



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“JULIO DE MESQUITA FILHO”

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS



Trabalho de Graduação

Curso de graduação em Geografia

AVALIAÇÃO DA EROSÃO HÍDRICA POR MEIO DA EQUAÇÃO  
UNIVERSAL DE PERDA DE SOLO MODIFICADA (MEUPS) NA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO JACUTINGA, RIO CLARO (SP)

Mariana Morila Oliveira

Prof. Dr. Sergio dos Anjos Ferreira Pinto

Rio Claro (SP)

2015



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**

**“JULIO DE MESQUITA FILHO”**

*INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS*

*Campus de Rio Claro*



Mariana Morila Oliveira

**AVALIAÇÃO DA EROSÃO HÍDRICA POR MEIO DA EQUAÇÃO UNIVERSAL  
DE PERDA DE SOLO MODIFICADA (MEUPS) NA BACIA HIDROGRÁFICA DO  
RIBEIRÃO JACUTINGA, RIO CLARO (SP)**

Trabalho de Graduação apresentado ao  
Instituto de Geociências e Ciências Exatas -  
Câmpus de Rio Claro, da Universidade  
Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para  
obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

**RIO CLARO – SP**

551.302 Oliveira, Mariana Morila  
O48a Avaliação da erosão hídrica por meio da equação universal de perda de solo modificada (meusp) na bacia hidrográfica do Ribeirão Jacutinga, Rio Claro (SP) / Mariana Morila Oliveira. - Rio Claro, 2015  
71 f. : il., gráfs., tabs., quadros, mapas

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Geografia) -  
Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro  
Orientador: Sergio dos Anjos Ferreira Pinto

1. Erosão. 2. Ciência da terra. 3. Geoprocessamento. I. Título.

A Deus dedico o meu agradecimento maior, porque tem sido tudo em minha vida. Aos meus pais Márcia e Antonio. Mãe, seu cuidado e dedicação foi que deram, em alguns momentos, a esperança para seguir. Pai, sua presença significou segurança e certeza de que não estou sozinho nessa caminhada. A minha irmã, pelo amor incondicional e contribuição valiosa.

MARIANA MORILA OLIVEIRA

AVALIAÇÃO DA EROÇÃO HÍDRICA POR MEIO DA EQUAÇÃO  
UNIVERSAL DE PERDA DE SOLO MODIFICADA (MEUPS) NA  
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO JACUTINGA, RIO CLARO  
(SP)

Trabalho de Graduação apresentado ao  
Instituto de Geociências e Ciências Exatas -  
Câmpus de Rio Claro, da Universidade  
Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para  
obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Sergio dos Anjos Ferreira Pinto (orientador)

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cenira Maria Lupinacci

Me. Luiz Henrique Pereira

Rio Claro, 10 de Abril de 2015.

Assinatura do(a) aluno(a)

assinatura do(a) orientador(a)

2015

## **RESUMO**

A erosão hídrica é um dos principais processos responsáveis pela degradação do solo, acarretando em perdas de parcelas de solos aptos à agricultura, à perda de insumos agrícolas e ao conseqüente carreamento de defensivos agrícolas e sedimentos em excesso aos rios, podendo causar fenômenos como o da eutrofização e assoreamento dos corpos d'água. Tal cenário faz necessária a realização de trabalhos de caráter técnico e científico a fim de proporcionar subsídios ao planejamento do uso da terra, visando a proteção dos recursos naturais bióticos e abióticos. Para o desenvolvimento deste trabalho é necessário encontrar uma unidade de análise capaz de integrar os diferentes elementos da paisagem, hidrosfera, atmosfera, biosfera e litosfera. Dessa forma adota-se para este trabalho a bacia hidrográfica como principal unidade de estudos. A partir dessa questão, este projeto terá como enfoque a avaliação da erosão hídrica de superfície através do modelo preditivo MEUPS (Modificação da Equação Universal de Perda de Solo). Com o auxílio de documentos cartográficos, produtos de sensoriamento remoto, e o uso de geotecnologias, este trabalho objetiva-se em avaliar o Potencial Natural de Erosão na bacia do ribeirão Jacutinga, localizado no município de Rio Claro - SP.

## **ABSTRACT**

Water erosion is one of the main processes responsible for soil degradation, resulting in loss of parcels of land suitable for agriculture, to the loss of agricultural inputs and the resulting drift of pesticides and excess sediment to rivers, causing phenomena such as the siltation and eutrophication of water bodies. Such a scenario makes it necessary to perform work of a technical and scientific to provide subsidies to land-use planning, in order to protect natural resources biotic and abiotic. To develop this work is necessary to find a unit of analysis capable of integrating the different elements of the landscape, hydrosphere, atmosphere, biosphere and lithosphere. Therefore we adopt for this work the watershed as main unit studies. From this question, this project will focus on the assessment of surface water erosion through MEUPS (Equation Modified Universal Soil Loss) predictive model. With the aid of maps, remote sensing products, and the use of geotechnology, this study aims to evaluate for the for Natural Erosion Potential the basin of the Jacutinga river, located in Rio Claro - SP.

**PALAVRA-CHAVE:** Geoprocessamento. Uso da terra. Erosão hídrica.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	5
1. INTRODUÇÃO .....	7
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	7
2.1. Equação universal de perda de solo modificada (MEUPS) .....	9
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA .....	11
4. MATERIAIS E MÉTODOS .....	15
4.1. Levantamento bibliográfico e estruturação do banco de dados .....	15
4.2.1. Fator K (erodibilidade).....	16
4.2.2. Fator LS (fator topográfico) .....	18
4.2.2.1. Fator L (extensão da vertente).....	19
4.2.2.2. Fator S (declividade) .....	20
4.2.3. Fator C (uso e manejo do solo) .....	20
4.2.4.Fator P (prática conservacionista) .....	21
4.2.5.Fator escoamento superficial (RUNOFF) .....	22
5. RESULTADOS.....	24
5.1. Mapas de altimetria, hipsometria, e declividade da bacia do Ribeirão Jacutinga .....	24
5.2. Dados de precipitação, nível médio e vazão .....	29
5.3. Produtos cartográficos.....	58
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	70
7. REFERÊNCIAS .....	71

## 1. INTRODUÇÃO

Bacias hidrográficas de pequeno porte (menos de 100km<sup>2</sup>) têm vital importância econômica e social dada principalmente pelo seu abastecimento às localidades próximas, sendo relevante a preocupação para que atividades antrópicas não interfiram de maneira negativa no equilíbrio ambiental deste sistema. A preservação do solo e dos recursos hídricos torna-se uma medida de proteção ambiental, uma vez que o solo e a água estão vinculados à produção agrícola e pecuária. O uso inadequado das terras gera problemas, na maioria dos casos, de difícil solução ou ainda irreversíveis, que se estendem para o sistema hídrico da região afetada, já que estão intrinsecamente ligados. A erosão, perda de nutrientes, e a salinização dos solos, bem como o assoreamento de vias fluviais são exemplos clássicos. Botelho e Silva (2004) determinaram o crescimento da importância da bacia hidrográfica como unidade de análise e planejamento ambiental, visto que dentro dela interagem os diversos elementos da paisagem e, dessa forma, estudos voltados para a conservação de recursos hídricos, manejo do solo, erosão e análise ambiental tem a bacia hidrográfica a unidade ideal de estudos.

O presente trabalho tem como propósito explorar as características físicas da bacia do Ribeirão Jacutinga, juntamente com os fatores da MEUPS (Equação Universal de Perda de Solo Modificada) gerados com informações adquiridas com levantamento e análise bibliográfica e trabalhos de campo, para uma avaliação da erosão hídrica da área.

Para o desenvolvimento deste projeto foi adotada como área de estudos a bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga (Figura 1). Essa área foi selecionada por se tratar de uma bacia em ambiente agrícola, que pode estar sendo comprometida em decorrência do uso inadequado do solo.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A erosão hídrica é um processo natural que se fundamenta na interação das chuvas e do solo, a qual é potencializada por fatores como o manejo inadequado desse solo e retirada da cobertura vegetal, fato que leva à perda de áreas agricultáveis e insumos

agrícolas, o que gera um aumento nos custos da produção além da produção excessiva de sedimentos, gerando fenômenos como a eutrofização dos corpos d'água e também o assoreamento destes (SPATTI JUNIOR, 2011). A quantidade de partículas do solo desagregadas aumenta de acordo com a magnitude da precipitação, velocidade e proporção das gotas de chuva. Considera-se uma precipitação com potencial erosivo a partir de eventos maiores ou iguais a 10 mm ou maiores ou \*iguais a 6,0 mm (WISCHMEIER & SMITH, 1978; ALMEIDA, 1964). Além de causar a liberação de partículas que irão obstruir os poros do solo, os impactos das gotas ocasionam o adensamento natural do solo, acarretando no selamento de sua superfície e, por conseguinte, reduzindo a capacidade de infiltração da água (SILVA et al., 1995). O escoamento da água é o responsável pelo transporte das partículas de solo liberadas para áreas em que ocorre o escoamento concentrado e, a partir da carga de sedimentos e da capacidade de transporte do escoamento é que ocorrerá a liberação ou a deposição dos sedimentos.

O uso à exaustão do solo pelas atividades agropecuárias causa a redução da taxa de infiltração de água, favorecendo o escoamento superficial das águas pluviais (runoff) e incrementando os riscos de erosão hídrica dos solos. Tal cenário é preocupante, pois uma vez que medidas corretivas não são aplicadas nos primeiros estágios da erosão corre-se o risco desta evoluir até uma situação onde o terreno se torne improdutivo, por exemplo, com o surgimento de grandes ravinas e voçorocas. Deve-se levar em conta, também, que a erosão hídrica do solo, favorece a ocorrência de processos de inundação nos períodos chuvosos e a escassez de água nos períodos de estiagem, conforme salienta Prusky (1997).

A deterioração do solo, além de todas as consequências para o meio ambiente e para as condições de vida humana, ainda é uma forma de descumprimento do Código Florestal, instaurado em 15 de Setembro de 1965. Art. 9º da Lei nº 6.171, de 04/06/1988. As entidades públicas, empresas privadas e particulares que utilizarem o solo ou o subsolo em áreas rurais, só poderão desenvolver atividades evitando o prejuízo agrícola por erosão, assoreamento, contaminação, rejeitos, depósitos e outros danos, sendo responsabilizados pelos mesmos, respeitada a legislação em vigor.

A desertificação pode ser uma consequência grave, em longo prazo, dessa erosão hídrica. O Ministério do Meio Ambiente, em 2007, determinou que as áreas suscetíveis à desertificação no mundo, giravam em torno de 1,3 milhões de hectares, e no Brasil as

perdas calculadas com a desertificação do solo era em torno dos 800 milhões de dólares por ano, como foi exposto no XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, em 2007. Segundo Pomianoski, 2005, O Brasil perde em média, 500 milhões de toneladas de terra, por ano, pela erosão, e oito milhões de toneladas de nutrientes.

A fim de realizar a quantificação e aumentar o entendimento sobre a erosão hídrica e suas consequências, este trabalho pretende aplicar o modelo de estimativa de perda de solo que será utilizado nesse trabalho é o da MEUPS, e esta é a modificação da EUPS (Equação Universal de Perda de Solo). A EUPS foi elaborada na National Runoff and Soil Loss Data Center pela Agricultural Research Service em auxílio à Universidade de Pedue (USA) em 1954, sendo revisada por Wischmeier e Smith (1965) e Wischmeier e Smith (1978). No Brasil, a EUPS foi difundida por Bertoni e Lombardi Neto (1985 e 1993) e Donzeli et al (1992). A MEUPS em cenários nacionais e internacionais tem trabalhos desenvolvidos por diversos autores, tais quais Chaves (1991), Donzeli et al (1994), Pinto (1996), Arakeshi, (2008), Sadegui (2007) Avanzi (2008), Silva et al (1995), Pereira (2011).

## 2.1. EQUAÇÃO UNIVERSAL DE PERDA DE SOLO MODIFICADA (MEUPS)

A Equação Universal de Perda de Solos, originalmente proposta por Wischmeier e Smith (1965) é utilizada como prática conservacionista para quantificar e avaliar a perda de solo de uma área cultivada.

A equação é expressa por:

$$A = R.K.L.S.C.P \quad (1)$$

Onde:

A = Perdas anuais de solos, em ton/hectare.

R = Índice de erosividade da chuva;

K = Fator de erodibilidade dos solos;

L = Comprimento da vertente;

S = Grau de declive;

C = Fator uso e manejo;

P = Fator prática conservacionista;

A Equação Universal de Perda de Solo Modificada, a MEUPS (Modificação da EUPS), conforme Williams (1977) inclui o fator runoff, que aborda os processos hidrológicos da bacia, no lugar do fator de erosividade da chuva (R), que antecipa o aporte de sedimentos vindos de pequenas e/ou médias bacias.

Trabalhos como o de Chaves (1991) e Moretti (2001) podem ser utilizados como referências no desenvolvimento do modelo e seus resultados utilizados como exemplos de verificação. A fórmula do modelo MEUPS com o ajuste em seus coeficientes se apresenta da seguinte forma:

$$Y = [89,6 (Q.qp)^{0,56}]. K. [0,00984 (L^{0,63} . S^{1,18})]. C. P \quad (2)$$

Onde:

Y = Fornecimento de sedimentos para uma determinada chuva (toneladas);

Q = Volume de escoamento superficial (m<sup>3</sup>);

qp = Vazão pico do escoamento superficial (m<sup>3</sup>/s);

K = Erodibilidade do solo (t/ha);

L = Extensão de vertente (m);

S = Declividade (m/m = %);

C = Uso da terra / cobertura vegetal/manejo (adimensional);

P = Práticas de conservação (adimensional).

Para se obter uma boa resposta do modelo é necessário que as cartas topográficas apresentem uma escala adequada com um bom nível de detalhamento, e imagens de resolução e fonte adequada.

### 3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A Bacia do Ribeirão Jacutinga apresenta uma área de aproximadamente 56,4 km<sup>2</sup> e se localiza nas áreas rurais dos municípios de Rio Claro e Corumbataí, centro leste do estado de São Paulo (Figura 1) (Tabela1).

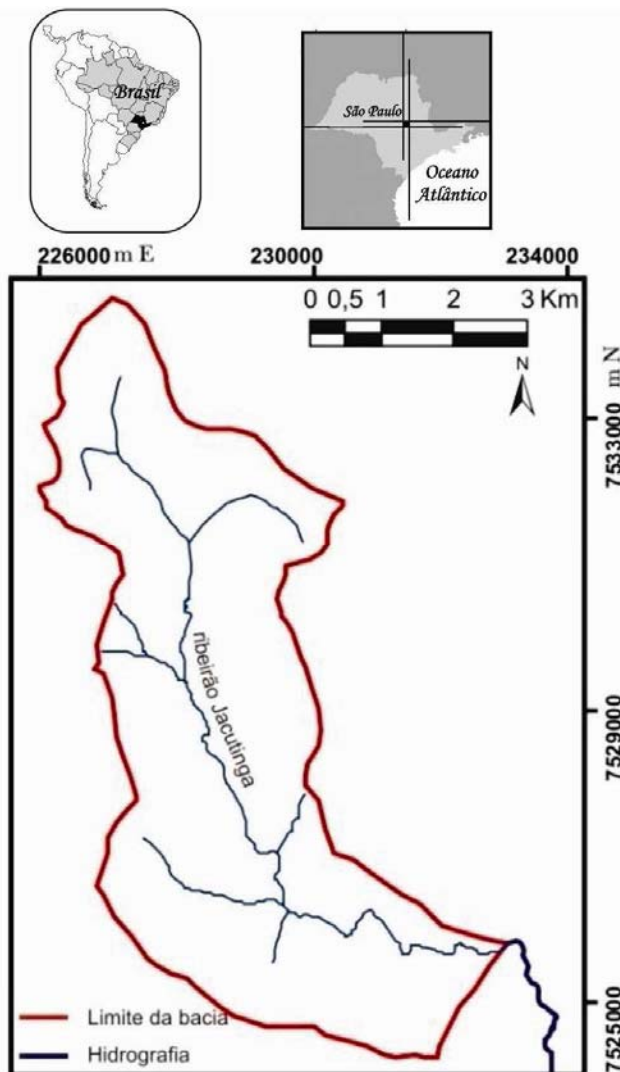


Figura 1- Localização da área de estudo. Fonte: SPATTI JUNIOR, 2011.

Geologicamente, a bacia hidrográfica do Ribeirão Jacutinga insere-se na bacia sedimentar do Paraná, definida como uma bacia intracratônica desenvolvida sobre a plataforma Sul-Americana, abrangendo uma área no estado de São Paulo de aproximadamente 160.000 Km<sup>2</sup> (ZAINÉ, 1994). As litologias encontradas nesta bacia hidrográfica consistem na Formação Corumbataí de idade Paleozóica, e a Formação Pirambóia, de idade Mesozóica. (Figura 2)

Esta unidade geológica destaca-se pela presença de Argilitos, folhelhos e siltitos com intercalações de bancos carbonáticos, silexíticos e camadas de arenitos finos. O ambiente desta formação é controvertido, porém Schneider *et al* (1974) consideram a parte inferior da formação como tendo sido depositado em ambiente marinho de águas rasas em condições climáticas redutoras, sendo sua porção superior depositada em águas rasas em condições oxidantes sob influência de marés. Gama Jr (1979), aponta que suas características faciológicas indicam ambiente deposicional associado a planícies de maré, interpondo-se depósitos de "*off shore*". Em nível regional, a formação Corumbataí destaca-se como fornecedora de matéria-prima para as indústrias pertencentes ao pólo Cerâmico de Santa Gertrudes.

A Formação Pirambóia pertence ao grupo São Bento e aflora na porção Norte da área de estudos. Esta formação é caracterizada por arenito de granulação fina a média com coloração esbranquiçada, podendo variar também em matizes de vermelho e amarelo, tendo estruturas sedimentares com estratificação cruzada de grande e médio porte como elementos característicos desta formação (ZAINÉ, 1994). Há intercalações de finas camadas de argilitos e siltitos. Sousa (2002) indica que no topo dessa Formação há presença de níveis conglomeráticos de espessuras milimétricas a centimétricas de granulometria fina a média, formado por quartzo, quartzito e minerais escuros. Soares (1973) admite um ambiente de sedimentação em sistemas fluviais, podendo apresentar por vezes influencia eólica.

Tomando pela geomorfologia de Ross & Moroz (1997) a área está situada na borda nordeste da já citada Bacia Sedimentar do Paraná e inserido na unidade da Depressão Periférica Paulista agregando área altimétrica inferior entre 500 e 650 m e apresentando formas de relevo de desnudação de rochas Paleozóicas, Mesozóicas e sedimentos neogênicos. Relevos tabulares e convexos, colinas de topo amplos e declividade baixa mas com densa rede de drenagem. Segundo Almeida, a área se insere na Zona do Médio Tietê (ALMEIDA, 1964) a qual constitui uma paisagem marcada por vertentes suavemente onduladas com altitudes variáveis entre 650 a 550 m.

Os solos da área de estudos de acordo com CEAPLA (2011) são em sua maior porção constituídos por Argissolo Vermelho Amarelo, relacionados à formação Corumbataí. Entretanto, na porção Norte da bacia, verifica-se a presença de Neossolos Quartzarenicos, associados aos arenitos da formação Pirambóia. (Figura 3)

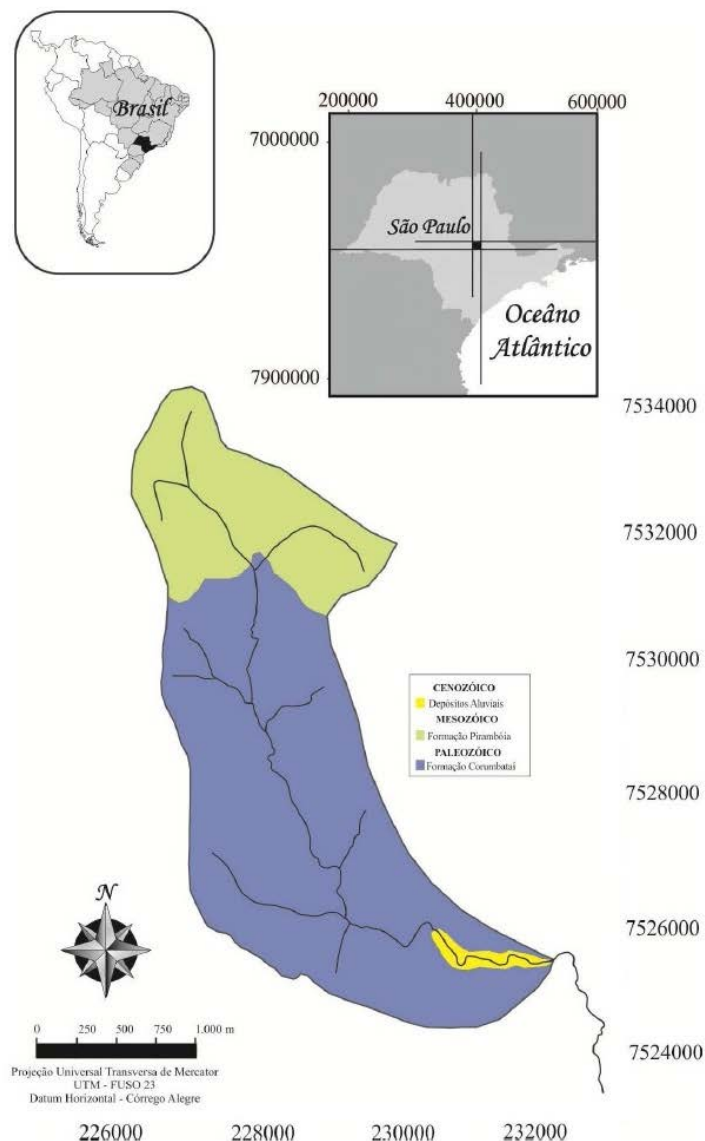


Figura 2 - Mapa Geológico da Bacia do Ribeirão Jacutinga. Fonte: SPATTI JUNIOR, 2011.

Referente ao clima da área de estudos há características tropicais de alta pluviosidade no período de outubro a março e relativamente altas temperaturas. Segundo Monteiro (1973) o clima é dominado por três correntes circulatórias (tropical atlântica, tropicais continentais e polares atlânticas). Concordando com Penteadó (1966) e com a classificação de Köppen que considera o clima como Aw, ou tropical com chuvas no período de verão e inverno seco.

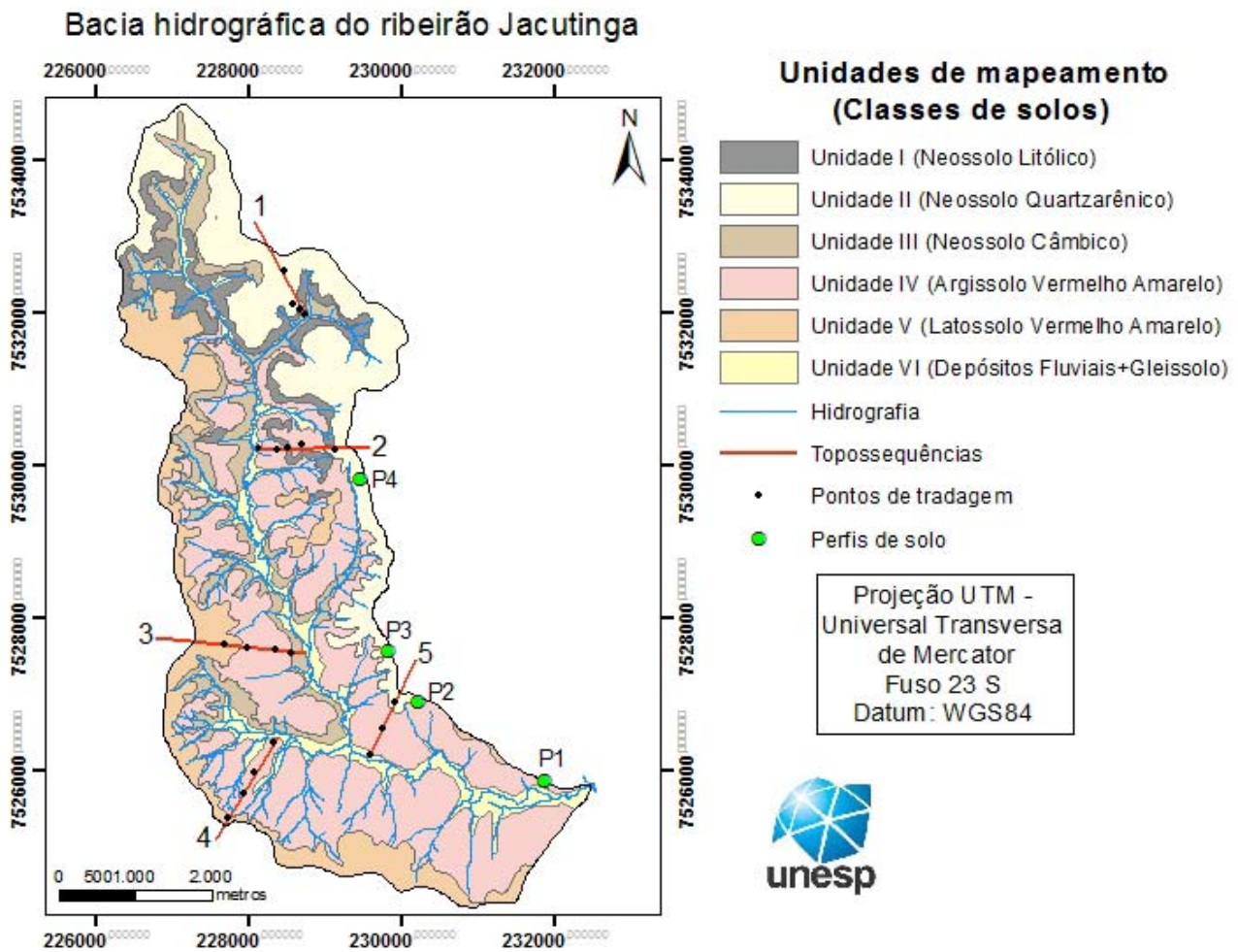


Figura 3 - Mapa Pedológico da bacia do Ribeirão Jacutinga. Fonte: SPATTI JUNIOR, 2013.

Os aspectos biogeográficos se remetem a região como Cerrados e Campos Cerrados e o uso do solo na região é de área de pastagens em sua predominância e manchas de cultivos de cana de açúcar e ínfima presença de floresta residual. Na bacia hidrográfica do Ribeirão Jacutinga há também a predominância do uso relacionado à pecuária extensiva, entretanto por apresentar relevos de colinas mais suavizadas, ocorre o ingresso cada vez mais acentuado da cana de açúcar nas propriedades. Destaca-se também na bacia do Ribeirão Jacutinga, na sua porção norte, uma expressiva área de citricultura.

#### 4. MATERIAIS E MÉTODOS

##### 4.1. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO E ESTRUTURAÇÃO DO BANCO DE DADOS

Durante a evolução desta pesquisa, foi realizado um levantamento bibliográfico referente ao desenvolvimento da Equação Universal de Perda de Solo Modificada (MEUPS) e sua aplicação em pequenas e médias bacias atingidas pela erosão de escoamento superficial.

Tabela 1 - Características da bacia do Ribeirão Jacutinga.

<b>Elementos descritivos predominantes da paisagem</b>	<b>Ribeirão Jacutinga</b>
<b>Geologia</b>	Fm. Corumbataí (Siltito e Argilito)
<b>Solos</b>	Argissolo Vermelho Amarelo (PVA)
<b>Uso e cobertura da terra</b>	Predomínio de áreas de pastagem com presença de talhões de cana-de-açúcar
<b>Densidade de drenagem</b>	Média
<b>Geometria da bacia</b>	Alongada
<b>Área (ha) aproximada</b>	2.860

Fonte: Atlas da bacia do Rio Corumbataí-SP, CEAPLA/UNESP

Foram realizados procedimentos de vetorização dos dados altimétricos e planimétricos da base cartográfica (Folha da Carta Topográfica Rio Claro na, escala de 1:50.000 – IBGE e Carta Topográfica escala de 1:10.000 do IGC/SP) (Figura 4).

A articulação das folhas das cartas topográficas que abrangem a área da bacia do Ribeirão Jacutinga foi necessária para que fosse possível a extração de dados fundamentais para a pesquisa. A partir da vetorização realizada no SIG ArcGIS 10 Desktop, foi possível obter dados relativos ao limite da bacia, pontos cotados, curvas de nível e hidrografia, dados que foram agregados ao banco de dados das bacias hidrográficas estudadas até o momento.

## 4.2. OBTENÇÃO DOS PARÂMETROS DA MEUPS

Como previamente mencionado a MEUPS (equação 2) se difere da EUPS (equação 1) devido ao fator runoff, que aborda o escoamento superficial, que substitui o fator R referente a erosividade da chuva.

### 4.2.1. FATOR K (ERODIBILIDADE)

Os valores para a erodibilidade do solo são alcançados a partir da proposta de Bertoni e Lombardi Neto (1990).

De acordo com Wischmeier e Smith (1978), cada tipo de solo apresenta propriedades inerentes, que os torna mais ou menos facilmente erodíveis. Estas propriedades são o que definem a erodibilidade do solo.

A erodibilidade do solo é um fator diferencial na definição da susceptibilidade a erosão de uma área, quando as condições de declividade, precipitação, práticas conservacionistas e cobertura do solo, segundo Bertini e Lombardi Neto (1985).

Para obtenção desse fator, pode ser utilizado a análise de parcelas experimentais instaladas e controladas, ou pelo ábaco elaborado por Wischmeier et al (1978), o qual utiliza a análise granulométrica, o teor de matéria orgânica, a estrutura e a permeabilidade do solo para a obtenção do Fator K.

Ainda para a obtenção do fator K levamos em conta as principais propriedades do solo, como, permeabilidade, resistência à força de dispersão, velocidade de infiltração, capacidade total de armazenamento da água, salpico, transporte pela chuva e escoamento e abrasão, segundo Bertoni e Lombardi Neto (2010).

Para a bacia do Ribeirão Jacutinga, o mapa pedológico (Figura 3) consultado comprova a presença dos seguintes tipos de solo: Neossolo Litólico, Neossolo Quartzarenico, Neossolo Câmbico, Argisol Vermelho Amarelo, Latossolo Vermelho Amarelo, Depósitos Fluviais e Gleissolos (Neossolo Flúvicos).

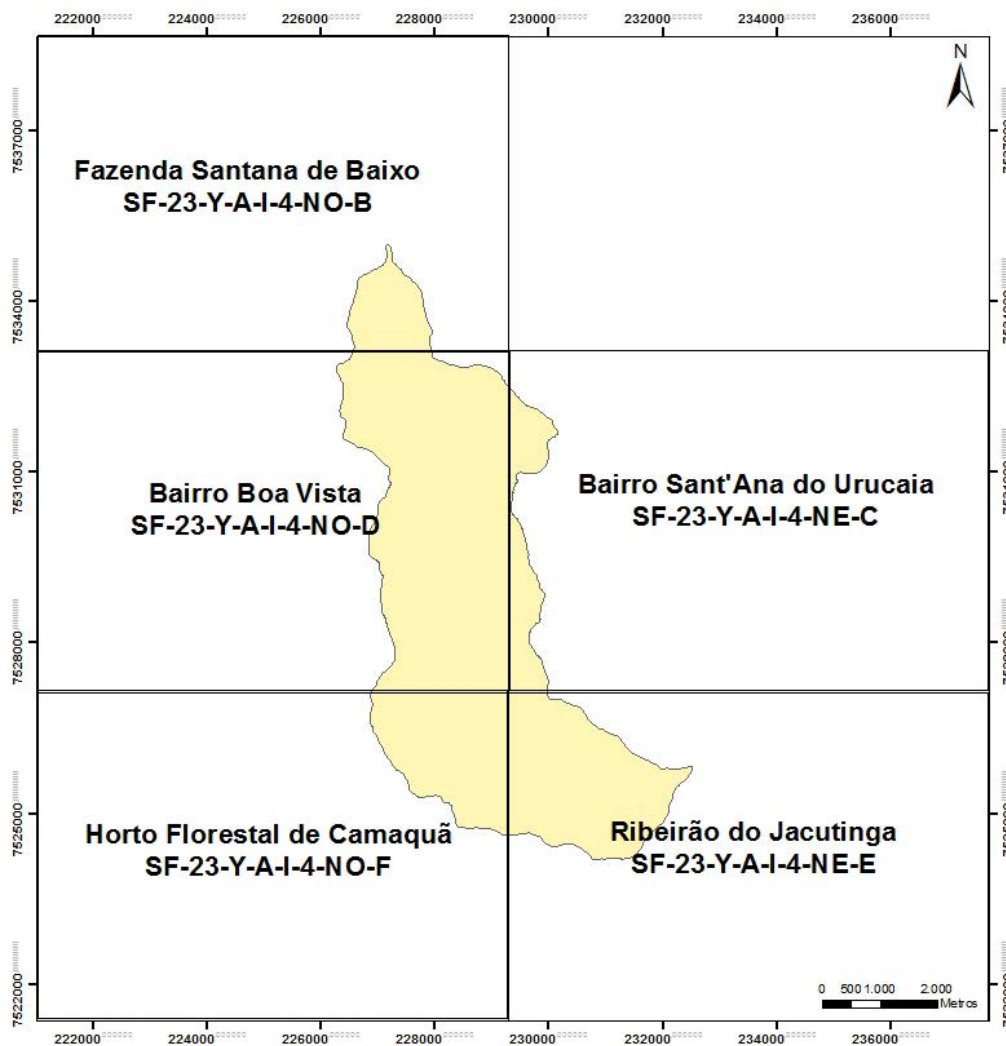


Figura 4 - Articulação das folhas que compõem a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Jacutinga. Fonte: PEREIRA, 2010.

A partir dos trabalhos de Donzeli et al. (1992), Mannigel et al. (2002) e Silva (2005), determina-se os valores de K para esses solos como expostos na tabela 2.

Tabela 2- Valores para K.

Unidade de Solo	Erodibilidade (K) (t/ha)
Neossolo Flúvico	-
Neossolo Quartzarenico	0,022
Argissolo Vermelho	0,0438
Neossolo Câmbico	0,035
Latossolo Vermelho	0,0133
Neossolo Litólico	0,049

Fonte: DONZELI et al. (1992), MANNIGEL et al. (2002) e SILVA (2005)

Quanto à susceptibilidade à erosão hídrica de diferentes tipos de solos, tem-se a tabela 3.


#### 4.2.2. FATOR LS (FATOR TOPOGRÁFICO)

O fator topográfico, caracterizado por extensão da vertente e declividade (L e S consecutivamente) é calculado seguindo a proposta de Bertoni e Lombardi Neto (1985), que definem a equação:

$$LS=0,00984.(L^{0,63}).(S^{1,18}) \quad (3)$$

Onde: LS é o fator topográfico; L é o comprimento da rampa em metros; S é o grau de declividade em %.

Tabela 3 - Erodibilidade do solo.

Simbolo	Descrição do solo	Erodibilidade
GW	Cascalho bem graduado; Mistura de cascalho e de areia, com poucos finos ou sem finos.	Menos erodíveis    Mais Erodíveis
GP	Cascalho mal graduado; Mistura de cascalho e de areia, com poucos finos ou sem finos.	
SW	Areias bem graduadas; Areias com cascalho, com poucos finos ou sem finos.	
GM	Cascalho siltoso; Mistura de cascalho, areia e silte.	
CH	Argilas inorgânicas muito plásticas; Argilas gordas.	
CL	Argilas inorgânicas pouco plásticas ou de plasticidade mediana; Argilas com cascalho; Argilas arenosas; Argilas siltosas; Argilas magras.	
OL	Siltos orgânicos e argilas siltosas orgânicas pouco plásticas.	
MH	Siltos inorgânicos, com mica ou areia fina ou solos siltosos.	
SC	Areias argilosas; Mistura de areia e argila.	
SM	Areias siltosas; Mistura de areia e silte.	
ML	Siltos inorgânicos e areias muito finas; Pó de rocha; Areias finas siltosas ou argilosas; Siltos argilosos pouco plásticos.	

Fonte: GRAY, D e SOTIR, R, 1996.

O fator que mais influência a erosão hídrica é a cobertura do solo em função do manejo (COGO, 1981), uma vez que áreas descobertas, e degradadas são mais afetadas pela erosão hídrica, já que áreas com cobertura vegetal têm a energia da chuva dissipada, o solo fica protegido, a infiltração acontece com mais facilidade, e o escoamento superficial diminui a potencialização da erosão hídrica (DULEY, 1939).

A velocidade de infiltração em solos de diferentes texturas pode ser verificada na tabela 3.

Tabela 4 - Velocidade de infiltração da água.

<b>Textura</b>	<b>Velocidade de Infiltração</b> (mm de altura de água por hora)
Arenosa	Mais de 30
Franco-arenosa	20 – 30
Franco	10 – 20
Franco-argilosa	5 – 10
Argilosa	Menos de 5

Fonte: SETZER e PORTO, 1979.

#### 4.2.2.1. FATOR L (EXTENSÃO DA VERTENTE)

Para a obtenção do parâmetro L (extensão da vertente) foi utilizada a proposta de Desmet e Govers (1996), indicada pela seguinte equação:

$$L_{i,j} = \frac{(A_{i,j-in} + D^2)^{m+1} - (A_{i,j})^{m+1}}{(D^{m+2}) * (X_{i,j})^m * (22.13^m)} \quad (4)$$

Onde:

$L_{i,j}$  = fator de comprimento da vertente de uma célula definido com coordenadas (i,j);

$A_{i,j-in}$  = área de contribuição de uma célula com coordenadas ( $m^2$ );

D = tamanho da grade de uma célula (m);

$X_{i,j}$  = valor da direção do fluxo;

m = coeficiente angular;

#### 4.2.2.2. FATOR S (DECLIVIDADE)

O fator S (Declividade) foi obtido a partir do cálculo baseado na proposta de Desmet e Govers (1996), onde, os autores afirmam ser possível manter a equação proposta por Wischmeier e Smith, 1978:

$$S = 0,00654 s^2 + 0,0456s + 0,065 \quad (5)$$

Onde: S é o fator de declividade (adimensional); s é a declividade média da vertente.

#### 4.2.3. FATOR C (USO E MANEJO DO SOLO)

O Fator C foi obtido a partir do método tradicional de interpretação de imagens orbitais, com classes de uso da terra pré-definidas, em função das características regionais.

Para identificar o tipo de uso do solo e manejo estabelecido na área, foram utilizados alguns fatores como, forma, tamanho, sombra, textura, e localização.

A partir da definição de classes temáticas de uso da terra elaborada por Anderson (1979) e Donzeli et al. (1986), é possível determinar os valores do Fator C para a MEUPS segundo apontado em Donzeli et al. (1992), Pinto (1991) e Formaggio et al. (1996). (Tabela 5 e 6).

Tabela 5 - Valores de C.

<b>Classes temáticas de uso da terra</b>	<b>Valores do Fator C</b>
Área Urbana	0
Mata Natural	0,0001
Pastagem	0,005
Silvicultura	0,0158
Pasto Degradado	0,03
Cana-de-açúcar	0,05
Solo Exposto	1

Fonte: DONZELI et al. (1992) e FORMAGGIO et al. (1996)

## 4.2.4. FATOR P (PRÁTICA CONSERVACIONISTA)

Tabela 6 - Temática de uso do solo.

<b>CLASSES DE USO DA TERRA</b>	<b>ASPECTOS FITOFISIONÔMICOS</b>
<b>MATA NATURAL</b>	Formação vegetal dominada por árvores de estrutura completa, com grande riqueza de espécies. Possui três estratos, classificados em relação à: superior, intermediário e inferior. Classes que variam de 3 a 20 metros de altura. Considera-se também as vegetações naturais, como as ciliares e de encosta.
<b>SILVICULTURA</b>	Formações disciplinadas e homogêneas, plantadas de forma condensada para suprimento industrial, e em talhões para consumo interno de estabelecimentos rurais.
<b>CANA-DE-AÇÚCAR</b>	Plantada em grandes áreas, apresenta formas regulares. Possuem talhões bem definidos e com pequeno espaçamento. Acompanhadas de solos escuros devido à prática de queimadas. De maneira que os aerolevantamentos são realizados durante vários meses do ano, uma mesma coleção de fotos pode conter diferentes fases do desenvolvimento da cana, que vai desde seu brotamento até sua fase de corte.
<b>PASTAGEM</b>	Caracteriza-se por uma cobertura graminóide e herbácea, em sua maior parte, artificiais. Observa-se a ausência de árvores. São áreas de topografia suave e seus limites normalmente são curvilíneos.
<b>PASTO DEGRADADO</b>	Campos com pequenas árvores e arbustos esparsos, disseminados num substrato graminóide, geralmente barba-de-bode e capim gordura. Sua vegetação arbustiva de porte atrofiado pode atingir até 3 metros de altura.
<b>ÁREAS INDUSTRIAIS</b>	Tais feições antrópicas de ocupação apresentam características bastante particulares e conspícuas nas imagens.
<b>SOLO EXPOSTO</b>	Áreas ausente de qualquer formação vegetal, em que se evidencie unicamente a exposição de solo. Incluem-se nessa classe as áreas também aquelas destinadas ao preparo agrícola.

Fonte: ANDERSON, 1979, e DONZELI et al, 1986.

O fator P tem como objetivo exemplificar de forma quantitativa as práticas conservacionistas observadas na bacia em questão estudada.

Para a obtenção desse fator foi adotado o modelo de equação proposto por Wishmeier e Smith (1978) e ajustado por Bertoni e Lombardi Neto (1990):

$$P = 0,69947 - 0,08991 \cdot s + 0,01184 \cdot s^2 - 0,000335 \cdot s^3 \quad (6)$$

Onde: s são as classes de declividade em %.

Assim, é possível observar os valores obtidos para o Fator P, a partir das classes de declividades definidas, na tabela 7.

Tabela 7 - Valores de P.

<b>Classes de Declividade (%)</b>	<b>Relevo</b> (Embrapa, 1999)	<b>Grau de limitação ao cultivo agrícola</b> (RAMALHO FILHO e BEEK, 1995)	<b>Valores obtidos para o Fator P</b>
0 a 3	Plano	Nulo (N)	0,24
3 a 8	Suave Ondulado	Ligeiro (L)	0,27
8 a 13	Ondulado	Moderado (M)	0,51
13 a 20		Forte (F)	0,57
20 a 45	Forte Ondulado	Muito Forte (MF)	0,62
45 a 100	Montanhoso	Extremamente Forte	0,67
> 100	Escarpado		0,80

Fonte: EMBRAPA (1999), MINOTTE (2006), RAMALHO FILHO e BEEK (1995), e MINOTI (2006)

#### 4.2.5. FATOR ESCOAMENTO SUPERFICIAL (RUNOFF)

O runoff, segundo Pereira (2010), é o último parâmetro a ser obtido na MEUPS, uma vez que depende, mesmo que indiretamente, de informações de extensão de vertente, declividade, uso da terra, manejo e tipo de solo. De acordo com Williams (1975) o runoff, responsável pela determinação do fator escoamento superficial e dos fatores Q e qp, pode ser definido a partir da equação 7:

$$\text{Runoff} = 89,6 * (Q * qp)^{0,56} \quad (7)$$

Onde:

Volume de escoamento superficial (Q) – O volume de escoamento superficial é feito através do método de abstração (USDA-SCS, 1973):

$$Q = \frac{(I - 2Sa)^2}{(I + 0,8Sa)} \quad (8)$$

Onde:  $I$  é o volume de precipitação (mm);  $Sa$  é a diferença potencial máxima entre a precipitação e o escoamento a partir do início da precipitação.

O parâmetro  $Sa$  é dado por:

$$Sa = 254(100/CN-1) \quad (9)$$

Sendo os valores de CN para diferentes tipos de solos e coberturas descritos na tabela 8.

Tabela 8 - Valores da Curva Número.

Solo	Tipos de cobertura				
	Cana	Pastagem	Eucalipto	Mata	Urbano
Latossolo Vermelho	50	60	30	18	100
Argissolo Vermelho	60	66	42	25	100
Cb	60	66	42	25	100
Li	60	66	42	25	100
PE	60	66	42	25	100

Fonte: SETZER e PORTO, 1979.

Vazão de pico do escoamento superficial ( $qp$ ) – O parâmetro vazão de pico pode ser aproximadamente calculado através do método do hidrograma unitário triangular hipotético (Schwab, 1981):

$$qp = \frac{0,00021Q \cdot A}{Tc} \quad (10)$$

Onde:  $Q$  é o volume de escoamento superficial;  $A$  é a área da bacia hidrográfica;  $Tc$  é o tempo de concentração da bacia.

O valor de  $T_c$  (tempo de concentração) é dado através da equação:

$$T_c = \frac{L^{0,8} * (\frac{1000}{CN} - 9)^{0,7}}{1900 * S} \quad (11)$$

## 5. RESULTADOS

Como resultado, podemos, inicialmente, analisar produtos cartográficos gerados a partir da bacia estudada que serviram de base para uma observação de maior detalhe da área, e os resultados de uma análise diária por 12 meses de precipitação (mm), nível médio (cm) e vazão (m<sup>3</sup>/s) do Ribeirão Jacutinga.

Com base nos bancos de dados disponíveis foram gerados mapas de Altimetria, Hipsometria e Declividade, com escala de 1:10.000, com curvas de nível de 5 em 5 metros, que permitiu uma melhor visualização de detalhes do relevo.

### 5.1. MAPAS DE ALTIMETRIA, HIPSOMETRIA, E DECLIVIDADE DA BACIA DO RIBEIRÃO JACUTINGA

Com base na análise do mapa de altimetria da bacia do Ribeirão Jacutinga, é visto que o ponto de maior altitude nesta bacia é de 752,113 metros e o ponto de menor altitude é de 549,254 metros, sendo as áreas de maior altitude, concentradas ao norte da bacia (montante).(Figura 5)

## Ribeirão Jacutinga - Altimetria

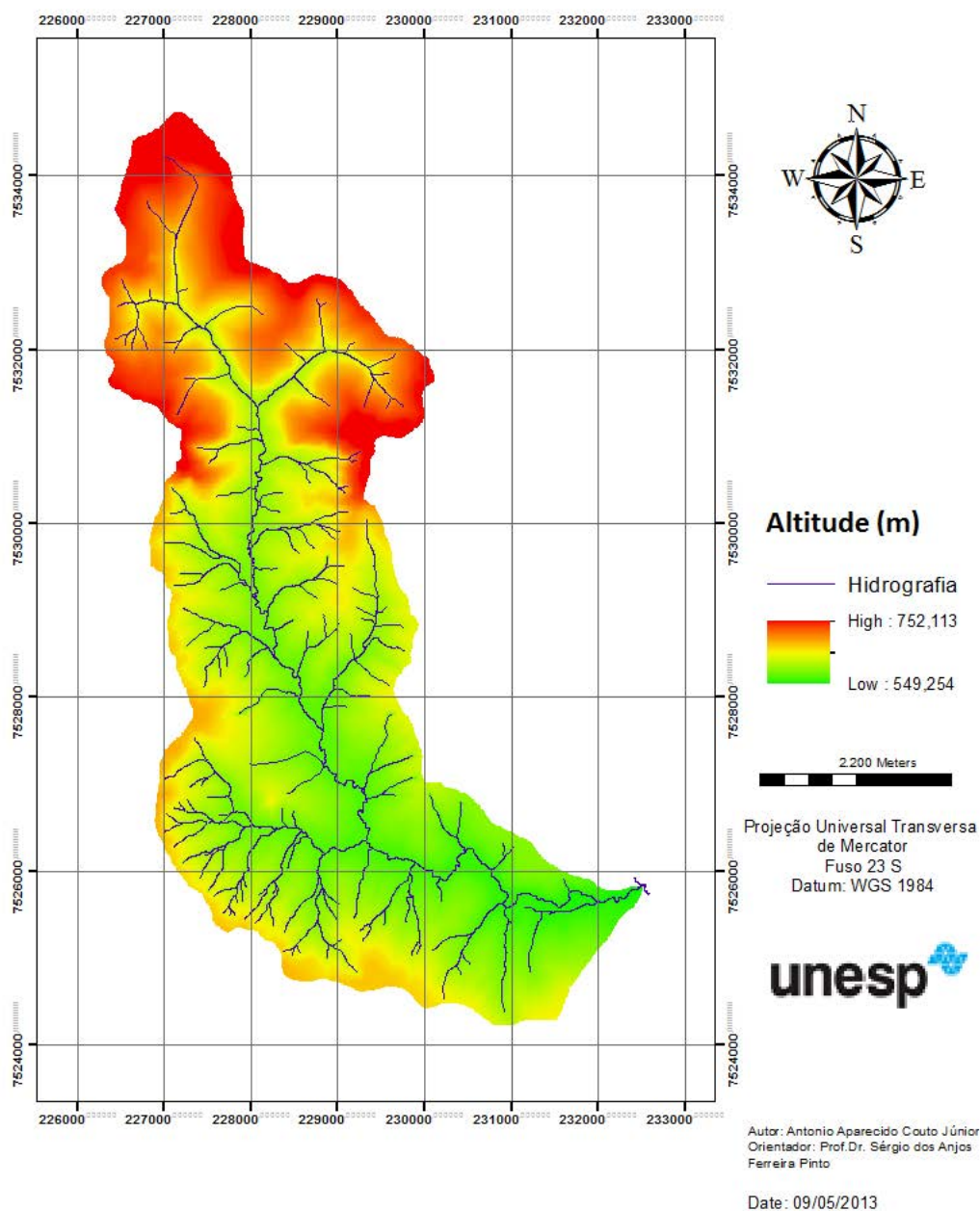


Figura 5: Mapa altimétrico da bacia do Ribeirão Jacutinga

O mapa hipsométrico gerado apresenta para a bacia do Ribeirão Jacutinga uma variação de 200 metros, sendo sua classe mais baixa de 550-580, e mais alta de 720-750. (Tabela 10)

## Classes de Hipsometria

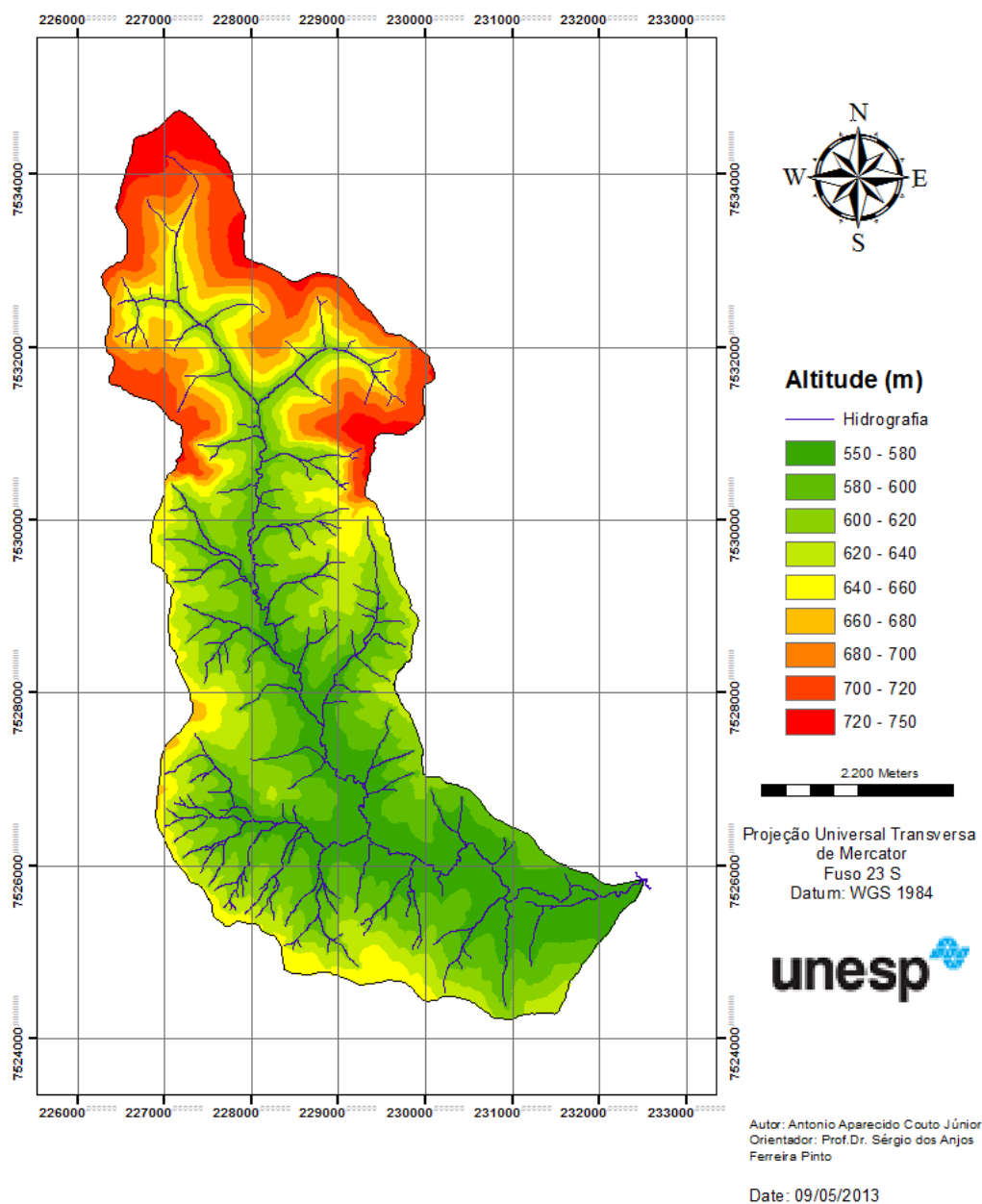


Figura 6: Mapa hipsométrico para a bacia do Ribeirão Jacutinga

**Classes Hipsométricas**

<b>Classes (metros)</b>	<b>Área (%)</b>
<b>550 – 580</b>	<b>17,54</b>
<b>580 – 600</b>	<b>20,99</b>
<b>600 – 620</b>	<b>17,99</b>
<b>620 – 640</b>	<b>12,59</b>
<b>640 – 660</b>	<b>8,86</b>
<b>660 – 680</b>	<b>5,81</b>
<b>680 – 700</b>	<b>6,02</b>
<b>700 – 720</b>	<b>7,03</b>
<b>720 – 750</b>	<b>29,72</b>

Tabela 9 – Classes hipsométricas.

Em dados percentuais é possível observar uma predominância nas altitudes acima de 720 metros, com 29,72% da área, em relação aos outros valores.

## Classes de Declividade

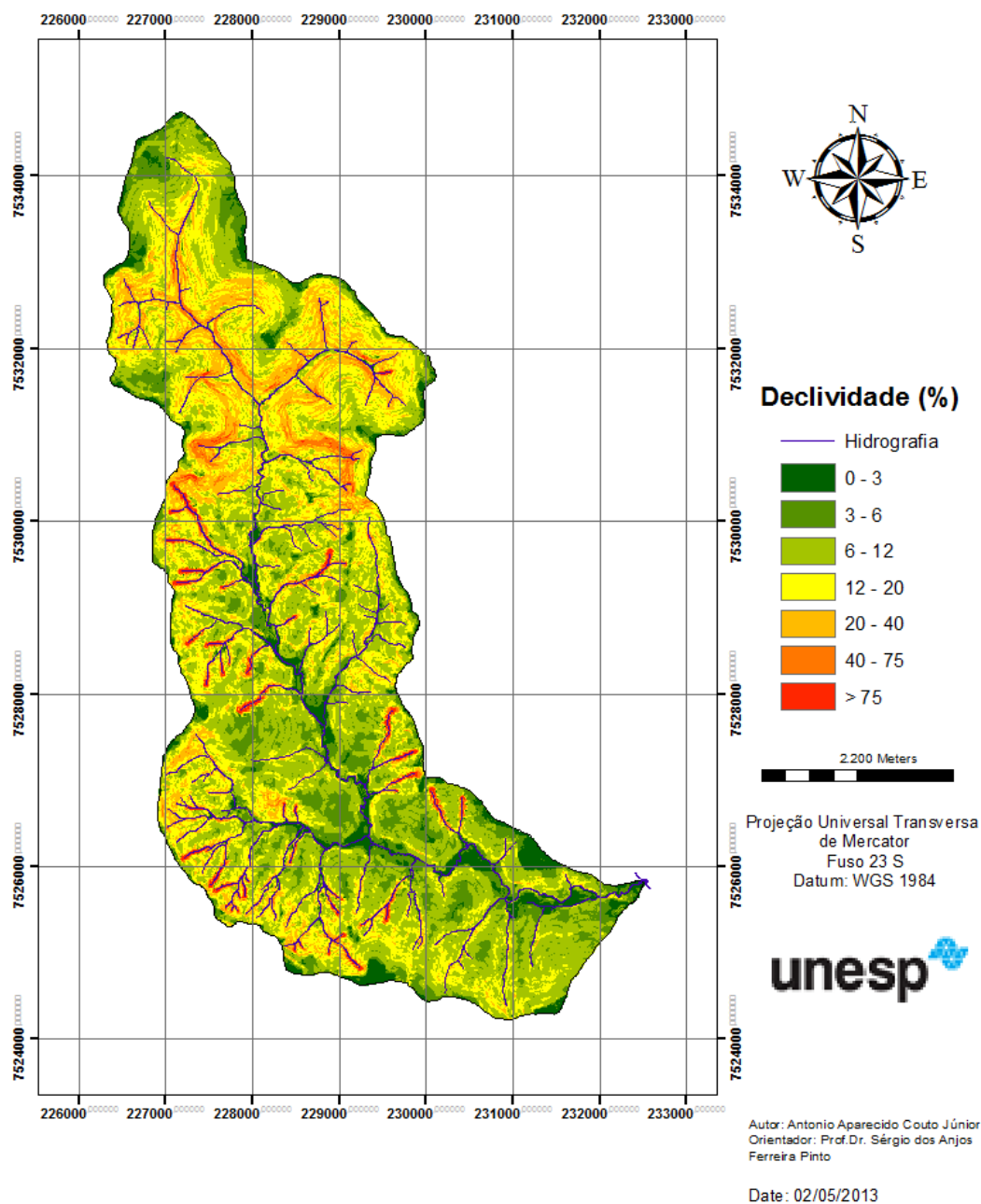


Figura 7: Mapa de classes de declividade para a bacia do Ribeirão Jacutinga

As áreas mais planas são encontradas mais ao sul e sudeste da bacia, onde não há restrição quanto à utilização agrícola. Ao centro da bacia há maior predomínio das declividades entre 3-6%, 6-12% e 12-20%.

Ao norte da bacia se concentram os valores de declividade entre 20-40%.

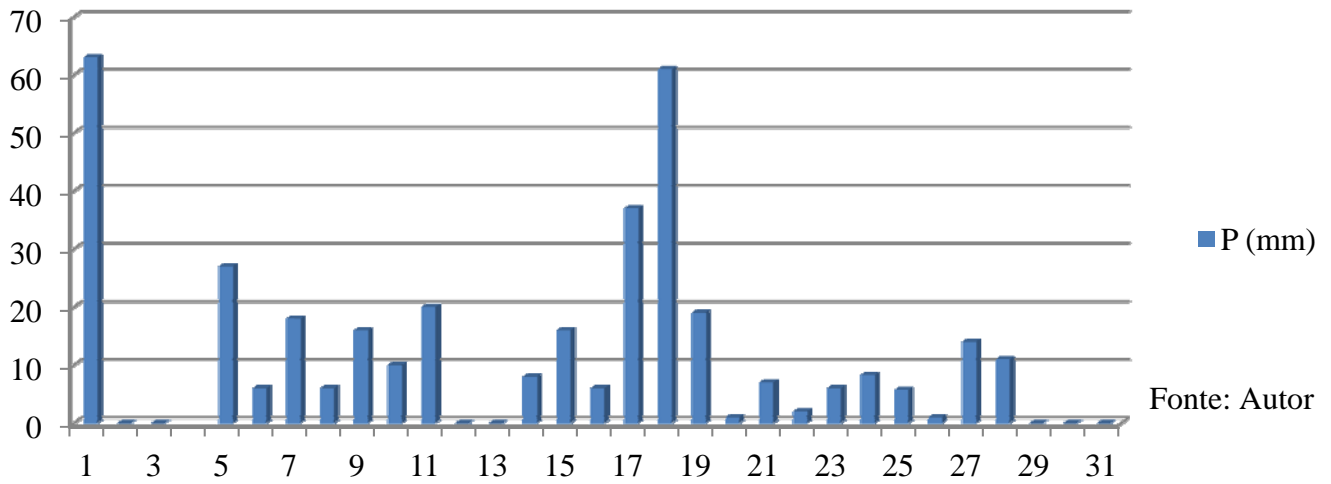
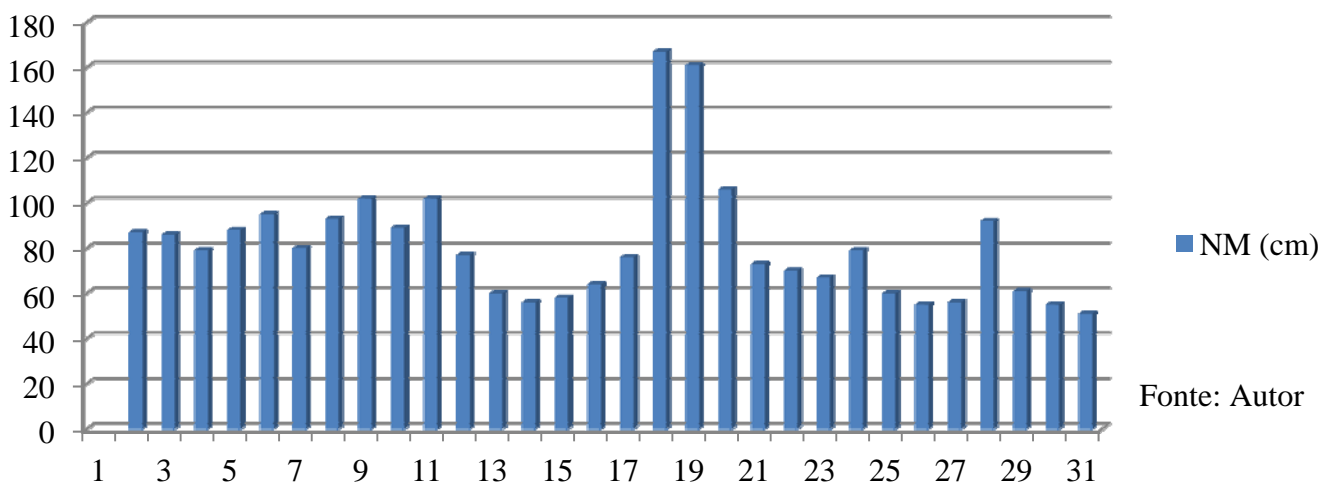
Os valores que correspondem a declividades superiores a 40% e 75% são predominantemente encontrados em áreas de cabeceira, onde o cultivo agrário não é viável.

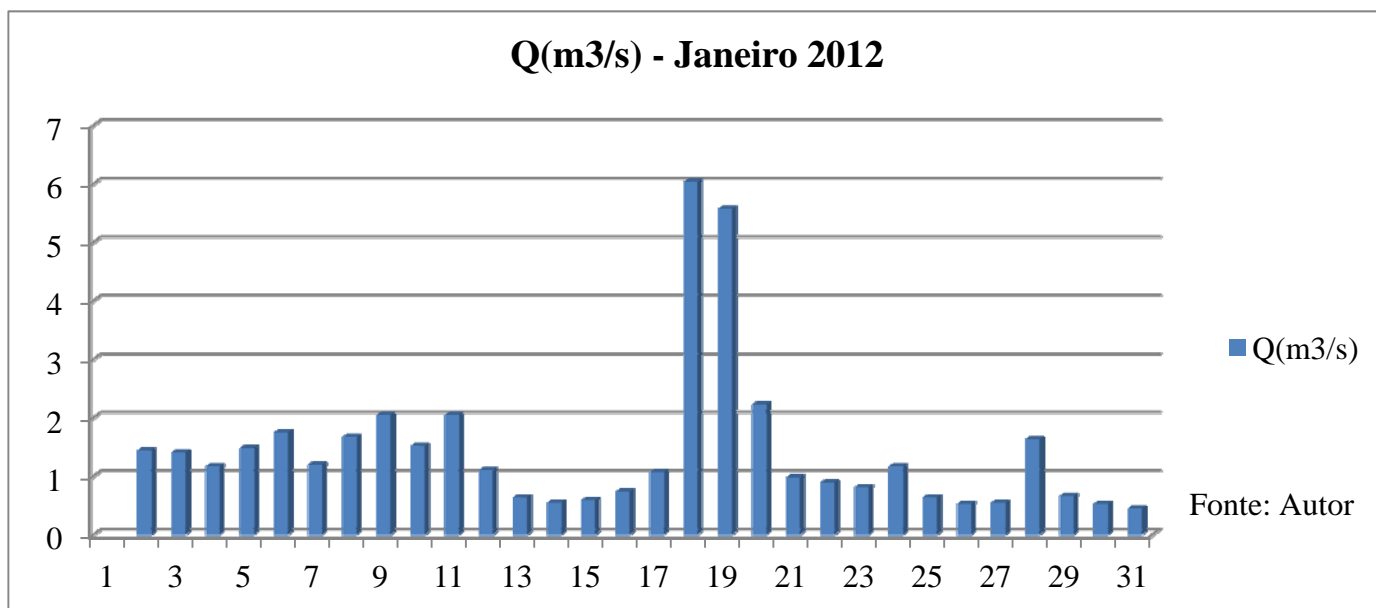
## 5.2. DADOS DE PRECIPITAÇÃO, NÍVEL MÉDIO E VAZÃO

Os dados a seguir se referem a coleta durante 12 meses dos valores diários de precipitação, nível médio e vazão do Ribeirão Jacutinga. Estes dados foram coletados próximos à foz.

Janeiro – 2012			
Data	P (mm)	NM (cm)	Q(m <sup>3</sup> /s)
1	63	-	-
2	0	87	1,444
3	0	86	1,4078
4	-	79	1,1685
5	27	88	1,4806
6	6	95	1,7515
7	18	80	1,2012
8	6	93	1,6716
9	16	102	2,0472
10	10	89	1,5178
11	20	102	2,0472
12	0	77	1,1045
13	0	60	0,6389
14	8	56	0,5491
15	16	58	0,5931
16	6	64	0,7361
17	37	76	1,0733
18	61	167	6,0404
19	19	161	5,5743
20	1	106	2,2275
21	7	73	0,9825
22	2	70	0,8961
23	6	67	0,8139
24	8,3	79	1,1685
25	5,7	60	0,6389
26	1	55	0,5278
27	14	56	0,5491
28	11	92	1,6324
29	0	61	0,6625
30	0	55	0,5278
31	0	51	0,4472
SOMA	369	2445	43,12
MÉDIA	11,9	78,871	1,39

Fonte: Autor

**P (mm) - Janeiro 2012****NM (cm) - Janeiro 2012**



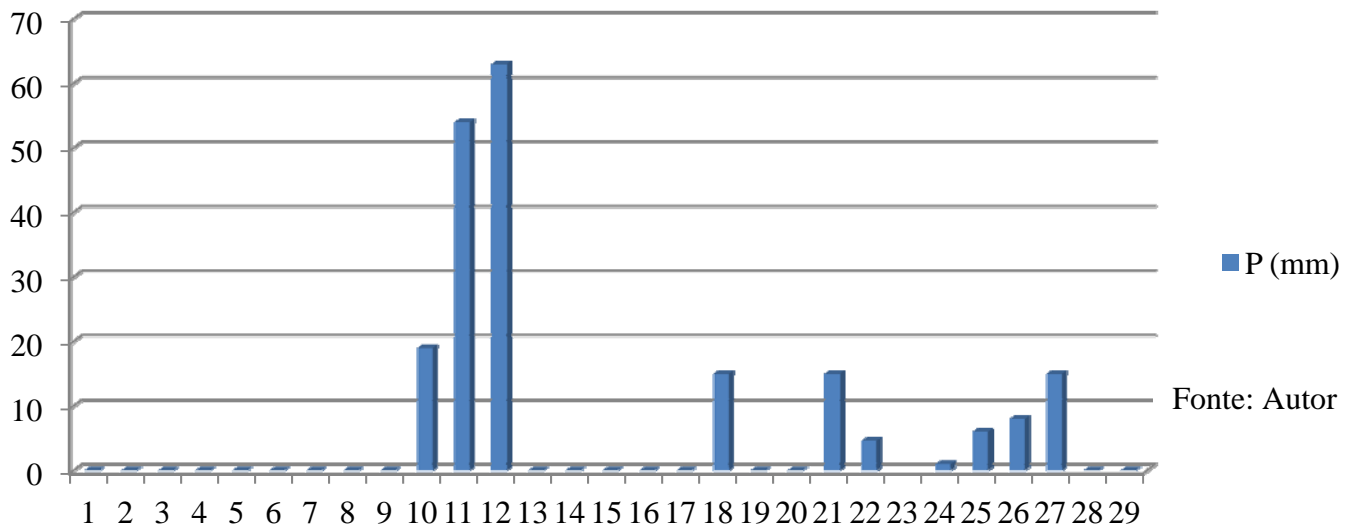
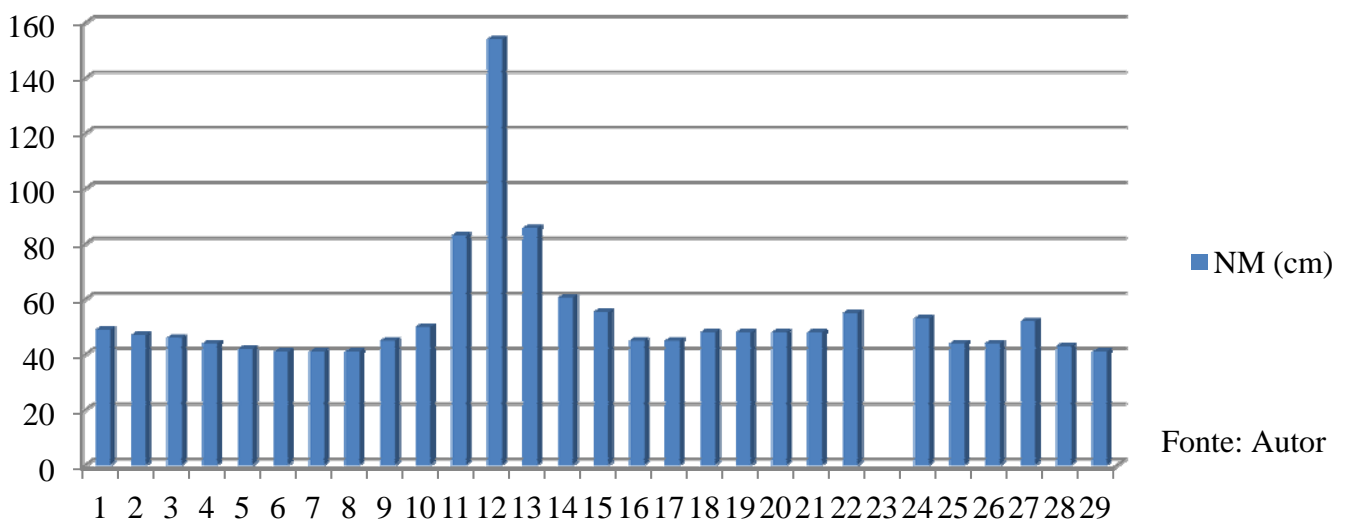
No mês de Janeiro de 2012, há eventos de precipitação que se destacam nos dias 1 e 18, com respectivamente 63 e 61 milímetros chovidos.

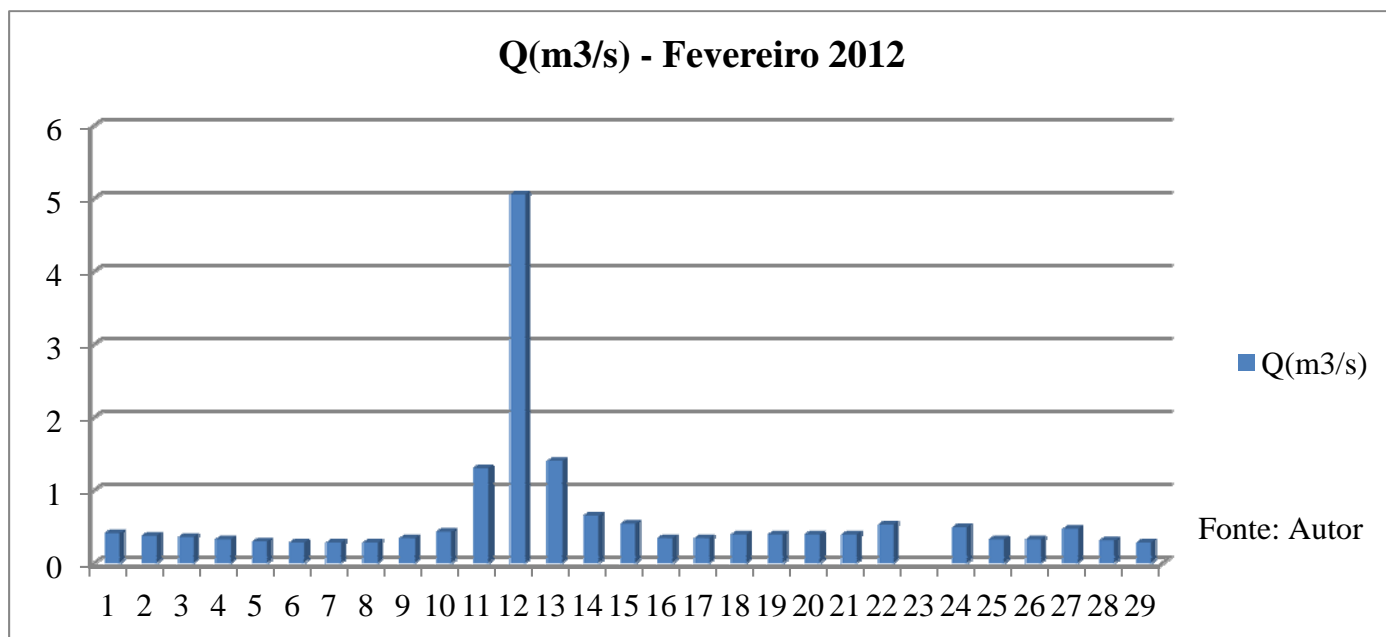
Coincidentemente, o nível médio no mês de Janeiro é maior nos dias 18 e 19, com 167 e 161 centímetros.

A vazão tem maior destaque também nos dias 18 e 19, com os valores de 6,0404 e 5,5743 cm<sup>3</sup>/s.

Fevereiro – 2012			
Data	P (mm)	NM (cm)	Q(m <sup>3</sup> /s)
1	0	49	0,40963
2	0	47	0,37383
3	0	46	0,3566
4	0	44	0,32345
5	0	42	0,29206
6	0	41	0,27702
7	0	41	0,27702
8	0	41	0,27702
9	0	45	0,33981
10	19	50	0,4282
11	54	83	1,30226
12	63	154	5,05619
13	0	85,7	1,39704
14	0	60,6	0,65299
15	0	55,4	0,53629
16	0	45	0,33981
17	0	45	0,33981
18	15	48	0,39151
19	0	48	0,39151
20	0	48	0,39151
21	15	48	0,39151
22	4,6	55	0,52782
23	-	-	-
24	1	53	0,48662
25	6	44	0,32345
26	8	44	0,32345
27	15	52	0,46669
28	0	43	0,30754
29	0	41	0,27702
SOMA	200,6	1498,7	17,2576
MÉDIA	6,91724	51,67931	0,59509

Fonte: Autor

**P (mm) - Fevereiro 2012****NM (cm) - Fevereiro 2012**



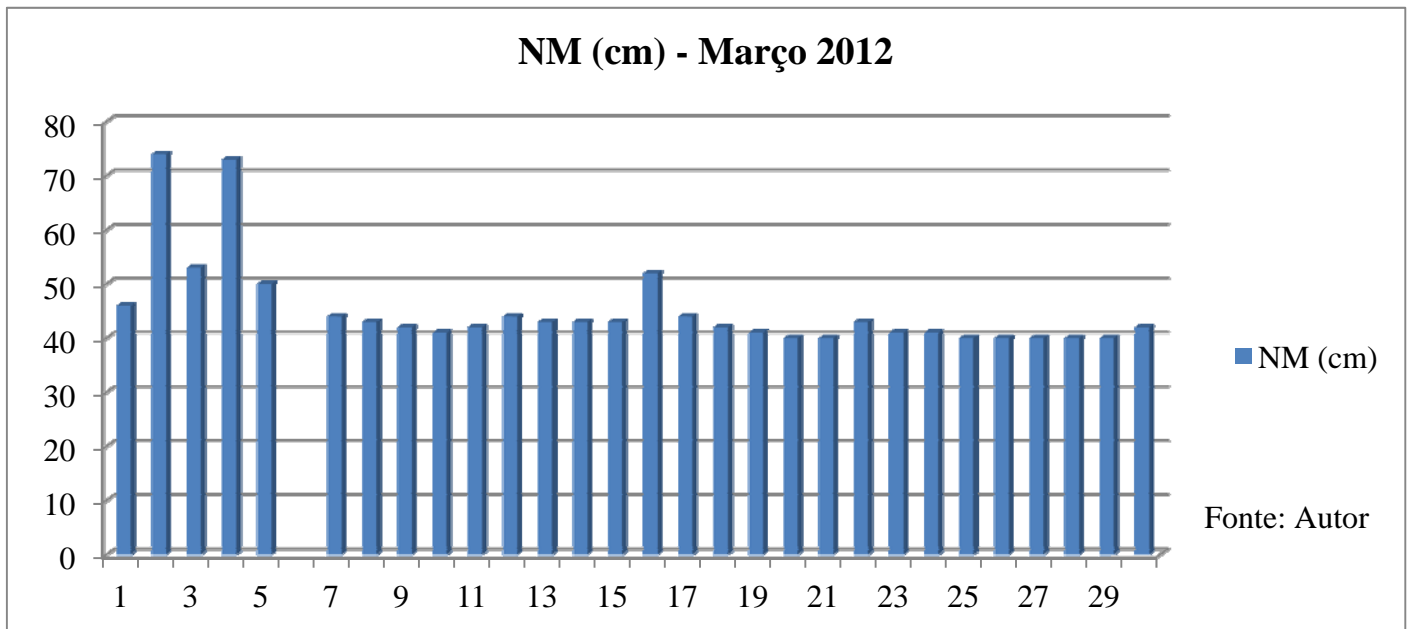
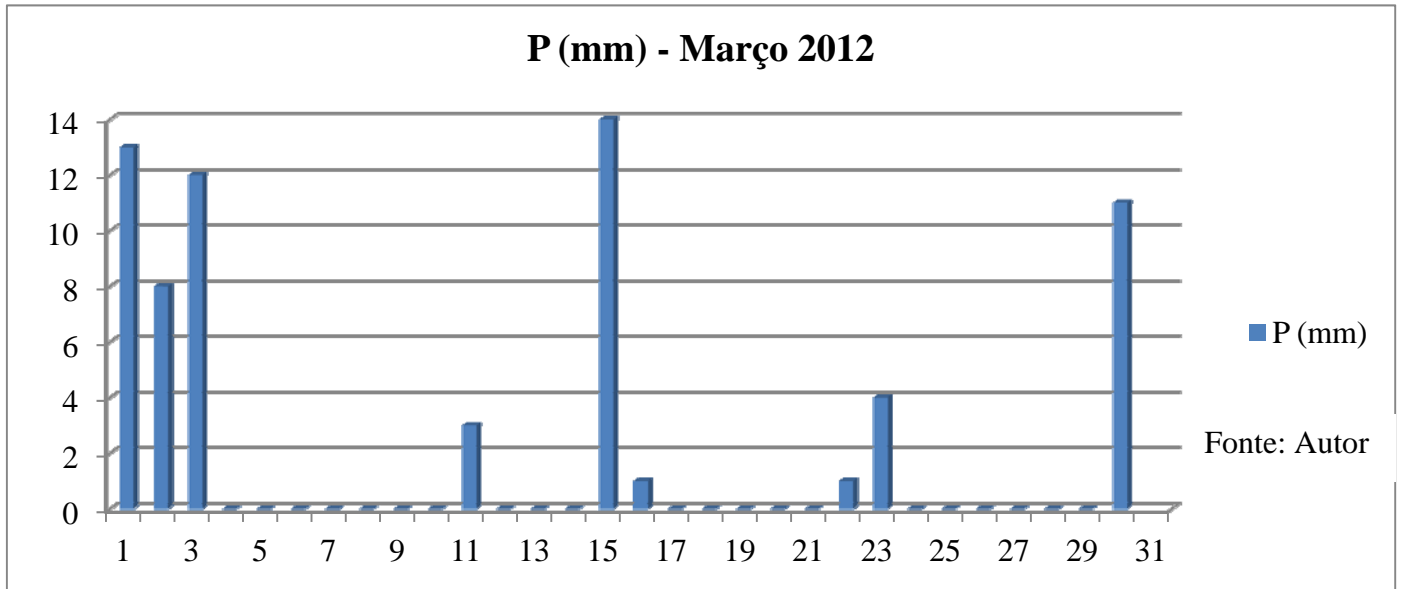
O mês de Fevereiro de 2012 foi marcado por um evento chuvoso que se destaca nos dias 11 e 12, com valores de 54 e 63 mm.

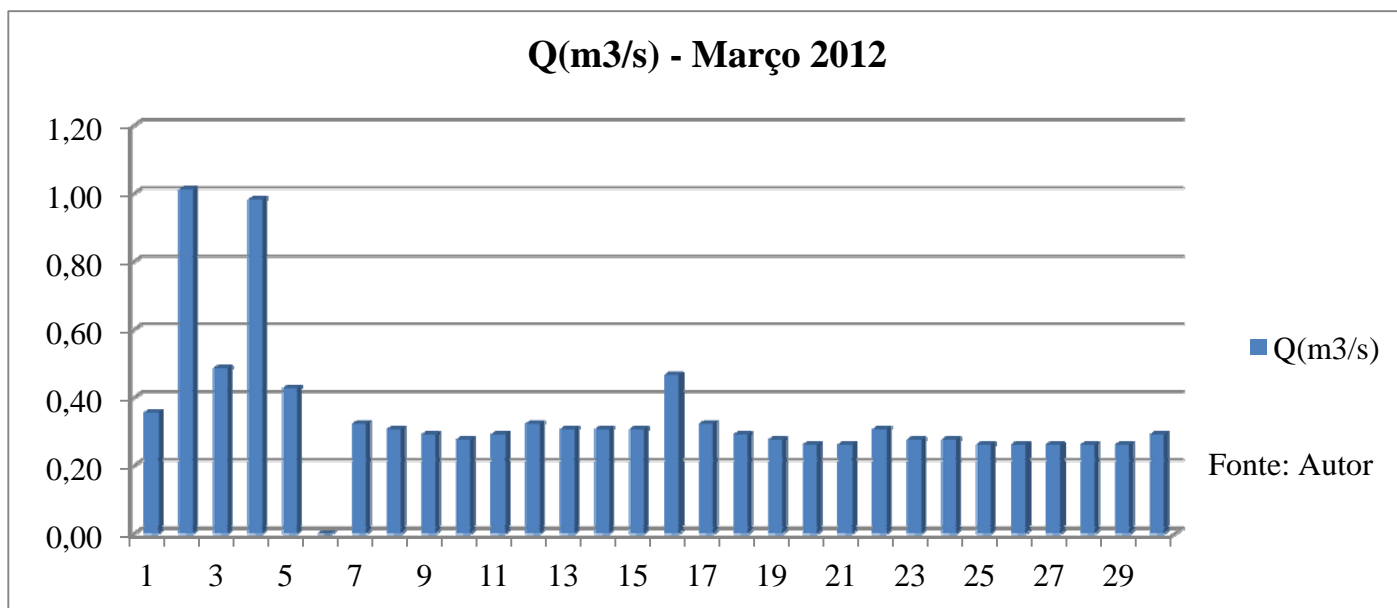
O nível médio se altera significativamente, aumentando a partir do dia 11 e voltando ao normal apenas no dia 16.

A vazão, como o esperado, tem seus maiores valores nos dias 11, 12 e 13.

Março – 2012			
Data	P (mm)	NM (cm)	Q(m3/s)
1	13	46	0,36
2	8	74	1,01
3	12	53	0,49
4	0	73	0,98
5	0	50	0,43
6	0	-	0,00
7	0	44	0,32
8	0	43	0,31
9	0	42	0,29
10	0	41	0,28
11	3	42	0,29
12	0	44	0,32
13	0	43	0,31
14	0	43	0,31
15	14	43	0,31
16	1	52	0,47
17	0	44	0,32
18	0	42	0,29
19	0	41	0,28
20	0	40	0,26
21	0	40	0,26
22	1	43	0,31
23	4	41	0,28
24	0	41	0,28
25	0	40	0,26
26	0	40	0,26
27	0	40	0,26
28	0	40	0,26
29	0	40	0,26
30	11	42	0,29
31	-	-	-
SOMA	67	1307	10,35
MÉDIA	2,23	43,57	0,35

Fonte: Autor





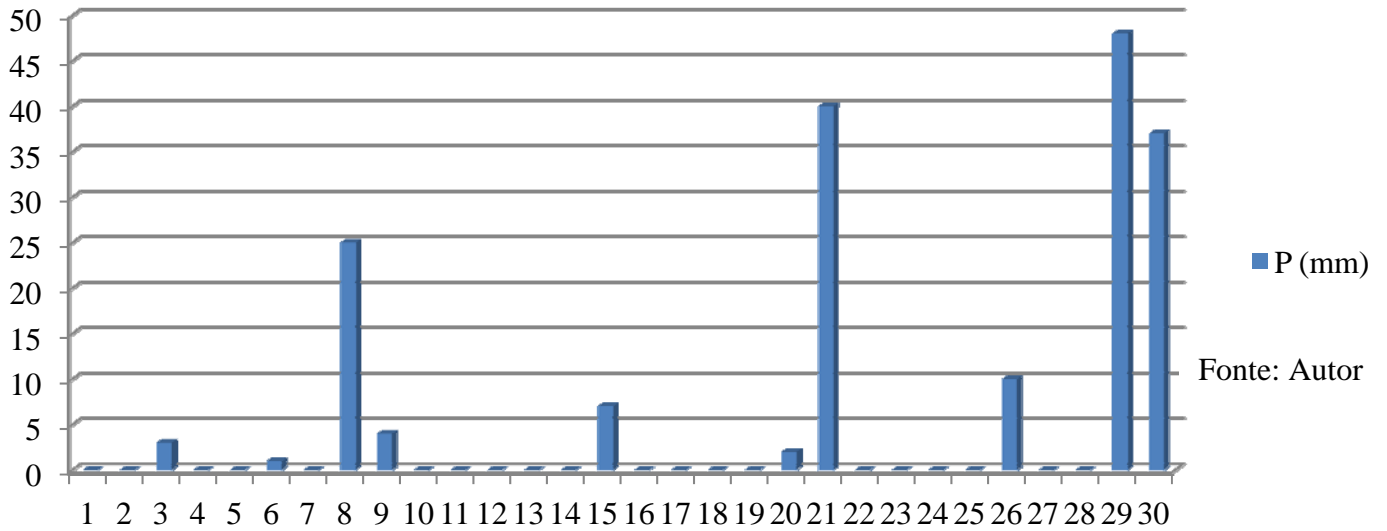
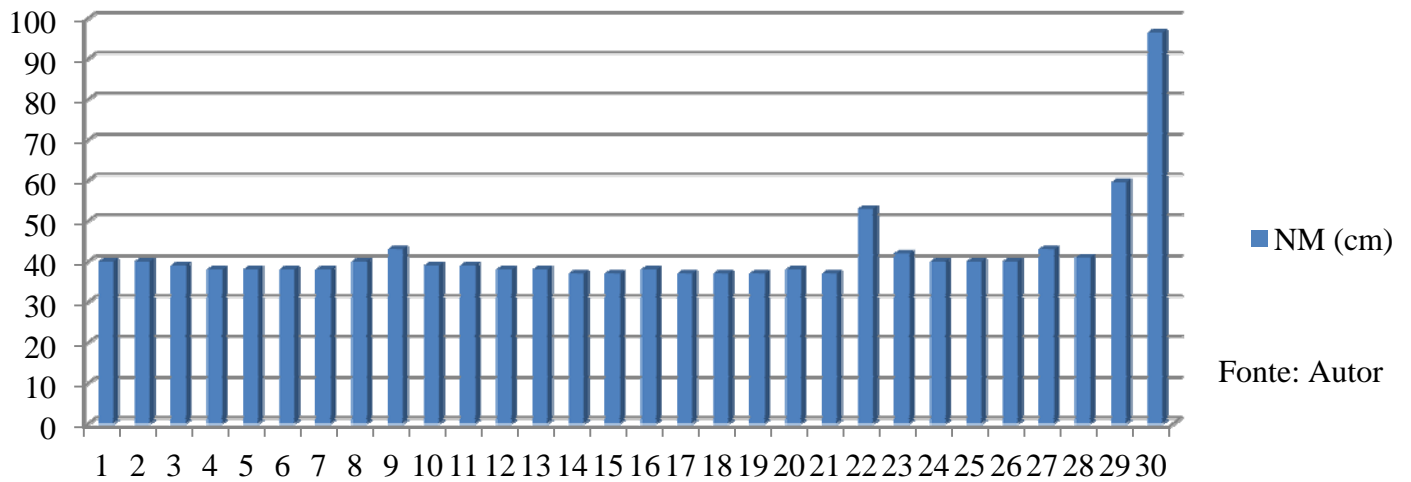
O mês de Março de 2012 é pouco chuvoso, e apresenta apenas quatro dias com precipitações acima de 10 mm. A concentração das precipitações está no começo do mês.

Os maiores valores de nível médio estão concentrados nos dias após os eventos de precipitação, no início do mês, entre os dias 2 e 4.

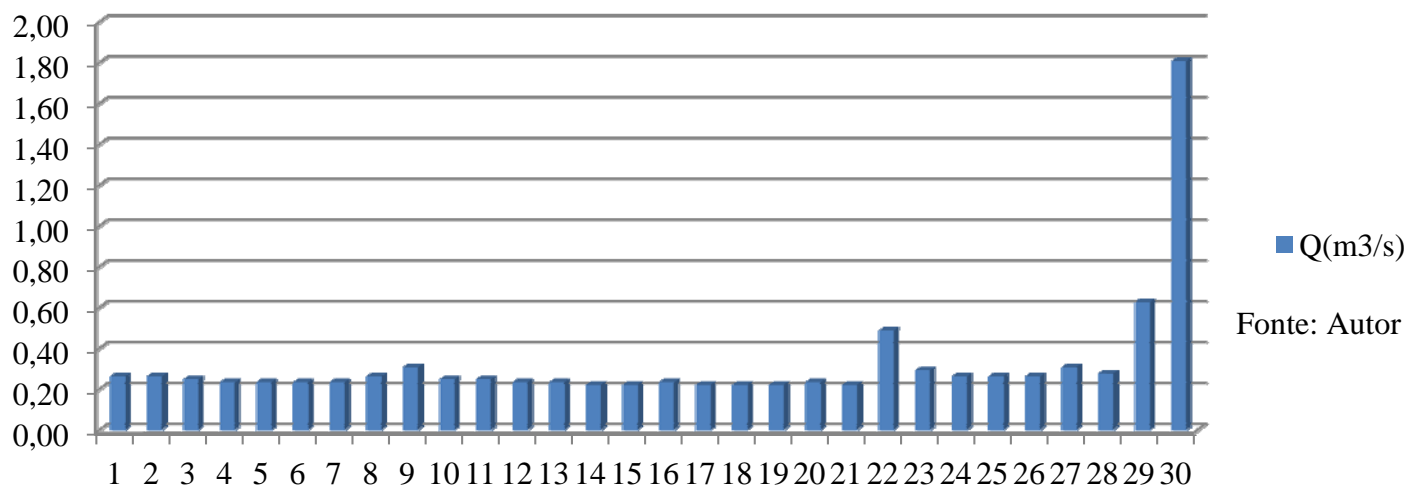
A vazão também é menor que os dois primeiros meses, e como o esperado, tem seus maiores valores nos primeiros dias de Março.

Abril – 2012			
Data	P (mm)	NM (cm)	Q(m3/s)
1	0	40	0,26
2	0	40	0,26
3	3	39	0,25
4	0	38	0,23
5	0	38	0,23
6	1	38	0,23
7	0	38	0,23
8	25	40	0,26
9	4	43	0,31
10	0	39	0,25
11	0	39	0,25
12	0	38	0,23
13	0	38	0,23
14	0	37	0,22
15	7	37	0,22
16	0	38	0,23
17	0	37	0,22
18	0	37	0,22
19	0	37	0,22
20	2	38	0,23
21	40	37	0,22
22	0	53	0,49
23	0	42	0,29
24	0	40	0,26
25	0	40	0,26
26	10	40	0,26
27	0	43	0,31
28	0	41	0,28
29	48	59,5	0,63
30	37	96,4	1,81
SOMA	177	1261	9,63
MÉDIA	5,9	42,03	0,32

Fonte: Autor

**P (mm) - Abril 2012****NM (cm) - Abril 2012**

### Q(m<sup>3</sup>/s) - Abril 2012



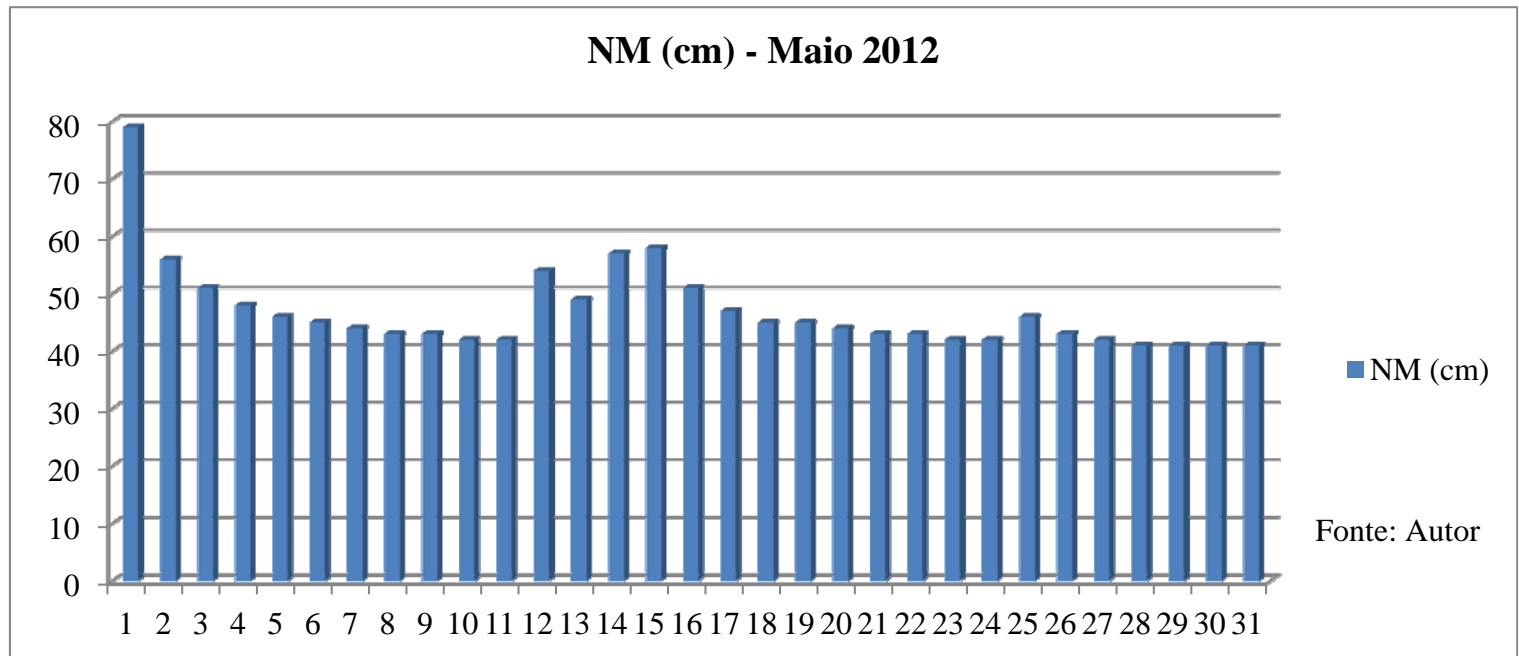
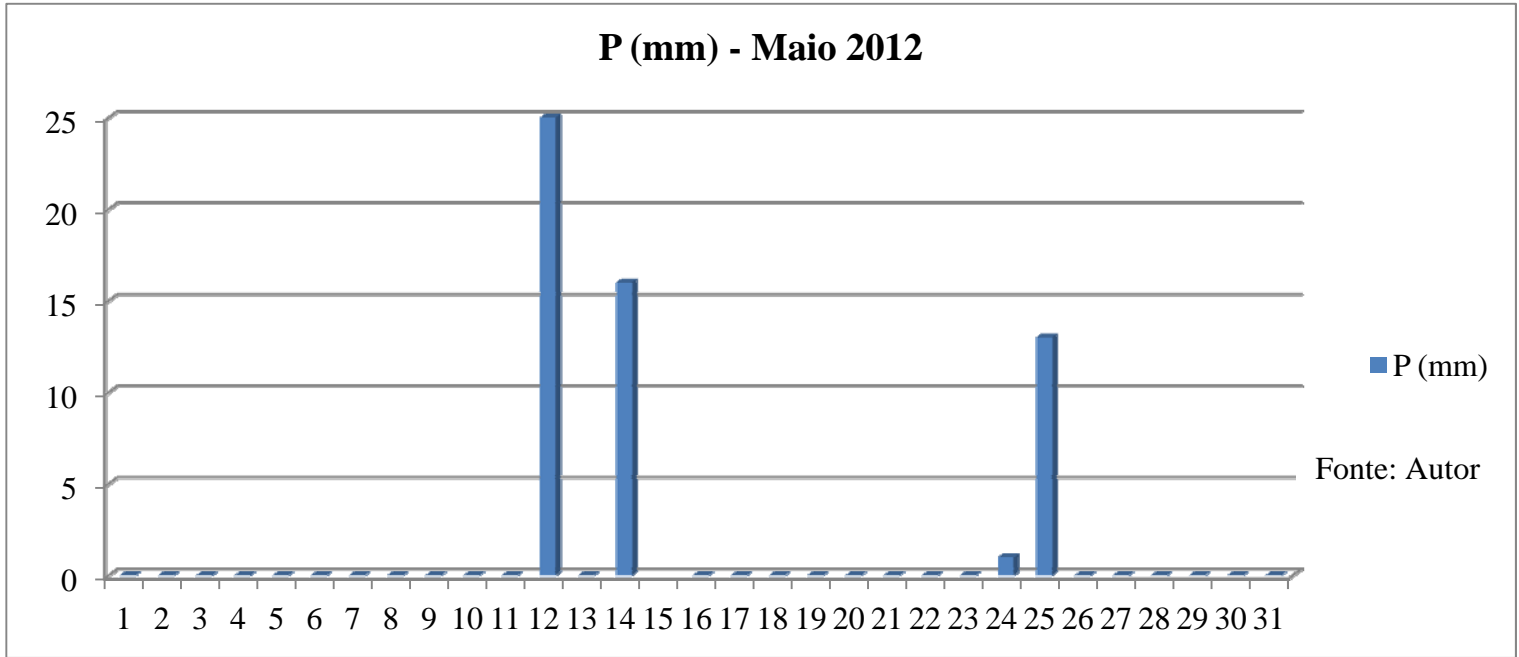
O mês de Abril de 2012 tem os maiores eventos chuvosos registrados a partir do dia 20, com valores de 20 à 48 mm.

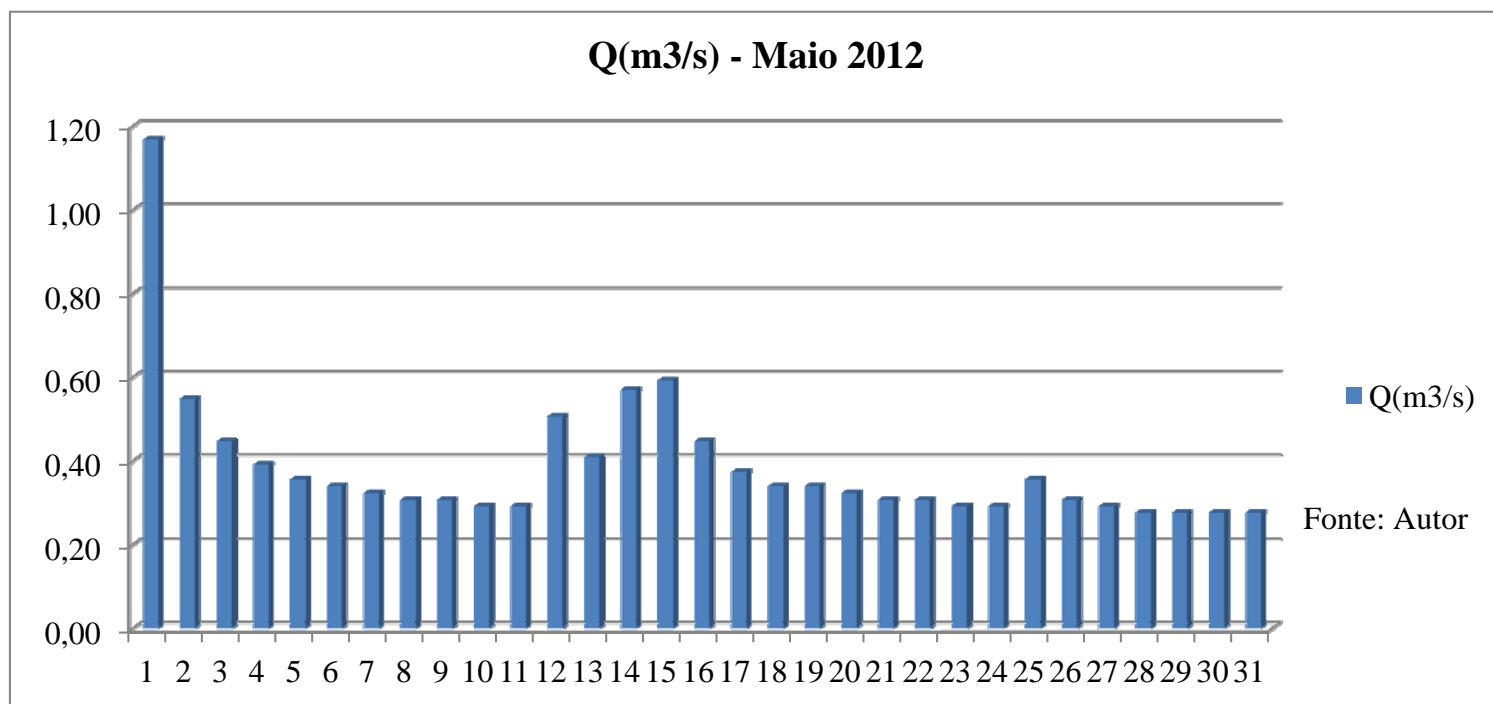
O nível médio também apresenta maiores valores após o dia 20, chegando a 96,4 cm no dia 30, após o maior evento chuvoso do mês no dia 29.

A vazão mantém uma média, sofrendo brusca alteração apenas no dia 30 após o maior evento chuvoso do mês.

Maio – 2012			
Data	P (mm)	NM (cm)	Q(m3/s)
1	0	79	1,17
2	0	56	0,55
3	0	51	0,45
4	0	48	0,39
5	0	46	0,36
6	0	45	0,34
7	0	44	0,32
8	0	43	0,31
9	0	43	0,31
10	0	42	0,29
11	0	42	0,29
12	25	54	0,51
13	0	49	0,41
14	16	57	0,57
15	-	58	0,59
16	0	51	0,45
17	0	47	0,37
18	0	45	0,34
19	0	45	0,34
20	0	44	0,32
21	0	43	0,31
22	0	43	0,31
23	0	42	0,29
24	1	42	0,29
25	13	46	0,36
26	0	43	0,31
27	0	42	0,29
28	0	41	0,28
29	0	41	0,28
30	0	41	0,28
31	0	41	0,28
SOMA	55	1454	11,94
MÉDIA	1,77	46,90	0,39

Fonte: Autor





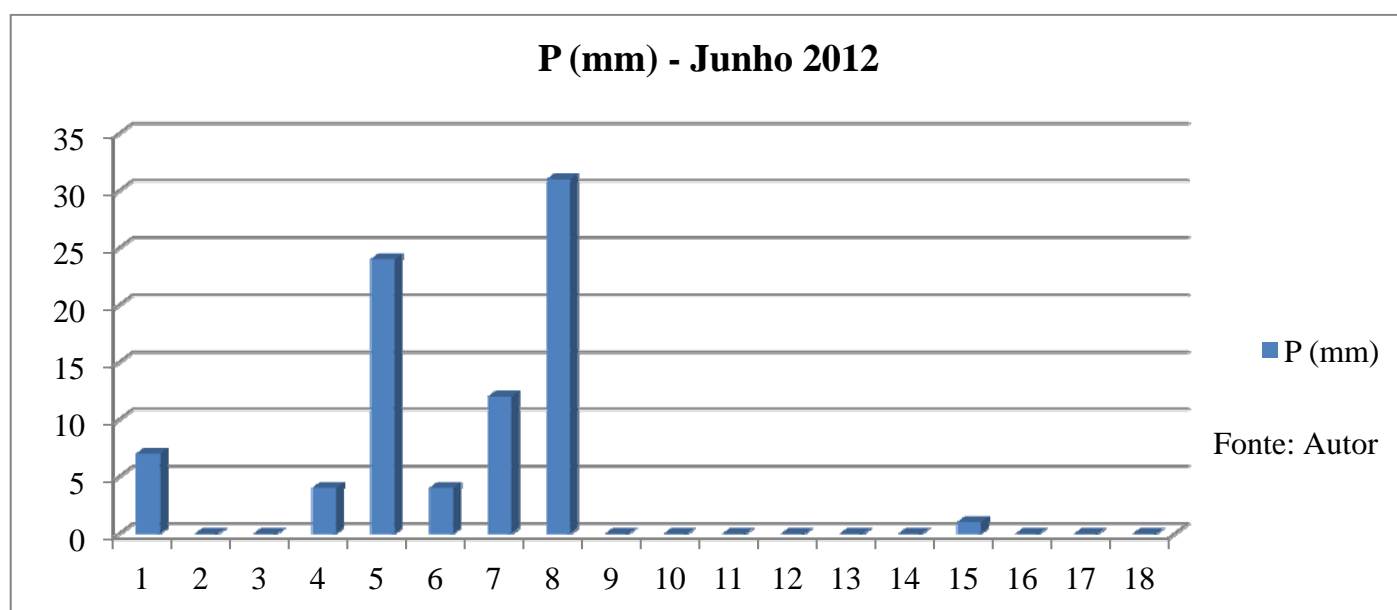
O maior evento chuvoso do mês de Maio se concentra entre os dias 12 e 14. Porém o mês de Maio já apresenta características do período seco, com apenas 4 dias apresentando valores baixos de precipitação.

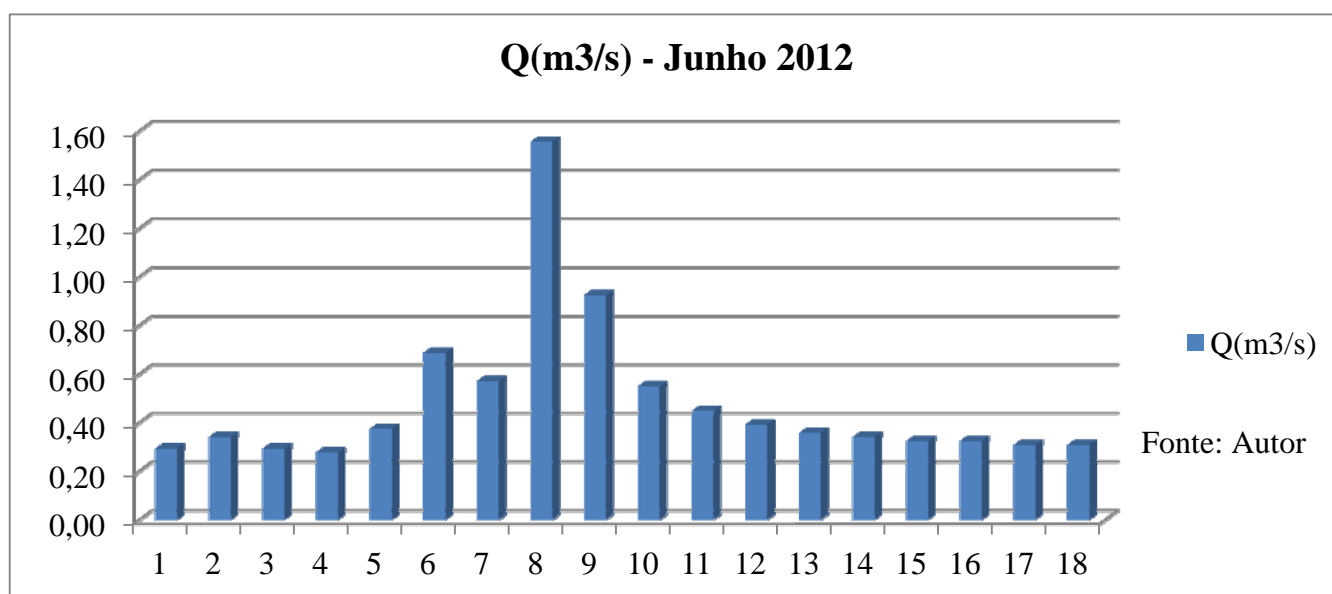
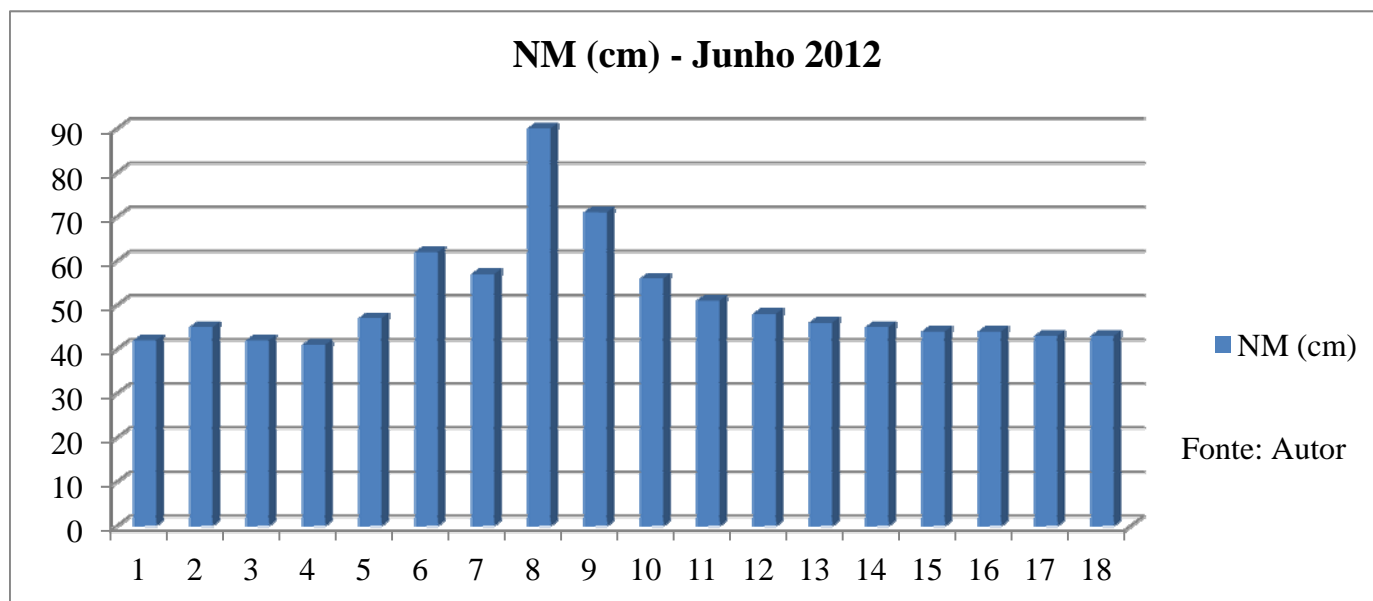
O nível médio apresenta valores altos no começo do mês, resquícios das precipitações do final do mês de Abril, e uma leve alteração da normalidade após o evento chuvoso dos dias 12 e 14.

A vazão do rio também inicia o mês com valores mais altos que o normal, devido às chuvas no fim de Abril, mas retorna aos seus valores habituais, sofrendo leve alteração apenas no meio do mês.

Junho – 2012			
Data	P (mm)	NM (cm)	Q(m3/s)
1	7	42	0,29
2	0	45	0,34
3	0	42	0,29
4	4	41	0,28
5	24	47	0,37
6	4	62	0,69
7	12	57	0,57
8	31	90	1,56
9	0	71	0,92
10	0	56	0,55
11	0	51	0,45
12	0	48	0,39
13	0	46	0,36
14	0	45	0,34
15	1	44	0,32
16	0	44	0,32
17	0	43	0,31
18	0	43	0,31
SOMA	83	917	8,66
MÉDIA	4,61	50,94	0,48

Fonte: Autor





O mês de Junho de 2012 apresentou um evento chuvoso que se estendeu do dia 5 ao dia 8, com valores de precipitação diária máxima de 31 mm no dia 8.

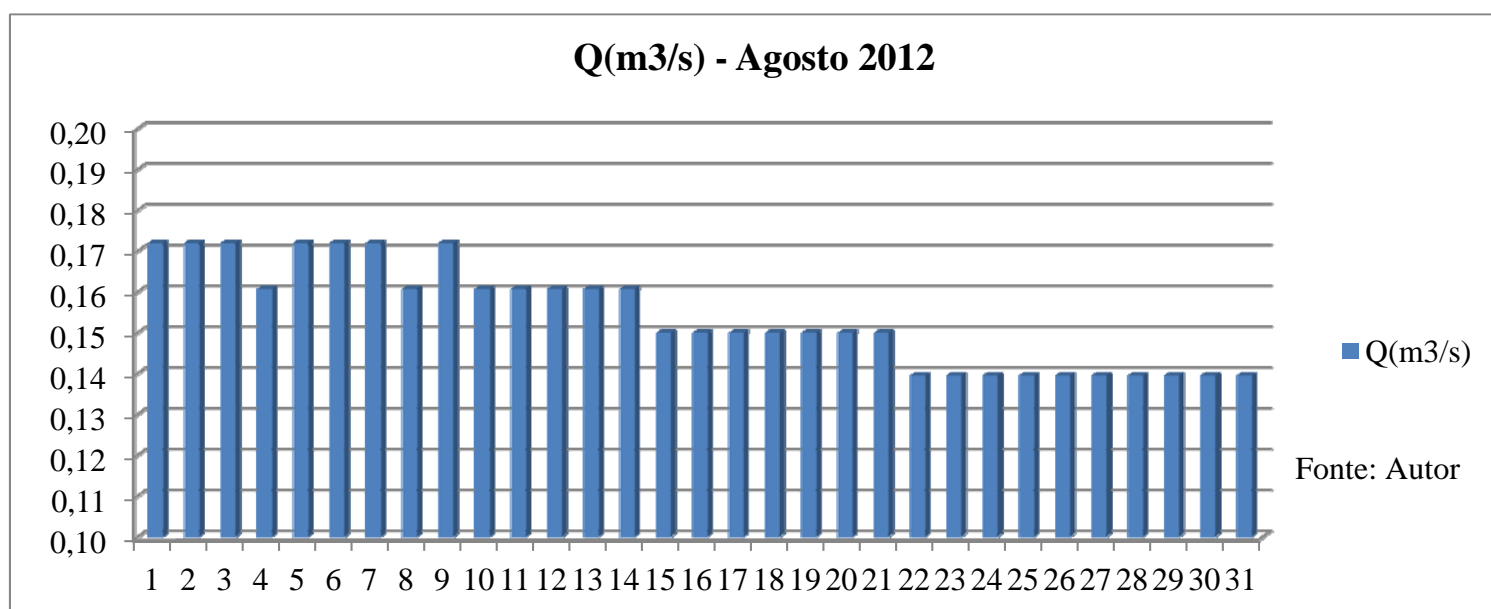
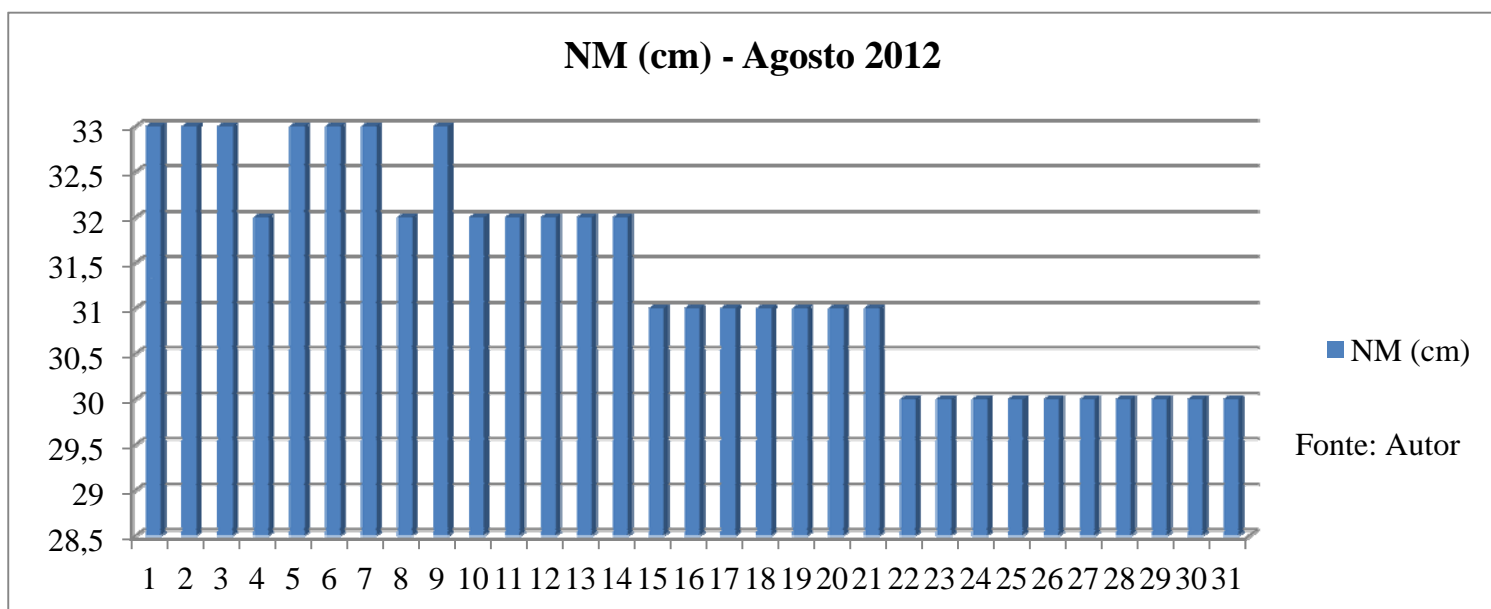
O nível médio também apresenta variação dos valores habituais apenas após os dias com eventos chuvosos.

A vazão, como esperado, sofre alteração após os dias que apresentam eventos chuvosos, com destaque para os dias 8 e 9.

Os dados não puderam ser coletados após o dia 18 de Junho e durante o mês de Julho devido a uma falha ocorrida com a estação de medição.

Agosto – 2012			
Data	P (mm)	NM (cm)	Q(m3/s)
1	0	33	0,17
2	0	33	0,17
3	0	33	0,17
4	0	32	0,16
5	0	33	0,17
6	0	33	0,17
7	0	33	0,17
8	0	32	0,16
9	0	33	0,17
10	0	32	0,16
11	0	32	0,16
12	0	32	0,16
13	0	32	0,16
14	0	32	0,16
15	0	31	0,15
16	0	31	0,15
17	0	31	0,15
18	0	31	0,15
19	0	31	0,15
20	0	31	0,15
21	0	31	0,15
22	0	30	0,14
23	0	30	0,14
24	0	30	0,14
25	0	30	0,14
26	0	30	0,14
27	0	30	0,14
28	0	30	0,14
29	0	30	0,14
30	0	30	0,14
31	0	30	0,14
	SOMA	972	4,78
	MÉDIA	31,35	0,15

Fonte: Autor

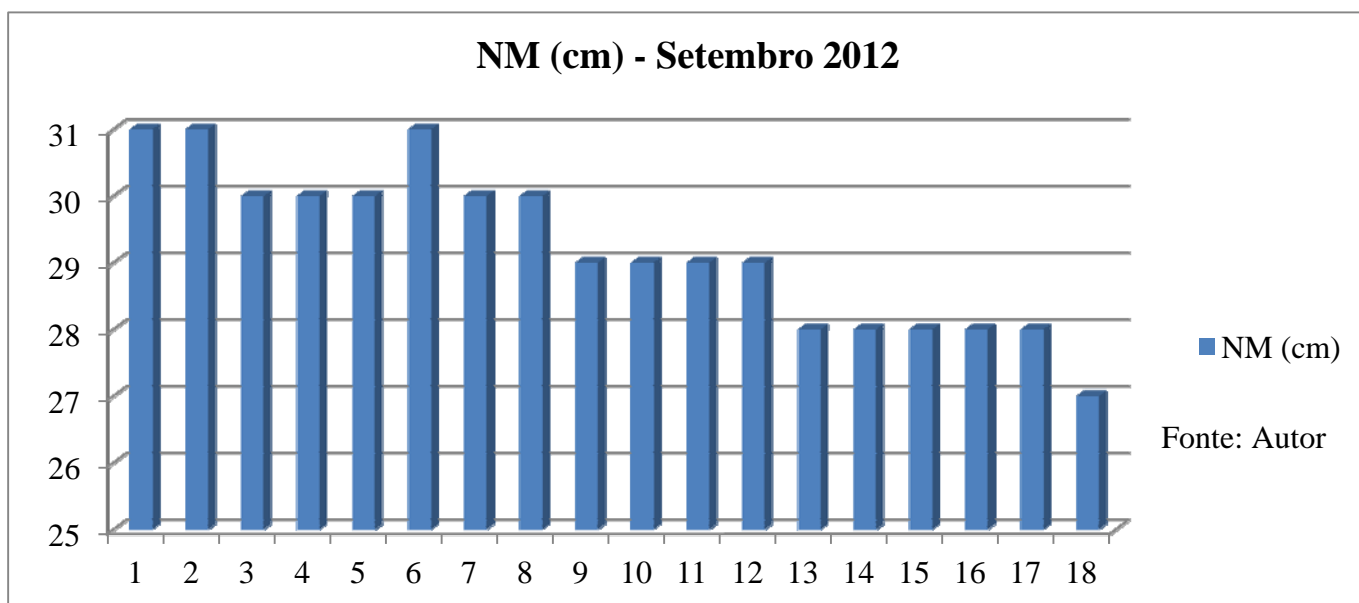
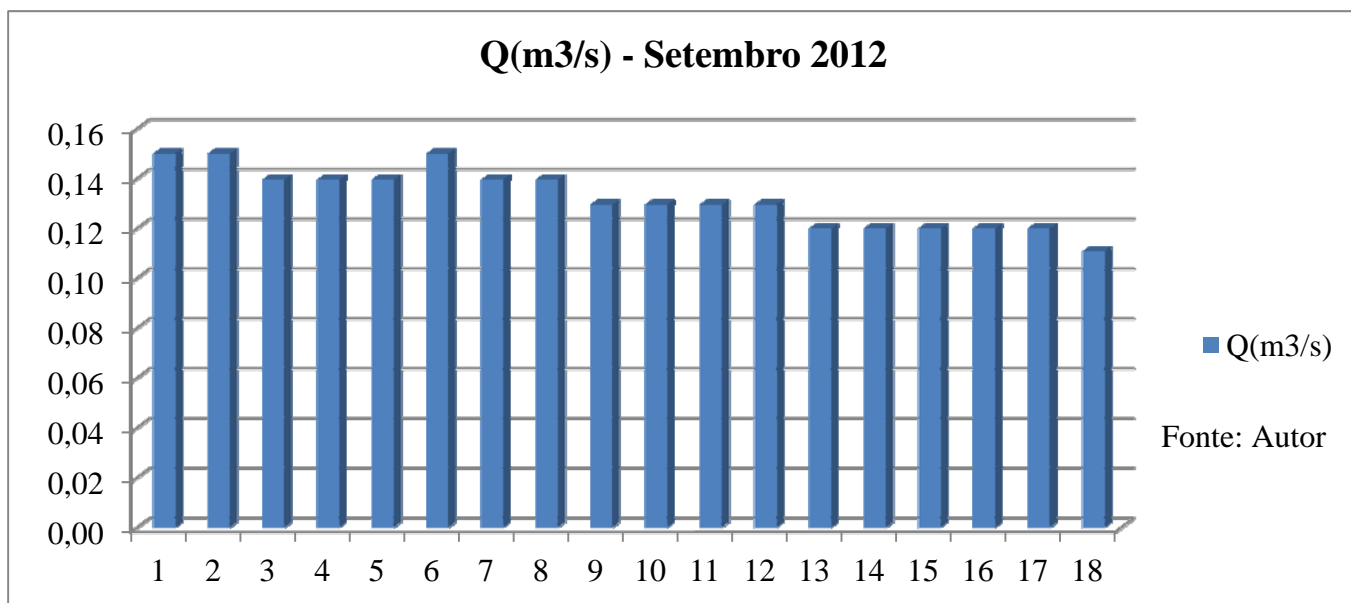


Não há precipitação registrada no mês de Agosto de 2012, uma vez que o mês de Agosto é característico do período de estiagem.

Devido principalmente a ausência de precipitações o nível médio do rio e a vazão não sofrem alterações significativas como fica exposto nos gráficos.

Setembro			
Data	P (mm)	NM (cm)	Q(m <sup>3</sup> /s)
1	0	31	0,15
2	0	31	0,15
3	0	30	0,14
4	0	30	0,14
5	0	30	0,14
6	0	31	0,15
7	0	30	0,14
8	0	30	0,14
9	0	29	0,13
10	0	29	0,13
11	0	29	0,13
12	0	29	0,13
13	0	28	0,12
14	0	28	0,12
15	0	28	0,12
16	0	28	0,12
17	0	28	0,12
18	0	27	0,11
	SOMA	526	2,38
	MÉDIA	29,2222	0,13

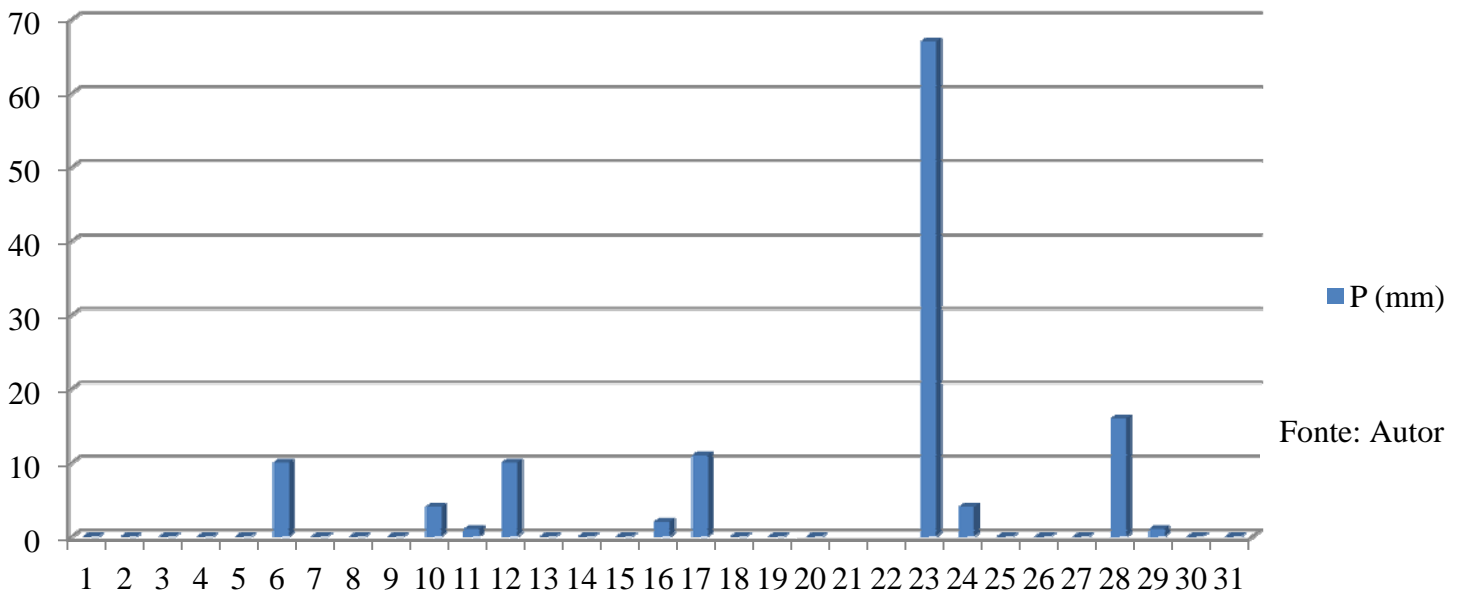
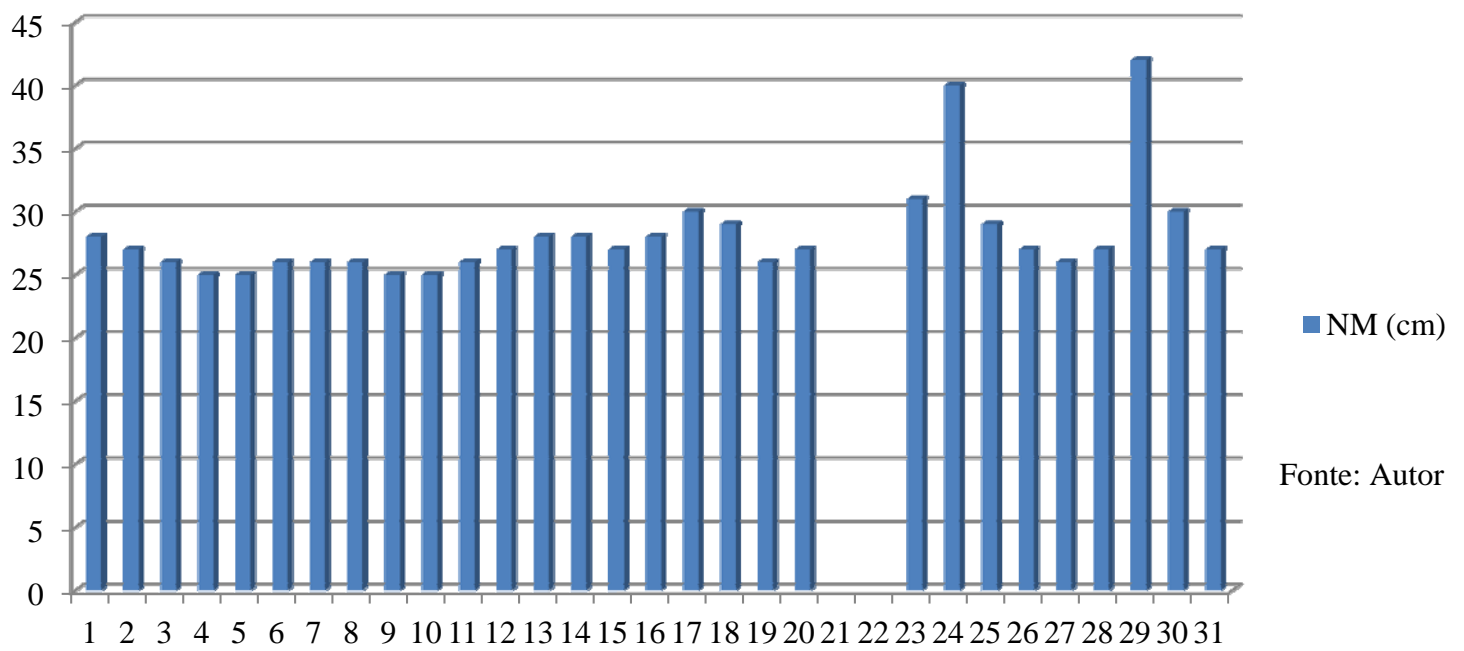
Fonte: Autor

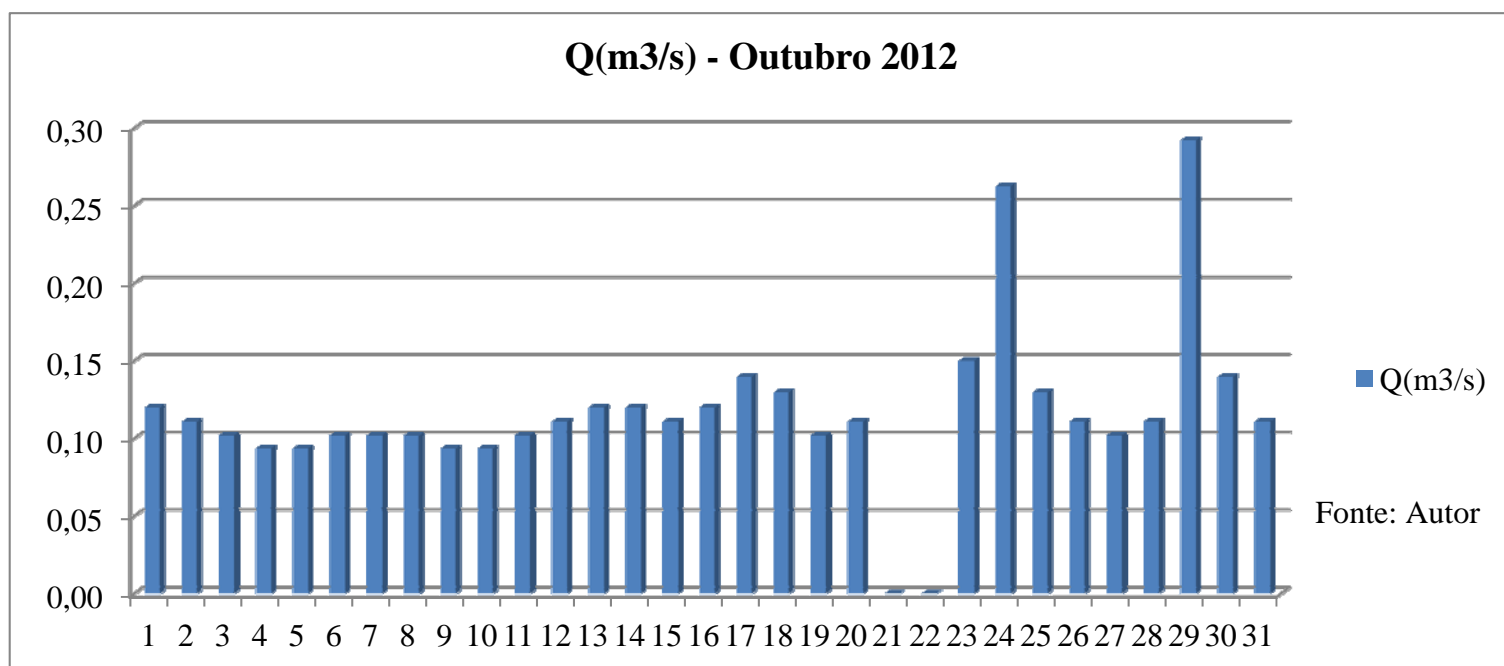


O mês de Setembro, igualmente um mês característico do período de estiagem, também não apresenta registros de precipitação, desta forma não há alterações significativas nos valores de nível médio e de vazão do rio.

Outubro – 2012			
Data	P (mm)	NM (cm)	Q(m <sup>3</sup> /s)
1	0	28	0,12
2	0	27	0,11
3	0	26	0,10
4	0	25	0,09
5	0	25	0,09
6	10	26	0,10
7	0	26	0,10
8	0	26	0,10
9	0	25	0,09
10	4	25	0,09
11	1	26	0,10
12	10	27	0,11
13	0	28	0,12
14	0	28	0,12
15	0	27	0,11
16	2	28	0,12
17	11	30	0,14
18	0	29	0,13
19	0	26	0,10
20	0	27	0,11
21	-	-	-
22	-	-	-
23	67	31	0,15
24	4	40	0,26
25	0	29	0,13
26	0	27	0,11
27	0	26	0,10
28	16	27	0,11
29	1	42	0,29
30	0	30	0,14
31	0	27	0,11
SOMA	126	814	3,59
MÉDIA	4,3	28,069	0,12364

Fonte: Autor

**P (mm) - Outubro 2012****NM (cm) - Outubro 2012**



O mês de Outubro de 2012 é marcado por um evento chuvoso significativo no dia 23, com valor de 63 mm.

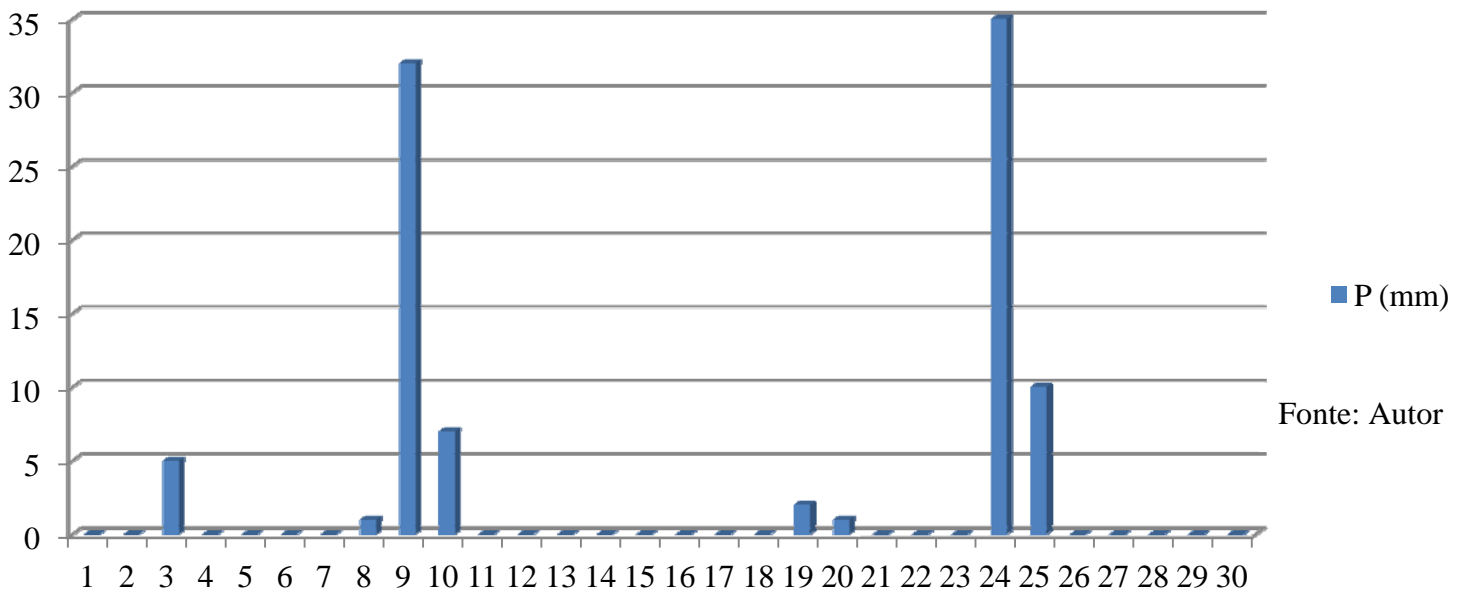
O maior valor do nível médio do mês de Outubro ocorre no dia após o evento chuvoso de maior intensidade, no dia 24 com valor de 40 cm.

A vazão do rio, igualmente ao nível médio, tem aumento significativo no seu valor um dia após o evento chuvoso de maior intensidade no mês.

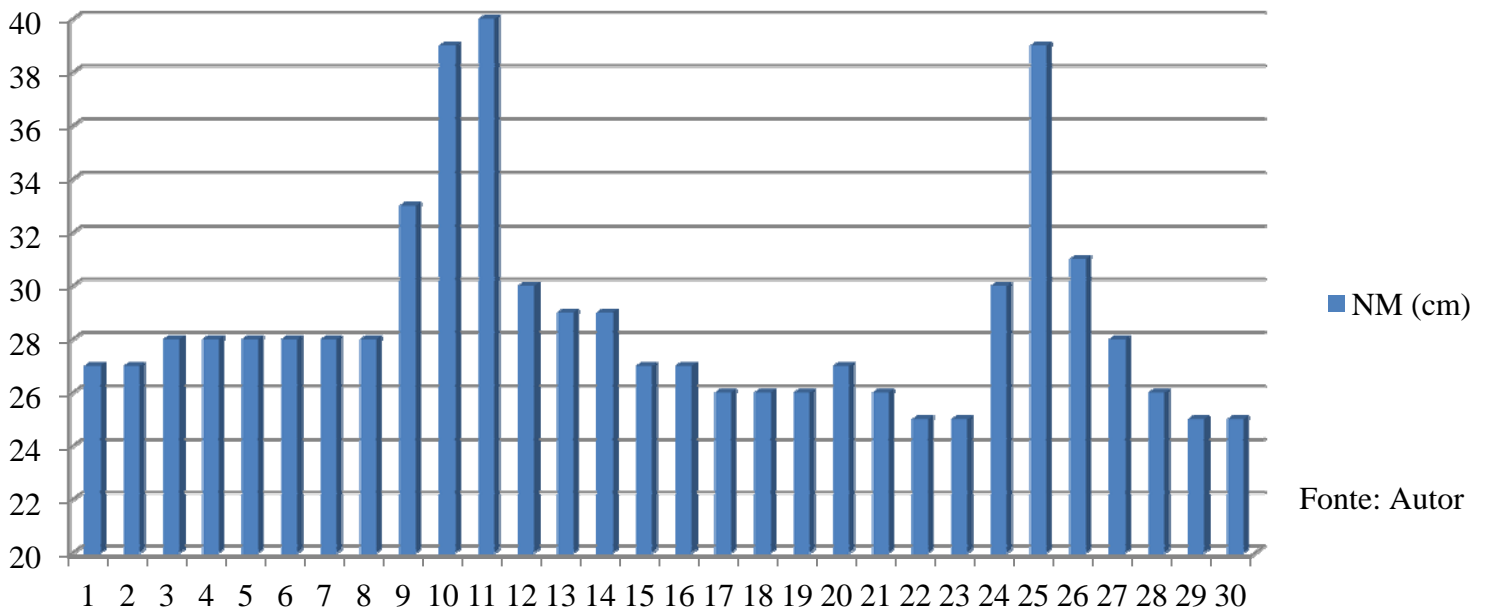
Novembro – 2012			
Data	P (mm)	NM (cm)	Q(m3/s)
1	0	27	0,11
2	0	27	0,11
3	5	28	0,12
4	0	28	0,12
5	0	28	0,12
6	0	28	0,12
7	0	28	0,12
8	1	28	0,12
9	32	33	0,17
10	7	39	0,25
11	0	40	0,26
12	0	30	0,14
13	0	29	0,13
14	0	29	0,13
15	0	27	0,11
16	0	27	0,11
17	0	26	0,10
18	0	26	0,10
19	2	26	0,10
20	1	27	0,11
21	0	26	0,10
22	0	25	0,09
23	0	25	0,09
24	35	30	0,14
25	10	39	0,25
26	0	31	0,15
27	0	28	0,12
28	0	26	0,10
29	0	25	0,09
30	0	25	0,09
SOMA	93	861	3,90
MÉDIA	3,1	28,7	0,12988

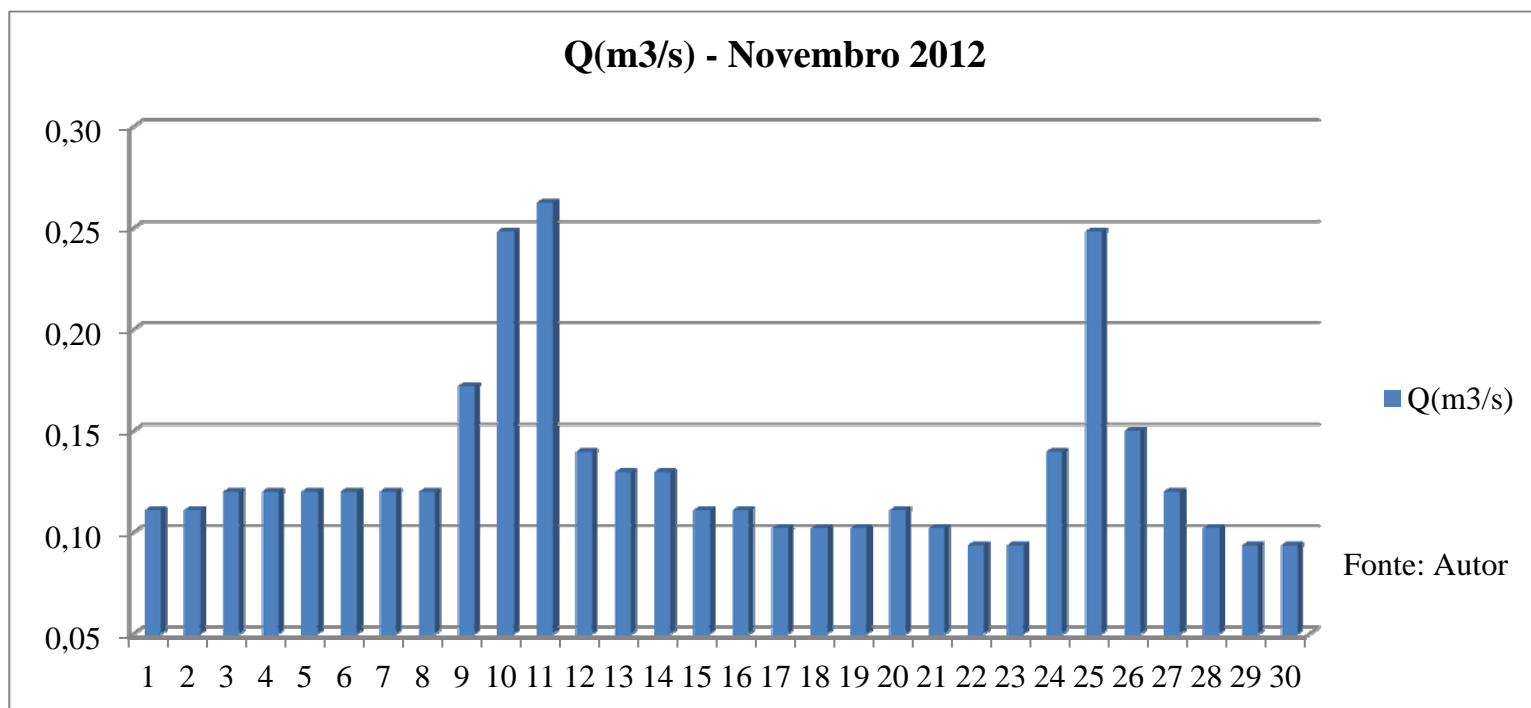
Fonte: Autor

**P (mm) - Novembro 2012**



**NM (cm) - Novembro 2012**





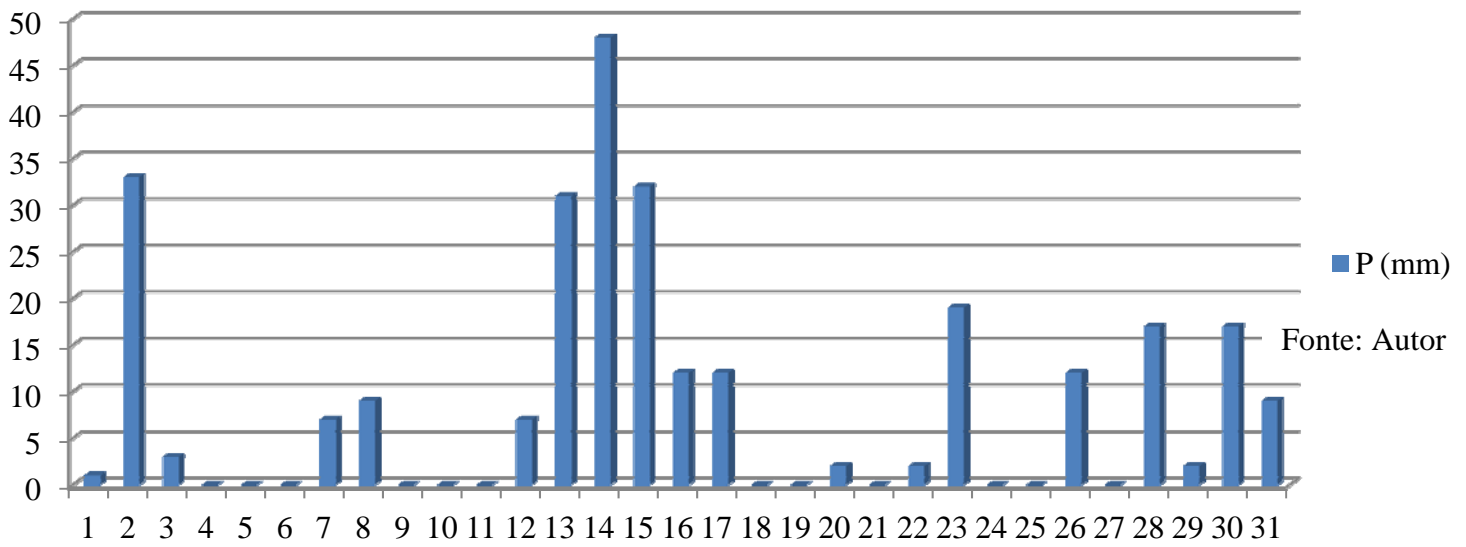
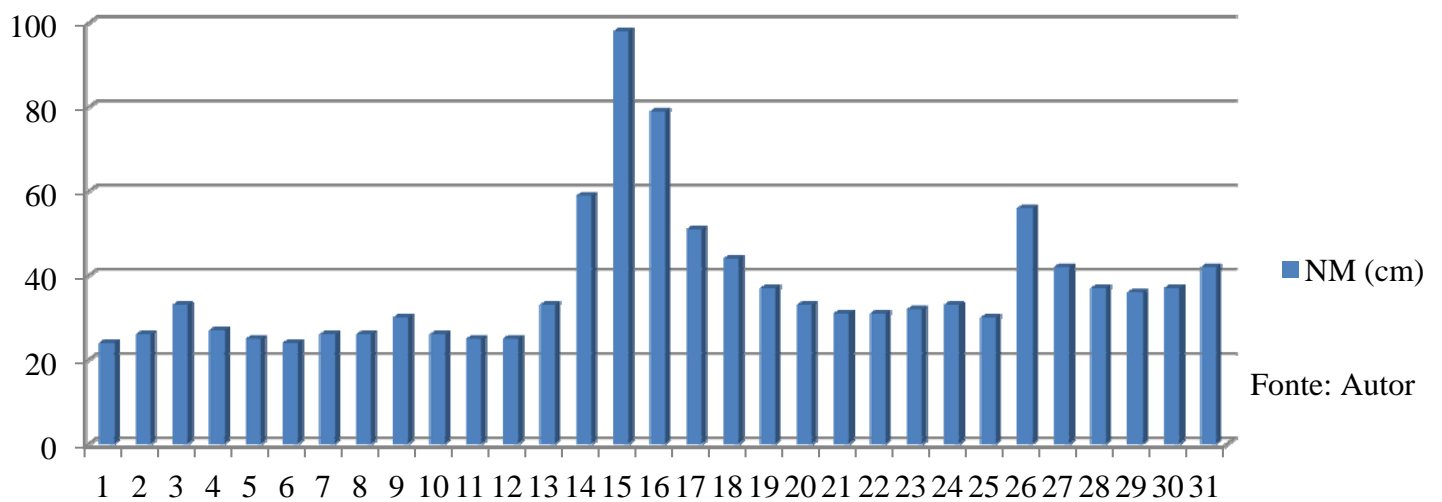
O mês de Novembro é marcado por dois eventos chuvosos de intensidade significativa, nos dias 9 e 24, com valores de, respectivamente, 32 e 35 mm.

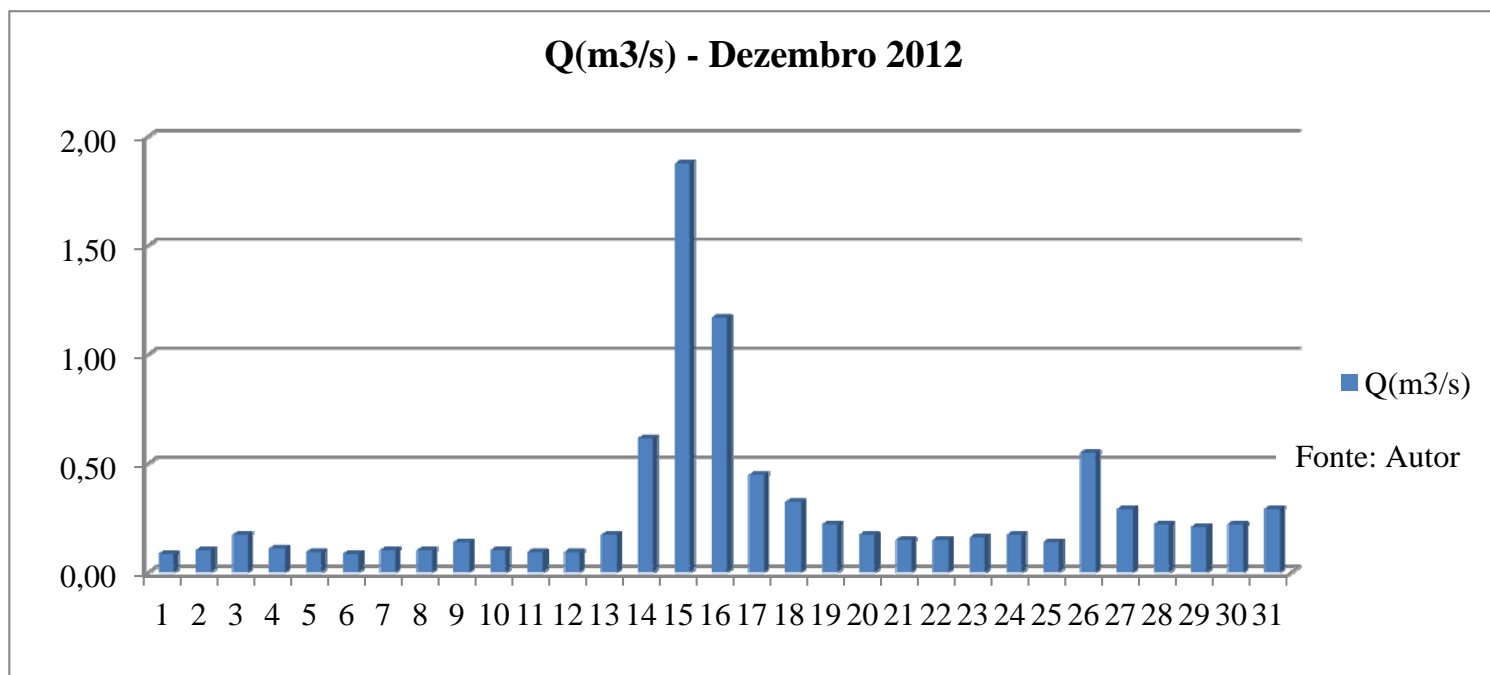
O nível médio, como esperado, sofre aumento nos valores nos dias após os dois eventos chuvosos.

A vazão do rio, assim como o nível médio, sofre alteração de seus valores habituais apenas nos dias seguintes às chuvas.

Dezembro			
Data	P (mm)	NM (cm)	Q(m3/s)
1	1	24	0,09
2	33	26	0,10
3	3	33	0,17
4	0	27	0,11
5	0	25	0,09
6	0	24	0,09
7	7	26	0,10
8	9	26	0,10
9	0	30	0,14
10	0	26	0,10
11	0	25	0,09
12	7	25	0,09
13	31	33	0,17
14	48	59	0,62
15	32	98	1,88
16	12	79	1,17
17	12	51	0,45
18	0	44	0,32
19	0	37	0,22
20	2	33	0,17
21	0	31	0,15
22	2	31	0,15
23	19	32	0,16
24	0	33	0,17
25	0	30	0,14
26	12	56	0,55
27	0	42	0,29
28	17	37	0,22
29	2	36	0,21
30	17	37	0,22
31	9	42	0,29
SOMA	275	1158	8,83
MÉDIA	8,87	37,35	0,28

Fonte: Autor

**P (mm) - Dezembro 2012****NM (cm) - Dezembro 2012**



O mês de Dezembro de 2012 tem precipitações registradas durante todo o mês, porém o evento de maior intensidade foi registrado no meio do mês, entre os dias 13 a 15, com valor máximo diário de 48 mm no dia 14.

O nível médio segue a regra e tem seus valores aumentados nos dias seguintes ao evento chuvoso de intensidade, com destaque para os dias 15 e 16.

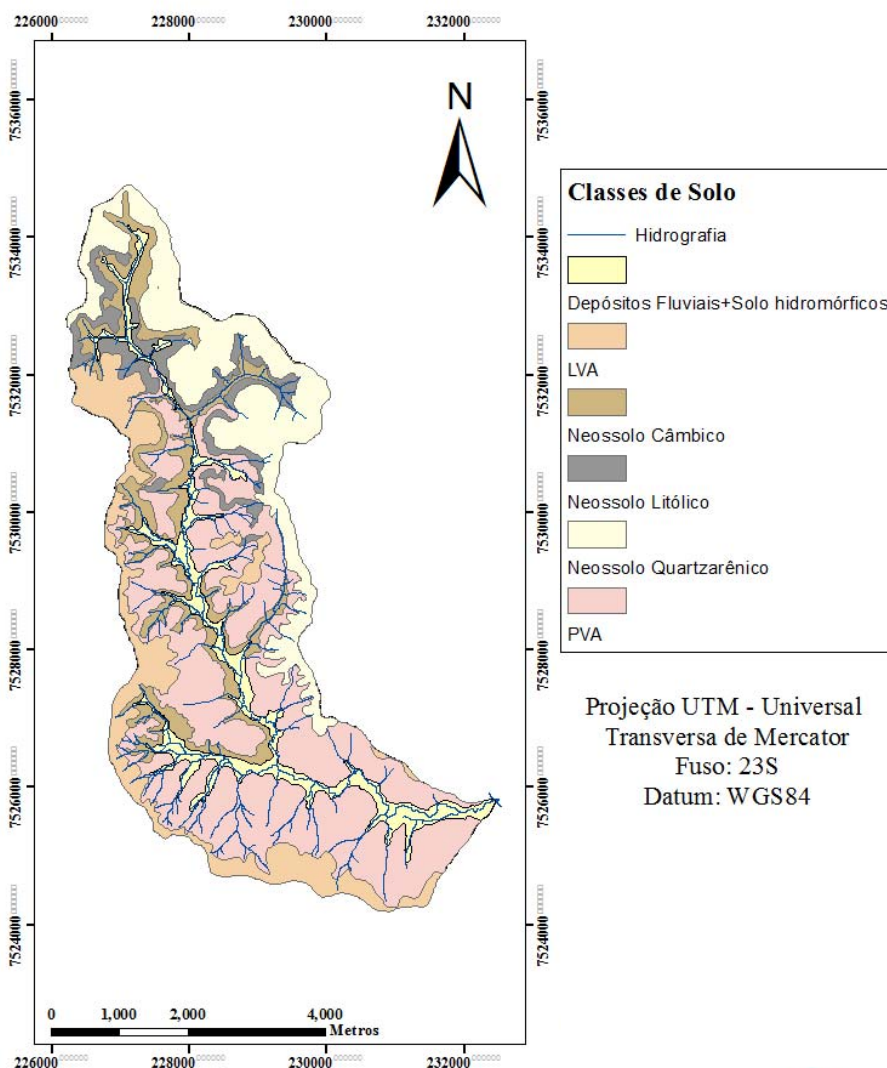
A vazão do rio também apresenta seus maiores valores nos dias 15 e 16, conforme o esperado, com medições de 1,88 e 1,17 m<sup>3</sup>/s, respectivamente.

### 5.3. PRODUTOS CARTOGRÁFICOS

Como resultados, houve também, a obtenção de todos os fatores estipulados pela MEUPS e do PNE, através da metodologia descrita e com a utilização do software ArcGis para a elaboração dos produtos cartográficos.

Os capítulos seguintes abordam a exposição e análise dos produtos cartográficos com a pretensão de atingir os objetivos propostos.

## Classes de solo



Autor: Mariana Morila Oliveira  
Orientador: Sergio dos Anjos Ferreira Pinto



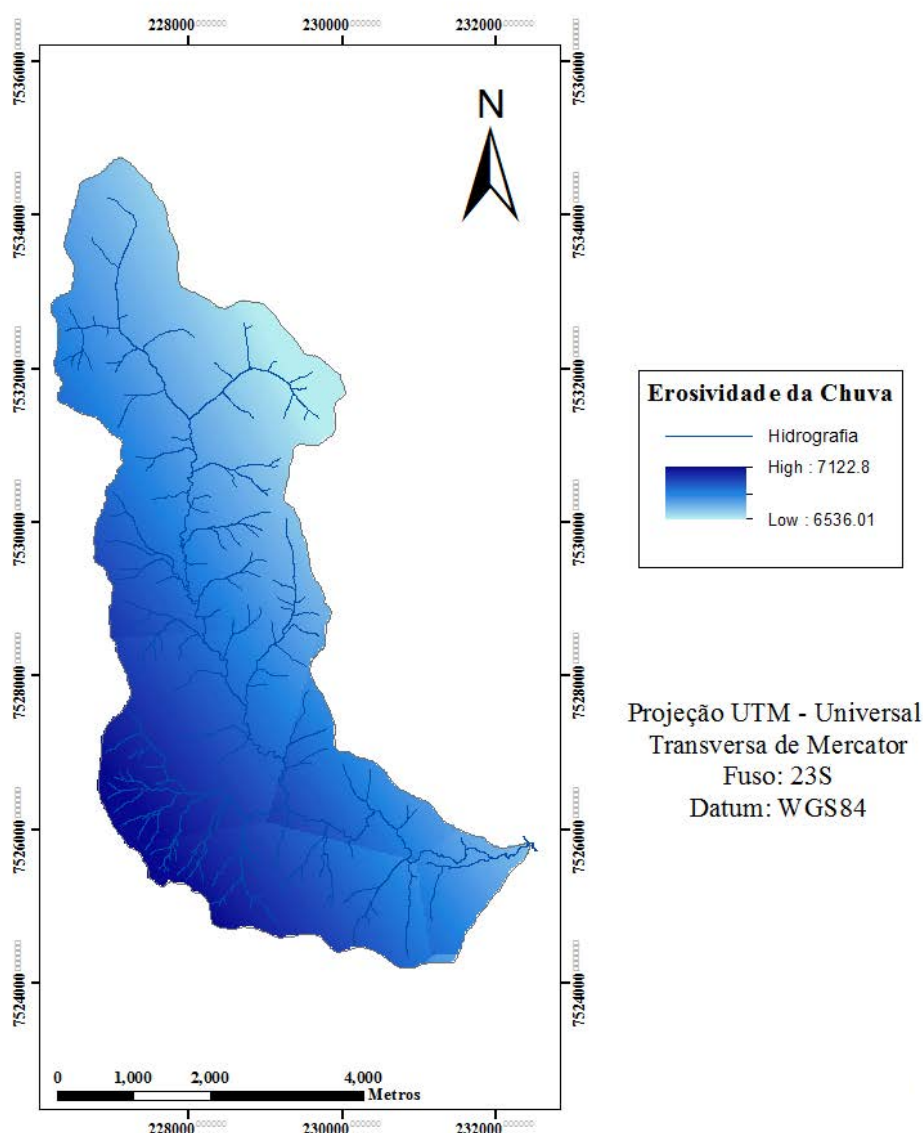
Figura 8: Mapa de classes de solos

O mapa de classes de solo (figura 8) expõe todas as variações de solo encontradas na bacia do Ribeirão Jacutinga. A partir de revisões bibliográficas, estudos de campo, análise de imagens orbitais, fotografias aéreas e mapeamentos foi possível determinar e limitar os tipos de solos identificados em toda a bacia.

Com o auxílio do produto cartográfico pode-se indicar uma predominância de Argissolo Vermelho-Amarelo ao norte da bacia, se estendendo até o centro-sul da mesma. Percebe-se a presença do Latossolo Vermelho-Amarelo contornando a bacia desde o norte até o centro-sul, com algumas manchas no centro. De maneira espelhada observa-se o Neossolo Quartzarênico contornando a bacia desde o norte até o centro sul.

De maneira menos expressiva, há a presença do Neossolo Litólico acompanhando a hidrografia ao norte da bacia, de depósitos fluviais e solos hidromórficos acompanhando a hidrografia por toda a bacia, assim como o Neossolo Câmbico.

## Erosividade da Chuva (Fator R)



Autor: Mariana Morila Oliveira  
Orientador: Sergio dos Anjos Ferreira Pinto



Figura 9: Mapa de erosividade da Chuva (Fator R)

O fator R (erosividade da chuva) não é um dos parâmetros da MEUPS, mas sim da EUPS. O fator R foi substituído pelo Runoff (escoamento superficial) na modificação da Equação Universal de Perda de Solo. Porém o fator R auxiliou na interpretação de outros de outros dados e pode ser considerado como um resultado final.

## K - Fator Erodibilidade do Solo

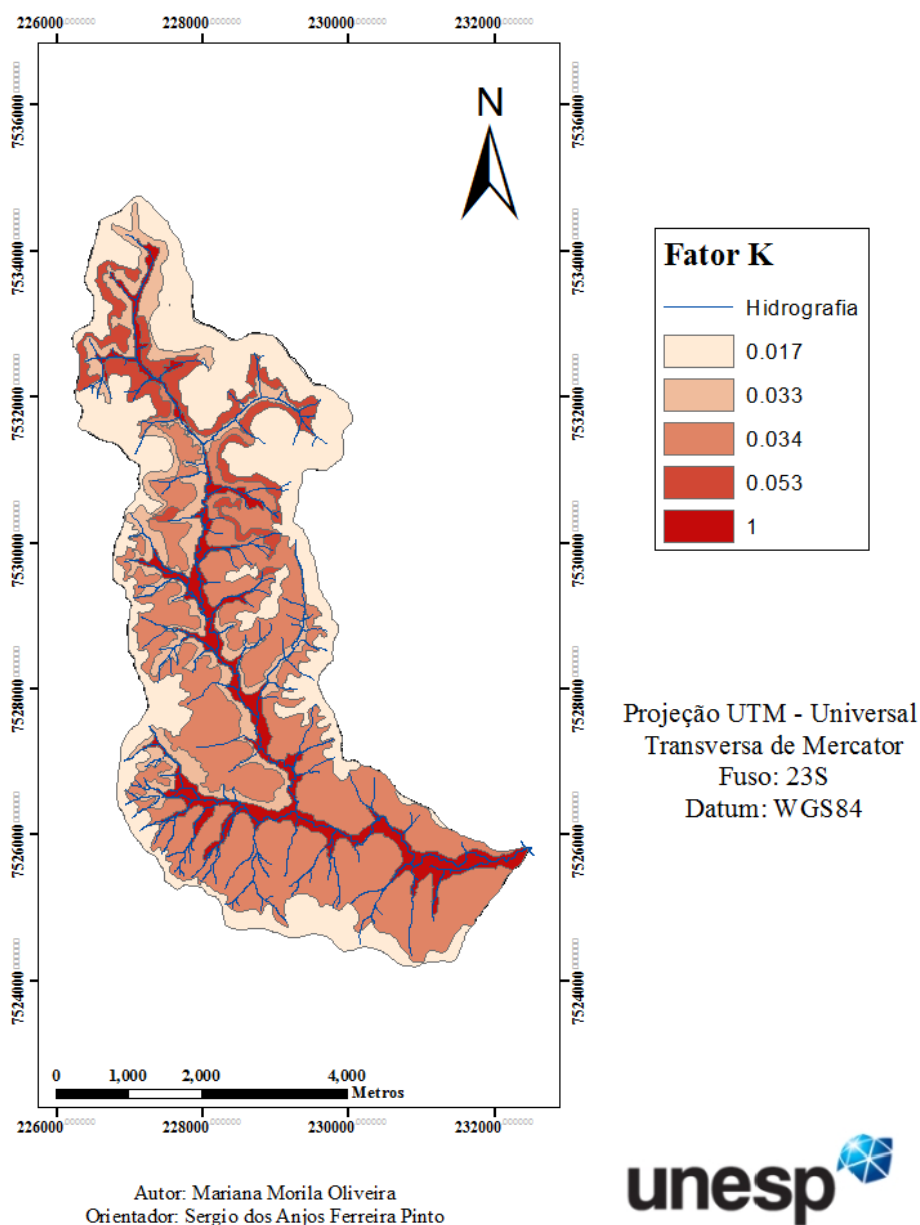


Figura 10: Mapa do fator K da bacia do Ribeirão Jacutinga

O mapa de erodibilidade do solo (figura 10) foi definido a partir do mapeamento pedológico, uma vez que cada tipo de solo apresenta características que o torna mais ou menos susceptível à erosão.

A partir da bibliografia sabe-se que cada tipo de solo apresenta um valor em toneladas/hectare para o fator K (erodibilidade).

Com o auxílio do mapa de classes de solo determina-se então para os tipos de solo um valor de K mostrado na tabela 10.

#### Valor de K

<b>Tipos de Solos</b>	<b>K (erosividade t/ha)</b>
PVA (Argissolo Vermelho-Amarelo)	0,034
LVS (Latosolo Vermelho-Amarelo)	0,017
Neossolo Quartzarênico	0,017
Neossolo Litólico	0,053
Neossolo Câmbico	0,033
Depósitos Fluviais+Solo Hidromórfico	1

Tabela 10: valores de K

Com a definição do valor de K para cada tipo de solo encontrado na bacia, pode-se notar que os solos mais frágeis apresentam um valor maior de K, em comparação ao valor K dos solos considerados mais resistentes.

# LS - Fator Topográfico

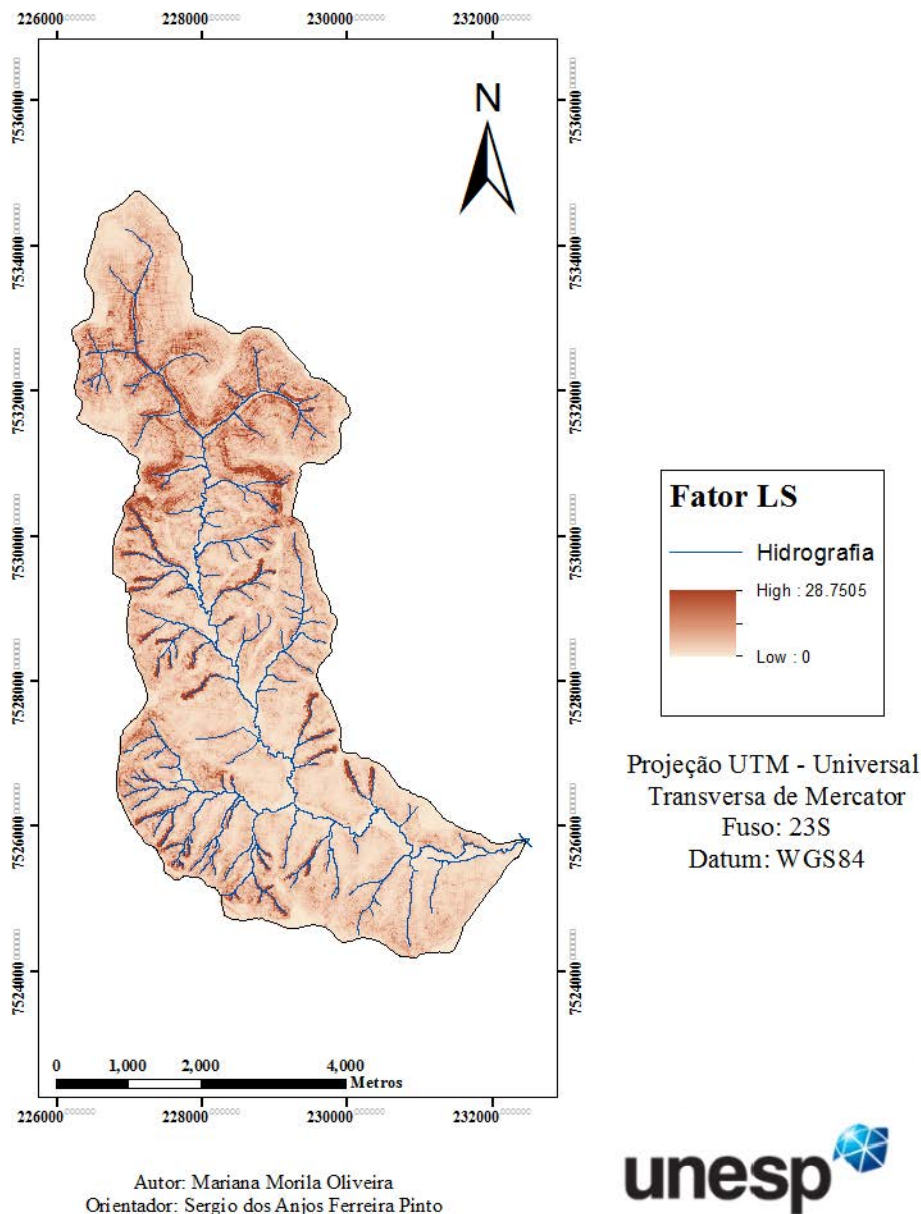


Figura 11: Mapa do fator topográfico

O mapa do fator topográfico (figura 11) é elaborado a partir da combinação das informações dos mapas de extensão da vertente e declividade previamente gerados.

É de suma importância que se compreenda estes dois fatores para que seja possível associá-las aos processos erosivos identificados na área de estudo em questão.

De maneira geral, a bacia apresenta média e baixa sensibilidade na maior parte de sua área. Observa-se uma maior concentração de propensão aos processos erosivos ao

norte da bacia, onde o relevo é mais movimentado, e combinado com a classificação dos solos, encontra-se um solo mais frágil e susceptível à erosão.

## C - Uso da terra/cobertura vegetal/manejo

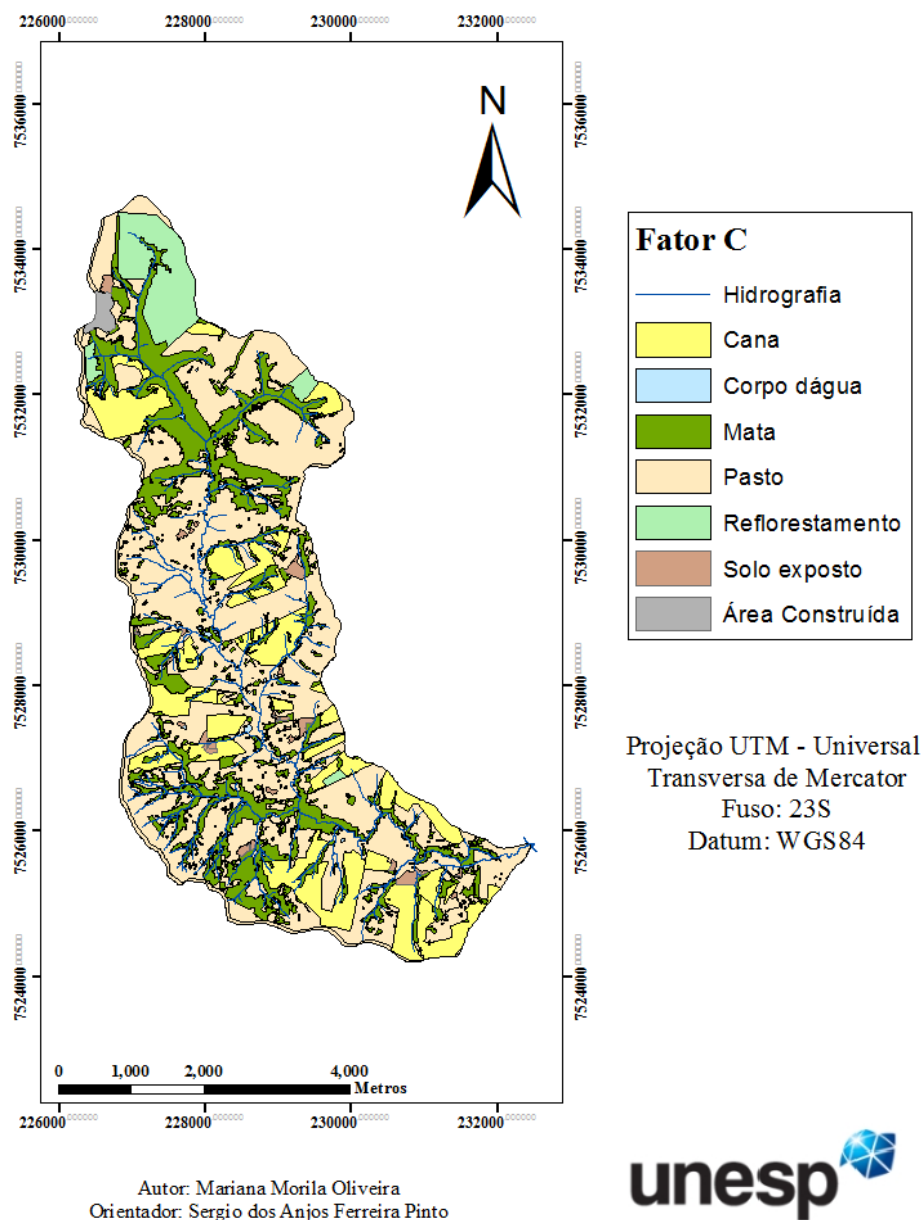


Figura 12: Mapa do fator C da bacia do Ribeirão Jacutinga

Com o auxílio do mapeamento previamente realizado, de imagens orbitais e fotografias aéreas, foi realizado o levantamento e mapeamento referente ao uso da terra/cobertura vegetal/manejo com o objetivo de especificar todas as atividades realizadas na área da bacia do Ribeirão Jacutinga.

O fator C nos dá informações sobre como cada tipo de cobertura e uso do solo responde aos processos erosivos, em determinadas condições. Informações como essas são fundamentais para o planejamento e gestão de áreas rurais, e recuperação de áreas degradadas que sofrem com os processos erosivos. A tabela 7 informa os valores do Fator C para cada tipo de uso, a serem usados na MEUPS.

O mapa da bacia do Ribeirão Jacutinga (figura 12) mostra uma grande quantidade de pasto espalhado por toda a área da bacia, inclusive em lugares onde deveria haver mata ciliar preservada de acordo com a Legislação Ambiental atual. Também se percebe uma quantidade considerável de plantações de cana-de-açúcar. Há mata seguindo a hidrografia ao norte da bacia, e uma pequena ocorrência a sudoeste. Pode ser visto ocorrências de solo exposto, e área construída.

## P - Práticas de Conservação

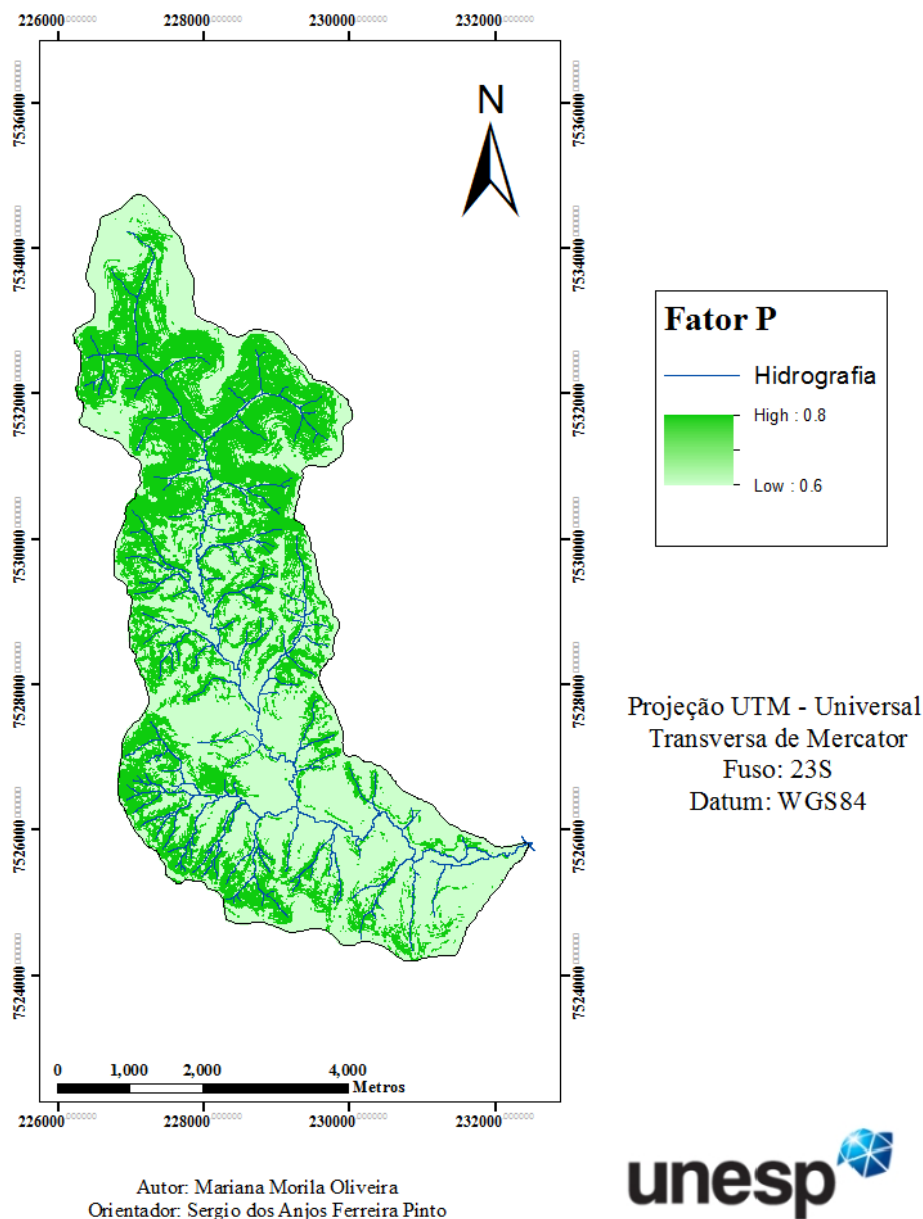


Figura 13: Mapa do fator P da bacia do Ribeirão Jacutinga

O mapa de práticas conservacionistas foi elaborado com base no mapa de declividade, no relevo da área, uso do solo, entre outros.

Práticas conservacionistas são aquelas ações realizadas para mitigar e compensar áreas devastadas pelo uso e/ou manejo inadequados. Estas ações são executadas a partir de um planejamento apropriado. Pode-se citar como exemplos de práticas conservacionistas comumente usadas, controle da erosão, manejo de pastagem, terraços, rotação de culturas, e outras mais.

## Fator Escoamento Superficial (runoff)

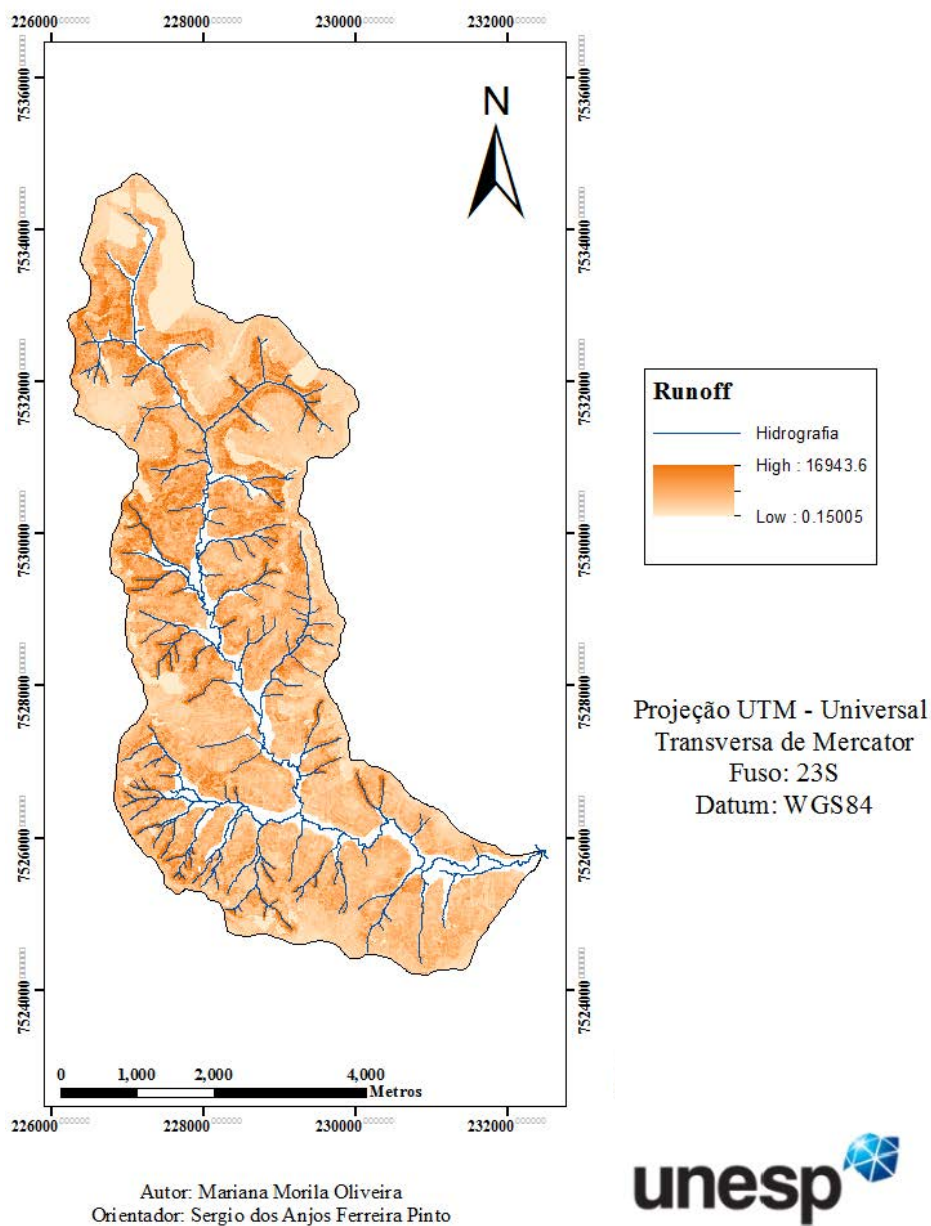


Figura 14: Mapa do fator runoff da bacia do Ribeirão Jacutinga

O fator Runoff é obtido a partir do cruzamento dos fatores Q (volume de escoamento superficial) e  $q_p$  (vazão pico do escoamento superficial).

O fator de escoamento superficial é influenciado por diversas variáveis as quais está submetido. Dessa forma pode-se observar que as áreas com baixos valores do Runoff possuem características pedológicas mais permeáveis, níveis de declividade mais suaves e cobertura vegetal mais presente e adequada.

## PNE - Potencial Natural de Erosão

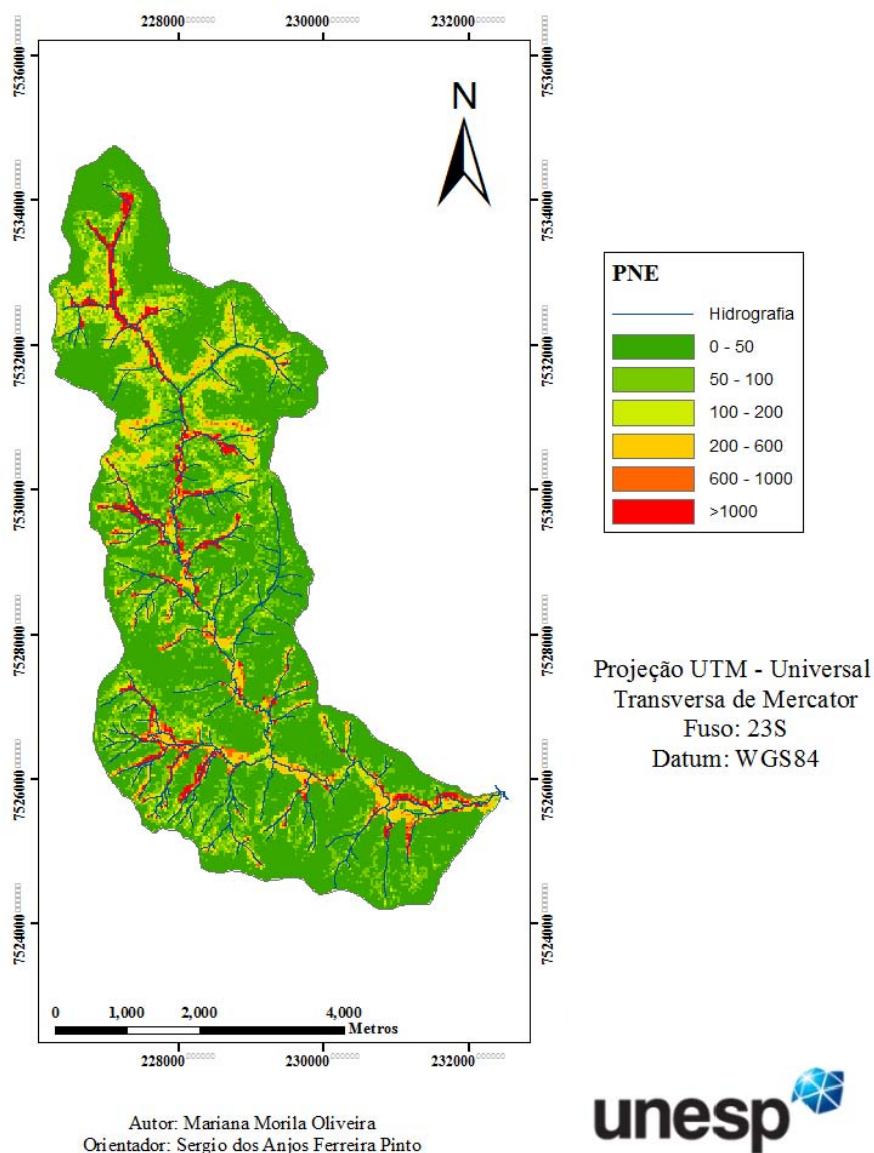


Figura 15: Mapa quantitativo do PNE da bacia do Ribeirão Jacutinga

O potencial natural de erosão é elaborado a partir do cruzamento de informação dos fatores LS (fator topográfico), K (fator erodibilidade), e do Runoff (escoamento superficial).

A área de estudo é caracterizada por intensas interferências antrópicas, como a pastagem e o plantio de cana-de-açúcar. O PNE auxilia no planejamento e gestão desta área, auxiliando na tomada de decisões sobre as melhores áreas os variados usos e manejos.

## PNE - Potencial Natural de Erosão

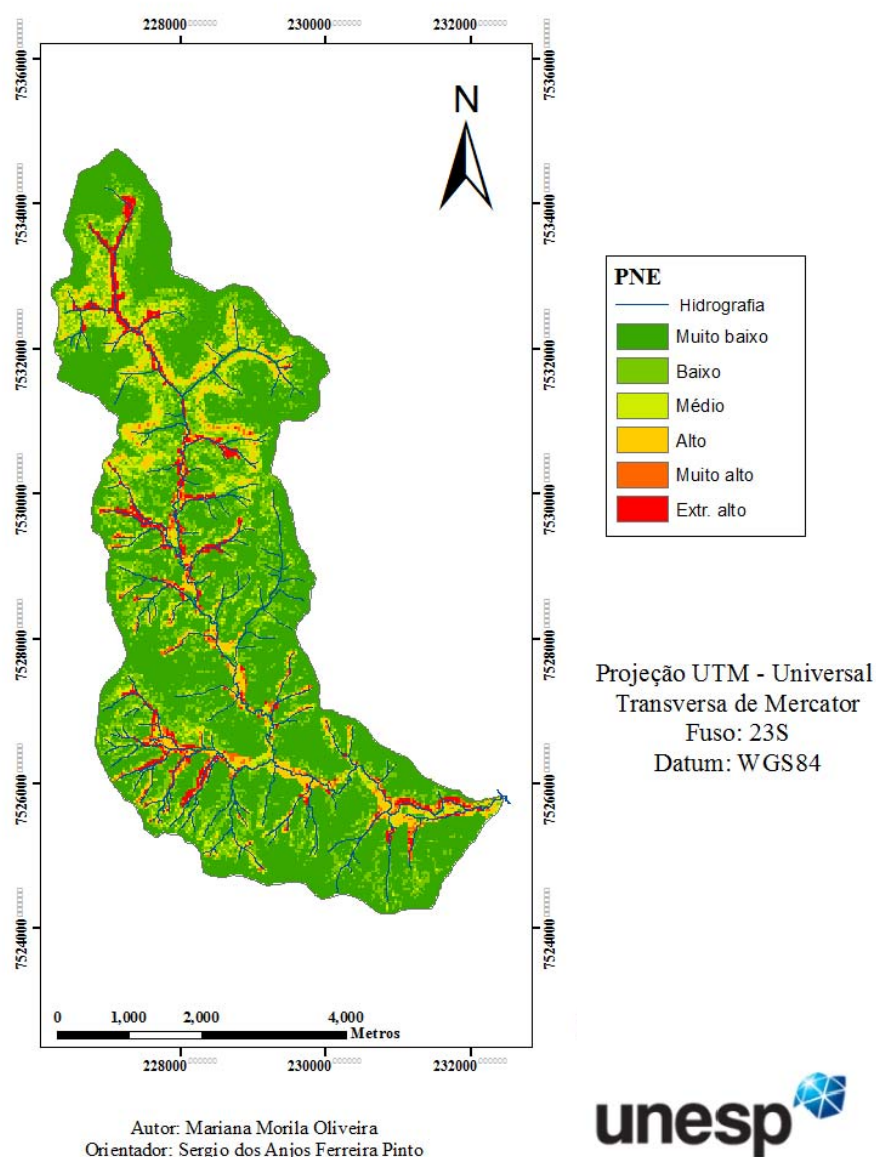


Figura 16: Mapa qualitativo do PNE da bacia do Ribeirão

Os dois mapas informam, quantitativa e qualitativamente, o potencial natural de erosão de toda a área da bacia em estudo. É possível observar que os maiores valores calculados para o PNE se encontram ao longo do curso do Ribeirão Jacutinga, onde é possível encontrar os maiores valores estipulados nas legendas. (tabela 11)

### Cruzamento mapas quantitativo e qualitativo

Classes PNE	PNE (t hc -1 ano-1)
Muito baixo	0-50
Baixo	50-100
Médio	100-200
Alto	200-600
Muito Alto	600-1000
Extremamente Alto	>1000

Tabela 11: valores e classes PNE.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo de bacias hidrográficas com alterações antrópicas é fundamental para a preservação dos recursos naturais dos quais a humanidade é dependente para sua sobrevivência. Dessa forma é necessário que haja uma gestão responsável destes recursos e cada vez mais há a preocupação de diagnosticar as áreas já afetadas por uso e manejo irregular.

O trabalho pretende avaliar as condições da bacia hidrográfica em questão, do ponto de vista das condições do solo e dos recursos hídricos disponíveis, e com a Equação Universal de Perda de Solo Modificada (MEUPS) avaliar a perda de solo que a bacia pode vir a sofrer. Essa predição auxilia na prevenção de alterações ambientais de grande impacto que possam causar danos ao equilíbrio ambiental, antrópico e à produção agrícola.

Ao analisar os produtos cartográficos de maneira integrada se tem uma visão completa das características e atuais condições da bacia do Ribeirão Jacutinga. O cruzamento destas informações esclarece os pontos mais frágeis e propensos à erosão na bacia, observados muitas vezes nas áreas marginais à drenagem, e com mais intensidade ao norte da bacia.

Análises, como esta, são fundamentais para o planejamento rural e gestão de recursos adequados, disponibilizando dados relevantes para a avaliação das condições ambientais da área. Um bom planejamento seguido de uma gestão apropriada são condições indispensáveis para que a utilização de recursos naturais e financeiros seja

empregada da maneira mais satisfatória e pertinente, respeitando as limitações e as fragilidades do meio ambiente.

## 7. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. F. M. **Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista**. Boletim IGC, São Paulo, n. 41, p. 169-263, 1964.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 7. ed. São Paulo: Editora Ícone, 1986 – 2010.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. **Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. 1.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

CEAPLA/UNESP. Atlas ambiental da bacia do rio Corumbataí. Rio Claro: CEAPLA/IGCE/Unesp, 2001.

CHAVES, H. M. L. **Análise global de sensibilidade dos parâmetros da equação universal de perda de solo modificada (MEUPS)**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, n.15, v.3, p. 345-350, 1991.

COGO, N.P. **Effect of residue cover, tillage induced-roughness, and slope lenght on erosion and related parameters**. West Lafayette: Purdue University, 1981. 346p. These Doctored.

DESMET, P.J.J; GOVERS, G. A GIS procedure for automatically calculating the USLE LS factor on topographically complex landscape units. **Journal of Soil and Water Conservation**. v.51, n.5, p.421-433, 1996.

DONZELI, P.L.; VALÉRIO FILHO, M.; PINTO, S.A.F.; NOGUEIRA, F.P.; ROTTA, C.L.; LOMBARDI NETO, F. **Técnicas de sensoriamento remoto aplicadas ao diagnóstico básico para o planejamento e monitoramento de microbacias hidrográficas**. Campinas: Documentos IAC, v. 29, p. 91-119,1992.

DONZELI, P.L.; PINTO, S.A.F.; LOMBARDI NETO, F.; VALÉRIO FILHO, M.; VALERIANO, M.M. **Modelo MUSLE e sistemas de informações geográficas aplicados ao estudo de pequenas bacias hidrográficas**. Trabalho apresentado na X Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água (Florianópolis-SC). Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Resumos, p.140, 1994.

DULEY, F. L. **Surface factors affecting the rate of intake of water by soils**. Soil Science Societed of American Journal, v.4, 1939.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de classificação dos solos**. Rio de janeiro: Embrapa Solos, 1999.

- GENOVEZ, A.M. **Avaliação dos Métodos de Estimação das Vazões de Enchente para Pequenas Bacias Rurais do Estado de São Paulo.** Campinas 1991. Tese Livre Docência.
- GRAY, D. & SOTIR, R. **Biotechnical and Soil Bioengineering Slope Stabilization.** John Wiley & Sons Inc., Nova Iorque, 1996.
- JIMENO, C. L. **Manual de Estabilización y Revestación de Taludes.** Entorno Grafico, S.L., Madrid, 1999.
- MONTEIRO, C.A.F. **A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo: estudo geográfico sob forma de Atlas.** São Paulo: Instituto de Geografia - USP, 1973.
- MORETTI, L.R. **Avaliação da erosão superficial em pequenas bacias hidrográficas rurais.** São Paulo, Universidade de São Paulo, 2001. Tese de Doutorado.
- PENTEADO, M. M. **Contribuições ao estudo do clima do Estado: caracterização da área de Rio Claro/SP.** Notícia Geomorfológica, Campinas, n.º 11 (VI), p. 33-39, 1966.
- PEREIRA, L.H. **Caracterização da erosão hídrica laminar do solo em bacia hidrográfica com base na malha fundiária, por meio de sensoriamento remoto, geoprocessamento e modelagem.** Rio Claro, SP: UNESP, 2010. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós- Graduação em Geografia, UNESP, Rio Claro, 2011.
- PINTO, S. A. F. **Contribuição metodológica para análise de indicadores da erosão do solo utilizando técnicas de sensoriamento remoto, geoprocessamento e modelo predictivo.** Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro (SP) 1996. Tese de Livre-Docência.
- POMIANOSKI, D. J. W. **Perdas de solo e água em sistemas agroflorestais da bracinga (*Mimosa scabrella* Bentham) em diferentes declividades e manejos.** Curitiba: UFPR, 2005. 91p. Dissertação Mestrado.
- PRUSKI, F.F. **Aplicação de modelos físico-matemáticos para a conservação de água e solo.** In: Silva, D.D.; Pruski, F.F. Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura. Brasília. MMA-SRH-ABEAS, 1997.
- RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de Avaliação da aptidão Agrícola das terras.** Rio de Janeiro: Embrapa –CNPS, 1995.
- ROSS, J.L.S. & MOROZ, I.C. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo.** São Paulo: USP, v. I e II, 1997. p. 64.
- SILVA, M. L. N.; CURI, N.; FERREIRA, M. M.; LIMA, J. M.; MARQUES, J. J. G. S. M.; LIMA, L. A. **Resistência ao salpico provocado por impacto de gotas de chuva**

**simulada em Latossolos e sua relação com características químicas e mineralógicas.** Ciência & prática, v.19, n.2, 1995.

SCHNEIDER, R. F. ,MUHLMANN, H. E.. , MEDEIROS, R. A. , DAEMON, R. F. NOGUEIRA, A. A. Revisão Estratigrafica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 1974. **Anais SBG.** v .1, n. 28, p. 41-65. Porto Alegre, 1974.

SPATTI JUNIOR, E. **Avaliação Ambiental, Caracterização da Qualidade de Água e Transporte de Sedimentos na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Monjolo Grande (SP).** Dissertação de Mestrado. Rio Claro, 2011.

SOUSA, M.O.L. **Evolução tectônica dos altos estruturais de Pitanga, Artemis, Pau d'Alho e Jibóia – centro do estado de São Paulo.** Universidade Estadual Paulista – UNESP, Rio Claro, Tese de Doutorado, 2002, 206p.

SOARES, P. C.; LANDIM, P. M. B. Aspectos da estratigrafia da Bacia do Paraná no seu flanco nordeste. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 1973. **An. XXVII Cong. Bras. Geol.** V. 1, p. 243-256. Porto Alegre, 1973.

WILLIAMS, J. R.; BERNDT, H. D. **Determining the universal soil loss equation length-slope factor for watersheds,** In: SCSA. Ed. Soil erosion: prediction and control, Ankeny, 1977.

WISCHMEIER, W. H. & SMITH, D. D. **Predicting Rainfall Erosion Losses from Cropland East of the Rocky Mountains.** Washington: USDA Handbook, 1965.

WISCHMEIER, W. H. & SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning.** Washington: USDA, 1978.