos dados atuais.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Bacia de Drenagem

A bacia de drenagem é considerada um sistema geomorfológico aberto, a partir da drenagem fluvial combinada por canais adjacentes de escoamento interligados, que a compõem, adquire energia através da pluviosidade perdendo sua intensidade pela defluência (CHRISTOFOLETTI, 1980). Existem inúmeros componentes relacionados a uma bacia, como encostas, fundos de vales, corpos hídricos, águas subterrâneas, áreas irrigadas, sistemas urbanos de drenagem, entre outros. Além da drenagem hídrica, está área da superfície terrestre, drena sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum na calha fluvial. Uma paisagem pode compreender um número considerável de bacias que drenam para o seu reservatório final. O tamanho de uma bacia pode ser bem distinto, visto que, se diversificam entre bacias como a do Amazonas e bacias que abragem poucos metros quadrados (DUNNE E LEOPOLD, 1978; COELHO NETTO, 2008).

A respeito da qualidade da água de uma bacia, existem indicadores que mostram suas condições, como animais bioindicadores, taxa de preservação ou perda das florestas nativas, dentre outros. Além disso pode-se considerar também os indicadores de vulnerabilidade da bacia hidrográfica dentre estes estão: poluentes tóxicos, descarga agrícola ou urbana e o desmatamento, que além de modificar os padrões de drenagem, impossibilita a recarga natural dos aquíferos e ainda intensifica a sedimentação (TUNDISI & TUNDISI, 2011).

Tendo em consideração o relevo, as formações rochosas próximas às cabeceiras acentuam a potência hidrológica através do escoamento rápido da bacia de drenagem para o canal fluvial, estas áreas montanhosas dispõem de forte energia, em razão disso, intensificam a remoção e deslocamento de sedimentos (RAMSAY, 1985). Coelho Netto (2008), ressalta que alterações no sistema ambiental dentro de uma bacia de drenagem, pode chegar a atingir áreas localizadas a jusante, assim os efeitos hidrogeomorfológicos, ao serem carreados para a saída de uma bacia podem estender a jusante através de outras bacias próximas.

Estudos recentes avaliaram as respostas hidro-sedimentológicas em bacias hidrográficas tropicais sob a formação de florestas nativas de Eucalipto, onde foi constatado uma descarga maior de sedimentos na bacia hidrográfica do que na sub-bacia hidrográfica propostas no estudo. Apesar disso, foi observado uma resposta muito rápida da concentração de sedimentos em suspensão, maior na sub-bacia, resultante dos eventos de precipitação extrema, em razão da menor área de drenagem e devido a uma paisagem mais acentuada (RODRIGUES *et al.*, 2014).

### 3.2 Hidrologia, erosão e transporte de sedimentos

A água é precipitada sobre a superfície terrestre em forma de chuva quando as gotículas de água alcançam certa proporção ao se condensarem. Parte da precipitação não chega a tocar o solo, visto que pode ocorrer evaporação durante a queda e podem ainda sofrer interceptação florestal (PINTO, 1976). Da parcela máxima de água que sofre precipitação, 77% atingem os oceanos e apenas 23% caem sobre as terras emersas. Contudo, a taxa maior de evaporação terrestres é proveniente dos oceanos chegando a um total de 84% já as áreas emersas favorecem com uma evaporação de 16% (SUGUIO, 2006). Coelho Netto (2008) considera a precipitação como um fator relevante no controle do ciclo hidrológico, responsável pelo ajuste das condições ecológicas e geográficas de uma dada região. O volume pluviométrico, o regime sazonal e a intensidade das precipitações são uma das particularidades que influenciam na intensidade da ação geomorfológica em bacias de drenagem.

O processo de erosão provoca a desagregação das partículas do solo, ocorre por meio de um agente erosivo podendo ser pluvial, hélico, fluvial e marinho (SANTOS, et al., 2002). A ação da erosão hídrica no solo causa o desprendimento das partículas do solo, e ainda envolve os processos de transporte e deposição de materiais através do escoamento (SHI *et al.*, 2012). Se tratando da erosão pluvial a erosão por *splash* consiste no primeiro estágio do processo erosivo, a energia cinética das gotas da chuva aplicada sobre a superfície do solo causa a ruptura dos agregados, fragmentando-os em tamanhos menores, essa quebra provoca a formação de crostas, selegem do solo e diminuição da porosidade, dificultando assim, o processo de infiltração e aumentando as taxas de escoamento superficial (GUERRA, 2010). Sendo que a intensidade das chuvas, influencia também no aumento do escoamento superficial, devido ao encharcamento do solo ao exceder sua capacidade de infiltração (DUNNE *et al.*, 1991).

Portanto, a intensidade, duração e frequência dos eventos pluviométricos constituem em uma das características hidrológicas, que mais afetam no processo de erosão do solo, devido ao seu potencial de erosividade (SANTOS *et al.*, 2010) . Assim, em áreas com incidência de queimadas, a potência do escoamento e produção de sedimentos vai variar de acordo com a intensidade dos eventos pluviométricos (INBAR *et al.*, 1998).

Segundo Carvalho (2008), os sedimentos são as partículas provenientes da desagregação do substrato rochoso através do intemperismo, e de materiais biológicos, transportados pela ação hídrica e eólica, para os rios, constituindo o material sólido depositado no fundo do canal ou em suspensão na água. A sedimentação provenientes da erosão, modifica as condições de escoamento da água na calha e superfície dos cursos hídricos, os sedimentos depositados podem

causar redução da drenagem superficial, diminuição da ictiofauna e ainda pode carregar outros poluentes, como metais pesados, e nutrientes químicos de fertilizantes. Os sedimentos que não são carregados são depositados no fundo dos rios e, posteriormente, por aumento da temperatura e da pressão sofrem diagênese, podendo ocorrer uma litificação, gerando assim as rochas sedimentares (TEIXEIRA *et al.*, 2010).

### **3.3 Vegetação e função ecológica**

Os processos erosivos também causam remoção da matéria orgânica e nutrientes essenciais a nutrição das plantas (PIMENTEL, 2006). Dessa forma, a composição florestal auxilia no processo de infiltração e atua na mitigação dos impactos das gotas de chuva através da interceptação de uma parcela das chuvas pelo fracionamento de água nas copas arbóreas e arbustos, de onde ocorre uma perda de água para atmosfera por meio da evapotranspiração durante e no decorrer das precipitações, o restante escorre pelos troncos ou por gotejamento (ARCOVA, *et al.*, 2003).

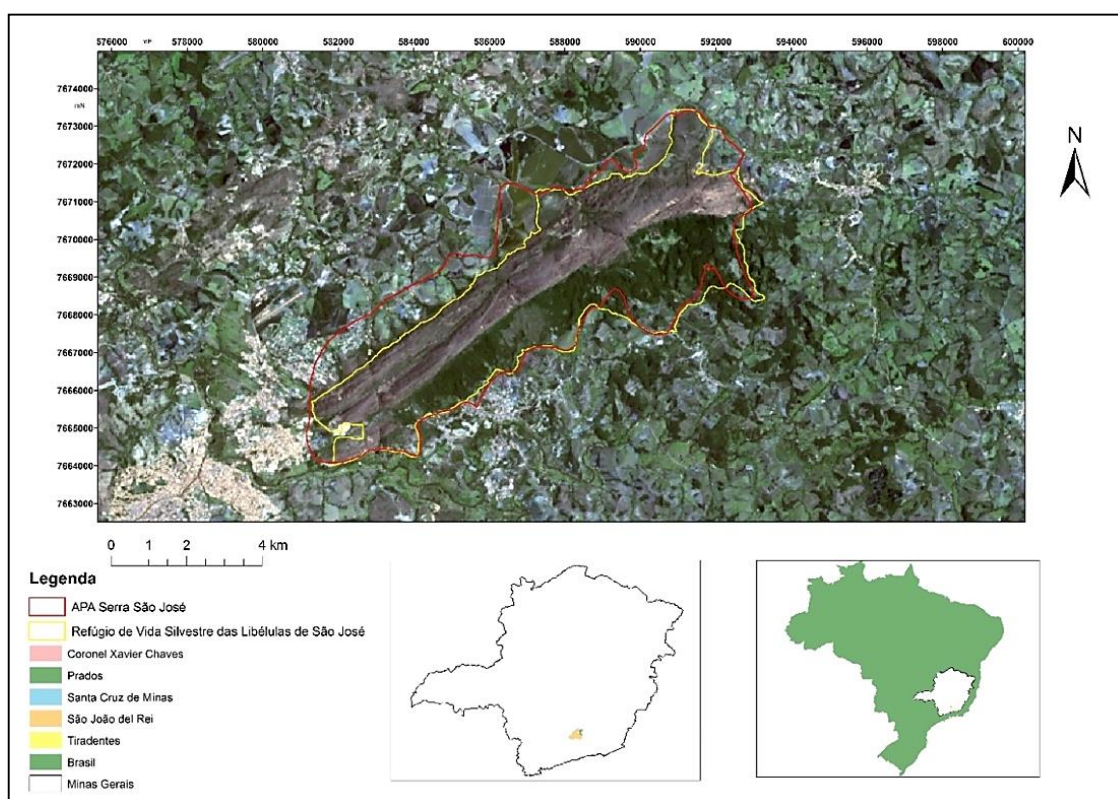
Ressalta-se que a perda de nutrientes por diversas fontes, como cultivos agrícolas ameaça a qualidade dos corpos hídricos (PETERJOHN & CORREL, 1984). Nesse sentido a vegetação ripária apresenta uma importante função ecológica, pois age na retenção de sedimentos e substâncias químicas (LOWRENCE *et al.*, 2007). Devido a cobertura vegetal que possui um efeito tampão reduzindo o aporte de detritos provenientes da erosão, através do escoamento (ZAIMES *et al.*, 2004), nesse sentido, se houver supressão e diminuição da composição florestal ribeirinha, pode ocorrer assoreamento e comprometimento da qualidade da água (HINKEL, 2003), causando alteração do habitat (DALE JONES *et al.*, 1999).

A mata ciliar ainda possibilita a estabilidade física e biológica das margens do rio, possui a função de corredor ecológico, seu desmatamento provoca redução da capacidade de retenção e percolação da água das chuvas no solo, interferindo na recarga dos lençóis freáticos (PERIOTTO & FILHO, 2014). A produção de serrapilheira também apresenta funções relevantes, como a sua relação com a ciclagem de nutrientes, como constatado no trabalho de Caldeira *et al.* (2007), onde o acúmulo de serrapilheira foi um meio fundamental no transporte de Carbono orgânico, macronutrientes e micronutrientes para o solo.

## 4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

### 4.1 Aspectos físicos

As análises serão realizadas em uma bacia hidrográfica experimental na região da Serra de São José (Figura 1) a qual contempla três unidades de conservação administradas pelo IEF: Área de Proteção Ambiental (APA) Serra de São José, o Refúgio Estadual de Vida Silvestre Libélulas da Serra de São José e a Área de Proteção Especial Serra São José. Somando um total de 4.758 hectares de áreas protegidas (IEF, 2017).



**Figura 1:** Localização da Serra São José com foco para a APA Serra de São José e Refúgio de Vida Silvestre das Libélulas de São José

Fonte: Almeida *et al.*, inédito

Situada no centro-sul do estado de Minas Gerais, 21 °00' a 21 °02' de latitude sul e 44 °00' a 44 ° 15' de longitude. Localiza-se em parte do sistema da serra da Mantiqueira, possui aproximadamente 12 Km de extensão. Além do município de São João del-Rei, esta serra abrange os municípios de Tiradentes, Coronel Xavier Chaves e Prados. Este maciço de arenito quartzítico abrange uma altitude de cerca de 1400 m. Ocorre o predomínio de Cambissolo álico textura arenosa (OLIVEIRA-FILHO & MACHADO, 1993).

A geologia da área é composta por metassedimentos de baixo grau metamórfico do Grupo São João del Rei, de idade geológica do Proterozóico Inferior, composto por cinco

formações. As litologias da Formação Tiradentes compõem a Serra São José integrada por metarenitos puros com níveis ortoconglomeráticos e estruturas preservadas (RADAMBRASIL, 1983).

O clima da região é considerado Cwb conforme a classificação de Köppen, ou seja, subtropical moderado úmido com verões moderados e leves, inverno secos, com um índice pluviométrico médio anual na faixa de 1.500 mm. (GONZAGA *et al.*, 2007). A vegetação constituinte na dada área é composta por Campos rupestres sendo a vegetação predominante que cobre as maiores altitudes da Serra, entre 950 m e 1.430 m, Matas de galeria, Cerrados e uma floresta densa e heterogênea que cobre a porção sul (DRUMOND *et al.*, 2007). A hidrografia da área é formada pela bacia do rio das Mortes, tendo a sub-bacia do rio Grande, formada pelos rios Elvas na porção sul e ao norte do município de Prados o rio Carandaí (COSTA CARDOSO *et al.*, 2015).

O uso do solo na área da APA tem o predomínio de atividade agrícola. A pecuária é realizada através do uso de pastagens naturais ou plantadas, com limpeza da área utilizada para tal, por meio da supressão vegetal a partir do desflorestamento ou queimadas, juntamente com a agricultura empregada de forma irregular causando perda da parcela do solo provenientes da erosão, devido ao manejo inadequado empregado na área (CIRINO & LIMA, 2008).

#### **4.2 Bacia de drenagem Laboratório**

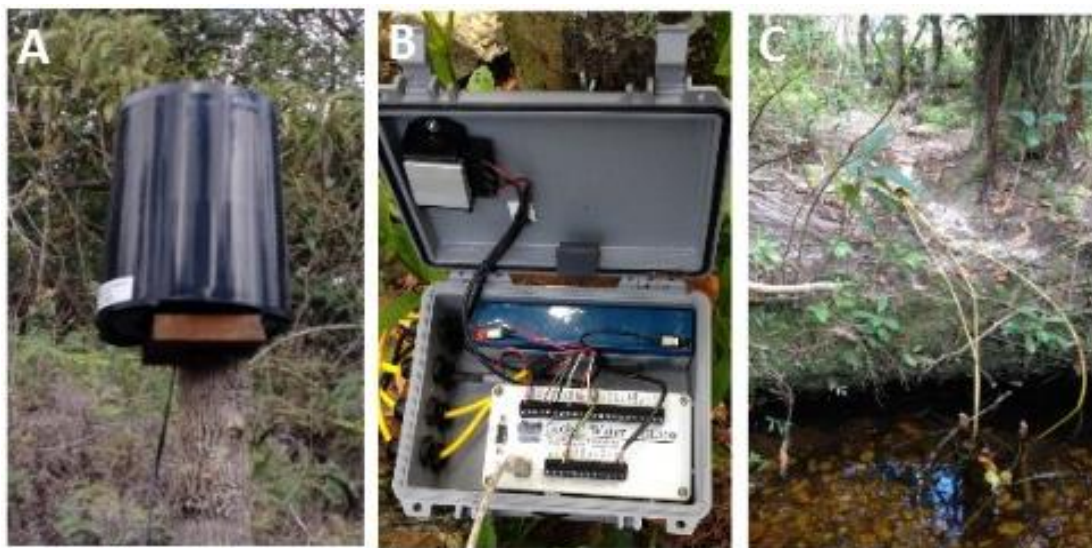
Para a realização deste estudo foi utilizado uma bacia de drenagem experimental, onde encontra-se a estação automática fluvio-sedimentológicas, intitulada Estação Córrego do Carteiro, na zona noroeste da serra de São José. A estação e a bacia experimental integra um projeto com o Laboratório de Hidrologia e Análise Ambiental do Departamento de Geociências da UFSJ em parceria com o CNPQ.



## 5. MATERIAIS E MÉTODOS

### 5.1 Coleta de dados

Os dados obtidos para este estudo são provenientes da estação fluviio-sedimentométrica Córrego do Carteiro (Figura 2). O sistema de mensuração e armazenamento de dados utilizados para o monitoramento pluviométrico e sedimentológico na área-laboratório, possuem sensores de pressão, de nível d'água, um turbidímetro, a faixa de análise utilizada para a medida da turbidez foi a entre 0 a 1.000 NTU (*Nephelometric Turbidity Units*), um condutivímetro, que mensura a condutividade elétrica (íons dissolvidos), e um sensor que mensura a variação da profundidade do canal, conectados em um armazenador digital de dados (DataLogger), que realiza registros a cada 15 minutos. Conta ainda com, um pluviômetro digital automático, instalado em área aberta para quantificação do volume e intensidade dos eventos de precipitações, o que permitirá entender como a precipitação altera a vazão do curso hídrico e sua carga sedimentológica.



**Figura 2:** Detalhes da Estação Córrego do Carteiro, com destaque para o pluviômetro automático(A); Sistema de armazenamento de dados (B) e sensores instalados no canal fluvial (C).

Foi criado um banco de dados no *software excel*, permitindo dessa forma, uma melhor organização dos dados, extraídos do DataLogger a cada ida ao campo. Após essa etapa foi feito o tratamento dos dados, onde foi possível calcular as precipitações, correlacionar os eventos pluviométricos com os níveis de NTU. É importante ressaltar que não foram utilizados os dados de condutividade elétrica da água, visto que o foco da pesquisa se baseia nas respostas sedimentológicas. Posteriormente o tratamento dos dados, foi elaborado os gráficos de precipitações.

## 5.2 Mesurações dos eventos de precipitação histórico

Foi utilizado o banco de dados disponível através do sistema de informações hidrológicas HidroWEB disponibilizado pela Agência Nacional de Água (ANA). Onde foi extraído uma planilha no formato excel, com os dados do acumulado mensal das precipitações desde 1965 até 2000, a partir deste último ano, as informações de precipitações mensais estavam com ausência de dados para alguns anos e outros anos nem possuíam registros, devido a isso a série temporal para análise histórica foi estipulada de 1965 á 2000, com a comparação dos dados atuais extraídos da Estação Córrego do Carteiro. A escolha da estação utilizada para análise histórica, baseou-se na proximidade com a Serra de São José e na quantidade de dados disponíveis, dessa forma foi analisada a Estação Porto Tiradentes.

## 5.3 Mesurações da descarga fluvial

Para as análises das descargas fluviais foram realizados através do fluxo de vazão calculados seguindo a metodologia proposta por Cunha (2011), que consiste na mensuração em campo através de flutuadores, para estimar a velocidade do fluxo fluvial, entre dois pontos, obtida através do produto entre a velocidade média de uma série de medidas do fluxo na seção em que encontram instalados os sensores da estação e respectiva área molhada (seção transversal do canal), que foi estabelecido por meio de medições de comprimento e largura para calcular a área do canal fluvial em que foi realizado as medições. O comprimento estabelecido do percurso em que o flutuador percorreu na seção foi de 5 metros e a distância entre as margens na seção do córrego do carteiro foi de 2,01 metros. O fator de correção utilizado neste caso específico do canal foi 0,8 valor este utilizado dentro do estabelecido para rios com leito rochoso (PALHARES *et al.*, 2007). Estes valores são dispostos na equação que realiza o cálculo de vazão em metros cúbicos por segundo.

$$(A \times P) / (T \times C) = Q$$

A= Área (Distância entre Margens x Comprimento)

P= Profundidade (cota de água)

T= Corresponde ao tempo gasto pelo flutuador que consiste na velocidade do fluxo hídrico

C= Coeficiente ou fator de correção utilizado

Q= Vazão em metros cúbicos por segundo.

Vazão em metros cúbicos por segundo.

Desse modo, foram estimados os dados de vazão a partir das mensurações em campo, com o propósito de calcular aproximadamente a quantidade de fluxo hídrico, que percorreu nas determinadas sessões onde encontram-se instalados os sensores. Foram realizadas um total de 11 medições em campo. A correlação dos dados, permitiu o entendimento do funcionamento do geossistema da bacia de drenagem experimental, bem como identificar sua fragilidade.

Após o tratamento dos dados, foi utilizado o método da curva-chave que corresponde na análise-temporal de curvas de descarga em seções transversais, o qual indica a vazão para um determinado nível d'água no canal fluvial (CUNHA, 2011). As medições da vazão em campo, foram dispostas no gráfico da curva-chave no *software Excel*, dessa forma foi obtido os dados de vazão para os níveis d'água que não passaram por medição.

Obtido os dados da variação da cota (profundidade) do Córrego do Carteiro e feita as medições para o cálculo da vazão, tem-se enfim um par de variáveis x e y que apresentam correlação, para cada dado analisado, sendo a “cota” a variável independente “x” e a “Vazão” a variável dependente “y”. Para cada valor de velocidade média mensurado em campo foi utilizado na série temporal um valor de cota correspondente, ou seja, foram marcados a hora exata em que foi feito as medições no canal, a fim de corresponder com a hora em que o sensor mediu a cota, dessa forma foi possível estabelecer uma covariância padronizada entre as duas séries de dados. Portanto, o grau de associação da curva-chave entre as duas variáveis “vazão” e “cota” foi calculado através da equação exponencial:

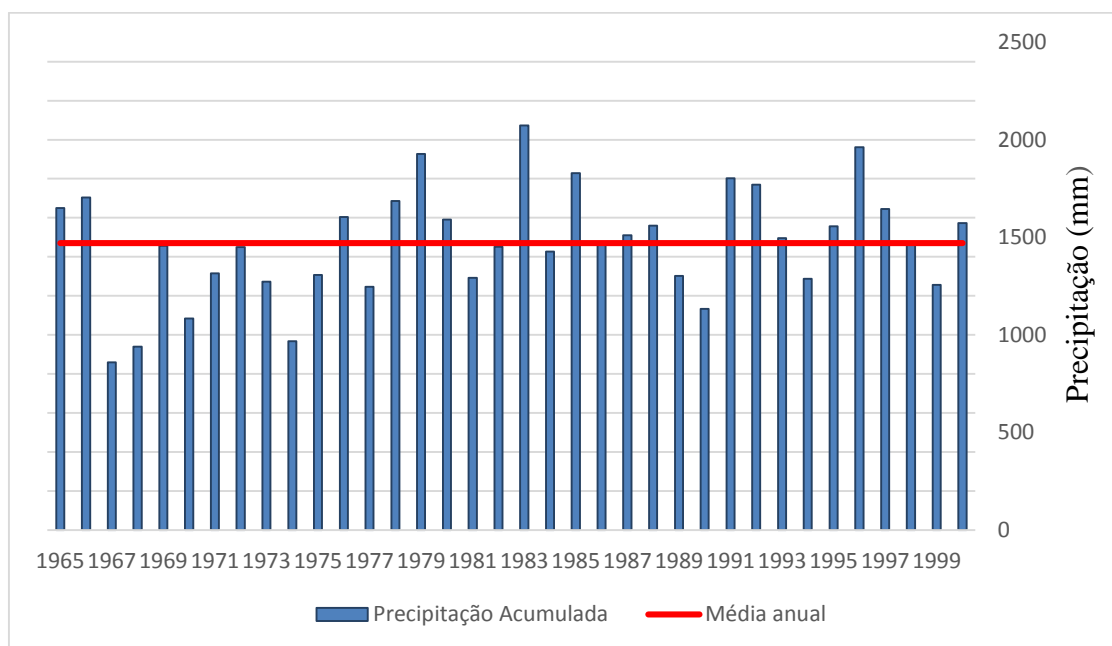
$$Q = a.(h - h_0)^b$$

Onde Q é a vazão; h é a cota; h<sub>0</sub> é a cota quando a vazão é zero; e a e b são parâmetros adimensionais de ajuste para cada curva-chave (MARTINS *et al.*, 2011). Realizados através do *software Microsoft Excel*, que possui uma função que realiza o cálculo utilizando as mesmas equações, a fim de gerar o gráfico.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 6.1 Precipitações na área de estudo

A série temporal das precipitações anuais entre os anos de 1965 a 2000 na Estação Porto Tiradentes (*Figura 03*), apresentou ausência de dados como mencionado anteriormente. A partir dos dados disponíveis, foi possível observar os anos que apresentaram a maior precipitação acumulada no período estudado, que foram respectivamente os anos de 1983 com um total de 2072,5 mm, 1996 com 1961,3 mm e o ano de 1979 com 1926,5 mm. O ano mais seco foi o de 1965 com uma precipitação acumulada de 858,6 mm, outros anos apresentaram valores baixos de pluviosidade, como os anos de 1968 e 1964. A média anual para o período foi de 1469,7 mm. O estudo das séries históricas é um fator muito importante para entender a dinâmica pluviométrica de uma região, e nessa perspectiva desenvolver um planejamento adequado do ambiente, visto que a entrada de chuva no sistema ambiental, é fundamental para a compreensão da sua relação com o meio físico (MELLO & SILVA, 2009).

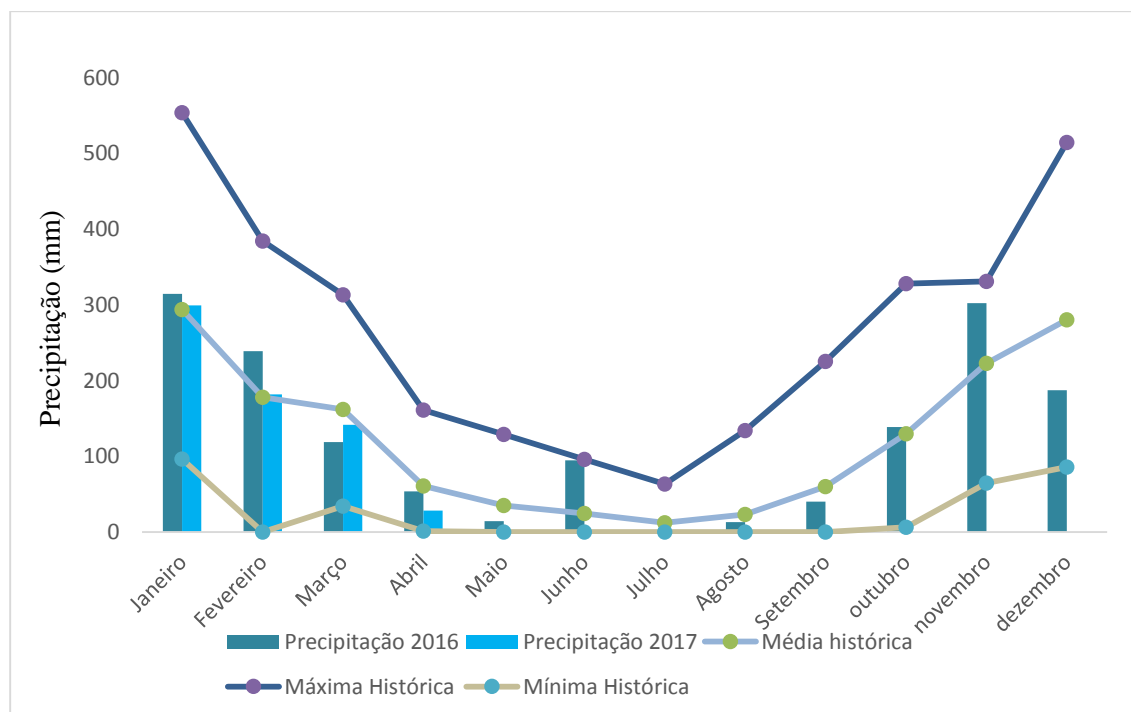


**Figura 3:** Histograma da precipitação acumulada anual da Estação Pluviométrica Porto Tiradentes para o período de 1965 a 2000

Na área de estudo a Estação Córrego do Carteiro registrou um acumulado anual de chuvas de 1518,8 mm no ano de 2016, valor acima da média histórica anual registrada na Estação Porto Tiradentes, em janeiro desse ano ocorreu a maior precipitação do período

estudado tendo um acumulado de 314,8 mm. Para o ano de 2017 foram computados os dados de janeiro a abril que registraram um total de 651,6 mm de precipitação acumulada, conforme visto na **Figura 04** apresentando valores menores que o ano de 2016 que nesse mesmo período somou um total de 726,4 mm. O período chuvoso na Serra de São José, que compreendeu os meses de setembro de 2016 a abril de 2017 obteve um acumulado de 1320,6 mm, estando dentro do esperado para esse período, apesar dos meses estudados no ano de 2017 terem apresentados valores menores em relação ao ano anterior.

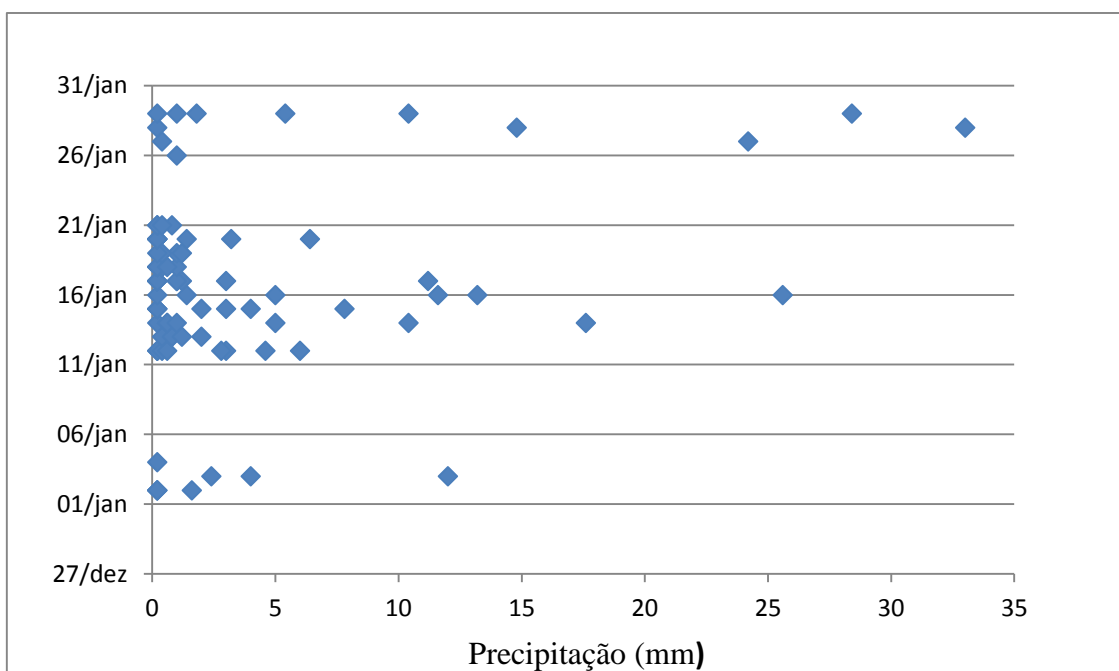
Os valores da série histórica para os acumulados mensais evidenciaram a maior precipitação em janeiro de 1992 com um total de 553,8 mm e dezembro de 1983 chegando a 514,4 mm. Já referente aos menores totais mensais, o ano de 1977 não apresentou valores de chuva no mês de fevereiro, outras baixas computadas no período chuvoso foi em novembro de 1974 registrando um total de 64,8 mm e dezembro de 1970 que chegou a 86 mm, bem abaixo da média histórica para esse mês. Junho de 2016 mostrou-se atípico, visto que sua precipitação acumulada chegou a 94,8 mm maior que o acumulado dos meses de abril e setembro, considerados meses do período chuvoso, chegando perto da máxima histórica, que ocorreu no ano de 1989 com um total de 95,9 mm.



**Figura 4:** Precipitação acumulada mensal, média mensal, máxima e mínima de chuvas acumuladas mensais da estação Porto Tiradentes para o período de 1965 a 2000; 2016 e 2017 da estação Córrego do Carteiro

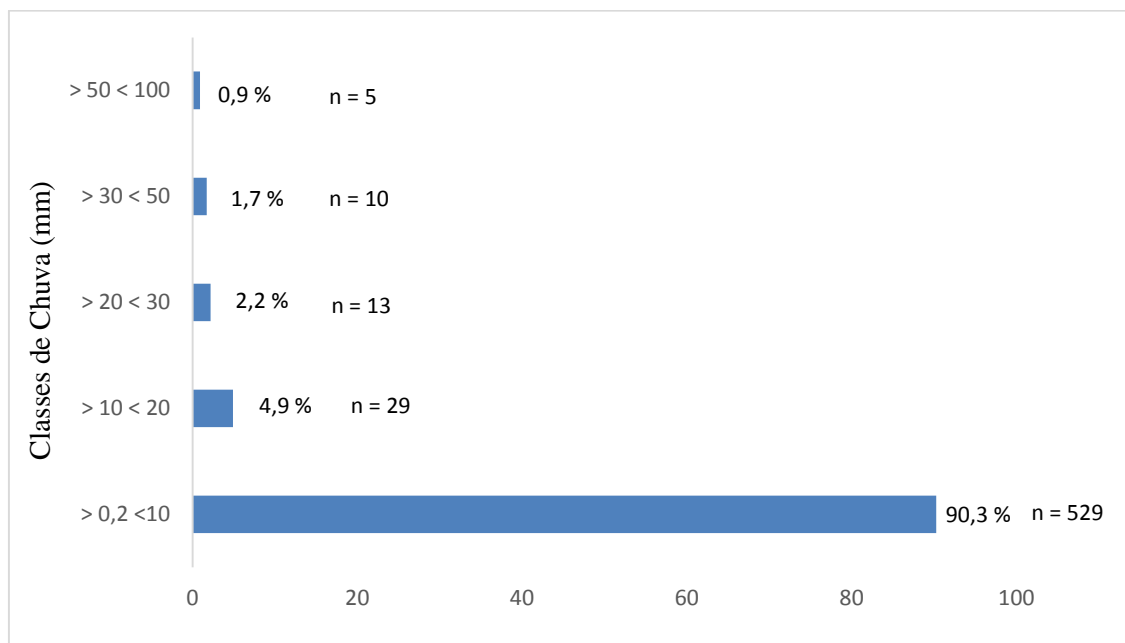
Janeiro de 2016 foi o mês de maior precipitação durante o período analisado, com base nisso a **Figura 05** mostra a quantidade e distribuição de eventos de precipitação neste mês, a

maioria dos eventos ocorreram entre os dias 11 e 21, e o maior evento de precipitação acumulada ocorreu no dia 28 chegando a 33 mm. Nesse mês ocorreu um total de 101 eventos, sendo que 90 eventos forão da classe de chuva de 0,2 a 10 mm, sendo está classe a de maior ocorrência em todo período analisado.



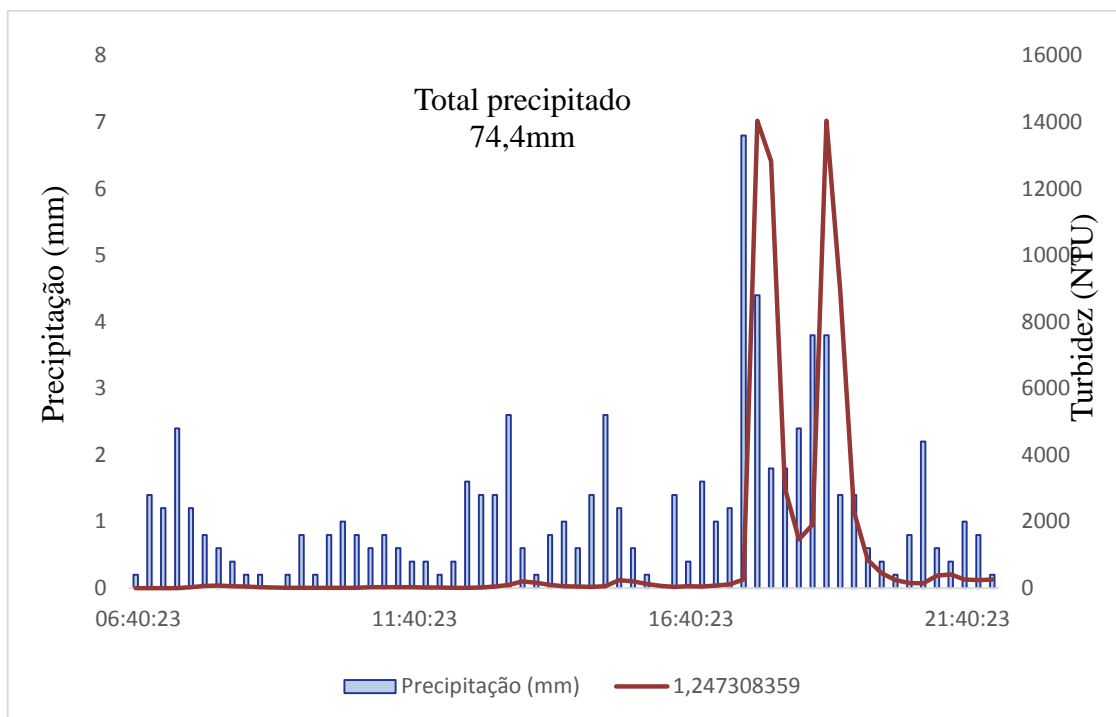
**Figura 5:** Eventos de precipitação em Janeiro de 2016, na Serra de São José

A **Figura 06** exibe os valores percentuais das classes de eventos chuvosos no período estudado, a ocorrência da classe de 0,2 a 10 mm foi a de maior abundância ocorrendo em mais de 90% somando um total de 529 eventos, seguido das classes de 10,1 a 20 mm com ocorrência de 4,9 %, 20,1 a 30 mm com 2,2 %, e já os eventos de precipitação extrema ocorreram em menores percentuais, visto que, de 30,1 a 50 mm contabilizaram apenas 10 casos e de 50,1 a 100 mm não chegando nem a 1% somando 5 casos, sendo que o maior evento acumulado, ocorreu de 18 a 19 de Março de 2017 chegando a um total de 85 mm. Em face a ocorrência de eventos de classes maiores, Moura *et al.* (2009) verificou, que a interceptação ocorre de forma proporcional à magnitude das chuva, dessa forma, conforme a intensidade da chuva aumenta, a interceptação diminui. Para o período chuvoso de setembro de 2016 a abril de 2017 foram contabilizados 300 eventos da menor classe de chuva, para esse mesmo período, considerando as duas maiores classes, ocorreram em um total de 5 eventos extremos.



**Figura 6:** Porcentagem de ocorrência de chuvas em classes de precipitação para a Estação Fluviossedimentométrica Córrego do Carteiro entre janeiro de 2016 a abril de 2017

O evento mais longo ocorreu no dia 14 de novembro de 2016 durando 15 horas e 45 minutos, apesar de ser o evento mais duradouro a maior precipitação em uma hora de evento não chegou a 14 mm. A **Figura 07** exibe um comparativo entre a mensuração de NTU e as precipitações, assim o nível de NTU respondeu rapidamente com o maior pico perante a maior precipitação, as precipitações menores não proporcionaram respostas significativas no NTU, no entanto, em detrimento do evento chuvoso ter ocorrido durante um longo período de horas, pode-se dizer, que mesmo os índices mais baixos de precipitação ocorrendo durante períodos maiores excedem a capacidade de infiltração do solo. Assim, Libardi (2005) explica que, no decurso do processo de infiltração em um solo homogêneo inicialmente seco, a taxa de infiltração diminui com tempo, aumentando a taxa de escoamento superficial. Por essa razão, no evento de maior magnitude a ação das gotas de chuva com maior força, sobre o solo encharcado causaram maior erosão por *splash*, e dessa forma escoando mais sedimento para o canal, resultando no aumento de turbidez.

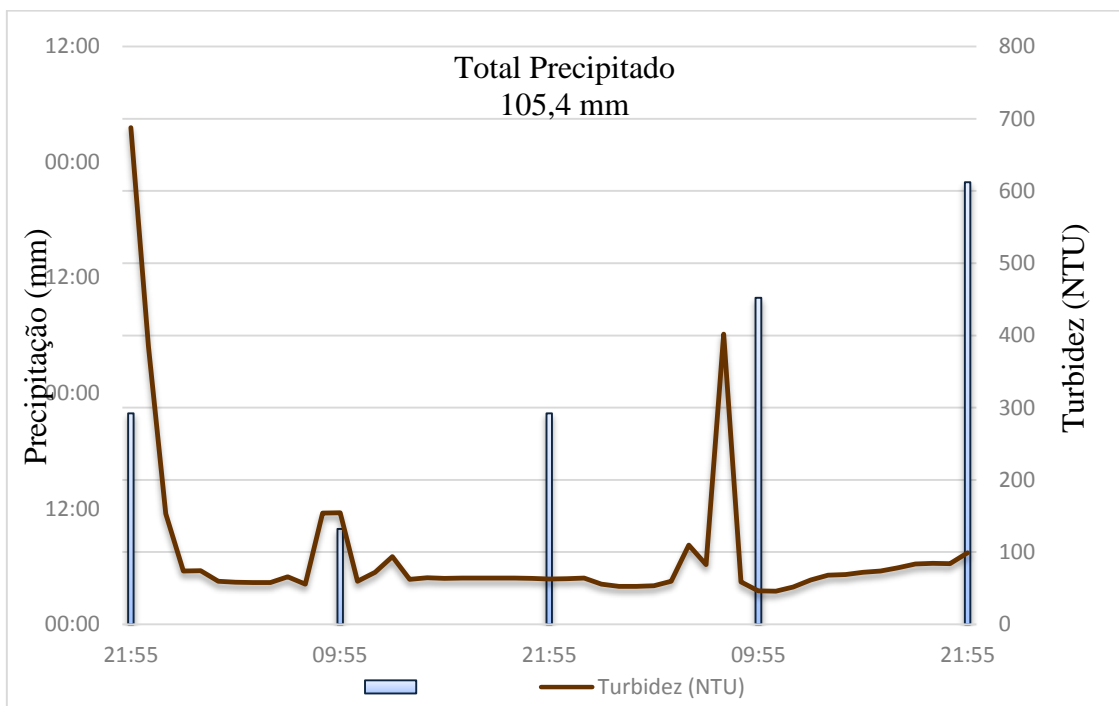


**Figura 7:** Evento de precipitação e Níveis de NTU a cada 15 minutos no dia 14 de novembro de 2016

Nos dias 18, 19 e 20 de Março de 2017 ocorreu uma chuva de extrema magnitude na Serra de São José chegando a um total de 105,4 mm em 48 horas, o evento chuvoso, teve maior intensidade no dia 18 tendo seu pico máximo na primeira hora do evento acumulando dentro desse intervalo de tempo 51,8 mm (Figura 8). Dessa forma analisou-se a produção de sedimentos, através do NTU nesse período de precipitação intensa. Comparando os dados, observa-se, que o nível de NTU aumenta de forma expressiva em resposta ao evento intenso, justamente na primeira hora de evento onde a precipitação foi mais forte, a esse respeito, Salomão (2002) afirma, que as chuvas torrenciais e as chuvas de grandes magnitudes, acentuam intensamente o processo erosivo, através do impacto agressivo da água no solo.

Após o fim do evento ocorre decréscimo seguido de um aumento no nível de NTU, isso pode ter ocorrido ainda em resposta ao evento extremo, ocasionando em algum trecho do canal solapamento dos blocos, devido a erosão nas margens (FLORENZANO, 2008). Os níveis de turbidez vão diminuindo conforme a redução da precipitação, apresentando baixos níveis nos intervalos em que não ocorre pluviosidade. Seguido de um aumento considerável em resposta a uma nova precipitação.

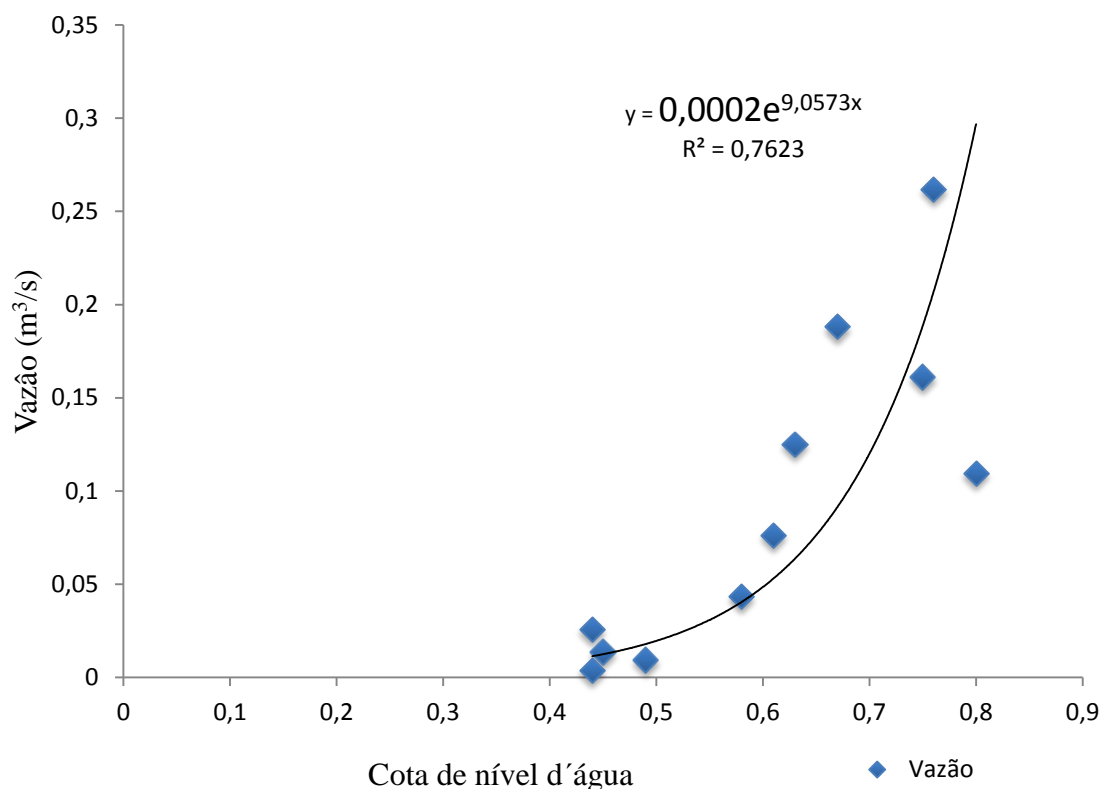




**Figura 8:** Histograma de precipitação a cada hora do evento extremo de precipitação, e Níveis de NTU em resposta a cada hora de evento extremo nos dias 18, 19 e 20 de Março de 2017, na Serra de São José.

## 6.2 Resultantes fluviais

A **Figura 09** ilustra a relação da vazão do canal em relação a variável cota, que consiste na profundidade mensurada através do sensor da Estação Fluviométrica. Dessa forma utilizou-se a curva-chave, através das medições em campo, das vazões e cotas. Os valores de vazão para as cotas definidas no momento das medições, convergiu para curva-chave, tendo uma boa correlação entre os dados de cota-vazão de ( $R^2 = 0,7623$ ). A curva-chave é um importante componente gráfico para o desenvolvimento de modelos hidrológicos. Dessa forma foi possível mensurar as vazões médias mensais a partir da equação ( $y = 0,0002e^{9,0573x}$ ) gerada pela curva-chave.



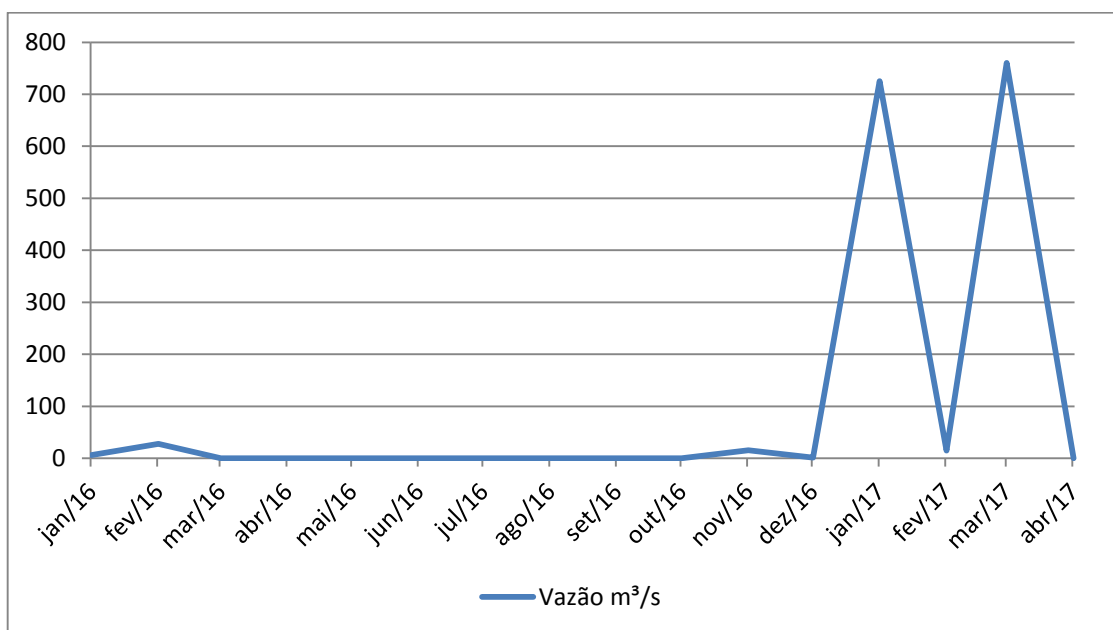
**Figura 9:** Curva chave de relação cota-vazão da estação Córrego do Carteiro.

Os picos de vazão de acordo com a **Figura 10** ocorreram no mês de janeiro e março de 2017, atingindo baixas extremas no período seco de maio a agosto de 2016, seguido de um aumento com pico em dezembro. O mês de janeiro de 2016 foi o mês de maior precipitação no período estudado, no entanto apresentou baixos valores na vazão, e o mês de janeiro de 2017 que registrou uma precipitação inferior, teve uma vazão muito maior, dessa forma, pode ter ocorrido represamento no canal nesses meses chuvosos de 2016, impedindo o fluxo hídrico, devido as frequentes chuvas no período, o que pode ter ocasionado quedas de galhos, aporte de sedimentos, advindos de processos erosivos, podendo ter ocasionado entulhamento de detritos lenhosos acumulados na calha fluvial ao longo do percurso do canal, posto que a incidência de madeira nos rios age na geomorfologia fluvial causando modificação na dinâmica do fluxo no canal e na disposição do carreamento de sedimentos (ABBE *et al.*, 2003). Em seus estudos sobre os efeitos geomorfológicos de madeiras nos rios Montgomery *et al.* (2003) elucidada que a ação geomorfológica destes detritos podem sofrer uma variação em decorrência do tempo.

Um outro fator considerável diz respeito ao comportamento do sistema ambiental caracterizado pela inter-relações na superfície terrestre estabelecida pelos subsistemas Geossistema (físico/natural), que compreende elementos e processos associados ao solo, relevo,

clima, ciclo hidrológico e seres vivos, e o subsistema Antrópico, aqueles ligados aos processos de uso e ocupação do solo, entre outros (AMORIM, 2012). Se tratando do geossistema a área de estudo é formada por rochas quartizíticas (RIBEIRO, 1997), com alto grau de porosidade, em vista disso a absorção de água nessas rochas ocorre facilmente, da mesma forma que pelas fraturas e planos de falhas (GUERRA & GUERRA, 2011), que se estendem pelo afloramento.

Em face a isso, a água fica retida por um tempo nesse sistema até alcançar a bacia. Com a análise dos dados de vazão, pode-se dizer, que no período chuvoso anterior, além do represamento do canal a água se manteve retida no sistema, fato este, que também pode ser influenciado pela ocorrência maior das classes de chuvas de baixa precipitação, posto que esta classe é a que mais decorre, e a que mais sofre interceptação pelo componente florestal. Nos meses posteriores, ao entrar no período seco, a baixa vazão esta relacionada com a estiagem. Em virtude das chuvas intensas ocorridas no período chuvoso analisado, a capacidade de infiltração do solo e rocha se excedem e por isso o pico de vazão (Figura 10) em resposta ao acumulado, seguido de uma queda brusca e de um novo pico. Deste fato pode-se inferir, que o sistema responde rapidamente as chuvas intensas, visto que, em março de 2017, ocorreu a chuva de maior magnitude, excedendo de imediato a capacidade de absorção e retenção hídrica deste geossistema.



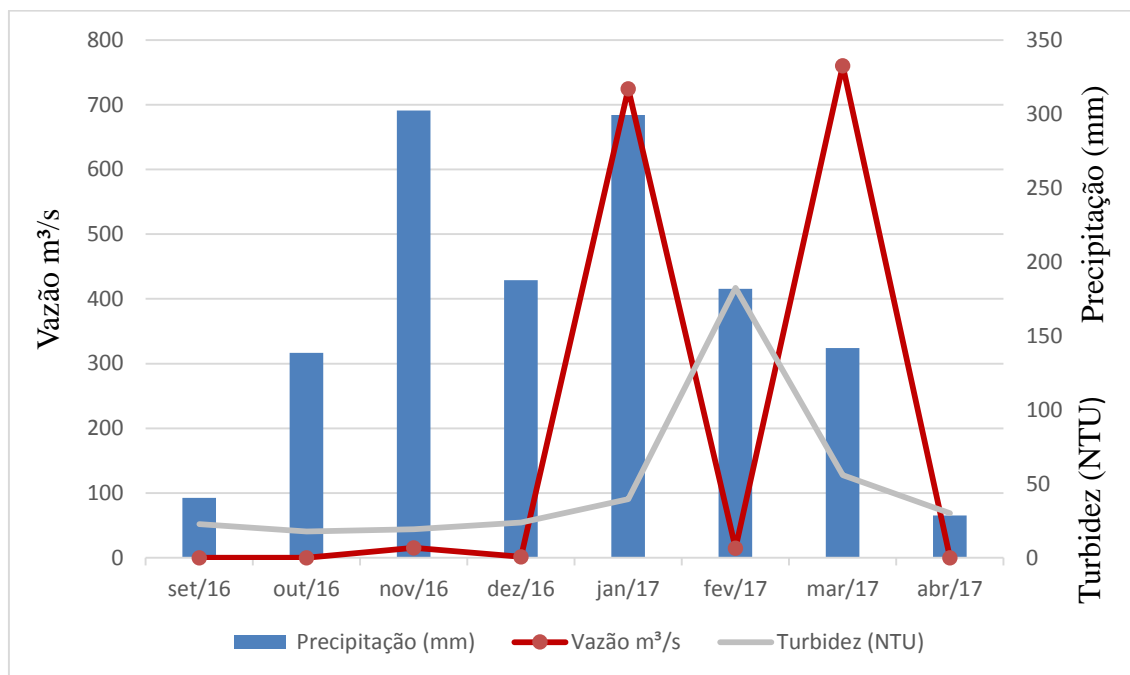
**Figura 10:** Vazão média mensal de Janeiro de 2016 a Abril de 2017, no Córrego do Carteiro na Serra de São José

Os valores dispostos na **Tabela 01** mostram as altas de vazão nos meses de janeiro e março de 2017, sendo o maior valor observado para esse período chuvoso a vazão média de março. As resultantes hidrológicas no período chuvoso mostram os meses de maior precipitação, novembro e janeiro, com uma resposta sedimentológica em níveis de NTU (Figura 11) mais acentuado no mês de fevereiro de 2017, que contou com 41 eventos da classe de 0,2 a 10 mm; 3 eventos da classe de 11 a 20 mm; 2 eventos da classe de 21 a 30 mm e 1 evento da classe de 31 a 50 mm. Nesse mês em resposta a uma chuva onde uma hora de evento chegou a precipitar 36,8 mm o pico de turbidez chegou a 648,7 NTU com resposta instântanea na hora do evento de grande magnitude. Já a vazão (Figura 11) respondeu ao acumulado da chuva em novembro que foi o mês de maior precipitação desse período, e dezembro, chegando em janeiro com uma média de 724,9 m<sup>3</sup>/s.

Os estudos de Negreiros (2011) apresentaram valores altos de Turbidez sendo que os menores valores médios observados foram de 120 NTU em novembro de 2011 e a maior média em janeiro desse mesmo ano com 444 NTU, fazendo um comparativo deste estudo com a área estudada na Serra de São José, que apresentou níveis baixos de NTU, durante praticamente todo o período, apenas com um dado discrepante, evidência uma instabilidade nessa interface, no mês que apresentou um nível desproporcional ao longo do período.

**Tabela 01:** Valores de precipitação acumulada, vazão média e média de turbidez na estação Córrego do carteiro no período chuvoso.

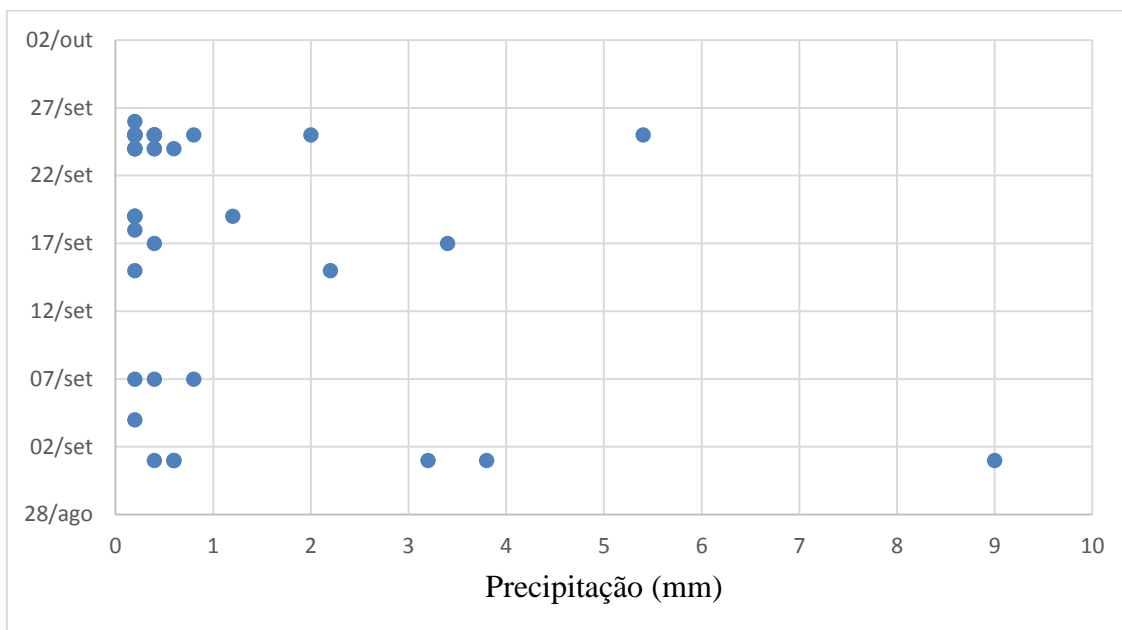
<b>Período chuvoso</b>	<b>(mm)</b>	<b>Q média (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Turbidez média (NTU)</b>
set/16	40,4	0,01315	22,74154
out/16	138,6	0,01851	17,81911
nov/16	302,4	15,35124	19,2526
dez/16	182,4	1,21795	23,76541
jan/17	299,4	724,94178	39,64571
fev/17	181,8	14,96656	182,54329
mar/17	141,8	760,19805	55,76349
abr/17	28,6	0,020861	29,95714



**Figura 11:** Relação da precipitação, vazão e níveis de NTU do período chuvoso de setembro de 2016 a abril de 2017

### 6.3 Incêndios Florestais

Dentro do período estudado ocorreu um novo incêndio florestal na Serra de São de São José, chegando a atingir um total de 30 hectares de área nos dias 14 e 15 de setembro de 2016. Contudo, setembro foi um mês de pouca precipitação, chegando a um acumulado mensal de 40,4 mm, e ainda o evento de maior magnitude do mês foi no dia 9 (Figura 12), bem como, outros eventos que ocorreram anteriormente ao incêndio Florestal. Ao analisar os dados de NTU, não houve uma resposta rápida significativa ao evento ocorrido, visto que, a turbidez analisada na bacia experimental apresenta valores baixos de NTU para este mês. Com picos elevados em respostas as chuvas de intensidades maiores. No entanto, a resposta em NTU perante o incêndio florestal pode ter ocorrido a longo prazo, devido ao regime pluviométrico, como em setembro e outubro, os percentuais de precipitação foram mais baixos, em virtude disso não ocorreu intensificação dos processos erosivos devido a baixa no regime pluviométrico.

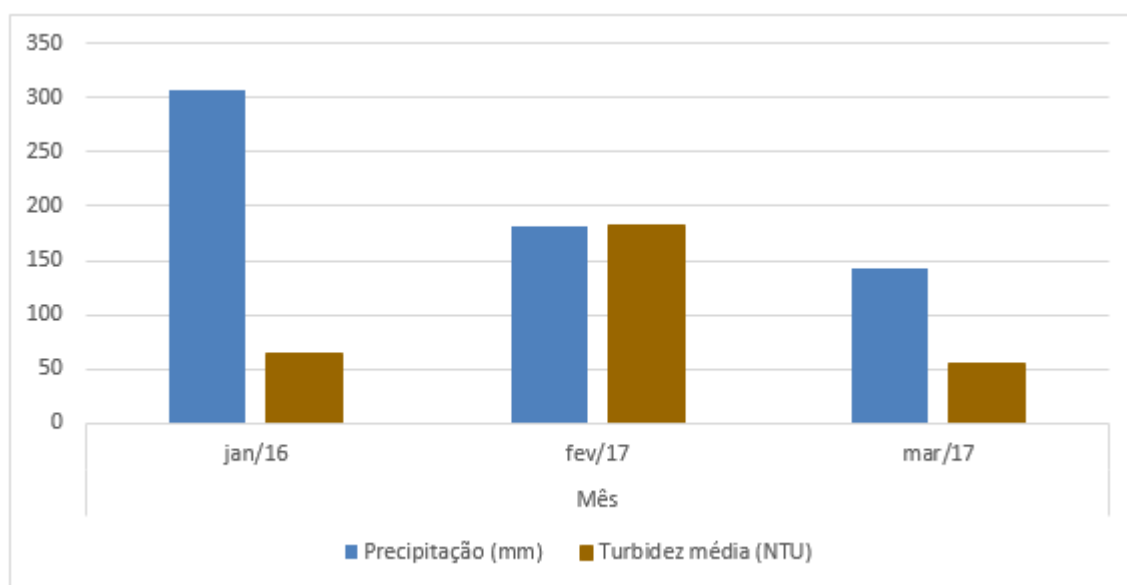


**Figura 12:** Eventos de precipitação em setembro de 2016, na Serra de São José

Porém os meses de fevereiro e março apresentaram precipitações maiores, com diferentes classes de chuva, teve maior resposta sedimentológica, respondendo rapidamente aos eventos chuvosos, este fato, pode estar relacionado com o incêndio ocorrido em setembro, visto que, o solo sem a proteção da vegetação, facilita os processos erosivos que ocorrem em maior intensidade, perante o fato de um regime hidrológico mais constante, a ação erosiva das chuvas e o escoamento superficial permitiu que a remoção das partículas do solo desprotegido fosse mais facilmente carregado.

Realizando um comparativo com o mês de janeiro de 2016, que chegou a uma média mensal de 63,35 NTU, sendo que, foi um mês chuvoso com um acumulado maior, que o mês de fevereiro e março de 2017, com chuvas de intensidades distintas, não respondeu da mesma forma com a turbidez acentuada quando comparado aos eventos de chuva do mês de fevereiro e março de 2017 que apresentaram um acumulado mensal de 181,8 e 141,8 mm respectivamente, bem menor que o mês de janeiro de 2016, a média de NTU para o mês de fevereiro foi muito maior chegando a uma média mensal de 182,54 NTU e março com menos da metade da precipitação acumulada de janeiro, obteve uma média mensal de 55,76 NTU, nesse sentido é evidente que a conservação da estrutura vegetal, que além de auxiliar a infiltração, ameniza o impacto das gotas de chuva, foi um meio essencial para a proteção do solo e consecutivamente, amenizando o carregamento de sedimentos para os cursos hídricos. A resposta sedimentológica perante os eventos de chuva extremo em janeiro de 2016 foram bem menores que a resposta sedimentológica em fevereiro e março de 2017, dessa forma o incêndios

ocorrido pode ter interferido na dinâmica do canal fluvial através do aporte de sedimentos, e que as respostas perante tal fato, ainda podem ocorrer em longo prazo. A perda da vegetação pelos incêndios florestais intensifica em níveis diferenciados o escoamento e exportação de partículas e nutrientes para a o canal fluvial (EASTHAM et al., 2008).



**Figura 13:** Comparativo entre a precipitação acumulada e turbidez média (NTU) entre os meses de janeiro de 2016, fevereiro e março de 2017, na Serra de São José

Outro aspecto importante a ser discutido em relação aos incêndios florestais na área, é que a reincidência frequente de incêndios, sendo recorrentes praticamente todo ano e devastando uma grande área, na Serra de São José, pode estar afetando a dinâmica hidrológica, em detrimento a uma série de fatores. Com a alteração da cobertura vegetal, que auxilia na infiltração e recarga dos mananciais hídricos, uma vez que o solo desnudo acentua o escoamento superficial, diminui a recarga dos lençóis, abaixando os níveis e conseqüentemente diminuindo a vazão do canal, o que pode estar influenciando nas baixas de vazão da bacia experimental estudada. Dessa forma, Imeson et al. (1992) afirma, que uns dos efeitos principais do fogo é suprimir o armazenamento de água nos horizontes iniciais do solo em vários centímetros. Diminuindo as taxas de infiltração com o tempo devido há uma redução da porosidade. Um outro estudo verificou os efeitos de fogo nas taxas de infiltração após um incêndio prescrito nas florestas do norte da montanha rochosa, nos EUA, tendo como resultado, maior sensibilidade em áreas sujeitas a alta gravidade de queimaduras (ROBICHAUD, 2000).

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados de precipitação analisados estão dentro do esperado para o período, com base na análise dos eventos de precipitação histórica, contudo a falta de dados históricos a partir do ano 2000, interferiu na análise da última década e dos últimos anos. As chuvas de menor classe tem maior incidência na área de estudo, estas chuvas não afetaram significativamente na vazão e nos níveis de NTU, as alterações destes dados foram intensas em respostas as chuvas de grandes magnitudes.

As respostas perante às chuvas de diferentes magnitudes mostraram que os níveis de NTU do canal aumenta conforme a intensidade da chuva, chuvas prolongada também influenciam no acréscimo da sedimentação nos canais fluviais, eventos extremos causam maior remoção das partículas do solo, intensificando o escoamento. A vazão do canal não respondeu conforme o esperado, apresentado baixas em meses de altas pluviosidades como janeiro, fevereiro e março de 2016, no entanto isso enfatiza a capacidade de absorção e retenção de água de todo o sistema que envolve a bacia de drenagem experimental analisada.

Os resultados das análises destacam, que a ocorrência de incêndios florestais é prejudicial ao sistema ambiental, dado que, além das inúmeras consequências diretas que a ação do fogo sobre o solo causa, ainda acarreta consequências indiretas como constatado neste estudo. O esperado era que as respostas frente ao incêndio ocorrido no ano de 2016 na serra de São José, fossem mais rápidas, no entanto o regime hidrológico foi uma variável muito importante dentro deste sistema de bacia de drenagem, além do período de estiagem, que influenciou na resposta sedimentológica perante o evento de incêndio. Portanto, mesmo com a maioria dos casos de incêndios florestais ocorrerem nos períodos mais secos, seus efeitos podem atingir o canal a longo prazo, resultante da ação hidrológica das chuvas mais intensas. E ainda afeta a disponibilidade hídrica do canal, através da supressão da vegetação alterando o sistema de recarga.



## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBE, T.B.; BROOKS, A.P.; MONTGOMERY, D.R. Wood in River Rehabilitation and Management. **American Fisheries Society Symposium**. American Fisheries Society, p. 1-25, 2003.

ALBUQUERQUE, F. N. B. D.; COSTA, J. S. D. Interceptação de chuvas em diferentes fisionomias de caatinga (Coreaú, CE). **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 16, n. 3, p. 63-76, 2012.

AMORIM, R. R. Um novo olhar na geografia para os conceitos e aplicações de geossistemas, sistemas antrópicos e sistemas ambientais. **Caminhos de Geografia**, v. 13, n. 41, 2012.

ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. D.; ROCHA, P. A. B. Precipitação efetiva e interceptação das chuvas por floresta de Mata Atlântica em uma microbacia experimental em Cunha-São Paulo. **Revista Árvore**, p. 257-262, 2003.

BARBOSA, R. I.; FEARNSTIDE, P. M. Incêndios na Amazônia brasileira: estimativa da emissão de gases do efeito estufa pela queima de diferentes ecossistemas de Roraima na passagem do evento “El Niño” (1997/98). **Acta Amazonica** v. 29, n. 4, p. 513-534, 1999.

BARUQUI, A. M. et al. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos da zona Campos das Vertentes**. Dados eletrônicos – Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. Disponível em: < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/856021/1/bpd962006levantcamposvertentes.pdf> > Acesso em : 19 de Set. de 2017.

CALDEIRA, M.V. W. et al. Quantificação de serapilheira e de nutrientes - Floresta Ombrófila Mista Montana - Paraná. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais** 5: 101-116. 2007.

CARVALHO, N. De. O. **Hidrossedimentologia Prática**. 2ª Ed., rev., atual. E ampliada. Rio de Janeiro. 2008. 599 p.

CIRINO, J. F.; LIMA, J. E. D. Valoração contingente da Área de Proteção Ambiental (APA) São José-MG: um estudo de caso. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 46, n. 3, p. 647-672, 2008.

COELHO NETTO, A. L., (2008) Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia, in: **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**, (Guerra, Antônio. José. Teixeira., Cunha, Sandra. Baptista., Orgs.) 8ª Ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, p.93-148.

COSTA-CARDOSO, R. et al. Considerações Sobre Cavernas Em Quartzito Na ‘Serra Nova’ e A Lapa Do Jair, Localizados Na Apa Da Serra De São José, Município De Prados, Mg. **Anais**. 33º Congresso Brasileiro De Espeleologia. Eldorado SP, 15-19 de julho de 2015 – Sociedade Brasileira de Espeleologia.

CRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Editora Blücher, 1980.

CUNHA, S. B. D. (2011). Geomorfologia Fluvial. In: **Geomorfologia Exercícios, técnicas e Aplicações**, (CUNHA, Sandra. Baptista., GUERRA, Antôno. José. Teixeira., Orgs) 5ª Ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, p. 157-188.

DALE JONES, E. B. et al. Effects of riparian forest removal on fish assemblages in southern Appalachian streams. **Conservation biology**. v. 13, n. 6, p. 1454-1465, 1999.

DRUMMOND, R. A. R.; ALVES, R. J. V.; KOSCHNITZKE, C. Melastomataceae da Serra de São José, Minas Gerais. **Revista de Biologia Neotropical**, v. 4, n. 1, p. 12, 2007.

DUNNE, T.; ZHANG, W.; AUBRY, B. F. Effects of rainfall, vegetation, and microtopography on infiltration and runoff. **Water Resources Research**, v. 27, n. 9, p. 2271-2285, 1991.

DUNNE, T, LEOPOLD, L. B. (1978) **Water Environmental Planning**. W. H. Freeman and Company, Nova York, 818p.

EASTHAM, J. et al. **Mekong river basin water resources assessment: Impacts of climate change**. 2008. 131p.

FERREIRA, A. D. et al. Efeitos do fogo no solo e no regime hidrológico. In: **Ecologia do fogo e gestão de áreas ardidas**, (MOREIRA, F. et al. Orgs) Lisboa, p. 21-48, 2010.

FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 103 p.

GONZAGA, A. P. D. et al. Diagnóstico florístico-estrutural do componente arbóreo da floresta da Serra de São José, Tiradentes, MG, Brasil. **Acta botanica brasílica**, v. 22, n. 2, p. 505-520, 2008.

GUERRA, A. J. T. Processos Erosivos Nas Encostas, in: **Geomorfologia Exercícios, técnicas e Aplicações**, (CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T., Orgs) 5ª Ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, p. 139-155, (2011).

GUERRA, A.; GUERRA, A. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. 9.Ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2011. 648p.

HINKEL, R. Vegetação Ripária: Funções e Ecologia. **Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas Ripárias**, v. 1, p. 40-48. 2003.

IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). 2009. **Ocorrências de incêndios em Unidades de Conservação Federais**. Relatório Técnico. PREVFOGO. Brasília, 28p.

IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). **Centro Nacional de Prevenção e combate aos incêndios florestais**. PREVFOGO. Disponível em: <<http://ibama.gov.br/prevfogo>> Acesso em: 10 de Nov. 2017.

IEF, Porta meio ambiente. **Banco de notícias**. (2017). Disponível em:<<http://www.ief.mg.gov.br/noticias/1/714-equipas-controlam-incendios-florestais-nas-serras-do-rola-moca-e-sao-jose>> Acesso em: 12 Ago. 2017.

IMESON, A. C. et al. The effects of fire and water repellency on infiltration and runoff under Mediterranean type forest. **Catena**, v. 19, n. 3-4, p. 345-361, 1992.

INBAR, M.; TAMIR, M. I. WITTENBERG, L. Runoff and erosion processes after a forest fire in Mount Carmel, a Mediterranean area. **Geomorphology**, v. 24, n. 1, p. 17-33, 1998.

LIBARDI, P.L. Dinâmica da água no solo. Piracicaba: Ed. do Autor, 1995. 497p.

LIMA, G. S. Os incêndios florestais no Estado de Minas Gerais. **Revista Ação Ambiental**, v. 2, n. 12, p. 15-18, 2000.

LOWRANCE, R. et al., Water quality functions of riparian forest buffers in Chesapeake Bay watersheds. **Environmental Management**, v. 21, n. 5, p. 687-712, 1997.

- MARTINS, D. D. M. F. et al. Impactos da construção da usina hidrelétrica de Sobradinho no regime de vazões no Baixo São Francisco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 10, p. 1054-1061, 2011.
- MEDEIROS, M.B.; FIEDLER, N.C. Incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra.: desafios para a conservação da biodiversidade. **Revista Ciência Florestal**, v. 14, n. 2, p. 157-168, 2004.
- MELLO, C.R. de; SILVA, A.M. da. Modelagem estatística da precipitação mensal e anual e no período seco para o estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 1, p. 68-74, 2009.
- MONTGOMERY, D.R.; COLLINS, B.D.; BUFFINGTON, J.M.; ABBE, T. B. Geomorphic effects of wood in rivers. **American Fisheries Society Symposium**. American Fisheries Society, p. 1-27, 2003
- MOURA, A.E.S.S.; CORREA, M.M.; DA SILVA, E.R.; FERREIRA, R.L.C.; FIGUEIREDO, A.C.; POSSAS, J.M.C. Interceptação das chuvas em um fragmento de floresta da Mata Atlântica na Bacia do Prata, Recife, PE. **Revista Árvore**, Viçosa, v.33, n.3, p.461—469, 2009.
- NEGREIROS, A. B. De. **Recuperação De Floresta Atlântica E Resultante Hidro-Erosiva Em Clareiras De Deslizamentos Nas Encostas Íngremes Do Maciço De Tijuca, Rj**. Tese de Doutorado – UFRJ, Rio de Janeiro. 2011.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T. d; MACHADO, J. N. d. M. Composição florística de uma floresta semidecídua montana, na Serra de São José, Tiradentes, Minas Gerais. **Acta Botanica Brasilica**, v. 7, n. 2, p. 71-88, 1993.
- PALHARES, J. C. P. et al. **Medição da vazão em rios oeli método do flutuador**. Embrapa Suínos e Aves, 2007.
- PERIOTTO, F.; FILHO, R. C. A Mata Ciliar: Conceituação, Considerações Sobre Conservação, Ecologia e Recuperação. In: **Bacias Hidrográficas e Recursos Hídricos**. (org. POLETO, Cristiano.) 1º Ed. Rio de Janeiro. Interciência. p. 73-92. 2014.
- PETERJOHN, W. T.; CORRELL, D. L. Nutrient dynamics in an agricultural watershed: observations on the role of a riparian forest. **Ecology**, v. 65, n. 5, p. 1466-1475, 1984.
- PIMENTEL, D. Soil erosion: a food and environmental threat. **Environment, development and sustainability**, v. 8, n. 1, p. 119-137, 2006.
- RADAMBRASIL. **Levantamento dos recursos naturais: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Folhas SF. 23 / 24, Rio de Janeiro/Vitória. Rio de Janeiro, Ministério das Minas e Energia, 780p. 1983.
- RAMSAY, W. J. H. **Erosion in the middle Himalaya, Nepal with a case study of the Phewa Valley**. 1985. Tese de Doutorado. University of British Columbia.
- RIBEIRO, A. **Estratigrafia e Paleoambientes nas sucessões metassedimentares proterozóicas das Serras do Lenheiro e São José, São João Del Rei, Sul de Minas Gerais**.1997. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1997.
- ROBICHAUD, P. R. Fire effects on infiltration rates after prescribed fire in Northern Rocky Mountain forests, USA. **Journal of Hydrology**, v. 231, n. 232, p. 220-229, 2000.

ROCHA, L. R. L. **Desmatamento/queimadas e seus efeitos danosos à saúde da população nos municípios de Alta Floresta, Guarantã do Norte, Novo Mundo e Peixoto de Azevedo, na área de influência da BR-163, no estado do Mato Grosso.** Tese de Doutorado. Universidade de Brasília. Brasília. 2015.

RODRIGUES, M. F. et al. Hydrosedimentology of nested subtropical watersheds with native and eucalyptus forests. **Journal of soils and sediments**, v. 14, n. 7, p. 1311-1324, 2014.

SALOMÃO, F. X. De. T. Controle e Prevenção dos Processos Erosivos. in: **Geomorfologia Exercícios, técnicas e Aplicações**, (CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T., Orgs) 5ª Ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, p. 229-267, (2011).

SANTOS, C. A. dos; SOBREIRA, F. G.; COELHO NETO, A. L. Comportamento hidrológico superficial e erodibilidade dos solos da região de Santo Antônio do Leite, Distrito de Ouro Preto-MG. **Rem: Revista Escola de Minas**, v. 55, n. 4, p. 285-290, 2002.

SANTOS, G. G.; GRIEBELER, N. P.; DE OLIVEIRA, L. F. C. Chuvas intensas relacionadas à erosão hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 14, n. 2, 2010.

SANTOS, J. F.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. Perfil dos incêndios florestais no Brasil em áreas protegidas no período de 1998 a 2002. **Floresta**, v. 36, n. 1, 2006.

SHI, Z. H. et al. Soil erosion processes and sediment sorting associated with transport mechanisms on steep slopes. **Journal of Hydrology**, v. 454, p. 123-130, 2012.

SUGUIO, K. (2006). Água na superfície terrestre. IN: **Água, Ribeirão Preto**. Ed. Molos p. 11-18.

TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T.R.; TOLEDO, M. C. M.; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra**. 2ed São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009.p.622

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Recursos Hídricos no século XXI**. São Paulo: Oficinas de Textos, 2011.

ZAIMES, G. N.; et al. Stream bank erosion adjacent to riparian forest buffers, row-crop fields, and continuously-grazed pastures along Bear Creek in central Iowa. **Journal of Soil and Water Conservation**. 59 (1):19-27, 2004.