

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS
EM EVENTOS CHUVOSOS NA BACIA
HIDROGRÁFICA EXPERIMENTAL DE
SÃO MARTINHO DA SERRA-RS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Raniere Gustavo Sangoi

Santa Maria, RS, BRASIL

2007

**AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS EM
EVENTOS CHUVOSOS NA BACIA HIDROGRÁFICA
EXPERIMENTAL DE
SÃO MARTINHO DA SERRA-RS**

Por

Raniere Gustavo Sangoi

Dissertação apresentada ao curso de mestrado do
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil,
Área de concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental,
da Universidade Federal de Santa Maria
(UFSM), requisito para obtenção do grau de **Mestre**.

Orientador: Prof. Dr. João Batista Dias de Paiva

Santa Maria, RS, Brasil

2007

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS EM EVENTOS
CHUVOSOS NA BACIA HIDROGRÁFICA EXPERIMENTAL DE
SÃO MARTINHO DA SERRA.**

elaborada por

Raniere Gustavo Sangoi

como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Civil

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof^o. Dr^o. João Batista Dias de Paiva (CT/UFSM)

(Presidente/Orientador)

Prof^a. Dr^a. Nilza Maria dos Reis Castro - IPH - UFRGS

Prof^a. Dr^a. Maria do Carmo Cauduro Gastaldini (CT/UFSM)

Santa Maria, 19 de Novembro de 2007.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais que sempre foram exemplo de carinho, amor, e luta.

Dedico também a meus amigos de festas e estudos, aos guris da aditivada, colegas, funcionários e em especial ao meu orientador.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor João Batista Dias de Paiva pela orientação, amizade durante o desenvolvimento do trabalho.

A professora Eloiza Maria Cauduro Dias de Paiva pela coorientação dada.

Ao técnico Alcides Sartori, pelos trabalhos de campo e coleta dos dados.

Aos bolsistas de iniciação científica Felipe Dalmaso, Deise Caroline Albiero Marçal, Luciano Faustino Da Silva, Saimon Abelin, Fabio Beling pelo auxílio nos trabalhos de campo, análises de laboratório, formatação do trabalho e pela amizade.

A colega Engenheira Mestre Cíntia Dotto, colega Engenheira Mestre Nadia Bonumá e Engenheira Mestre Lorenza Oppa pela compreensão e auxílio nas horas de dúvidas e pela suas amizades.

Aos colegas de laboratório José Astério Rosa do Carmo pelo auxílio, amizade e compreensão no decorrer do trabalho.

Aos meus pais, que não se contentaram em me presentear com a vida, mas sim em abrir as portas do meu futuro. Se doaram por inteiro, dando testemunho, me incentivando sempre a prosseguir nesta jornada.

As minhas amigas de festas e amizade e ajuda.

A aqueles que aqui não cito, mas que de alguma forma sempre me apoiaram e deram carinho, obrigado.

Ao CT-HIDRO- Fundo Setorial de Recursos Hídricos pela bolsa de estudo concedida.

A Fapergs e Cnpq e CT-HIDRO agradeço pelos fundos investidos no desenvolvimento do estudo.

LISTA DE REDUÇÕES

A -	Área
ABNT -	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA -	Amostrador de nível ascendente
AND -	Amostrador de nível descendente
B -	Coefficiente de Propagação.
c -	Concentração em mg/L
C -	Fator de uso e manejo do solo
D -	Diâmetro da partícula em milímetros
D50 -	Diâmetro representativo do grão na bacia considerada
I -	Capacidade mínima de infiltração do solo
Ia -	Perdas iniciais da chuva (milímetros)
IKONOS -	Satélite que produz imagens da terra com resolução de 1m
K -	Fator de erodibilidade do solo em ha.t.h.ha-1.MJ-1mm-1
ka -	Porcentagem de matéria orgânica
kb -	Coefficiente relativo a estrutura do solo
kc -	Classe de permeabilidade
L -	Comprimento da rampa (m)
le -	Largura retangular equivalente
Le -	Comprimento do retângulo equivalente
L -	Comprimento do rio principal
LS -	Fator conjunto de comprimento e declividade
mg/L -	Miligramas por litro
MUSLE -	Equação Universal da Perda de Solo Modificada
CN -	Número da curva do SCS
P -	Fator de práticas conservacionistas
Per -	Perímetro
Q -	Vazão
qp -	Vazão de pico
Qs -	Volume do escoamento superficial
R -	Fator de escoamento
s -	Capacidade de armazenamento de umidade no solo
S -	Declividade da rampa (%)
SCS -	Soil Conservation Service
SWAT -	Soil and Water Assessment Tool
Tc -	Tempo de concentração
Ti -	Tempo de percurso da sub-bacia até a saída da bacia em horas
T^p -	Tempo de pico
US-DH-48 -	Amostrador integrador na vertical
v -	Velocidade (m/s)
Y -	Produção sedimentos da bacia em toneladas
Tr -	Tempo de recessão

RESUMO

Dissertação de Mestrado

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS EM EVENTOS CHUVOSOS NA BACIA HIDROGRÁFICA EXPERIMENTAL DE SÃO MARTINHO DA SERRA.

Autor: Raniere Gustavo Sangoi

Orientador: João Batista Dias de Paiva

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 19 de Novembro de 2007.

O intenso uso do solo e recursos naturais em geral, tem mostrado a importância de estudos e pesquisas nas áreas referentes ao transporte e deposição de sedimentos nas bacias hidrográficas, conseqüentemente a produção de sedimentos é objeto de preocupação em todas as situações referentes à gestão do uso do solo e da água.

O principal objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de sedimentos na Bacia experimental de São Martinho da Serra (região chamada arroio Lajeado Grande) através do monitoramento dos recursos hídricos no Município de São Martinho da Serra.

A metodologia utilizada foi medida de descarga líquida no campo, coleta de amostras de sedimentos em suspensão e do material de fundo, coleta e análise de dados de precipitação, análises de laboratório para determinação da concentração de sedimento em suspensão e, para determinação da distribuição granulométrica do material em suspensão e do material de fundo. Para tanto, foram determinadas as curvas chave de vazão e de sedimentos nas sessões em estudo. Foi medido o maior numero de eventos possíveis no período estudado (23/12/2005 a 15/06/2007). Com a coleta de dados nos equipamentos instalados à montante e jusante do local de estudo e com ajuda de um pluviômetro instalado próximo ao local foi possível tirar dados de cota, vazão e precipitação. Seis métodos de cálculo foram aplicados para determinar a produção de sedimento em eventos chuvosos. Tais métodos foram escolhidos devido a disponibilidade de dados observados e calculados.

O método que forneceu melhor ajuste dos resultados calculados aos dados medidos de produção de sedimento, foi a MUSLE, aplicada por sub-bacias, utilizando a altura e a duração da chuva efetiva observada (Hef).

Palavra chave: Recursos Hídricos, Produção de Sedimentos, Bacia Hidrográfica.

ABSTRACT

M.S. Dissertation

Post Graduation Program on Civil Engineering

Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brazil

EVALUATION OF THE PRODUCTION OF SEDIMENTS IN

RAINFALL EVENTS IN SÃO MARTINHO DA SERRA

EXPERIMENTAL BASIN

Author: Raniere Gustavo Sangoi

Advisor: João Batista Dias de Paiva

It dates and Place of the Defense: Santa Maria, 19 of November of 2007

The intense use of the soil and natural resources emphasizes the importance of researching fields related to sediment transport and sediment deposition in catchments. Consequently sediment yield is object of concern in situations regarding the land use and water resources management.

The main objective of this research was to evaluate the sediment yield at Sao Martinho da Serra experimental catchment (region named Lajeado Grande). Such evaluation was accomplished by monitoring the water resources in the specific region.

The field methodology included liquid discharges measurements, rainfall data collection, suspended sediment and bed material sampling, included tests to determine suspended sediment concentration and particle size distribution for the suspended and bed material. Sediment and flow rating curves were produced to the specific catchment. The largest possible number of rainfall events was monitored during the research period (23/12/2005 a 15/06/2007). The water level and the discharge measurements were carried out upstream and downstream to the studying area. Rainfall data were obtained from the rain gauge installed next to the area. Six methods were applied to calculate the sediment yield during rainfall events. Such methods were chosen according the measured data availability.

The best adjust between sediment yield measured and calculated values was obtained with the application of MUSLE, which was applied by sub-catchments and relates the sediment yield to the observed effective rainfall (Hef).

Key words: Water resources, Sediment Yield, Catchment.

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO.....	12
2 – OBJETIVOS.....	13
2.1 – Objetivo Geral.....	13
2.2 – Objetivo Específico.....	13
3 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
3.1 – Importância do estudo sedimentométrico em rios e dados de campo.....	13
3.2 – Transporte de sedimentos.....	14
3.3 – Processos de erosão em bacias hidrográficas.....	15
3.4 – Amostradores de sedimentos.....	18
3.5 – Modelos de quantificação da produção de sedimentos.....	19
3.6 – Estudo do uso do solo.....	34
3.7 – Caracterização das medidas pluviométricas.....	34
3.8 – Medidas hidrossedimentométricas.....	35
3.8.1 – Estimativa da produção de sedimentos e critérios de avaliação..	35
3.9 – Vertedores e calhas.....	35
3.10 – Medições de vazões.....	36
3.11 – Traçado das curvas granulométricas.....	36
4 – METODOLOGIA.....	37
4.1 – Localização da Bacia Hidrográfica de São Martinho da Serra	38
4.2 – A Bacia Hidrográfica em Estudo.....	39
4.2.1 – Localização da área de estudo.....	39
4.3 – Equipamentos utilizados.....	41
4.3.1 – Amostrador de Nível Ascendente – ANA.....	41
4.3.2 – Amostrador de Nível Descendente – AND.....	42
4.3.3 – Amostrador USDH-48 (AMS-1).....	45
4.4 – Métodos de análises laboratoriais.....	46
4.4.1 – Análise granulométrica do material em suspensão e do material do leito.....	46
4.4.2 – Método do Tubo de retirada pelo fundo.....	47
4.4.3 – Método de evaporação – análise de concentração de sedimentos.....	48

4.4.4 - Pipetagem.....	49
4.4.5 – Análise do sedimento em suspensão.....	49
4.5 – Descarga líquida.....	49
4.6 – Dados de precipitação.....	50
4.7 – Dados fluviométricos.....	50
4.8 – Análise dos dados de precipitação e dados fluviométricos.....	51
4.9 – Estudo do uso do solo.....	52
4.9.1 – Mapa de uso e cobertura do solo.....	53
4.9.2 – Mapa topográfico.....	54
4.9.3 - Rede de drenagem da Bacia Hidrográfica em estudo.....	55
4.10 – Calculo de Vazão.....	57
4.11 – Uso da Equação Universal de Perda de Solo Modificada (MUSLE) para determinação da produção de sedimento.....	59
4.12 – Calculo do Parâmetro de propagação de sedimento (B), Proposto por Williams(1975).....	63
5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	63
5.1 – Economia local e uso do solo.....	63
5.2 – Precipitação.....	64
5.3 – Dados da Estação Pluviométrica.....	64
5.4 – Vazão.....	65
5.5 – Dados Sedimentológicos.....	66
5.5.1 – Concentração de sedimentos em suspensão.....	66
5.2.2 – Analise Granulométrica.....	68
5.5.2.1 – Material do leito.....	69
5.6 – Análise da curva chave de sedimento e vazão.....	72
5.7 – Resultados dos parâmetros do SCS - CN.....	73
5.8 – Curva chave de produção de Sedimentos.....	74
5.9 – Resultados dos parâmetros da MUSLE.....	75
5.10 – Perda de solo medida e perda de solo calculada pela MUSLE.....	77
5.11 – Sub - Bacias.....	79
5.12 – Mapa Clinográfico.....	82
5.13 – Hidrossedimentogramas.....	119
6 – CONCLUSÕES.....	123
7 – REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	124

ANEXOS.....	130
--------------------	------------

1 - INTRODUÇÃO

A grande intensidade de uso do solo e dos recursos hídricos tem mostrado a importância de quantificar o transporte do sedimento, principalmente seu comportamento com relação à deposição nas bacias hidrográficas, constitui, objeto de preocupação e estudos crescentes em todas as situações referentes à gestão do uso e manejo de recursos naturais como solo e água.

Por mais que a erosão, transporte e deposição do material erodido em leitos de cursos hídricos seja comprovadamente um processo natural, a utilização indevida do solo tem uma contribuição altamente negativa principalmente no caso deste estudo onde nessa Bacia Hidrográfica estão presentes atividades de mineração de pedras preciosas. Os processos de medição e coleta de informações no campo são de grande importância, uma vez que permitem avaliar ao longo do tempo os impactos dessas atividades sobre a produção, transporte e deposição de sedimentos nos leitos dos cursos d'água situados a jusante. De forma a verificar a eficiência das medidas de controle.

O estudo da sedimentologia fluvial tem se tornado a cada dia mais importante na solução de problemas como assoreamento de reservatórios, mudança da seção do rio, diminuição da qualidade da água. Para tanto se torna indispensável a coleta dos dados de campo. Conforme Paiva et al (2000) “o conhecimento do aporte de sedimentos em bacias hidrográficas é extremamente importante no planejamento e gestão dos recursos hídricos”. Tais informações são fundamentais no dimensionamento e operação de obras hidráulicas, interferindo decisivamente nos custos de implantação e manutenção de tais sistemas. Porém os custos envolvidos nestes monitoramentos são elevados. Devido a escassez de informações medidas a campo, os modelos hidrossedimentológicos fornecem estimativas que podem auxiliar a suprir tais lacunas.

Os resultados obtidos do confronto de tais modelos com informações medidas têm demonstrado, por outro lado, grandes discrepâncias com a realidade. Esta realidade indica a importância de se ampliar às informações diretas e auxiliar no aprimoramento e calibração dos métodos e modelos de estimativa de produção de sedimentos.

Essa bacia se apresenta como área de grande potencial para desenvolvimento de estudos referentes à perda de solo, produção de sedimento e uso dos recursos hídricos uma vez que nela são desenvolvidas atividades de agricultura de subsistência e de mineração de pedras preciosas, tendo sido esta a motivação do presente estudo.

2 - OBJETIVOS

2.1 - Objetivo Geral

Esta pesquisa teve como objetivo geral avaliar a produção de sedimento produzido em uma pequena bacia hidrográfica de encosta, em termos hidrológicos e sedimentológicos.

2.2 - Objetivo Específico

Este trabalho tem como objetivo específico quantificar a produção de sedimentos na Bacia Experimental do arroio Lageado Grande, em São Martinho da Serra, localizada na região central do estado do Rio Grande do Sul, visando avaliar o efeito das atividades nela desenvolvidas, agricultura e mineração de pedras preciosas, sobre a produção, transporte e deposição de sedimentos nos cursos d'água de jusante, através de monitoramento hidrossedimentométrico.

3 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 - Importância do estudo sedimentométrico em rios e dados de campo

Os sedimentos transportados junto à superfície do solo movem-se por salpico, rolagem e arraste e são constituídos de partículas, cujo movimento é altamente dependente da capacidade de transporte. Um decréscimo na capacidade de transporte causa a imediata deposição dessas partículas. Já os sedimentos em suspensão, os quais estão uniformemente distribuídos na lâmina de água escoada superficialmente, não são depositados imediatamente devido ao decréscimo na capacidade de transporte. Esse retardamento é resultado da pequena velocidade de sedimentação das partículas em suspensão (GRAF, 1971; BORDAS & SEMMELMANN, 1993).

Este tipo de estudo e o conhecimento de fatores responsáveis por perda de solo,

seu transporte e a deposição no decorrer do curso do rio são relevantes, pois servem como ponto inicial para determinação e elaboração de medidas mitigadoras e compensatórias para utilização adequada dos recursos naturais disponíveis.

3.2 - Transporte de sedimentos

A quantidade de material transportado ou depositado num rio depende de uma série de condições divididas em dois grupos de variáveis (SIMONS & SENTÜRK, 1976). No primeiro grupo estão as variáveis que influenciam na quantidade e na qualidade do sedimento transportado. No segundo grupo estão as variáveis que influenciam na capacidade do rio de transportar aquele sedimento. Segundo Carvalho (1994), os sedimentos que chegam ao rio têm granulometria variada e terão transporte variado conforme as condições locais e de escoamento. Esta variação é função do tamanho, peso e forma da partícula. Ela pode permanecer em suspensão ou no fundo do rio, saltando do leito para o escoamento, deslizando ou rolando ao longo do leito. As formas de transporte podem ser definidas como:

- Carga sólida de arrasto: partículas que rolam ou escorregam longitudinalmente no curso d'água;
- Carga sólida saltante: partículas que pulam ao longo do curso d'água por efeito da correnteza ou devido ao impacto de outras partículas;
- Carga sólida em suspensão: partículas que estão suportadas pelas componentes verticais da velocidade, enquanto são transportadas pelas componentes horizontais destas velocidades.

Os vários tipos de problemas causados pelos sedimentos dependem da quantidade e natureza dos mesmos, fatores estes que são dependentes dos processos de produção, transporte e deposição (PAIVA et.al, 1995). Proporcionam três tipos de prejuízos: no local de origem, no trecho onde transitam e no local de deposição (MEYER, 1972).

Sabe-se que nem todo o sedimento que passa por uma seção transversal de um curso d'água é governado com a mesma lei (UMEZAWA, 1979). Os sedimentos que alcançam os cursos d'água se apresentam com diversas granulometrias, sofrerão diversos processos de transporte, correspondente com as condições do local e escoamento (CARVALHO, 1994).

Existem duas maneiras de se avaliar o transporte de sedimentos nos leitos fluviais

(BRANCO, 1998):

1. Através do uso de formulas empíricas de transporte de sedimentos, onde se relaciona a carga sólida com parâmetros do fluido, do escoamento e do material transportado.
2. Através de medições diretas de vazão líquida e concentração de sedimentos numa seção de medida no curso d'água. Esta medição deve ser feita periodicamente e durante um determinado intervalo de tempo que seja de caráter representativo.

Quanto a produção de sedimentos (SILVEIRA, 1982) é da relação entre a capacidade de transporte do escoamento e da descarga de abastecimento que ocorre o transporte ou a deposição dos sedimentos.

A maior parte da descarga sólida é representada, segundo Carvalho (2000), pelo sedimento em suspensão, chegando a representar 95% da descarga sólida total. Por esta razão e pela facilidade de determinação, a maior parte dos eventos individuais somente contemplam o sedimento em suspensão. Conforme Carvalho (1994) a quantidade de sedimentos transportados por um curso d'água forma uma onda que acompanha a onda de enchente de três formas diferentes: pico de concentração de sedimentos se atrasando em relação ao pico de vazão, simultaneidade do pico de concentração de sedimentos e da vazão, pico de concentração de sedimentos se antecipando ao pique de vazão, que é a situação mais comum.

3.3 - Processos de erosão em bacias hidrográficas

A utilização e o manuseio do solo estão diretamente relacionados com a perda de solo, e esse processo origina geralmente a erosão que ocorre de diferentes formas (FIGUEREDO, 1989).

A superfície do solo, não explorado, é naturalmente coberta por uma camada de terra rica em nutrientes inorgânicos e materiais orgânicos que permitem o crescimento das vegetações; se essa camada é retirada, esses materiais desaparecem e o solo perde a propriedade de fazer crescer vegetações.

As águas da chuva quando arrastam o solo, quer ele seja rico de nutrientes e materiais orgânicos, quer ele seja árido, provocam o enchimento dos leitos dos rios e lagos com esses materiais. E esse fenômeno de enchimento se chama assoreamento.

A chuva é, sem dúvida, a causa principal para que ocorra a erosão, sendo evidente que quanto maior sua quantidade, intensidade e frequência, maior será a influência no

fenômeno. Se o terreno tem pouca declividade, a água da chuva irá escoar menos e menor será o processo erosivo. Quando o há vegetação, o impacto da chuva será atenuado porque o solo estará mais protegido. A velocidade de escoamento e o impacto das gotas da chuva no solo ficará atenuada devido aos obstáculos (a própria vegetação) com isso a erosão diminui. As raízes dão sustentação mecânica ao solo tornando-o menos erodível. Além disso, as raízes mortas propiciarão canais para dentro do solo onde a água pode penetrar, diminuindo a água escoada na superfície.

As gotas de chuva que golpeiam o solo contribuem para a erosão da seguinte maneira:

- desprendem as partículas do solo no local do impacto;
- transportam, por salpicamento, as partículas desprendidas;
- imprimem energia em forma de turbulência à água da superfície. A água que escorre na superfície de um terreno, principalmente nos minutos iniciais, exerce uma ação transportadora. A desagregação das partículas de solo da massa do solo ocorre devido à energia cinética contida nas gotas de chuva e no escoamento superficial (UFRA,2007).

Quando a gota de chuva impacta sobre a superfície do solo, a energia cinética desta gota realiza o trabalho de desagregar o agregado de solo, lançando gotículas de água e fragmentos de solo em todas as direções, num processo chamado de erosão por salpicamento, chegando atingir 0,80 m de altura e até um metro de distância. Quanto maior o volume das gotas, maior será o impacto e em consequência, maior será o volume de partículas minerais e orgânicas soltas (UFRA,2007).

A natureza do solo (textura, estrutura, porosidade), a cobertura vegetal (quantidade e tipo) e o uso e manejo também influenciam na intensidade de desagregação. Esta fase é tão importante que é considerada como um tipo de erosão. Esta fase é considerada como a fase mais importante no processo de erosão, porque se ela não se realizar, as outras também não se realizam (UFRA,2007).

O transporte é o movimento das de solo sobre a vegetação do solo. Na erosão por salpicamento, esta fase ocorre quase simultaneamente com a desagregação. As partículas transportadas pelo salpicamento poderão cair em um local de onde não poderão mais e mover, ou cair em um local novamente sujeito ao impacto das gotas ou ainda cair diretamente sobre o escoamento superficial, que poderá transportar esta partícula a uma longa distancia antes que seja depositada (UFRA,2007).

É preciso considerar no transporte o tamanho e a densidade das partículas, a força do agente, a topografia do terreno e a presença ou de obstáculos (vegetação, pedras, restos vegetais, etc).

A capacidade de transportar o sedimento depende da força do agente (energia cinética $EC = MV^2/2$), neste caso a massa de água e a velocidade com que se desloca. A carga de sedimentos é taxa de transporte real e pode ser maior ou menor que a capacidade de transporte. Se a carga de sedimentos for maior que a capacidade de transporte, vai ocorrer a deposição, que será tanto maior quanto maior for a diferença entre a carga de sedimentos e a capacidade de transporte. Quando a carga de sedimentos é menor que a capacidade de transporte, o escoamento superficial poderá desagregar o solo. Neste sentido, fica fácil entender que quanto mais limpa a água do escoamento superficial, maior será a capacidade de desagregação (UFRA,2007).

A deposição ou assentamento é a parada do solo desagregado. É o fim da fase de transporte e acontece quando o agente perde a força (velocidade e/ou massa), encontra obstáculos que podem mudar a direção, dividir o seu volume, diminuir a sua velocidade. A deposição é seletiva por tamanho. Primeiro se depositam as partículas maiores e mais pesadas, posteriormente as partículas mais finas e por ultimo se depositam as partículas finas, como a argila (UFRA,2007).

Algumas partículas poderão se depositar a uma distancia de poucos milímetros de onde foram desalojadas, outras poderão ser transportadas por centenas de quilômetros ate se depositarem nos oceanos.

O assentamento de argila acontece principalmente quando a água está parada. Argilas muito finas só sedimentam quando ocorre a evaporação da água.

Outro fator importante são as chuvas freqüentes que saturam o solo e tendem a diminuir a absorção da água da chuva, acarretando o escoamento superficial. Muitas ações atribuídas ao homem apressam o processo de erosão:

- a) O desmatamento, pelas razões já citadas, desprotege o solo da ação de chuva.
- b) A construção de moradias em encostas que, além de desmatar, tem a erosão acelerada devido à declividade do terreno.
- c) Técnicas agrícolas inadequadas, quando se promovem desmatamentos extensivos para dar lugar a áreas plantadas.
- d) A ocupação do solo, impedindo grandes áreas de terrenos de cumprirem com seu papel de absorvedor de água e aumentando, com isso, a potencialidade do

transporte de materiais, devido ao escoamento superficial.

Sem levar em conta os efeitos poluidores da ação da erosão, tem-se que considerar dois aspectos nocivos dessa ação: o primeiro, devido ao assoreamento que preenche o volume original dos rios e lagos e como consequência, vindas as grandes chuvas, esses corpos d'água extravasam, causando cheias com grandes consequências; o segundo é que a instabilidade causada nas partes mais elevadas podem levar a deslocamentos repentinos de grandes massas de terra e rochas que desabam talude abaixo, causando, no geral, grandes tragédias.

A erosão destrói os solos e deteriora as águas e é um problema muito sério em todo o mundo. Devem ser adaptadas práticas de conservação de solo para minimizar o problema. Em terras cobertas por floresta, a erosão é muito pequena e quase inexistente. Todavia, é um processo natural sempre presente e importante para a formação dos relevos. O problema ocorre quando o homem destrói as florestas para uso agrícola e deixa o solo exposto, podendo levar a desertificação. Alguns sedimentos são depositados por pouco tempo no leito dos rios, pois eventos podem ressuspê-los e movê-los através de sistema de transporte fluvial (FOSTER, 1982).

Considera-se efeitos poluidores, os arrastamentos que encobrem porções de terrenos férteis, tendo como possível consequência a morte da fauna e flora do fundo dos rios e lagos por soterramento. Esses efeitos também causam turbidez nas águas, dificultando a ação da luz solar na realização da fotossíntese (importante para a purificação e oxigenação das águas), arrastando biocidas e adubos até os corpos d'água e causando desequilíbrio na fauna e flora desses corpos d'água. Contudo, os sedimentos transportados podem trazer benefícios, tais como: Obtenção de materiais ou minérios, aproveitamento de depósitos, ricos em nutrientes, para uso em plantações, veículo de matéria orgânica e micro organismos que equilibram a fauna fluvial, entre outros (SCAPIN, 2005).

3.4 - Amostradores de sedimentos

Uma estação sedimentométrica é uma seção no curso d'água para medições de descarga sólida. O local escolhido deve ser junto à estação fluviométrica e os requisitos de escolha do local são os mesmos. Conforme Carvalho (1994) os equipamentos para a amostragem de sedimentos (mistura água/sedimento) para medição indireta da descarga

em suspensão, podem ser divididos em três categorias:

- Amostradores instantâneos: coletam um volume de água/sedimento pelo fechamento instantâneo por meio de dispositivos nas extremidades do recipiente;
- Amostradores por integração: acumulam no recipiente a mistura água/sedimento em um certo tempo pela retirada do fluxo ambiente através de um pequeno bico ou bocal. Podem ser pontuais ou integradores na vertical.
- Amostradores por bombeamento: retiram a mistura água/sedimento através de um orifício pela ação de bombeamento. Podem ser pontuais ou integradores na vertical.

Abaixo estão listados alguns dos principais amostradores de sedimentos em suspensão utilizados:

- Amostrador US-DH-48, com denominação nacional AMS-1, é integrador na vertical para profundidades de até 1,5 metros, para coleta de amostra em suspensão.
- Amostrador US-DH-59, com denominação nacional AMS-3, com o mesmo sistema de funcionamento que o AMS-1, porém para profundidades de até 5 metros e com velocidades até 1,5m/s;
- Amostrador US-DH-43, com o mesmo sistema de funcionamento que o AMS-3, para profundidades de até 5 metros e com velocidades até 2,0m/s;
- Amostrador US-DH-49, com denominação nacional AMS-2, sendo um melhoramento do US-DH-48;
- Amostrador US-U-59, amostrador de estágio único, instalado em níveis predeterminados, num suporte vertical que pode ser o pilar da ponte.
- Amostrador ISCO, amostrador portátil, automático, programável para amostra líquida. Faz amostragem por intervalos de tempo ou por vazão, colocando o volume programado da amostra no(s) frasco(s), para posterior análise.

3.5 - Modelos de quantificação da produção de sedimento

As classificações de modelos têm como objetivo antecipar informações sobre os mesmos. Os modelos são classificados em função de uma série de características específicas, que se deseja ressaltar. Diversos esquemas de classificação de modelos

podem ser encontrados na literatura, como, por exemplo, Tucci (1998), O'Connell (1980) e Clarke (1973, apud RAUDKIVI, 1979).

Há modelos que são formados basicamente pela combinação de um modelo de propagação da água e outro de sedimento, uma vez que a produção de sedimentos esta diretamente relacionada com a produção de água. Citam-se:

A utilização de modelos matemáticos do tipo hidrológico é baseada em três condições fundamentais: (i) objetivos do estudo, (ii) dados históricos disponíveis e (iii) metodologia proposta. O objetivo do estudo define o nível de precisão desejado para a representação dos fenômenos que ocorrem na bacia hidrográfica. Em contrapartida, esta precisão depende da quantidade e qualidade dos dados disponíveis para aferir a metodologia, assim o modelo hidrológico é escolhido de acordo com o objetivo do estudo, que definirá o nível de precisão desejado (TUCCI, 1987).

Os modelos hidrológicos, de uma maneira geral, apresentam formulações empíricas para representar os fenômenos que ocorrem na bacia hidrográfica, e consequentemente os parâmetros obtidos a partir das simulações relacionam-se mais qualitativamente do que quantitativamente com a física da bacia hidrográfica (TUCCI, 1987). A simulação destes fenômenos tem sido dividida em quatro fases: (i) solo, (ii) canal, (iii) reservatório e (iv) sub superfície (FLEMING, 1975).

Fleming (1975) apud Canali (1981) definiu que na estrutura de seu modelo está incluída uma combinação da fase de sedimento sobre o solo e os processos hidrológicos, juntamente com os processos de propagação da água e do sedimento da fase do solo para o sistema de canal.

Modelo Soil Water Assessment Tool (SWAT) é um modelo matemático, desenvolvido em 1996, pelo Agricultural Research Service e pela Texas A&M University, objetivando a análise dos impactos das alterações no uso do solo sobre o escoamento superficial e subterrâneo, produção de sedimentos e qualidade da água. Para satisfazer a estes objetivos o modelo: (i) é baseado em características físicas da bacia; (ii) usa dados de entrada normalmente disponíveis; (iii) é computacionalmente eficiente para operar sobre médias/grandes bacias ($> 1.000 \text{ km}^2$), e (iv) é contínuo no tempo, sendo capaz de simular longos períodos (>50 anos) de forma a computar os efeitos das alterações no uso do solo.

O modelo SWAT é do tipo distribuído, e a Bacia Hidrográfica pode ser subdividida em sub-bacias de modo a refletir as diferenças de tipo de solo, cobertura vegetal, topografia e uso do solo, sendo possível a subdivisão de centenas à milhares de

células, cada célula representando uma sub-bacia conforme fluxograma na figura 3.1

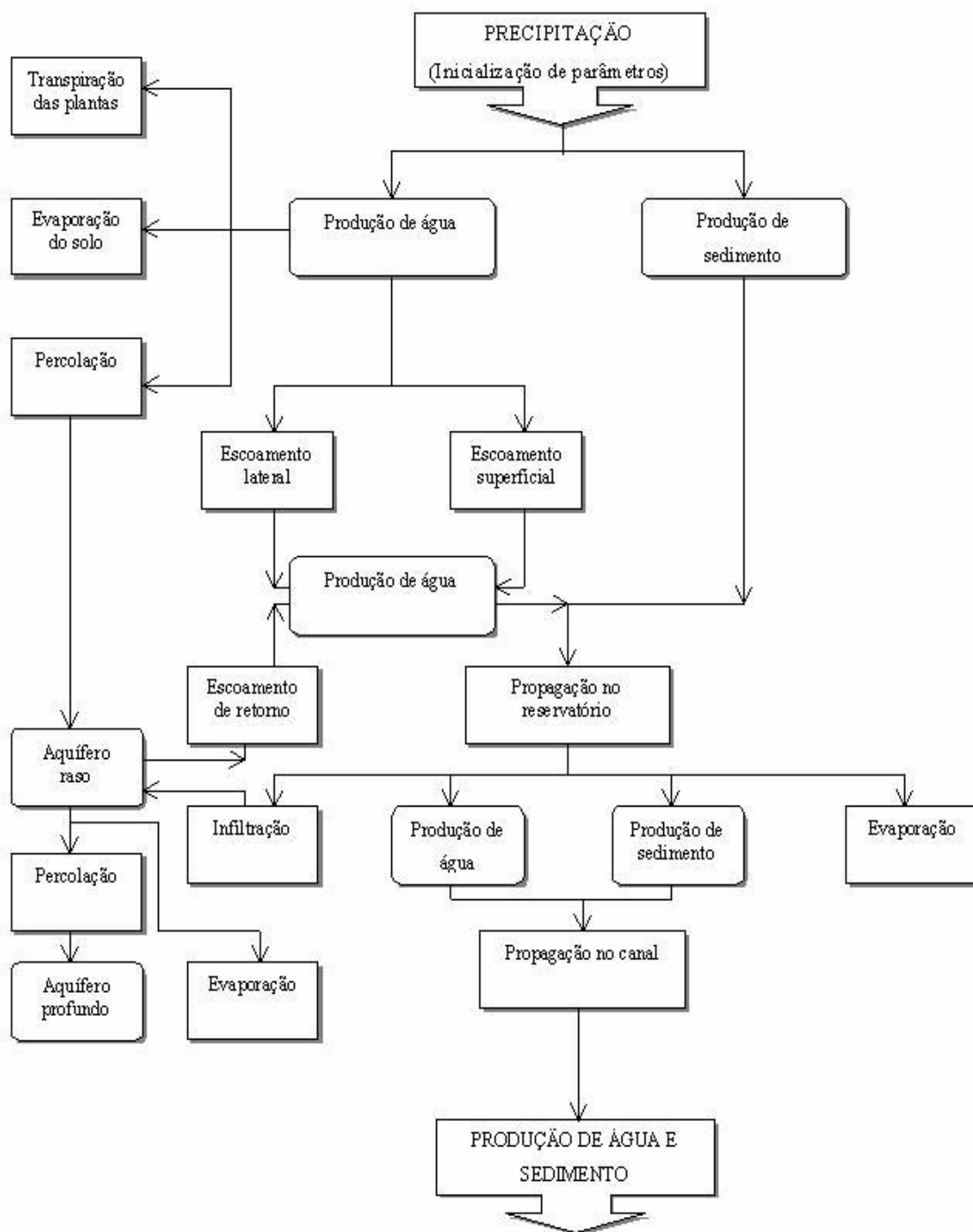


Figura 3.1- Fluxograma de processamento do SWAT (modificado de King *et al.*, 1996)

Modelo IPH2-SED é a adaptação do modelo determinístico (IPH-II, TUCCI 1983). Esse permite pré-determinar valores de perda de solo em pequenos eventos de bacias rurais a partir da MUSLE, permite também utilizar para a estimativa da vazão de pico e do volume escoado o método do Soil Conservation Service.

O método da curva da conservação do solo (SCS-CN) (SCS, 1956) e a equação universal da perda do solo (USLE) (WISCHMEIER E SMITH, 1965) são usados extensamente na hidrologia e na engenharia ambiental, computando a quantidade de runoff direto de uma quantidade dada de chuva e da erosão potencial do solo de bacias hidrográficas pequenas, respectivamente. O material publicado destes métodos, junto com suas aplicações está disponível na literatura hidrológica. Os textos de Novotny e Olem (1994); Ponce (1989) e Singh (1988, 1992) são alguns exemplos. Desde que a USLE foi desenvolvida para estimativa da perda anual do solo em pequenos lotes, sua aplicação a eventos individuais de chuva e áreas grandes conduz a erros grandes, mas aumenta a exatidão se for acoplada com um modelo hidrológico de chuva-vazão (NOVOTNY E OLEM, 1994). A prática atual deve derivar a informação hidrológica de um modelo de chuva runoff e utilizá-la na computação da erosão potencial usando a USLE para determinar a produção do sedimento (KNISEL, 1980). O trabalho de Clark et de al. (1985) é notável no impacto da erosão e da sedimentação no ambiente, e na qualidade de água. Além disso, o método de SCS-CN e o da USLE compartilham de uma característica comum que esclarece características da bacia hidrográfica, embora diferentemente.

O método da curva número de escoamento superficial ou simplesmente método do CN permite estimar a precipitação excedente resultante de uma determinada chuva para uma área conhecida de drenagem. Desenvolvido pelo Serviço de Conservação do Solo (SCS) do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), sua primeira publicação data de 1954.

Originalmente foi desenvolvido para áreas rurais e com o passar do tempo tem sido objeto de estudos, os quais contribuíram e ainda contribuem para seu aprimoramento, incluindo aplicações em bacias urbanas. Durante esse período o método se difundiu, ganhou credibilidade e tornou-se muito popular, sendo utilizado em outros países. No entanto, a aplicação do método em áreas superiores a 250 km², sem subdividi-las não é recomendado (PONCE E HAWKINS, 1996).

A popularidade do método está ligada diretamente a sua simplicidade, dependendo apenas de três variáveis: precipitação, umidade antecedente do solo e do complexo hidrológico solo-cobertura.

A precipitação excedente total é determinada pela equação (3.1). (USBR, 1977):

$$Q = \frac{(P - 0,2 \cdot S)^2}{P + 0,8 \cdot S} \quad \text{para } P > 0,2 \cdot S \quad (3.1)$$

sendo: Q a precipitação excedente total, em mm; P a precipitação total, em mm; S a diferença potencial máxima entre P e Q , em mm, na hora em que começa a chuva.

A equação 3.1 é obtida partindo da seguinte proporcionalidade:

$$\frac{F}{S} = \frac{Q}{P} \quad (3.2)$$

sendo F a retenção efetiva (atual) ou diferença potencial real entre P e Q ; S é o potencial máximo de retenção, ou seja, a quantidade de armazenamento disponível para reter a precipitação. A relação F/S é a proporção do armazenamento disponível que é preenchido com a água da chuva, ou seja, é a relação entre o volume infiltrado e a capacidade máxima de infiltração e Q/P representa a proporção da precipitação que escoará superficialmente.

Isolando Q em 3.2 e substituindo F por $(P - Q)$ obtém-se:

$$Q = \frac{P^2}{P + S} \quad (3.3)$$

Esta equação é válida apenas quando existe a possibilidade de escoamento sempre que chover. Em condições reais pode-se ter $P > 0$ e $Q = 0$, sendo necessário o uso de uma abstração ou perda inicial I_a , a ser deduzida da precipitação conforme mostrado na figura 3.2.

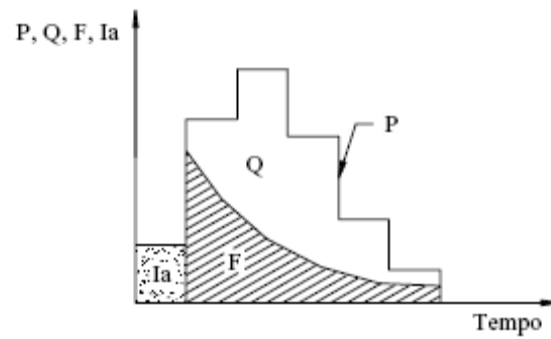


Figura 3.2 - Separação da chuva do escoamento direto (Q), perda inicial (Ia) e retenção efetiva (F)
(McCuen, 1989)

Com a condição de que I_a não pode ser maior que P , a equação 3.2 fica:

$$\frac{F}{S} = \frac{Q}{P - I_a} \quad (3.4)$$

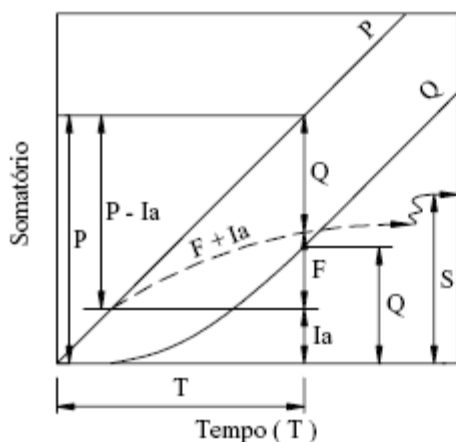
Como $F = P - Q$, agora sob a nova condição a retenção real será:

$$F = (P - I_a) - Q \quad (3.5)$$

Substituindo 3.3 em 3.4 tem-se:

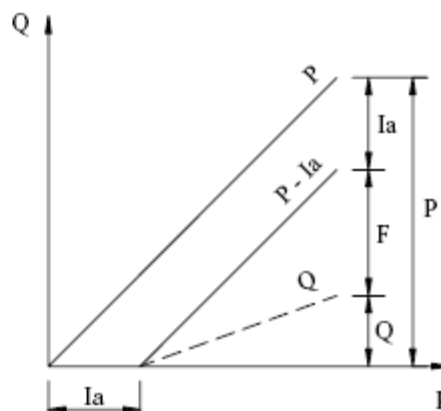
$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a) + S} \quad (3.6)$$

Na figura 3.1 é mostrada a relação entre as variáveis da equação 3.6.



(a)

Fonte: Ogrosky e Mockus, 1964



(b)

Fonte: McCuen, 1989

Figura 3.3 - Diagrama esquemático da curva de massa da relação entre a precipitação (P), escoamento direto (Q), perda inicial (Ia) e retenção efetiva (F)

O SCS propôs uma relação linear entre as variáveis S e I_a , visando tornar mais simples a equação 3.6. Assim, estabeleceu que:

$$I_a = \lambda \cdot S \quad (3.7)$$

sendo λ uma constante de proporcionalidade da abstração inicial em relação a retenção potencial máxima.

Ponce e Hawkins (1996) comentam que para justificar a equação 3.6 o SCS utilizou dados obtidos de diversas pequenas bacias hidrográficas dos Estados Unidos. Citam também que valores variando de $0,0 \leq \lambda \leq 0,3$ têm sido documentado em diversos estudos realizados para vários locais dos Estados Unidos.

O SCS adotou um valor médio $\lambda = 0,2$ que é o padrão do método recomendado para projeto, portanto:

$$I_a = 0,2 \cdot S \quad (3.8)$$

Na figura 3.2, observa-se que Ia é igual a precipitação que ocorre antes do início do escoamento superficial. Fisicamente Ia representa a interceptação, infiltração e retenção superficial. Refinamentos na equação 3.8 não são recomendados porque os dados para representar Ia em função dessas três variáveis raramente são conhecidos e pela mesma razão não se recomenda fazer modificações no coeficiente $\lambda = 0,2$ (USBR,1977). Substituindo 3.8 em 3.6 obtém-se a equação 3.1 para o cômputo da precipitação excedente, reescrita abaixo (SARTORI, 2004).

$$Q = \frac{(P - 0,2 \cdot S)^2}{P + 0,8 \cdot S} \quad \text{para } P > 0,2 \cdot S \quad (3.1)$$

Baseado em gráficos do escoamento superficial direto Q em função da precipitação P , para bacias hidrográficas naturais, observou-se que com o aumento de P , Q aproxima-se de P . Os mesmos dados demonstraram que $(P - Q)$ se aproxima de uma constante enquanto P continua aumentando, ou seja, $P - Q = F + Ia$ tendem a S enquanto P cresce. Isso pode ser observado na Figura 3.3a. Contudo, torna-se evidente que a constante S é a diferença potencial máxima entre P e Q que pode ocorrer para uma determinada chuva e condições da bacia. A diferença $P - Q$ que ocorre durante a chuva é limitada pela água armazenada no solo ou pela taxa de infiltração com o aumento de P . Fica claro então que o potencial máximo de retenção S é função da capacidade do solo armazenar água (em depressão, interceptação e sub-superfície) e da intensidade de infiltração.

Para o cálculo do escoamento direto Q a partir de uma conhecida precipitação P , há necessidade de uma estimativa média para a variável desconhecida S . Com este propósito, visando uma aplicação mais prática da equação 3.1, foi elaborado pelo SCS o número da curva de escoamento superficial, o CN . Este parâmetro adimensional representa os efeitos da combinação do grupo hidrológico do solo com o tipo de cobertura e tratamento da terra sobre o escoamento superficial. Estas curvas foram numeradas de 0 a 100 e S está relacionado ao CN por:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (3.9)$$

Resolvendo a equação 3.8 para CN tem-se:

$$CN = \frac{25400}{254 + S} \quad (3.10)$$

Para ambas as equações 3.9 e 3.10, S é dado em mm e CN é adimensional.

Observa-se que para $CN = 0$ tem-se uma representação teórica de S tendendo ao infinito, em outras palavras, toda a precipitação seria absorvida e não haveria escoamento. Para $CN = 100$, S será nula e não haverá infiltração resultando toda precipitação em escoamento direto. Estas são as condições teóricas extremas do método do CN , como pode ser observado na figura 3.4, a qual representa a solução da equação 3.1 apresentada por Sartori (2004).

Substituindo a equação 3.9 na equação 3.1 tem-se a equação 3.11.

$$Q = \frac{\left(P - \frac{5080}{CN} + 50,8 \right)^2}{P + \frac{20320}{CN} - 203,2} \quad \text{para } P > \frac{5080}{CN} - 50,8 \quad (3.11)$$

sendo que Q e P estão em mm.

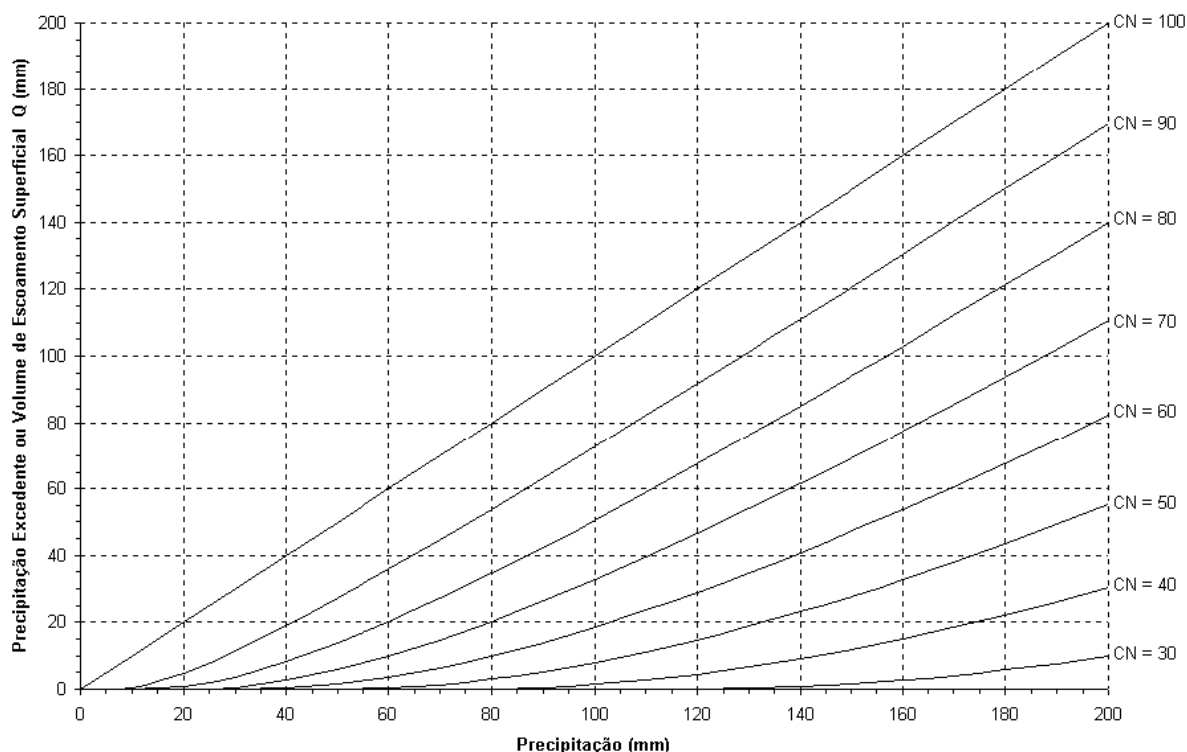


Figura 3.4 - Gráfico para obtenção do volume de escoamento superficial em função da precipitação e do número da curva de escoamento superficial ($I_a = 0,2.S$ e Condição II de umidade antecedente)

Os valores de CN encontram-se tabelados de acordo com a combinação do grupo hidrológico do solo com o tipo de cobertura e tratamento da terra, ambos associados a uma condição de umidade antecedente da bacia.

O CN representa uma curva média de infiltração que separa a parte da precipitação que escoará superficialmente. Uma dispersão natural dos pontos em torno da curva média foi interpretada pela medida da variabilidade natural da umidade do solo e associado a relação chuva-escoamento. A condição de umidade antecedente foi usada como um parâmetro representativo dessa variabilidade (PONCE E HAWKINS, 1996). Dessa forma a variabilidade do CN depende do volume precipitado num período de 5 a 30 dias antecedente a uma determinada chuva, a qual é denominada de “Precipitação Antecedente” (USBR, 1977). Tendo em vista tal fato, o SCS definiu três condições de umidade antecedente do solo, as quais são:

Condição I: Condição em que os solos de uma bacia hidrográfica estão secos, mas não ao ponto de murchamento das plantas, é quando se ara ou se cultiva bem o solo.

Condição II: É o caso em que os solos encontram-se na capacidade de campo, “umidade ideal”, isto é, nas condições que precederam a ocorrência de uma enchente máxima anual em numerosas bacias hidrográficas (SARTORI, 2004).

Condição III: Condição em que os solos se apresentam quase saturados, quando da ocorrência de chuvas fortes ou fracas e baixas temperaturas durante 5 dias anteriores a uma determinada precipitação (SARTORI, 2004).

As condições de umidade antecedente podem ser identificadas a partir dos limites sazonais da precipitação estabelecidos para ambas. Esses limites constam na tabela 3.1 e são obtidos num período mínimo de cinco dias antecedentes (SARTORI, 2004).

Tabela 3.1 - Limites da precipitação para a estimativa das condições de umidade Antecedente

Condições de Umidade Antecedente	Precipitação acumulada nos 5 dias antecedentes em mm	
	Estação Seca	Estação Úmida
I	menor que 13	menor que 36
II	13 a 28	36 a 53
III	maior que 28	maior que 53

Fonte: McCuen, 1989.

De acordo com Paiva (2001) os modelos de perda de solo mais utilizados em pequenas bacias são modelos globais, que necessitam de poucas informações. A maior parte deles tem origem na Equação Universal de Perda de Solo - USLE (WISCHEMEIER & SMITH, 1965).

A Equação Universal Modificada de Perda de Solo (MUSLE) baseada na USLE, desenvolvida pelo U.S.D.A, é apresentado na equação (3.12).

$$Y = R.K.LS.C.P \quad (3.12)$$

Onde:

Y = perda de solo (ton);

K = fator de erodibilidade do solo ($t.h^{-1}.Mj.mm^{-1}$);

LS = fator topográfico;

C = fator de cobertura, uso e manejo do solo;

P = fator de práticas conservacionistas;

R= O fator de erodibilidade do solo pode ser calculado pela equação 3.13:

$$K=[2,1M^{1,14}.10^{-4}.(12-Ka)+3,25(Kb-2)+2,5(Kc-3)].1,313/100 \quad (3.13)$$

Onde:

M = (% silte + % de areia muito fina) × (100 -% de argila)

Ka= a porcentagem de matéria orgânica;

Kb= o coeficiente relativo a estrutura do solo;

Kc= a classe de permeabilidade.

O fator topográfico do solo pode ser calculado utilizando a equação 3.14.

$$LS=(L/22,1)^m.(0,065+0,0454+.S+0,0065.S^2) \quad (3.14)$$

Onde:

m = 0,2 para S<0,5; m = 0,3 para 0,5 ≤ S<3,5; m = 0,5 para S ≥ 3,5;

S é a declividade da rampa em %;

L é o comprimento da rampa em metros, que representa a distância entre o início do escoamento superficial e a mudança de inclinação do terreno.

Devido o fator R de USLE apresentar problemas para sua determinação, (WILLIAMS, 1975) propôs uma equação modificada substituindo o fator R da USLE por um fator de escoamento superficial, que inclui o volume escoado superficialmente e a vazão de pico do hidrograma de cheia, resultando em uma nova fórmula. Esta rotina apresentou bons resultados para duas pequenas bacias de TREYNES, IOWA (WILLIAMS, 1975).

O fator R pode ser calculado pela equação 3.15:

$$R = 89,6 \cdot (Q_s \cdot qp)^{0,56} \quad (3.15)$$

Onde:

Q_s – volume de escoamento superficial, em m^3 ;

qp – vazão de pico, em m^3/s .

O total de sedimentos produzido pela bacia inteira é o somatório do sedimento produzido nas n sub-bacias menos a taxa de perdas que ocorrem no percurso entre cada sub-bacia e o exutório da bacia, devido a deposição de sedimentos, Paranhos (2003).

A taxa de perdas é dependente da velocidade de trânsito da partícula, do tamanho da partícula em suspensão, da quantidade de partículas em suspensão, do comprimento e tempo de percurso, sendo expresso pela equação 3.16:

$$\frac{dy}{dt} = -B \cdot Y_i \cdot \sqrt{D} \quad (3.16)$$

sendo:

dy/dt . taxa de perdas no tempo t ;

Y_i . sedimento produzido em dada seção da bacia em toneladas;

T . tempo em horas;

B . coeficiente de propagação;

D . diâmetro da partícula em mm.

Integrando a equação e resolvendo em Y , tem-se a equação 3.17, Paranhos (2003):

$$Y_i = Y_0 \cdot e^{-B \cdot T_i \cdot \sqrt{D}} \quad (3.17)$$

onde:

Y_i - sedimento produzido numa dada seção da bacia em toneladas;

Y_0 - sedimento produzido numa seção a montante em toneladas;

T_i - tempo de percurso entre as duas seções em horas;

B - coeficiente de propagação;

D - diâmetro da partícula em milímetros;

e - base do logaritmo neperiano.

Somam-se as contribuições de cada sub-bacia para determinar o total de sedimentos propagado até o exutório da bacia, através da equação 3.18, Paranhos (2003):

$$Y = \sum_{i=1}^n Y_i \cdot e^{-B \cdot T_i \cdot \sqrt{D50_i}} \quad (3.18)$$

onde:

Y - sedimento produzido na bacia inteira em toneladas;

Y_i - sedimento produzido na sub-bacia i em toneladas;

T_i - tempo de percurso entre a sub-bacia i e o exutório da bacia em horas;

B - coeficiente de propagação;

D50 - diâmetro médio da partícula de sedimento da sub-bacia i em milímetros;

Assume-se distribuições uniformes para os parâmetros K, LS, C, P e D50 para a bacia em estudo, com um evento de chuva, para se determinar o coeficiente de propagação B. Assim, Y calculado pela equação 1 é igual ao Y calculado pela equação 3.15, ou seja, equação 3.19, Paranhos (2003):

$$89,6 \cdot (Q \cdot q_p)^{0,56} \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P = 89,6 \cdot \sum_{i=1}^n (Q_i \cdot q_{p_i})^{0,56} \cdot K_i \cdot LS_i \cdot C_i \cdot P_i \cdot e^{-B T_i \sqrt{D50_i}} \quad (3.19)$$

Se os valores de K, LS, C e P forem semelhantes para todas as bacias, eles se cancelam na equação acima, resultando na equação para determinação de B, Paranhos (2003):

$$(Q \cdot q_p)^{0,56} = \sum_{i=1}^n (Q_i \cdot q_{p_i})^{0,56} \cdot e^{-B T_i \sqrt{D50_{m_i}}} \quad (3.20)$$

onde:

$D50_m$ é o valor mínimo de D50 (aproximadamente 0,001mm).

Williams (1975) em seu trabalho encontrou os valores do coeficiente de propagação B variando entre 4,4 e 8,7, tendo como valor médio 6,1. Paranhos (2003).

Paiva et al (1995 a) utilizaram a metodologia de propagação Williams (1975), aplicando-a a bacia do riacho Logradouro, afluente do Rio São Francisco, com uma área de 88,5 km², com o coeficiente de propagação B igual a 10. Obtiveram resultados considerados satisfatórios, Paranhos (2003).

Tendo-se definido todos os parâmetros da MUSLE, seleciona-se os eventos para o cálculo da perda de solo em cada sub-bacia. De posse destes dados, procede-se a propagação das perdas até a saída da bacia, utilizando-se a equação de propagação proposta por Williams, dada pela equação 3.21:

$$Y = \sum_{i=1}^n Y_i \cdot e^{-B T_i \sqrt{D50_i}} \quad (3.21)$$

na qual:

Y - a produção de sedimentos da bacia em toneladas;

Y_i - a produção de sedimentos da sub-bacia i em toneladas;

D50_i - o diâmetro representativo do grão na sub-bacia considerada;

T_i - o tempo de percurso da sub-bacia até a saída da bacia em horas;

B - o coeficiente de condução.

O valor de T_i é calculado dividindo-se o comprimento do percurso, que o sedimento deve percorrer até o exutório da bacia, pela velocidade, estimada em função da declividade do rio principal neste trecho (GENOVEZ, 2001).

Com o objetivo de obter o valor de B por evento para a bacia (PARANHOS, 2003) calculou a perda de solo de cada sub-bacia, Y_i, utilizando-se a MUSLE e o modelo IPH II e posteriormente estes valores foram levados para a equação 33, na qual considerou o valor de Y igual ao valor medido na estação, em cada evento considerado, calculando B.

Há modelos que são formados basicamente pela combinação de um modelo de propagação da água e outro de sedimento, uma vez que a produção de sedimentos está diretamente relacionada com a produção de água.

A utilização de modelos matemáticos do tipo hidrológico é baseada em três condições fundamentais: (i) objetivos do estudo, (ii) dados históricos disponíveis e (iii) metodologia proposta. O objetivo do estudo define o nível de precisão desejado para a representação dos fenômenos que ocorrem na bacia hidrográfica. Em contrapartida, esta

precisão depende da quantidade e qualidade dos dados disponíveis para aferir a metodologia, assim o modelo hidrológico é escolhido de acordo com o objetivo do estudo, que definirá o nível de precisão desejado (TUCCI, 1987).

Os modelos hidrológicos, de uma maneira geral, apresentam formulações empíricas para representar os fenômenos que ocorrem na bacia hidrográfica, e conseqüentemente os parâmetros obtidos a partir das simulações relacionam-se mais qualitativamente do que quantitativamente com a física da bacia hidrográfica (TUCCI, 1987).

3.6 – Estudo do uso do solo

O estudo do uso e ocupação do solo consiste em buscar conhecimento de toda a sua utilização por parte do homem ou pela caracterização dos tipos e categorias de vegetação natural que reveste o solo.

Segundo Rosa (2003) a expressão "uso do solo" pode ser entendida como sendo a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem. O levantamento do uso do solo é de grande importância, na medida em que os efeitos do mau uso causam deterioração do ambiente. Os processos de erosão, as inundações, os assoreamentos desenfreados de reservatórios e cursos d' água são conseqüências do mau uso deste solo.

3.7 - Caracterização das medidas pluviométricas

A precipitação deve ser caracterizada pela duração e pela a intensidade em que ocorre, são esses os fatores determinantes para que ocorra a saturação do solo e conseqüentemente o início do escoamento superficial.

Conforme Canil (2000), o volume e a velocidade do escoamento superficial dependem da intensidade, duração e freqüência da chuva. Exprime-se a quantidade de chuva pela altura de água caída e acumulada sobre uma superfície plana e impermeável. Ela é avaliada por meio de medidas executadas em pontos previamente escolhidos, utilizando aparelhos denominados pluviômetros ou pluviógrafos, (VILLELA & MATTOS,1975).

3.8 – Medidas hidrossedimentométricas

3.8.1 – Estimativa da produção de sedimentos e critérios de avaliação

Dentro do ciclo hidrossedimentológico (produção, transporte e deposição de sedimentos), a estimativa da produção de sedimentos tem importância fundamental no que se refere ao planejamento da gestão dos recursos hídricos.

Devido aos grandes problemas tanto na área rural como urbana, causados pela erosão e conseqüentemente pela perda de solo, torna-se de fundamental importância a obtenção de dados significativos próximos da realidade, para a adoção das medidas cabíveis no sentido de viabilizar a melhoria no uso e na gestão dos recursos hídricos.

Algumas fórmulas para serem aplicadas exigem o conhecimento das características hidráulicas do escoamento (profundidade, velocidade ou vazão) e das propriedades do sedimento transportado.

De acordo com Paiva (2001) alguns métodos fazem a estimativa da quantidade de sedimentos transportada pela corrente de maneira indireta, à partir de parâmetros hidráulicos da corrente em uma seção ou trecho do rio e das características do material de fundo, enquanto outros, fazem essa estimativa à partir da medição direta da concentração de sedimentos em suspensão, das características hidráulicas da seção ou trecho de rio e das características de material de fundo.

3.9 - Vertedores e calhas

São estruturas que funcionam como um dispositivo de medição da vazão em uma seção de controle, em forma de canal com escoamento livre e de dimensões padronizadas. São recomendadas para uso em pequenas e médias bacias devido ao seu porte e ser de fácil manejo, eventualmente podem ser utilizadas para medidas de vazões mínimas nas grandes bacias hidrográficas.

Conforme descrito por Martins & Paiva (2001), a escolha do tipo e tamanho de vertedor e calha medidora de vazão depende da aplicação, da variação de vazão esperada e qualidade de água.

a) vertedores: de maneira geral, todo obstáculo no fundo de qualquer canal que cause a aceleração do escoamento enquanto passa por cima desde obstáculo é

considerado um vertedor.

Nos vertedores a largura da parede determina o tipo do mesmo; vertedores de parede espessa e vertedores de parede delgada. Um vertedor é considerado de parede espessa quando a sua soleira é espessa o suficiente para garantir o paralelismo dos filetes de água.

b) calhas medidoras de vazão; são construídas de forma a promover, em seu interior, a transição entre o regime fluvial e torrencial, assegurando dessa forma condições de controle que produzem uma relação direta entre a lâmina d'água e a vazão de escoamento Martins & Paiva (2001).

3.10 - Medições de vazões

São utilizados diversos métodos e maneiras para a obtenção e ou quantificação de dados hidrológicos referentes a vazões, sendo que é de fundamental importância a escolha e a utilização do método de acordo com a precisão desejada das medidas, e as dimensões do curso d'água em questão.

Os métodos de medição de vazões podem ser classificados em três categorias conforme a natureza da medida assim descrito por Martins & Paiva (2001).

- 1) não estrutural: são métodos baseados no uso de molinetes, flutuadores, compostos químicos, acústica entre outros;
- 2) estrutural: são métodos que fazem uso de estruturas de medição pré calibradas, bastando - se determinar em geral uma medida de nível para obter-se a medida da vazão.

3.11 - Traçado das curvas granulométricas

Segundo Carvalho(1994) os resultados das análises granulométricas são apresentados pelas porcentagens de material dos diversos diâmetros, sendo traçadas as curvas granulométricas para uso adequado em diversos estudos. Normalmente, a curva de material em suspensão apresenta porcentagens maiores de finos, como argila e silte, e a curva de material do leito apresenta porcentagens significativas de areias.

Na curva granulométrica de material do leito devem ser assinaladas as porcentagens de diâmetros característicos para 10, 35, 50, 65 e 90%, que são denominados de D_{10} , D_{35} , D_{50} , D_{65} e D_{90} , respectivamente. Valores que são utilizados em diversos estudos, mas principalmente, em cálculos de descarga sólida (CARVALHO, 1994).

Das curvas do material em suspensão e do leito devem ser obtidas as porcentagens acumuladas de diâmetros de partículas que serão utilizadas no cálculo da descarga sólida. Esses diâmetros devem ser aqueles utilizados nos métodos e fórmulas. As porcentagens de cada diâmetro permitem obter as porcentagens entre faixas granulométricas, para determinação de uma curva do material do leito (CARVALHO, 1994).

4 - METODOLOGIA

Com coletas de dados e materiais nos equipamentos instalados em pontos pré-determinados à montante e à jusante da área submetida á mineração e com o uso de um pluviômetro localizado em um ponto intermediário, foi possível coletar dados de precipitação e sedimentos em suspensão. Com esses dados preliminares e amostra de material foi determinado a curva chave da vazão e de sedimento na seção estudada, que foram utilizadas para a quantificação de produção de sedimento nos eventos selecionados.

A metodologia utilizada constou de medidas de descarga líquida em eventos chuvosos, coletas de sedimentos em suspensão através de coletor de amostra e equipamentos instalados nas margens do rio, coleta de dados de precipitação, análises em laboratório para a determinação da concentração e granulometria do material em suspensão, e coleta do material do leito e análise granulométrica dos mesmos.

Os trabalhos de monitoramento na bacia hidrográfica experimental de São Martinho da Serra consistiram detalhadamente de:

- Medidas de descarga líquida no campo;
- coleta de amostras de sedimentos em suspensão;
- coleta de amostras do material de fundo;
- coleta e análise de dados de precipitação;

- análises de laboratório para determinação da concentração de sedimento em suspensão;
- análises de laboratório para determinação da distribuição granulométrica do material em suspensão e material de fundo;
- estudo dos parâmetros referentes ao Método utilizado para cálculo de sedimento.

4.1 – Localização da Bacia Hidrográfica Experimental de São Martinho da Serra

A bacia em estudo localiza-se no município de São Martinho da Serra (figura 4.1).

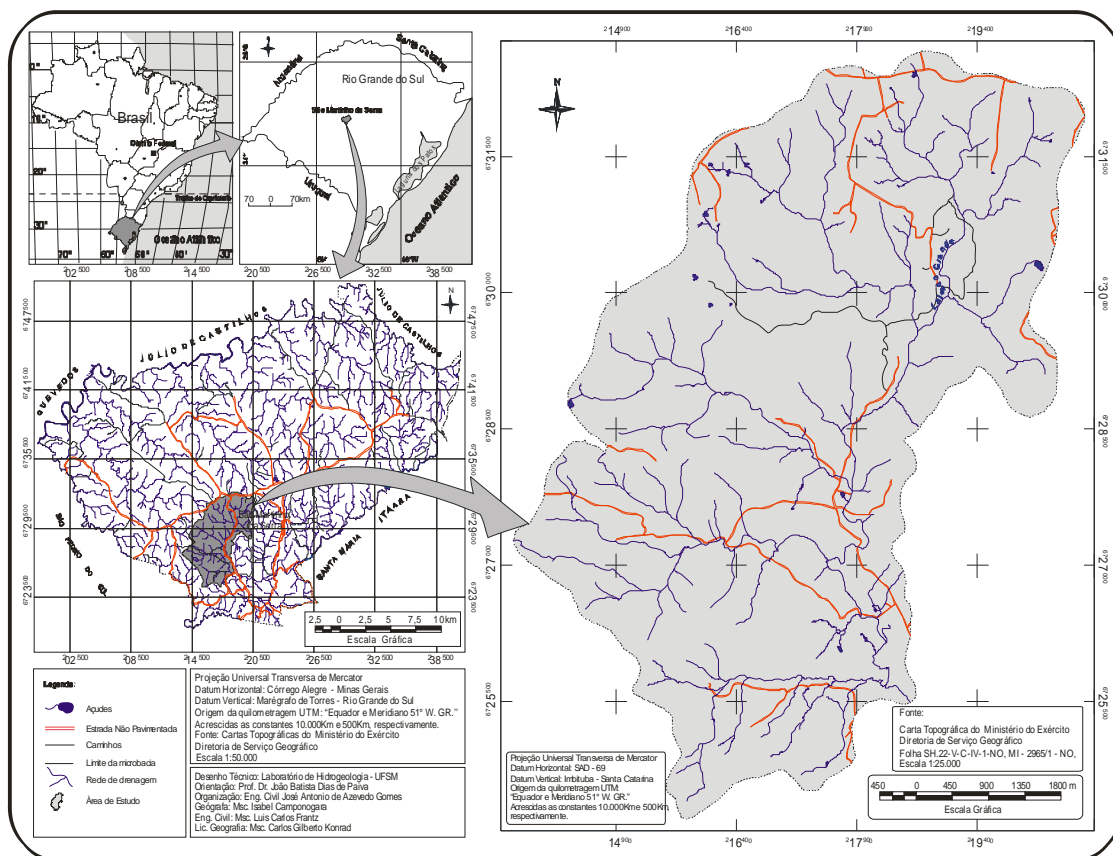


Figura 4.1 – Localização do Município de São Martinho da Serra e Bacia estudada

4.2 – A Bacia Hidrográfica em Estudo

O estudo foi desenvolvido na bacia hidrográfica do Arroio Lageado Grande, localizada nas cabeceiras do rio IBICUI, no município de São Martinho da Serra-RS.

A Bacia Hidrográfica em estudo mostrada na figura 4.1 possui área de 33,19 Km², comprimento do rio principal de 11,10 km, e declividade média de 0,0273865 m/m, com perímetro de 29,40 km. A tabela 4.1 apresenta as características físicas da bacia.

Tabela 4.1 – Características físicas da Bacia Hidrográfica em estudo

Parâmetro	Bacia Hidrográfica
Área de drenagem (A)	33,194Km ²
Perímetro da bacia (P)	29,40 Km
Comprimento do rio principal (Lp)	11,10 Km
Coeficiente de compacidade (Kc)	1,44
Fator de forma (Kf)	0,27
Elevação máxima	471 m
Elevação mínima	167 m
Declividade do rio principal	0,0273 m/m
Declividade media da bacia (Im)	0,1990 m/m

Fonte: Departamento de Geografia (UFSM)

4.2.1 - Localização da área de estudo

A bacia estudada pertence ao Município de São Martinho da Serra e esta compreendida nas coordenadas x 213400 a 220900 e y 6730000 a 6724000. É salientado em verde a área de montante e em azul área onde será reativada a atividade de mineração no Município como consta na figura 4.2.

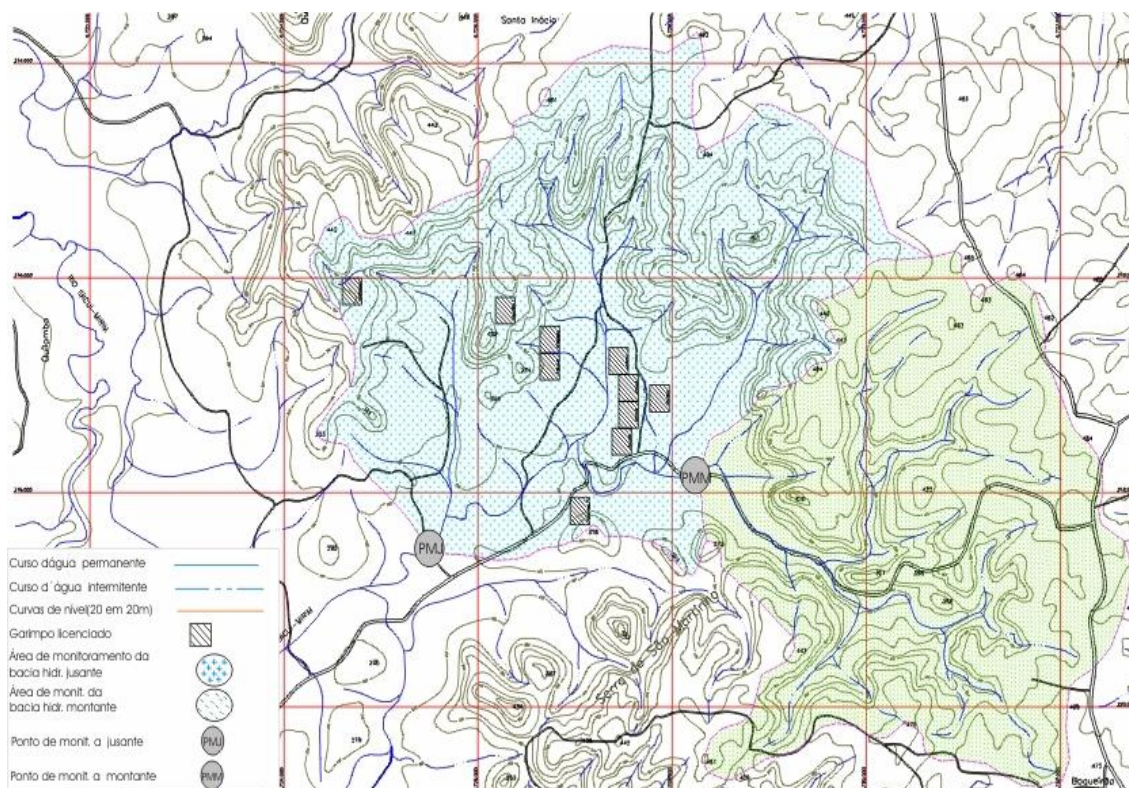


Figura 4.2. Bacias monitoradas na região do Município de São Martinho da Serra.

Fonte: Gomes (2004)

A área da Bacia Hidrográfica em estudo apresenta índices de cobertura vegetal que compreende mata nativa, ciliar, plantada e cultivada com diversos tipos de culturas, como milho, soja, feijão, arroz, mandioca, melancia, cana. etc., e propriedade utilizadas para extração de minério.

Segundo dados coletados no decorrer do período estudado no local o valor de temperatura média anual é $18,7^{\circ}\text{C}$, sendo fevereiro o mês mais quente e o mês de julho o mais frio.

Quanto à precipitação, o local caracteriza-se por apresentar (MORENO, 1961) valores normais de altura de chuva (1690 mm / ano).

Para a realização do monitoramento hidrossedimentométrico na bacia, foram instaladas 2 estações fluviométricas, uma a montante da área sujeita à atividade de mineração e outra à jusante, e uma estação pluviométrica, localizada na área central da bacia.

As estações fluviométricas, instaladas no leito do rio, consistem de um vertedouro de soleira curta, régua limimétrica e limnigrafo eletrônico dotado de data-logger, amostrador de sedimento de fluxo ascendente (ANA) nas estações de montante e jusante.

Na estação de jusante foi instalado também um amostrador de nível descendente (AND), para permitir a amostragem de sedimentos na descida da onda de cheia, durante a ocorrência de eventos chuvosos.

Foram instalados também, estações de medição de vazões e sedimentos à montante e jusante. Essas estações são compostas de calha medidora de vazão, de fundo plano, modelo proposto por Scogerboe et alii (1972), linígrafo eletrônico com data-logger.

As medições de velocidade foram realizadas com molinete fluviométrico universal, nas verticais e nos pontos estabelecidos pelas normas hidrológicas brasileiras, em função da profundidade do escoamento.

As medições de vazão e sedimento foram feitas com o objetivo de levantar as curvas de calibração de cada estação, a saber: a. curva chave de vazões, b. curva chave de sedimentos, c. curva de relação vazão x concentração de sedimento em suspensão. Durante essas campanhas foram feitas medições de descargas líquidas, amostragem de sedimentos em suspensão para a obtenção da descarga sólida em suspensão e coleta do material do leito para caracterização granulométrica do material depositado

As precipitações foram monitoradas pela estação pluviométrica, instalada no local intermediário entre as estações de monitoramento de vazão e sedimento e dotada de pluviômetro eletrônico com data-logger ..

4.3 - Equipamentos utilizados

4.3.1 - Amostrador de Nível Ascendente – ANA

O amostrador de nível ascendente ANA, construído nos moldes que foi descrito por Umezawa (1979), faz coletas de amostras durante a subida da onda de cheia, em posições pré-determinadas (PARANHOS,2003).Estas posições para os ANAs instalados na bacia hidrográfica de São Martinho da Serra, figura 4.3 (estação jusante) e figura 4.4 (estação montante) estão distanciadas entre si de 15 centímetros e o nível da primeira garrafa, em ambos os equipamentos é de 23 cm, com o sifão localizado a 5 cm acima da entrada de cada garrafa, mostrado na tabela 4.2 com suas respectivas vazões (nível x vazão)..



Tabela 4.2- nível do sifão e vazões respectivas da estação de jusante

Garrafa	Cota (m)	Q (m ³ /s)
G1	0,23	0,3086
G2	0,43	0,9019
G3	0,58	1,9733
G4	0,73	3,5069
G5	0,88	5,5953
G6	1,03	8,2930
G7	1,18	10,9472
G8	1,33	12,0987
G9	1,48	13,9210
G10	1,63	16,2106
G11	1,78	18,8783
G12	1,93	21,8699

4.3.2 - Amostrador de Nível Descendente - AND

O amostrador de nível descendente AND foi desenvolvido no Laboratório de Pequenos Aproveitamentos Hidrelétricos do Departamento de Hidráulica e Saneamento

da Universidade Federal de Santa Maria (PARANHOS, 2003), a partir do AND-78 descrito por Umezawa (1979).

O princípio de funcionamento do amostrador automático tem por base a abertura do bocal de tomada em níveis pré-determinados, através de um dispositivo que é acionado por um sistema de roldanas ligado a uma alavanca, que indica as variações de nível da água, apresentado na figura 4.5.

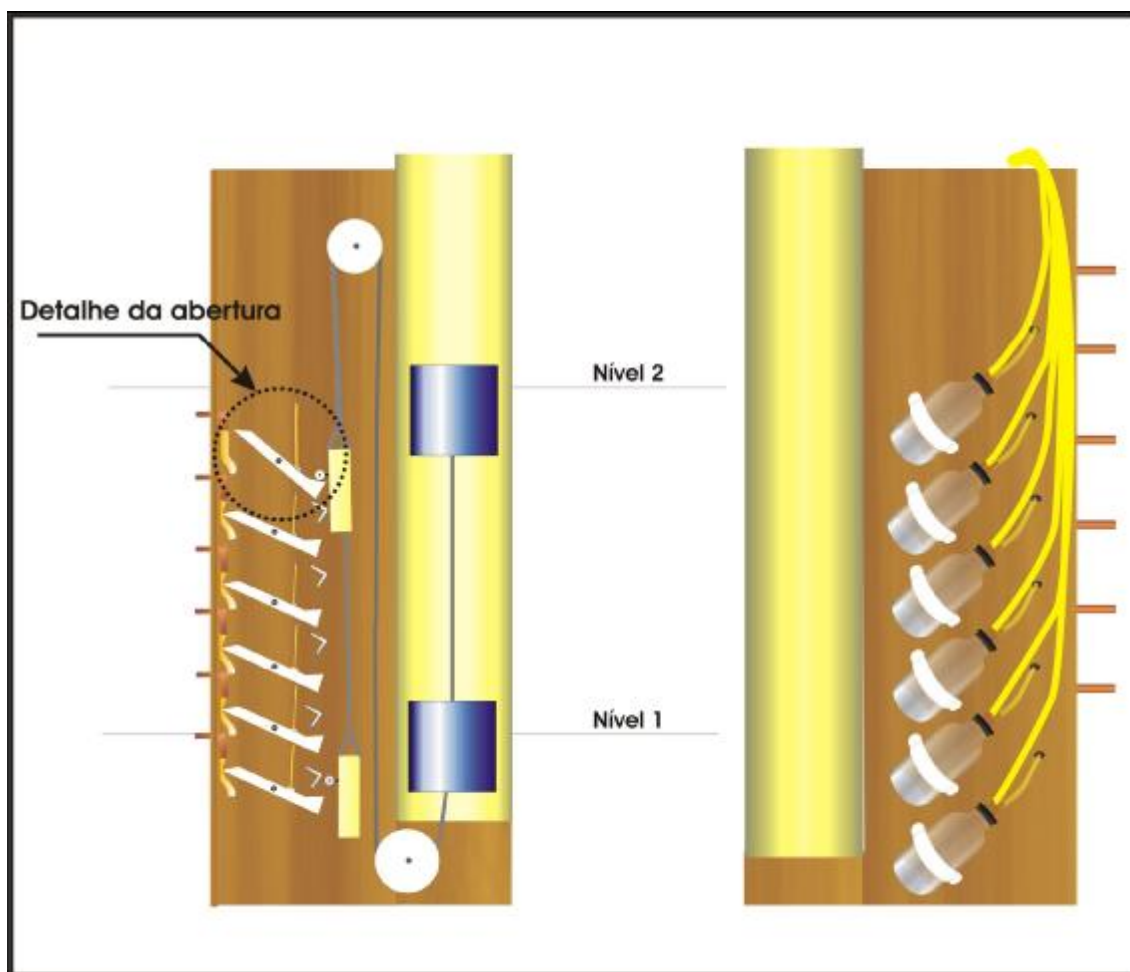


FIGURA 4.5 - Detalhe das peças do amostrador de nível descendente
Fonte: Brites(2005)

A figura 4.6 exibe uma ampliação do funcionamento do sistema de abertura do amostrador de nível descendente, onde mostra o momento em que o contrapeso força o sistema que mantém o bico de entrada d'água fechado, permitindo assim o completo enchimento da garrafa.

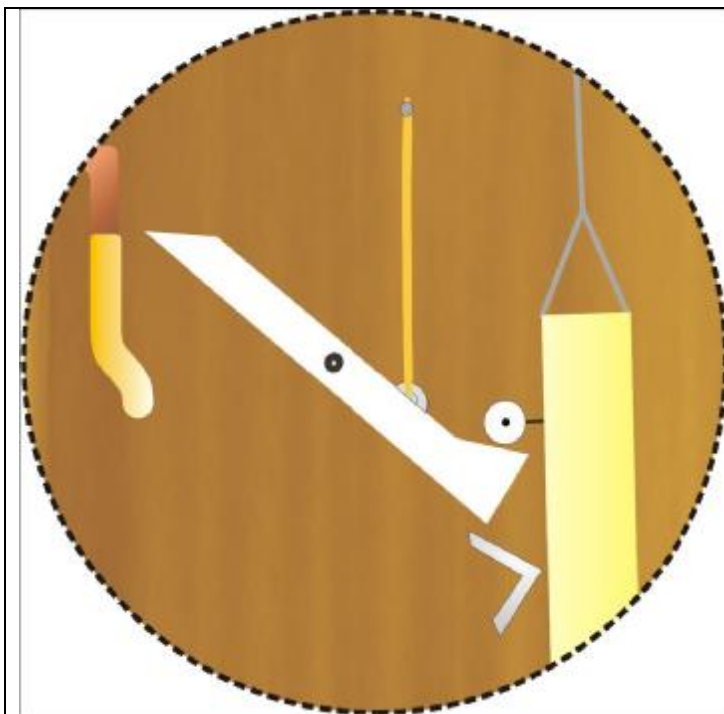


FIGURA 4.6 - Detalhe do dispositivo de controle de entrada de água do AND Fonte: Brites(2005)



Figura 4.7 – AND instalado na margem do ponto de jusante

Na estação fluviométrica da Bacia Hidrográfica experimental de São Martinho da Serra o amostrador AND instalado na margem do ponto de jusante (figura 4.7) possui 10 garrafas fixadas a uma profundidade conforme a elevação do nível d'água no local. A tabela 4.3 apresenta o nível correspondente a cada garrafa do amostrador, AND. O sifão está posicionado a 5cm do nível de entrada de água na garrafa.

As retiradas das garrafas com todas as amostras (tanto as do AND quanto as dos ANA de montante e jusante) foram feitas após o abaixamento do nível da água, pois os parâmetros precisam ser determinados em seguida, para que não haja comprometimento dos resultados. Então as amostras eram transportadas para o Laboratório de Sedimentos (LASED) do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria para análises.

Tabela 4.3- Relação nível-garrafa do amostrador de nível descendente, AND, instalado na Bacia Hidrográfica experimental de São Martinho da Serra na estação de jusante
Garrafa /Nível (m)/vazão

Garrafa	Cota (m)	Q (m ³ /s)
G1	1,65	16,5458
G2	1,50	14,2018
G3	1,35	12,3097
G4	1,20	11,0442
G5	1,05	8,7014
G6	0,90	5,9186
G7	0,75	3,7521
G8	0,60	2,1478
G9	0,45	1,0104
G10	0,30	0,3667

4.3.3 - Amostrador USDH-48 (AMS-1)

As amostragens de sedimento em suspensão foram feitas com amostrador integrador na vertical em 3 verticais de medição. Localizadas a 1/3, 1/2 e 2/3 da largura de seção na estação fluviométrica no ponto de jusante (figura 4.8).

Tal amostrador é feito de alumínio com corpo no formato hidrodinâmico. Na amostragem por integração na vertical, a mistura água-sedimento se acumula no recipiente, e o amostrador move-se na vertical com velocidade de trânsito constante entre um ponto a poucos centímetros acima do leito, e a superfície. No entanto a mistura se move numa velocidade quase igual à velocidade instantânea da corrente em cada ponto na vertical. Esse procedimento é conhecido como IVT, Igual Velocidade de Trânsito. O amostrador não deve tocar o leito para que não ocorra risco de coletar sedimento de arrasto. Devido ao fato de o bico do amostrador ficar um pouco acima do fundo, há uma zona não amostrada de poucos centímetros de profundidade logo acima do leito do rio.

O amostrador deve se movimentar sem haver inclinação. Para que a velocidade de entrada da amostra seja igual ou quase igual à velocidade instantânea da corrente, por isso é necessário que o bico fique na horizontal.



Figura 4.8 – Amostragem de sedimento na estação de jusante com o USDH-48 (AMS-1)

4.4 – Métodos de Análises Laboratoriais

4.4.1 - Análise granulométrica do material em suspensão e do material do leito

A análise granulométrica do material em suspensão, assim como a do leito, é muito importante nos estudos sedimentométricos e necessária em vários cálculos.

A escolha do método para a análise granulométrica é tanto em função da análise a ser feita, da quantidade de sedimento na amostra, quanto da qualidade do sedimento. As amostras do material do leito foram obtidas retirando amostras de diversos pontos do fundo próximos das estações de montante e jusante. Estas amostras foram secas e passaram pelo processo de peneiramento, segundo a norma da ABNT, a NBR 7181 ilustrado na figura 4.9. Para a determinação da granulometria do material em suspensão, foram realizados ensaios do tubo retirada pelo fundo e se traçou a curva conforme descrito por Lutkemeyer et al (2002).

4.4.2 - Método do tubo de retirada pelo fundo – análise de granulometria.

O método do tubo de retirada pelo fundo consiste em inserir a amostra em um tubo até a graduação de 100 centímetros e agitar durante 5 minutos para que se tenha uma homogeneização. As amostras são retiradas de dez em dez graduações em intervalos de tempo determinados de acordo com o diâmetro de precipitação das partículas. Os tempos para retirada de cada amostra são: 0,5; 1; 2; 5; 13; 32; 80; 160; 450 e 451 minutos após o início do ensaio. Para cada retirada de amostra é importante se medir a temperatura da água. A Figura 4.10 mostra o tubo de retirada pelo fundo.

As amostras retiradas são levadas para a secagem em estufa a 105°C durante 24h. O peso total da amostra se dá pela diferença entre o peso seco e a tara do becker.

Esse método é utilizado para determinação de concentração e granulometria do sedimento em suspensão e que permite a utilização de menor quantidade de sedimento. Considera-se que muitos dos rios do país apresentam baixa concentração, inferior a 300ppm, não é possível fazer a análise com a amostra natural, sendo necessário "concentrar". Esse processo consiste em deixar a amostra total em repouso por 24 horas ou mais e retirar a água limpa sobrenadante. O tubo deve conter um volume de 0,5L, quantidade essa que deve ter todo o sedimento da amostra total. Então, um rio que esteja com a concentração média de 50mg/L na ocasião da amostragem exigirá a coleta de cerca de 4 litros de amostra, que conterà 200mg de sedimento no total. Em 0,5L essas 200mg corresponderão a 400mg/L, quantidade que possibilita a realização de uma boa análise. (CARVALHO, 1994)



Figura 4.9 – Ensaio de granulometria realizado no laboratório da construção civil da (UFSM)



Figura 4.10 - Ensaio do Tubo de Retirada pelo Fundo

4.4.3 - Método de evaporação – análise de concentração de sedimentos

Neste método se reduz a amostra pelo repouso da mistura por 24 horas e depois retira-se o excesso de líquido isento de sedimento. Importante e necessária a determinação da quantidade de sais solúveis, o que é feito pela retirada de duas pipetagens de 50mL da parte isenta de sedimento (água sobrenadante após 24 horas de repouso), se reduz a amostra deixando entre 120mL a 200mL chamado de remanescente, e logo encaminhado para secagem em estufa e obtenção do valor médio e valor de sólidos totais. Para a obtenção das concentrações totais das amostras em estudo, é necessário realizar a evaporação de toda a amostra em questão. É importante quantificar a amostra em partes: a) volume para obtenção da concentração dos sólidos dissolvidos; b) volume retirado de sobrenadante; c) volume remanescente na garrafa e d) volume gasto para lavagem. Essa quantificação objetiva obter o volume total da amostra.

O ensaio de evaporação fornece apenas a concentração total da amostra sendo a granulometria da amostra obtida através dos ensaios de peneiramento e sedimentação, os quais estão descritos por Scapin (2005)

4.4.4 – Pipetagem

A pipetagem é feita para determinar a granulometria do material fino $<0,062\text{mm}$. Usa-se para material em suspensão e como auxiliar na determinação da granulometria de finos do resíduo da última peneira quando sobrar material $>0,5\text{mm}$.

A análise por esse método utiliza pipetas de 50 ou de 100ml e provetas de 1,0l. Pode ser uma análise manual ou por uma bateria de equipamentos com processo mecânico. A quantidade de sedimento para análise deve obedecer às limitações indicadas. É necessário que se faça o mesmo processo de redução da quantidade de água pela decantação do sedimento após 24 horas de repouso (CARVALHO, 1994).

4.4.5 - Análise do sedimento em suspensão

Coletadas as garrafas com as amostras de sedimentos em suspensão, devidamente armazenadas e levadas para a análise em laboratório, o procedimento de laboratório adotado foi o método de evaporação e no maior evento registrado no intervalo do estudo foi utilizado o método do tubo de retirada pelo fundo para que fossem obtidas as concentrações totais das amostras em estudo. A quantificação foi realizada em partes (volume para se obter a concentração dos sólidos dissolvidos, retirado o volume do sobrenadante, volume remanescente na garrafa, e o volume utilizado para a lavagem) assim se obteve o volume total da amostra. Do método de evaporação da amostra se obteve a concentração total da mesma.

Do método do tubo de retirada pelo fundo se obteve a granulometria e a concentração do material em suspensão do maior evento ocorrido entre a data de início e fim do estudo. Com os equipamentos apresentado na figura 4.10.

4.5 - Descarga líquida

As medições de vazão consistiram em determinar a área molhada da seção de medição e a velocidade em pontos distribuídos na vertical da mesma seção com objetivo

de estabelecer a velocidade média de cada uma das verticais. Para tanto foi utilizado um molinete hidrométrico, nos dias em que havia eventos de cheia.

4.6 - Dados de precipitação

Os dados de precipitação foram obtidos da estação pluviométrica de São Martinho da Serra, através de um pluviômetro eletrônico com data-logger (figura 4.11), que faz registro discreto da intensidade da precipitação, em intervalos de tempo pré-determinados (1 em 1 minuto). Estes dados foram discretizados conforme a necessidade. Para a determinação do escoamento superficial e vazão de pico da Bacia..



**Figura 4.11 - Estação pluviométrica São Martinho da Serra
(pluviômetro com data-logger, modelo A-OTT Pluvio)**

4.7 – Dados fluviométricos

Na Bacia Hidrográfica de São Martinho da Serra estão instaladas duas estações fluviográficas, providas de duas régua linimétricas, uma ponte hidrométrica localizada na estação de jusante, dois linígrafos eletrônicos com data-logger cada (uma se localiza na montante e a outra na jusante do local em estudo) (figura 4.12), que é um dispositivo

que permite o registro discreto do nível de água em intervalos de tempo pré-determinados. No caso em estudo o linígrafo foi configurado para fazer registros em intervalos de 10 minutos, e sempre que o nível d'água sofrer variação de 5 milímetros.



**Figura 4.12 - Linígrafo eletrônico com data-logger.
Utilizado(modelo Thalimedes, A-OTT)**

4.8 – Análise dos dados de precipitação e dados fluviométricos

Os dados coletados nos linigrafos e no pluviômetro, foram armazenados no banco de dados gerenciado com o software K-Hidras 3, da A-OTT-Hydrometry, e posteriormente utilizados para confecção dos hidrogramas e sedimentogramas e gráficos referentes ao estudo.

4.9 – Estudo do uso do solo

Para a caracterização do uso do solo e de cobertura vegetal da bacia, foi utilizada imagem de satélite IKONOS II, que foi analisada e estudada para obtenção do divisor d'água, estudo de cobertura e uso do solo, rede de drenagem e mapa topográfico que estão representadas nas figuras 4.13, 4.14, 4.15 e 4.16.

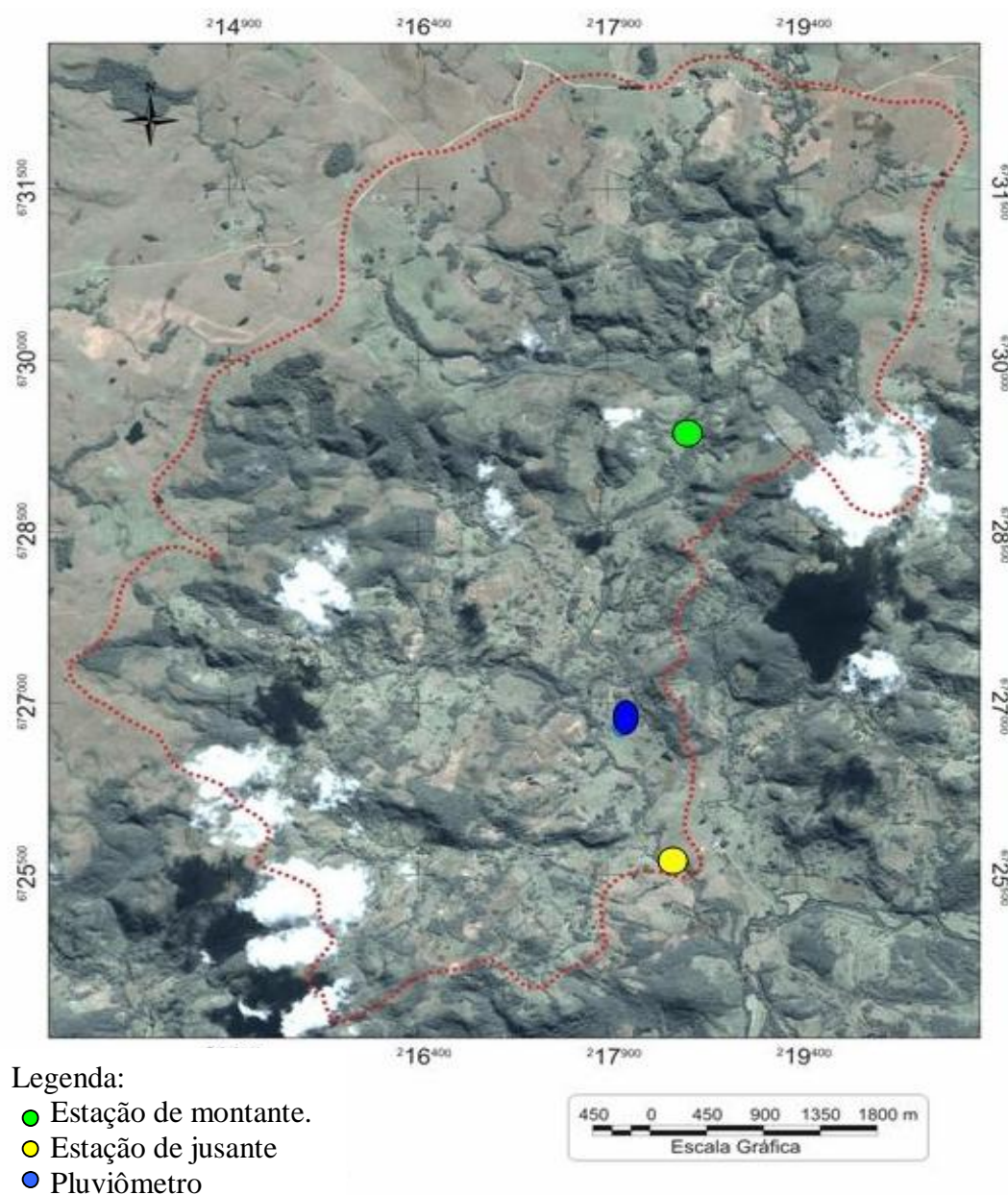


Figura 4.13- Imagem IKONOS II, divisor d'água da bacia estudada e localização das estações de monitoramento

4.9.1 – Mapa de uso e cobertura do solo

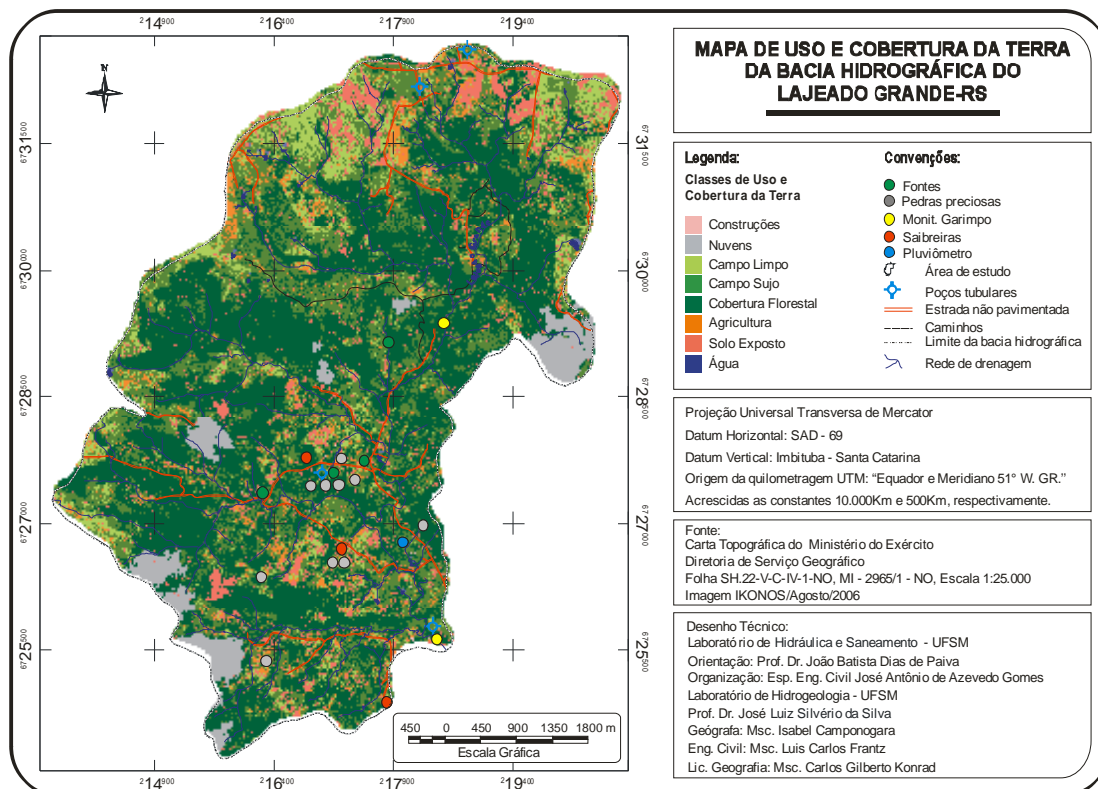


Figura 4.14- Mapa de cobertura e uso do solo

Os valores dos resultados da cobertura e uso do solo até a estação se montante e a incremental entre a estação de jusante e a estação de montante estão representados nas tabelas 4.4 e 4.5

Tabela 4.4- Resultados em percentagem da cobertura e uso do solo incremental entre a estação de jusante e a estação de montante

	%
agua	0,041867
solo_exposto	3,685488
culturas	4,738129
mata	53,87714
campo_sujo	22,75426
campo_limpo	12,44587
nuvens	2,412271
construções	0
Área total das classes	100

Tabela 4.5- Resultados em percentagem da cobertura e uso do solo até a estação de montante

	%
agua	0,048744
solo_exposto	4,290911
culturas	5,516472
mata	62,72766
campo_sujo	26,49215
campo_limpo	14,49039
nuvens	2,808541
construções	0
Área total das classes	100

4.9.2 – Mapa topográfico

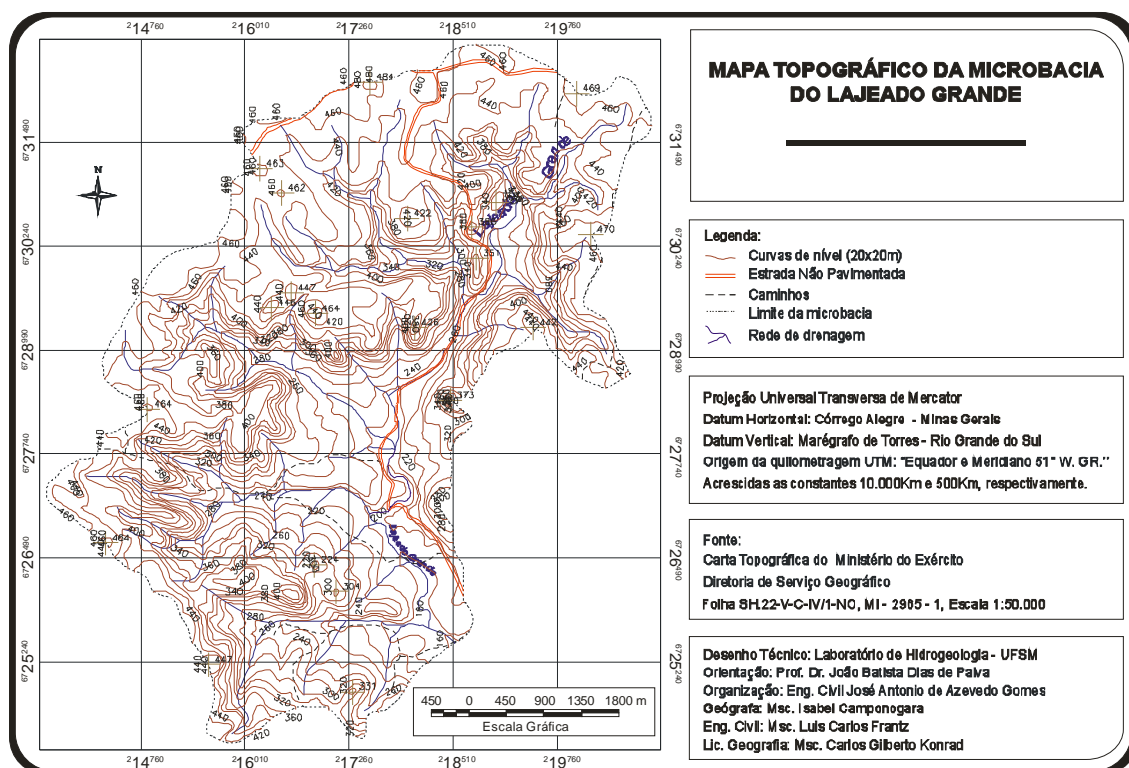


Figura 4.15- Mapa topográfico

4.9.3- Rede de drenagem da Bacia Hidrográfica em estudo

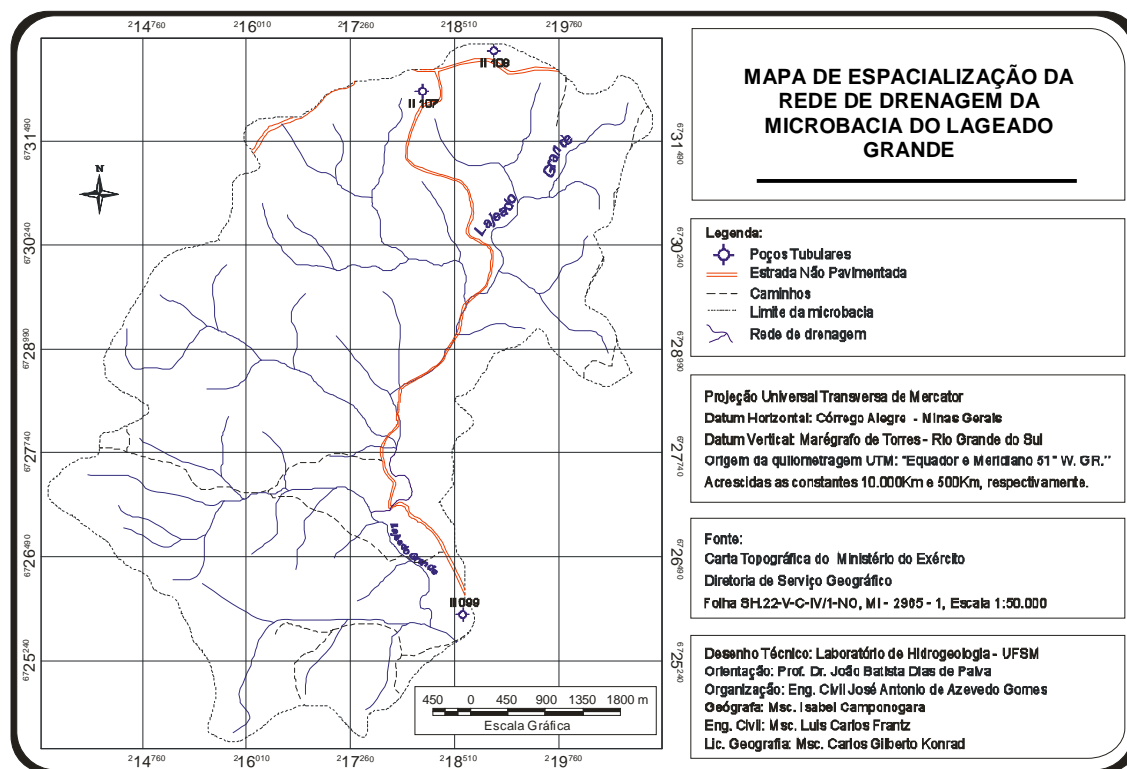


Figura 4.16- Mapa da rede de drenagem da bacia hidrográfica do estudo

Os dados utilizados neste trabalho referentes aos tipos de solos presentes na bacia hidrográfica do estudo e suas distribuições estão apresentadas na tabela 4.6 e nas figura 4.17 e 4.18.

Tabela 4.6 - Dados da granulometria e tipos de solos existentes na bacia hidrográfica estudada

solo	Tipo	silte%	argila%	areia fina%	Área Km ²
1	NEOSSOLO LITÓLICO DISTROFICO	32	10	25	24,19
2	ARGISSOLO PODZOLICO VERMELHO	29	20	35	8,98

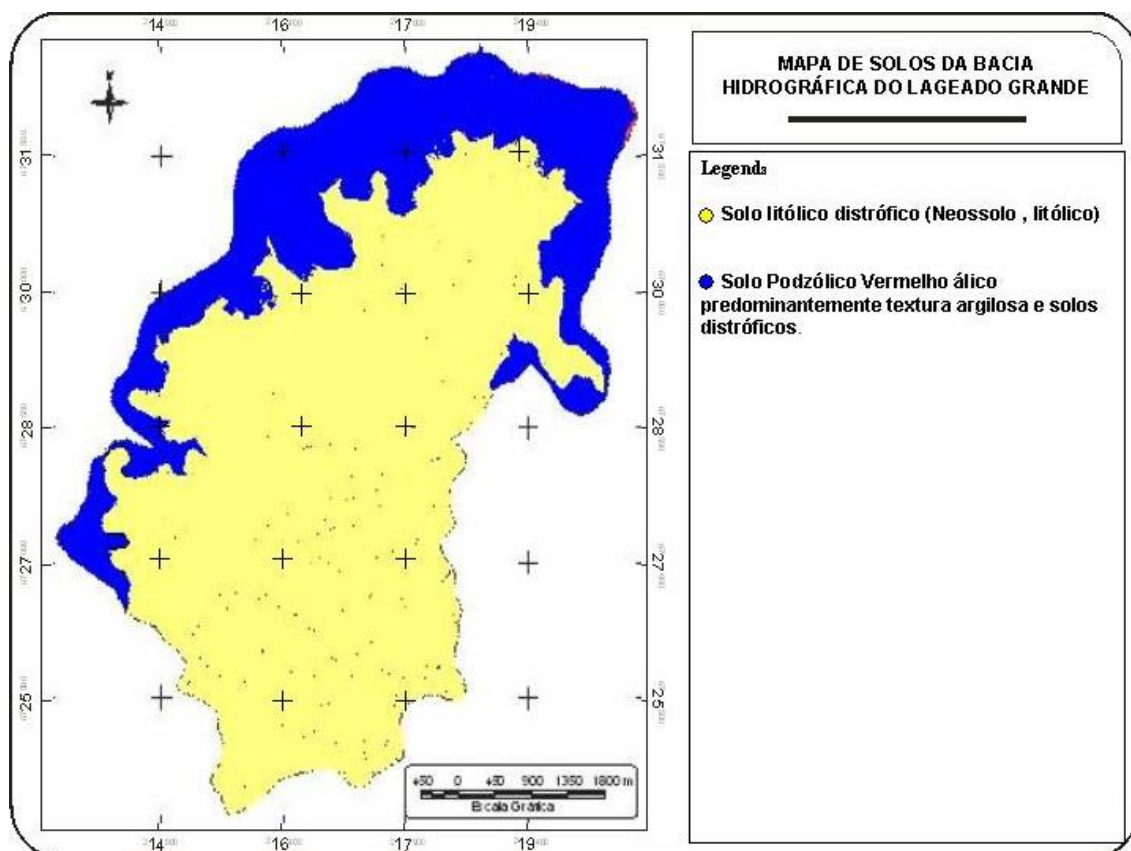


Figura 4.17- Mapa de solos detalhado da bacia hidrográfica do estudo

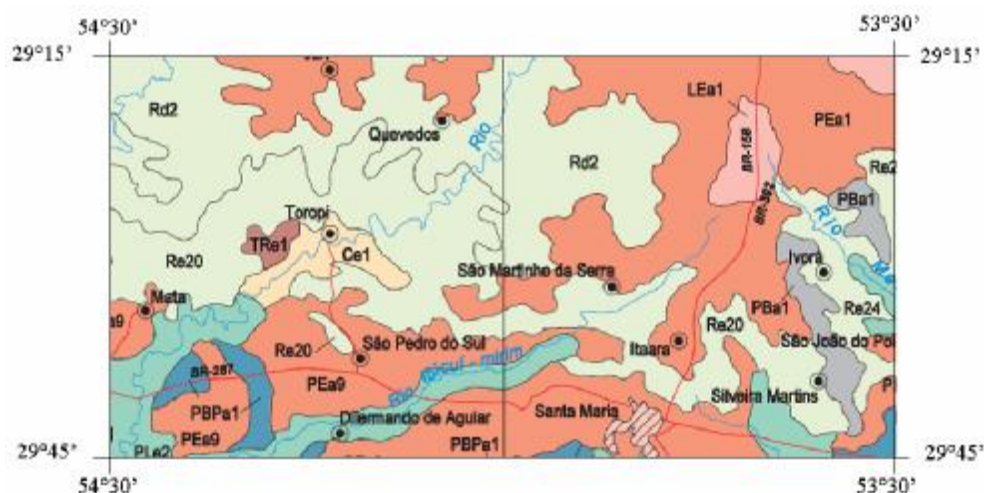


Figura 4.18 – Mapa de solos geral da região Fonte: MAPA DE SOLOS IBGE junho 2007

(<http://www.ibge.gov.br/mapas>)

Legenda:

Solos Litólicos distróficos (Neossolos Litólicos)

Rd 2 - Solos Litólicos distróficos A proeminente textura média e argilosa fase pedregosa e não pedregosa substrato riocactos relevo ondulado e suave ondulado.

Podzólico Vermelho-Escuro álico (Argissolos Vermelho)

PEa 1 - Podzólico Vermelho-Escuro álico Tb A proeminente textura argilosa/muito argilosa e média/argilosa e Solos Litólicos distróficos e álicos A proeminente textura média substrato riocactos relevo suave ondulado e ondulado.

4.10 – Cálculo de Vazão

Para transformação dos níveis d'água registrados na estação de jusante em vazões durante o período de observação foi utilizada a curva cota x descarga desenvolvida por Bonumá (2006) para a seção do vertedor. O desenvolvimento da curva chave foi necessário, uma vez que o referido vertedouro foi construído com largura da soleira menor que a especificada para a estrutura pré-calibrada pelo “U.S. Soil Conservation Service”, para uso em bacias rurais (BRAKENSIEK & OSBORN, 1979).

A curva-chave obtida por Bonumá (2006) a partir de medições de vazões do vertedor de jusante é expressa pelas equações 4.1, 4.2 e 4.3.

Para $0,06 < H \leq 0,47$ m

$$Q = 7,438435.H^{2,5} \quad (4.1)$$

Para $0,47 < H \leq 1,11$ m

$$Q = 7,702248.H^{2,5} \quad (4.2)$$

Para $1,11 < H \leq 1,15$ m

$$Q = 7,659451.H^{2,5} \quad (4.3)$$

Para $H > 1,15$ m o vertedor funciona como um vertedor misto (triangular e retangular) e a vazão adotada é apresentada na equação 4.4:

$$Q = 10,862811 + (16,6383 - 0,342 H).(H - 1,15)^{\frac{3}{2}} \quad (4.4)$$

onde:

Q = vazão (m³/s);

H = cota (m).

Para a transformação de cotas em vazões na estação fluviométrica de jusante foram utilizadas as equações proposta por BONUMÀ (2006), com auxílio de linigrafos instalados nas seções em estudo, se obteve registros contínuos das variações das cotas da água ao longo do período estudado.

Durante as medições de descarga sólida, nos eventos chuvosos, foram feitas medições de velocidade com o molinete hidrométrico nas mesmas verticais de amostragem de sedimento, ou seja, a $1/3$, $1/2$ e a $2/3$ da largura da sessão. Essas medições de velocidade, foram utilizadas para a obtenção de vazões, que validaram a curva chave obtido por Bonumá (2006) conforme mostra a figura 5.6 no vertedor misto ilustrado na figura 4.19.



Figura 4.19 – Vertedor em V instalado no ponto de Jusante

4.11 – Uso da Equação Universal de Perda de Solo Modificada (MUSLE) para determinação da produção de sedimento

Para a determinação da perda de solos na bacia, além das medições diretas foi utilizada a equação universal de perda de solos modificada (MUSLE), utilizando para a obtenção do volume escoado e a produção de sedimentos as seguintes alternativas:

- a) Dados observados nos eventos;
- b) Método do Soil Conservation Service com as seguintes alternativas e ilustradas nas figuras 4.20, 4.21, 4.22 e 4.23 calculadas para as sub-bacias:
 - b.1) Altura útil de chuva considerada igual a altura efetiva observada e tempo de duração da chuva útil observada;
 - b.2) Altura útil de chuva considerada igual a altura efetiva observada e tempo de duração da chuva útil calculada.
 - b.3) Altura da chuva útil calculada pelo método do SCS-CN, e tempo de duração da chuva útil observada;
 - b.4) Altura da chuva útil calculada pelo método do SCS-CN, e tempo de duração da chuva útil calculada;
- c) Produção de sedimentos calculada para toda a bacia utilizando a MUSLE, duração da chuva útil calculada ($D(\text{horas})$) e a altura efetiva ($H_{ef}(\text{mm})$) do evento, método este ilustrado na figura 4.24.

b.1) Produção de sedimento utilizando o MUSLE, duração da chuva efetiva observada(horas) e a altura efetiva (mm).

$$Y=R.K.LS.C.P$$

$$R = 89,6 \cdot (Qs \cdot qp)^{0,56}$$

$$Q_p = \frac{0,27.K.H_u \cdot A}{T_p'}$$

$$T_p' = \frac{1}{2}D + 0,6.Tc$$

D= observado

Figura 4.20 – Método b.1

b.2) Produção de sedimentos utilizando o MUSLE, a duração da chuva efetiva (horas) calculada, e a altura efetiva (mm).

$$Y=R.K.LS.C.P$$

$$R = 89,6 \cdot (Qs \cdot qp)^{0,56}$$

$$Q_p = \frac{0,27.K.H_u \cdot A}{T_p'}$$

$$T_p' = \frac{1}{2}D + 0,6.Tc$$

$$D = 2\sqrt{Tc} \quad Tc = \left(\frac{0,87L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Figura 4.21 – Método b.2

b.3) Produção de sedimento utilizando o MUSLE, a duração da chuva efetiva (horas) observada, e a altura total da chuva (mm).

Y=R.K.LS.C.P

$$R = 89,6 \cdot (Q_s \cdot qp)^{0,56}$$

Onde HO = perdas iniciais da chuva em mm:

$$H_o = (5080/CN) - 50,8$$

$$Q_p = \frac{0,27 \cdot K \cdot H_u \cdot A}{T_p'}$$

$$T_p' = \frac{1}{2} D + 0,6 \cdot T_c$$

D = observado

$$H_u = \frac{(H - H_o)^2}{H + 4 \cdot H_o}$$

Figura 4.22 – Método b.3

b.4) Produção de sedimentos utilizando o MUSLE para cada sub-bacia, a duração da chuva efetiva (horas) calculada, e a altura total da chuva (mm).

Y=R.K.LS.C.P

$$R = 89,6 \cdot (Q_s \cdot qp)^{0,56}$$

Onde HO = perdas iniciais da chuva em mm:

$$H_o = (5080/CN) - 50,8$$

$$Q_p = \frac{0,27 \cdot K \cdot H_u \cdot A}{T_p'}$$

$$T_p' = \frac{1}{2} D + 0,6 \cdot T_c$$

$$D = 2\sqrt{T_c} \quad T_c = \left(\frac{0,87L^3}{H} \right)^{0,385}$$

$$H_u = \frac{(H - H_o)^2}{H + 4 \cdot H_o}$$

Figura 4.23 – Método b.4

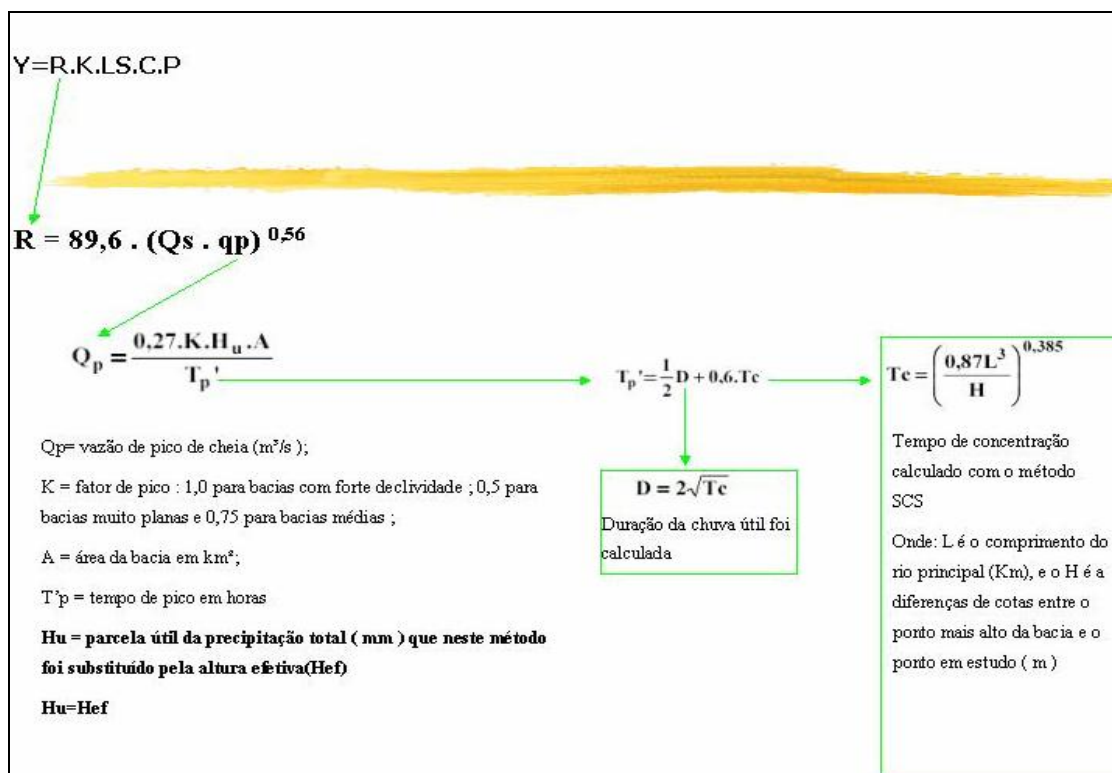


Figura 4.24 – Método de cálculo de produção de sedimentos para toda a Bacia Hidrografica

Os resultados foram então comparados com os obtidos pela medição direta de produção de sedimento. Para cálculo de produção de sedimentos nos eventos chuvosos, o critério para escolha dos resultados dos eventos se usou os eventos mais completos e diferenciados entre si (intensidade do evento, duração do evento, umidade antecedente do solo no momento do evento) assim 10 eventos foram selecionados. Já para cálculo de vazão foram selecionados 17 medições, e para a determinação dos resultados de granulometria do material do leito se fez três coletas na estação de montante e na estação de jusante. Os dados utilizados para cálculo de sedimentos são referentes a estação de jusante. Os dados da estação de montante presentes neste estudo são apresentados para comparação e validação dos dados obtidos na estação de jusante.

4.12-Cálculo do parâmetro de propagação de sedimento (B) proposto por Williams (1975)

A bacia do presente trabalho, foi dividida em 11 sub-bacias, para utilizar o método de propagação de sedimento (B) de Williams (1975). Logo após o cálculo de produção de sedimento com a utilização da MUSLE para toda a bacia, aplicou-se o método de Williams (1975), equação 3.21, para determinação do propagado para cada sub-bacia, com as alternativas propostas no trabalho.

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 – Economia local e uso do solo

No momento essa região é sustentada por atividades agrícolas de subsistência, com presença de atividade pecuária e leiteira considerável boa economicamente A cobertura vegetal predominante é de mata, tendo uma pequena porcentagem de agricultura e urbanização. A distribuição do uso do solo está apresentada na tabela 5.1.

Tabela 5.1- Distribuição da cobertura e uso do solo de toda a bacia estudada

	Km²	%
Água	0,0321	0,0966
Solo exposto	2,2888	6,8951
Culturas	1,3729	4,1360
Mata	15,9838	48,1513
Campo_sujo	9,3730	28,2363
Campo_limpo	2,8782	8,6705
Nuvens	1,2825	3,8635
Construções	0,0074	0,0224
Área total das classes	33,1949	100

5.2 – Precipitação

Para o período do estudo 22/12/2005 a 15/06/2007, os dados de chuva na bacia hidrográfica foram obtidos da estação pluviométrica instalada entre as estações de monitoramento de vazão e sedimento.

5.3 – Dados da Estação Pluviométrica

O Pluviômetro situado em um ponto intermediário entre a estação fluviográfica de montante e a estação fluviográfica de jusante, nas coordenadas UTM 217936 e 6726777 (zona -22) ou Coordenadas geográficas 53°54'39.2' W (longitude) e 29°33'23.3' S (latitude) informou uma precipitação total de 1447mm no período de 22/12/2005 a 17/12/2006 referente ao tempo de estudo do presente trabalho. A figura 5.1 que mostra a distribuição mensal da precipitação.

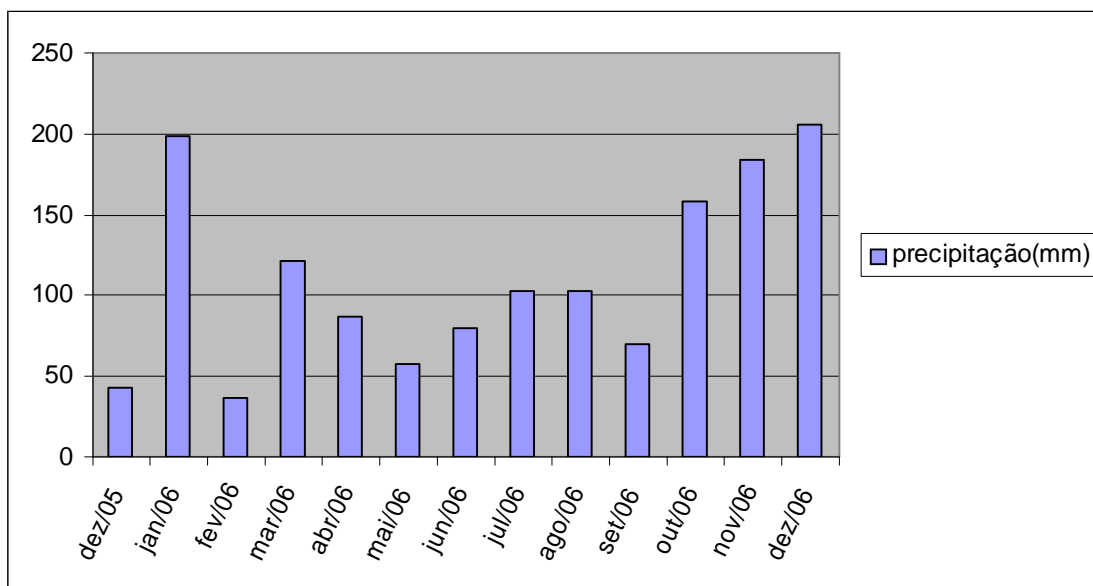


Figura 5.1-Precipitação mensal da estação da Bacia estudada.

5.4 – Vazão

Para definir a curva chave para todas as faixas de níveis de água observadas, foi feita a extrapolação da curva chave de vazão para cotas registradas. Estes níveis foram observados durante a ocorrência de precipitação intensa e que geralmente faz com que desçam rio abaixo galhos, árvores, além de ter-se altas velocidades. As tabelas 5.2 e 5.6 mostram os dados de cotas e vazões, obtidos nas datas e horários indicados, nos pontos 1, 2, 3 situados a 1/3, 1/2, e 2/3 respectivamente da ponte hidrométrica, que possui 9 metros de comprimento, instalada na estação de Jusante da bacia do estudo. As cotas foram verificadas através do Thalimedes, e as velocidades para obtenção das vazões, foram medidas com o molinete fluviométrico universal. Os resultados das vazões estão apresentados na tabela 5.2.

Tabela 5.2 - Resultados de vazão

Data	Hora da coleta (início)	Cota (m)	Q (m³/s)
14.08.06	14:25	0,320	0,431
13.09.06	12:00	0,380	0,662
13.09.06	13:30	0,385	0,684
15.09.06	10:10	1,270	11,536
15.09.06	12:19	1,157	10,872
15.09.06	14:40	1,072	9,164
15.09.06	16:15	1,024	8,173
05.10.06	11:30	0,494	1,321
05.10.06	12:56	0,492	1,308
06.11.06	11:00	0,784	4,192
06.11.06	12:43	0,789	4,259
17.11.06	12:14	0,480	1,229
15.06.07	11:00	0,571	1,898
15.06.07	12:30	0,680	2,937
15.06.07	13:30	0,645	2,573
15.06.07	14:37	0,600	2,148
15.06.07	15:00	0,603	2,175

5.5 – Dados Sedimentológicos

5.5.1 – Concentração de sedimento em suspensão

Pelo objetivo de determinação do volume dos sedimentos produzidos e transportados que se apresentavam em suspensão na seção em estudo devido a ocorrência de eventos chuvosos na bacia, foram coletadas, durante as chuvas, amostragens de mistura de sedimento e água para se determinar a concentração de sedimentos em suspensão.

As amostras foram coletadas através dos amostradores ANA e AND instalados na seção do rio, que coletavam amostras de mais ou menos 300mL.

Essas amostras eram encaminhadas para o Laboratório de Sedimentos (LASED) da Universidade Federal de Santa Maria. Determinou-se a concentração de sedimentos do material em suspensão através do método de evaporação e tubo de retirada pelo fundo. Os resultados dessas análises são apresentados a seguir. (tabela 5.3, 5.4 e 5.5).

Tabela 5.3 – Resultados das análises de concentração do ANA do ponto de jusante

ANA – Jusante (concentração de sedimentos em suspensão) mg/L											
GARRAFA	NÍVEL(m)	DATA									
		26.12.05	27.01.06	03.02.06	27.03.06	29.03.06	03.04.06	22.05.06	29.06.06	17.09.06	09.11.06
G1	0,28	1,32	19,22	288,10	376,92	376,90	13,11	71,82	157,23	248,90	107,03
G2	0,43	690,60	13,15	-	10,30	-	10,29	451,40	31,65	234,00	136,10
G3	0,58	602,73	56,92	-	637,20	-	-	-	308,83	628,17	1224,00
G4	0,73	-	-	-	40,11	-	-	-	-	342,26	1955,00
G5	0,88	-	-	-	-	-	-	-	-	331,28	387,78
G6	1,03	-	-	-	-	-	-	-	-	441,13	91,79
G7	1,18	-	-	-	-	-	-	-	-	529,97	582,50
G8	1,33	-	-	-	-	-	-	-	-	771,57	1009,00
G9	1,48	-	-	-	-	-	-	-	-	662,25	1770,50
G10	1,63	-	-	-	-	-	-	-	-	324,07	473,20
G11	1,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G12	1,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Quanto as diferenças de concentrações obtidas nas análises de laboratório, se observou que estas tinham uma relação direta com o manejo e uso do solo. já que na bacia do estudo além de existir áreas de mineração ocorreu eventos em finais de semana o que induziu a concluir que quanto a diferença de concentração de sedimentos

em níveis próximos era devido a movimentação antrópica do solo.

Tabela 5.4 – Resultados das análises de concentração do ANA do ponto de montante

ANA- Montante (concentração de sólidos em suspensão) mg/L											
GARRAFA	NÍVEL(m)	DATA									
		26.12.05	27.01.06	03.02.06	27.03.06	29.03.06	03.04.06	22.05.06	29.06.06	17.09.06	09.11.06
G1	0,28	4,46	0,04	0,88	11,20	11,20	26,20	47,768	334,71	51,07	98,75
G2	0,43	-	522,71	10,29	16,50	16,50	-	-	90,15	232,09	77,65
G3	0,58	-	-	-	394,07	94,07	-	-	194,43	189,89	1107,07
G4	0,73	-	-	-	-	-	-	-	153,72	341,13	1326,50
G5	0,88	-	-	-	-	-	-	-	314,10	151,01	1751,29
G6	1,03	-	-	-	-	-	-	-	-	99,49	539,06
G7	1,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G8	1,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G9	1,48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G10	1,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G11	1,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G12	1,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 5.5 – Resultados das análises de concentração do AND do ponto de jusante

AND - Jusante (concentração de sólidos em suspensão) mg/L											
GARRAFA	NÍVEL(m)	DATA									
		26.12.05	27.01.06	03.02.06	27.03.06	29.03.06	03.04.06	22.05.06	29.06.06	17.09.06	09.11.06
G10	1,65	-	-	-	-	-	23,12	70,254	X	441,00	739,00
G9	1,50	-	-	-	-	-	-	-	X	804,33	345,15
G8	1,35	-	-	-	-	-	-	-	X	316,88	1462,89
G7	1,20	-	-	-	-	-	-	-	X	94,59	1203,05
G6	1,05	-	-	-	-	-	-	-	X	312,04	1161,19
G5	0,90	-	-	-	-	-	-	-	X	585,20	1360,16
G4	0,75	-	-	-	-	-	-	-	X	173,49	1216,52
G3	0,60	-	-	-	-	-	-	-	X	409,13	706,44
G2	0,45	-	-	-	-	-	-	-	X	261,50	1373,23
G1	0,30	-	-	-	-	-	-	-	X	-	697,05

X – Evento sem dados devido falha do equipamento

Para cálculo de concentração de sedimento do equipamento AND, por não se ter os dados reais das concentrações de sedimento produzidos nos eventos devido a data de instalação do equipamento e em um evento o equipamento não se comportar como esperado, se utilizou a equação da curva chave de produção de sedimento com os dados obtidos nos eventos em que o equipamento (AND) funcionou corretamente. Assim se

estimou os valores de sedimento produzido nos eventos sem dados reais nos eventos selecionados para o estudo.

Os resultados das concentrações de sedimentos nas coletas com o amostrador USDH-48 (AMS-1) na estação de jusante do presente estudo estão descritos na tabela 5.6

Tabela 5.6 - Resultados de vazão e concentração de sedimentos

Data	hora início	Cota (m)	Cmédio (mg/L)	Qss(t/dia)
14.08.06	14:25	0,320	177,655	6,614
13.09.06	12:00	0,380	738,467	42,246
13.09.06	13:30	0,385	333,905	19,737
15.09.06	10:10	1,270	1796,287	1790,440
15.09.06	12:19	1,157	424,186	398,467
15.09.06	14:40	1,072	208,838	165,358
15.09.06	16:15	1,024	3078,249	2173,620
05.10.06	11:30	0,494	39,103	4,463
05.10.06	12:56	0,492	43,741	4,942
06.11.06	11:00	0,784	204,686	74,133
06.11.06	12:43	0,789	371,978	136,880
17.11.06	12:14	0,480	127,554	13,550
15.06.07	11:00	0,571	98,54	16,156
15.06.07	12:30	0,680	126,775	32,169
15.06.07	13:30	0,645	60,639	13,483
15.06.07	14:37	0,600	21,259	3,945
15.06.07	15:00	0,603	25,293	4,753

5.5.2 – Análise Granulométrica

Foram realizadas análises granulométricas do material do leito do rio e dos sedimentos transportados em suspensão no rio em estudo para que se tivesse o conhecimento dos sedimentos presentes no sistema da Bacia Hidrográfica estudada.

Quanto a distribuição e classificação dos tamanhos do material foram feitas segundo a norma NBR 7181, (1983). A tabela 5.7 mostra o resultado da análise do material do leito no ponto de montante e tabela 5.8 mostra o resultado da análise do material do leito no ponto de jusante.

Tabela 5.7 - Resultado da análise do material do leito no ponto de montante

Peneiramento					
Peneiras		Mat. Retido	Material que passa (g)		(%)
Nº	mm	(g)	Parcial	Total	Passante
	25	1234,43		265,57	17,70
	19	75,72		189,85	12,66
	12,5	70,83		119,02	7,93
	9,5	28,07		90,95	6,06
4	4,8	56,04		34,91	2,33
10	2,00	24,36		10,55	0,70
16	1,20	5,68	71,85		0,65
30	0,60	3,24	68,61		0,62
40	0,42	1,62	66,99		0,61
60	0,25	0,29	66,70		0,61
100	0,15	0,30	66,40		0,60
200	0,075	0,17	66,23		0,60

Tabela 5.8 - Resultado da análise do material do leito no ponto de jusante

Peneiramento					
Peneiras		Mat. Retido	Material que passa (g)		(%)
Nº	mm	(g)	Parcial	Total	Passante
	25	907,40		592,60	39,51
	19	99,62		492,98	32,87
	12,5	124,66		368,32	24,55
	9,5	42,12		326,20	21,75
4	4,8	91,65		234,55	15,64
10	2,00	65,46		169,09	11,27
16	1,20	23,29	54,24		7,89
30	0,60	20,00	34,24		4,98
40	0,42	14,40	19,84		2,88
60	0,25	10,00	9,84		1,43
100	0,15	7,00	2,84		0,41
200	0,075	2,75	0,09		0,01

5.5.2.1 – Material do leito

As amostras foram retiradas do fundo do rio nos pontos próximos as estações Fluviométricas. Essas amostras foram secas e levadas ao Laboratório de materiais de

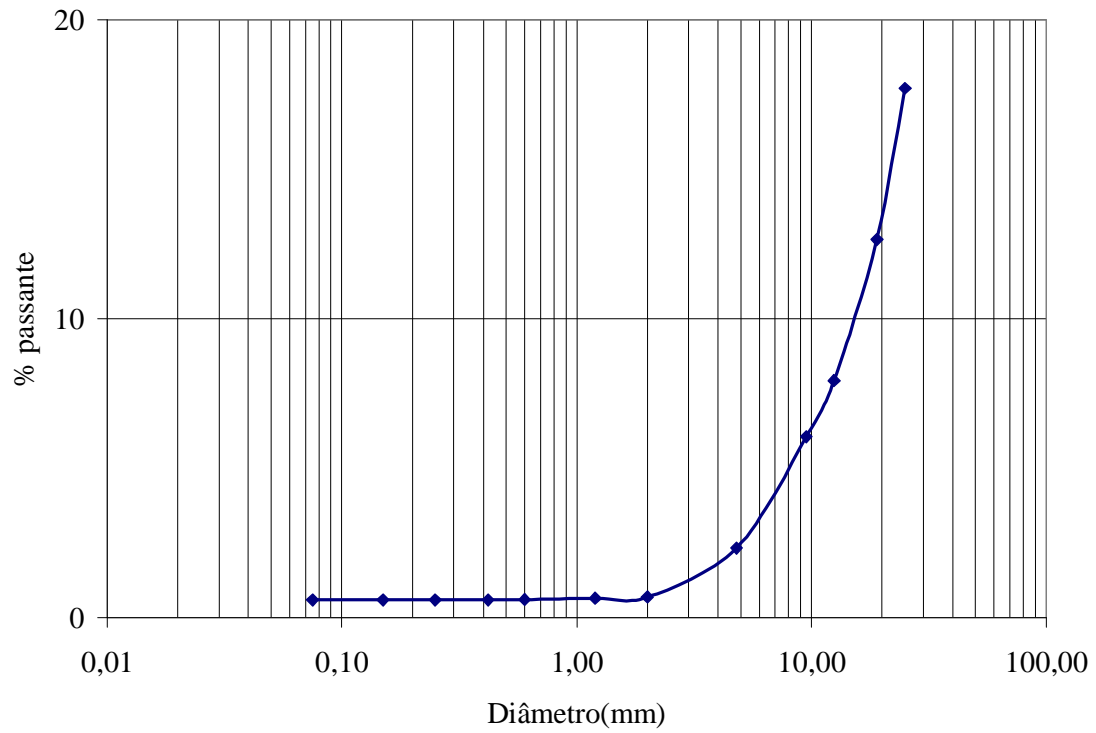
Construção Civil do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria (LMCC), onde passaram pelo processo de peneiramento. As características granulométricas são apresentadas na tabela 5.9 (resultados do ponto de montante) e tabela 5.10 (resultados do ponto de jusante) e curvas granulométricas apresentadas nas figuras 5.2 (resultados do ponto de montante) e 5.3 (resultados do ponto de jusante).

Tabela 5.9 - Resultado da granulometria do material do leito coletado no ponto de montante

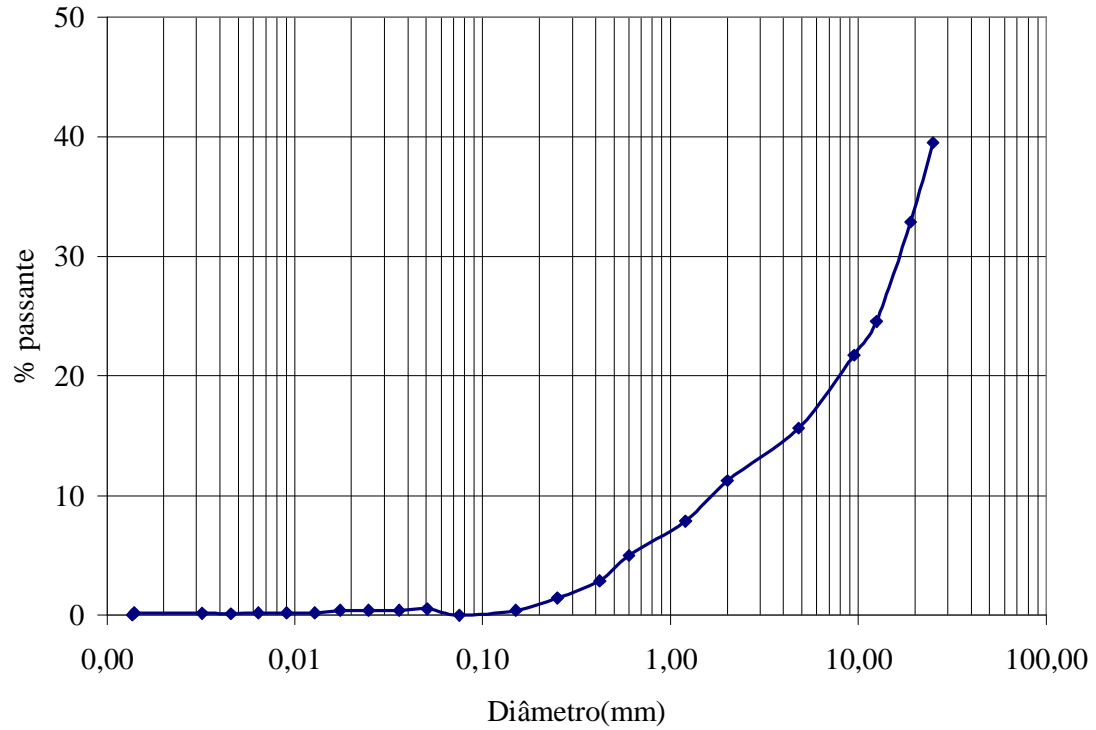
Porcentagens (%)	
Argila:	0
Silte:	0
Areia Fina:	0
Areia Média:	0,3
Areia Grossa:	0,7
Pedregulho:	99
Soma	100

Tabela 5.10 - Resultado da granulometria do material do leito coletado no ponto de jusante

Porcentagens (%)	
Argila:	0
Silte:	0
Areia Fina:	1
Areia Média:	4
Areia Grossa:	6
Pedregulho:	89
Soma	100



Figuras 5.2 - Resultado da curva granulométrica do material do leito no ponto de montante



Figuras 5.3- Resultado da curva granulométrica do material do leito no ponto de jusante

5.6 - Análise da curva chave de sedimento e vazão

A figura 5.6 apresenta a curva chave com a utilização dos dados do presente trabalho na equação da curva chave proposta por Bonumá (2006), no método da meia seção e método da seção média, para obtenção das vazões e a figura 5.5 apresenta a relação descarga sólida x descarga líquida.

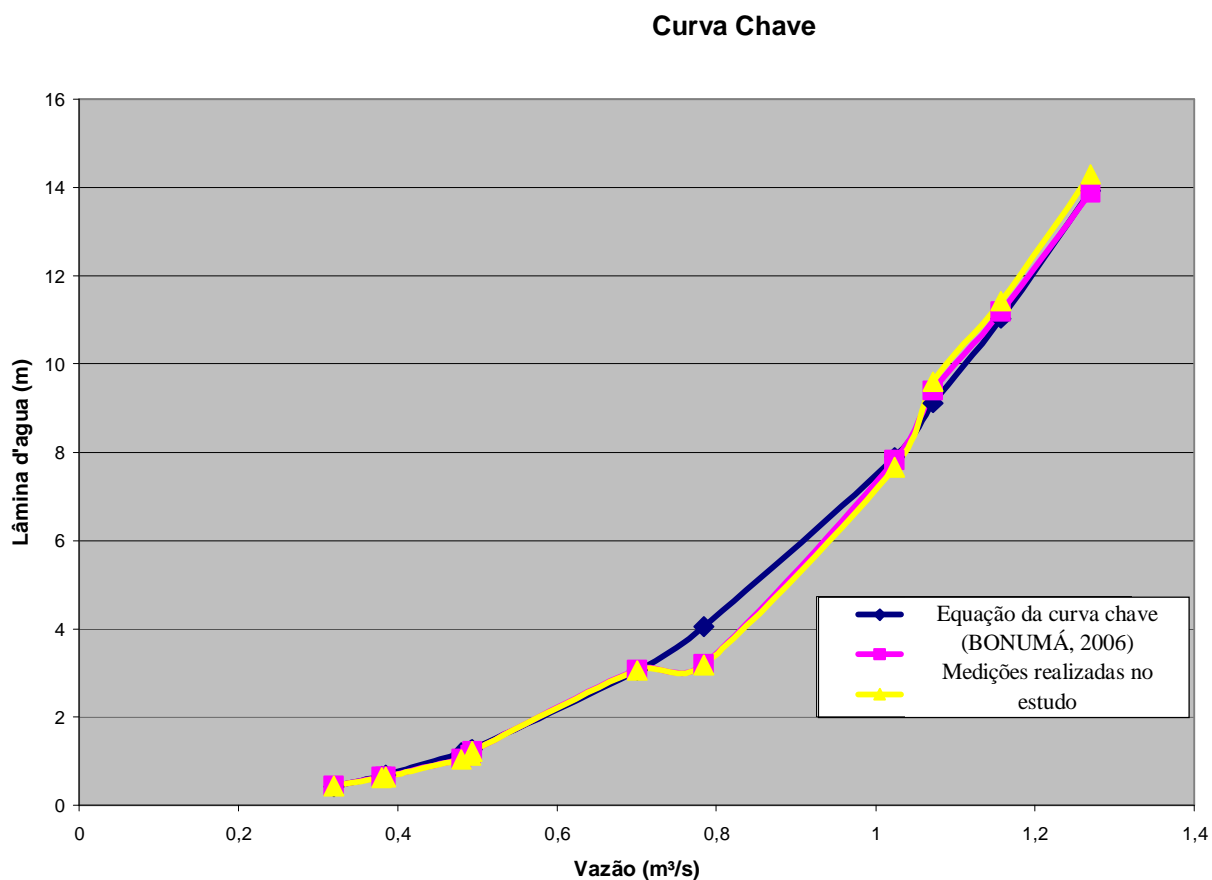


Figura 5.4 – Curva chave de vazão utilizando as equações de Bonumá(2006), o método da seção média e meia seção

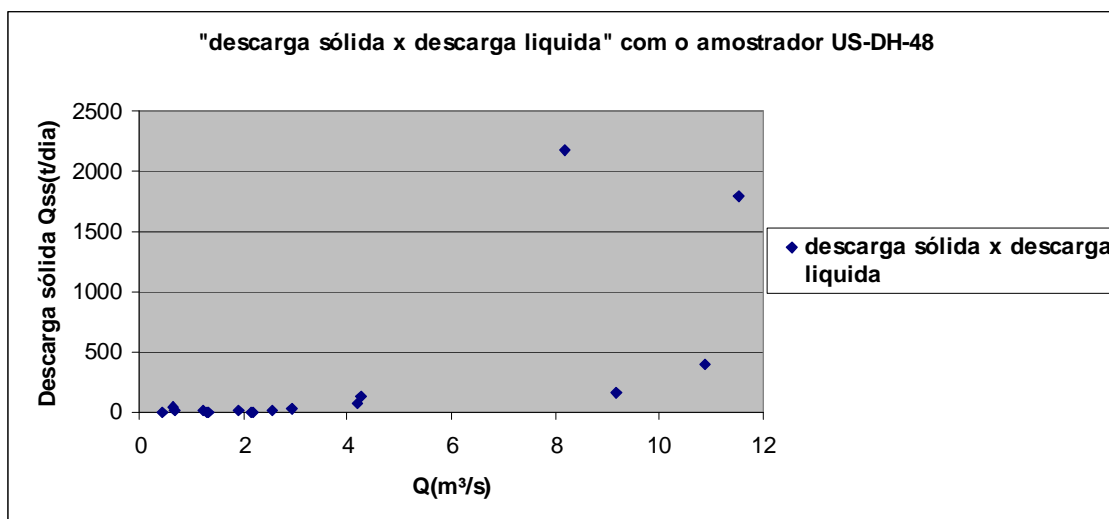


Figura 5.5 –Descarga sólida x descarga líquida na estação de jusante

5.7-Resultados dos parâmetros do SCS-CN

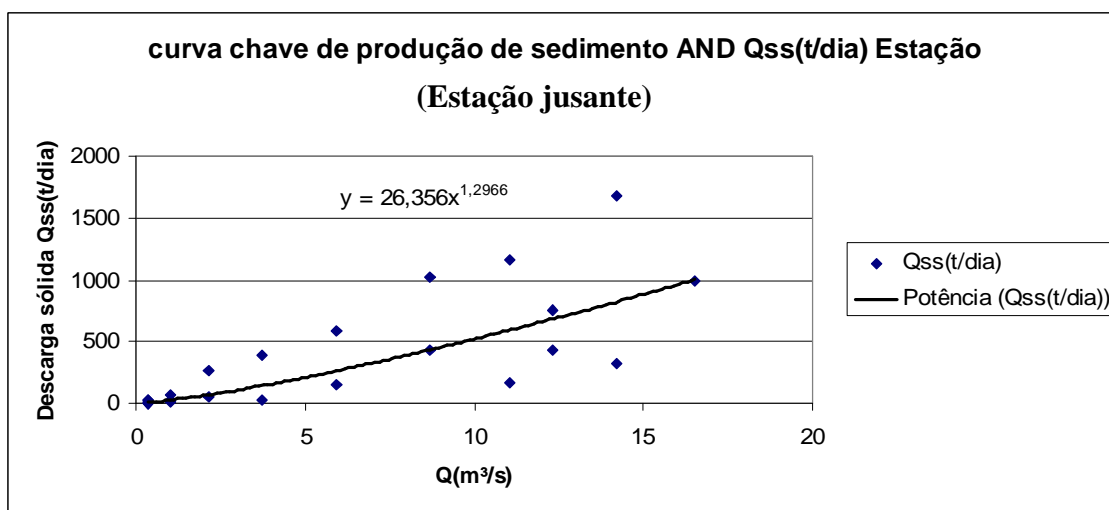
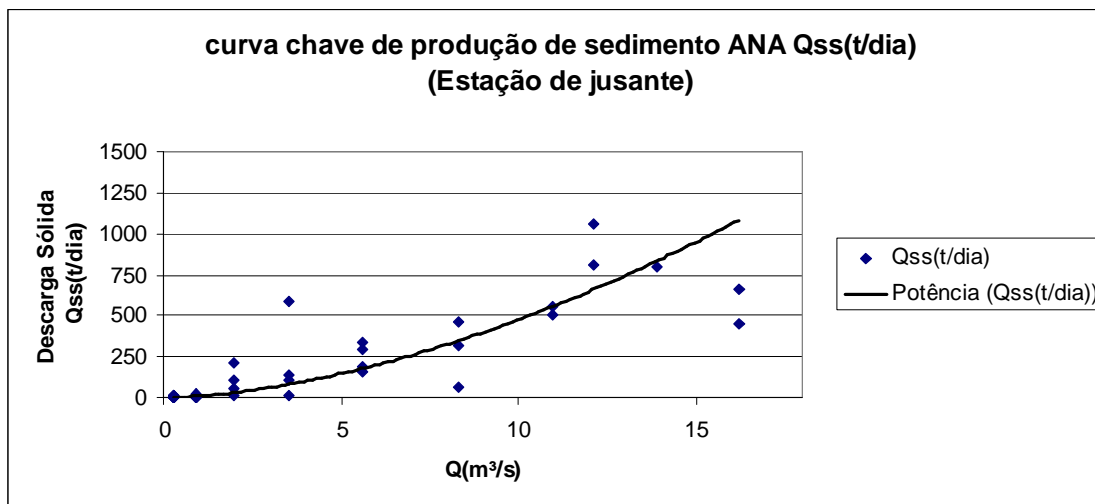
A tabela 5.11 apresenta os resultados de vazão efetiva (Q_e (mm)), precipitação efetiva (P_t (mm)), armazenamento potencial Máximo (S), coeficiente (CN), índice de infiltração (I), abstração inicial (I_a), escoamento superficial (Q (mm)), encontrados com a aplicação do método SCS-CN nas respectivas datas dos eventos estudados, utilizando os dados de vazões observadas. Eventos estes selecionados devido a quantidade de dados disponíveis e diferentes condições antecedentes de umidade do solo.

Tabela-5.11 resultados dos fatores do SCS-CN

Dia do evento	Q_e (mm)	P_t (mm)	S	CN	I_a	I (mm/h)	Q (mm)
23.12.05	0,72	8,17	19,99	92,70	4,00	0,76	0,72
23.01.06	0,65	41,63	156,22	61,92	31,24	1,34	0,65
03.02.06	0,01	2,60	11,07	95,82	2,21	0,90	0,01
27.03.06	0,06	7,70	31,59	88,94	6,32	1,32	0,06
29.03.06	0,22	10,44	37,24	87,21	7,45	1,24	0,22
23.03.06	2,46	17,56	34,88	87,93	6,98	0,26	2,46
19.05.06	0,15	14,56	57,80	81,46	11,56	0,11	0,15
25.06.06	0,76	24,68	82,07	75,58	16,41	0,47	0,76
14.09.06	20,80	41,87	27,32	90,29	5,46	0,17	20,80
05.11.06	15,88	26,51	12,36	95,36	2,47	0,62	15,88

5.8-Curva chave de produção de Sedimento

As figuras 5.6 e 5.7 ilustram as curvas chaves de produção de sedimento obtidas com os amostradores de sedimento das estações de monitoramento da bacia hidrográfica do estudo no ponto de jusante.



Os valores das descargas sólidas analisadas nos gráficos 5.6 e 5.7 mostram uma tendência de aumentar a concentração de sedimento com o aumento da vazão, o que se esperava, mas existem valores que contrariaram esta tendência e este fenômeno tem como responsável exatamente o uso do solo que frequentemente e sem nenhum padrão de exploração sofria modificações em seus horizontes texturais.

5.9- Resultados dos parâmetros da MUSLE

Os cálculos e resultados da aplicação do modelo de produção de sedimento estão dispostos no decorrer do trabalho. A tabela 5.12 apresenta a granulometria e fatores de porcentagem de matéria orgânica (Ka), e os fatores de Kb e Kc, porcentagem de argila, silte e areia fina presentes nos tipos de solos da bacia hidrográfica do Arroio do Lageado Grande.

Tabela 5.12 granulometria dos tipos de solos e fatores encontrados na bacia do estudo.

solo	% silte	%areia fina	%argila	ka	kb	kc
1	32	25	10	5	2	3
2	29	35	20	5	2	3

O fator de erodibilidade do solo, K, pode ser composto conforme a tabela 5.13 resultando $k = 0,01553 \text{ (t/ha)/((Mj/ha)(mm/h))}$ após utilizar a equação 5.1.

$$K = [2,1.M^{1,14} \cdot 10^{-4} (12 - Ka) + 3,25(Kb - 2) + 2,5(Kc - 3)].1,313/100 \quad (5.1)$$

Onde:

Ka = % de matéria orgânica

Kb = é o coeficiente relativo de estrutura do solo

Kc = classe de permeabilidade

$$M = (\% \text{ silte} + \% \text{ areia muito fina}) \cdot (100 - \% \text{ argila})$$

Os valores dos K referentes aos tipos de solos presentes na bacia hidrográfica e o fator M deste estudo estão apresentados na tabela 5.13 e que discretiza um k médio para que o mesmo fosse usado para a Bacia hidrográfica e cada sub-bacia em que estivesse compreendida nos dois tipos de solos presentes na bacia hidrográfica do Arroio do Lageado Grande. Um exemplo é se a sub-bacia que estava compreendida nos 2 tipos de solos presentes na bacia, nesse caso, foi utilizado para esta o valor do K médio.

Tabela 5.13 – Valores do k para os dois tipos de solo presentes na bacia hidrográfica estudada e dados para a obtenção do fator M

K=	0,01036	%		
		ARGILA	32	
Solo 1		SILTE	25	M= 2380
		AREIA fina	10	
		TEOR DE MATERIA ORGANICA	5	
	CONSIDERANDO	DE 0 A 3		
	CLASSE DE PERMEABILIDADE DO SOLO	2		
	COEFICIENTE DE ESTRUTURA DO SOLO	2		
K=	0,020707	%		
		ARGILA	29	
Solo 2		SILTE	35	M= 3905
		AREIA fina	20	
		TEOR DE MATERIA ORGANICA	5	
	CONSIDERANDO	DE 0 A 3		
	CLASSE DE PERMEABILIDADE DO SOLO	2		
	COEFICIENTE DE ESTRUTURA DO SOLO	2		
Médio K=	0,015534			

O valor de comprimento da rampa foi calculado conforme a equação 5.2

$$LS = \left(\frac{L}{22,1} \right)^m * (0,065 + 0,0454 * S + 0,0065 * S^2) \quad (5.2)$$

Onde S= é a declividade da rampa em %

L= é o comprimento da rampa em metros

m é 0,2 para $S < 0,5$; 0,3 para $0,5 \leq S < 3,5$; 0,5 para $S \geq 3,5$ com m adotado como 0,5.

O valor de L foi calculado pela equação 5.3

$$L = \left(\frac{Per}{2} \right) - Le \quad (5.3)$$

Onde L é o comprimento do retângulo equivalente e é dado pela equação 5.4

$$le = \frac{Kc \cdot \sqrt{A}}{1,128} \cdot \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1,128}{Kc} \right)^2} \right] \quad (5.4)$$

Onde Kc é o coeficiente de compacidade e é dado pela equação 5.5 e o A é a área da bacia.

$$Kc = 0,282 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (5.5)$$

A tabela 5.14 mostra as porcentagens dos tipos de usos do solo, os fatores de C e P da MUSLE utilizados para calcular a produção de sedimento na bacia hidrográfica estudada.

Tabela 5.14 – Fator C e Fator P

Cobertura	% área	C	C ponderado	P	P ponderado
Solo exposto	6,89	0,01	0,000689	0,01	0,000689
Mata	48,15	0,0015	0,00072225	1	0,4815
Culturas	4,13	0,1	0,00413	0,1	0,00413
Campo sujo	8,6	0,001	0,000086	1	0,086
Campo limpo	3,8	0,001	0,000038	1	0,038
Soma			0,00566525		0,610319

5.10 - Perda de solo medida e perda de solo calculada pela MUSLE

Para o cálculo da quantidade de sedimento produzido nos eventos estudados utilizou-se a equação 5.6 onde o tempo em minutos é o da duração do evento e o Q_{ss} é a concentração de sedimento em toneladas por dia, que foi calculada usando a equação 5.7.

$$Q_{ss} \text{ (ton / dia)} * \text{tempo (min)} / 1440 = \text{ton} \quad (5.6)$$

$$Q_{ss} = 0,0864 * q * c \quad (5.7)$$

onde q é a descarga sólida em m^3/s e C é a concentração em mg/L

As tabelas 5.15 e 5.16 mostram os resultados e fatores obtidos para calcular a produção de sedimento nos respectivos eventos datados, analisados e calculados pela MUSLE e cálculo direto de medição utilizando os dados de concentração de sedimentos da estação de jusante.

Tabela-5.15 fatores e resultados da produção de sedimento com a aplicação da MUSLE e medida

Data do evento	Vazão de pico	Volume escoado	Volume escoado	Precipitação total	Fator de escoamento	Perda de solo (MUSLE)	Perda de solo medida
	q_p (m ³ /s)	Q (m ³)	Q(mm)	Pt(mm)	R (M.mm/h)	Y (ton)	(ton)
23.12.05	2,02	23887,60	0,72	8,17	11798,11	12,61	13,280
23.01.06	2,07	21306,04	0,65	41,63	10301,91	11,01	7,853
03.02.06	0,56	438,70	0,01	2,6	785,44	0,84	0,444
27.03.06	0,80	1928,76	0,06	7,7	2409,00	2,57	1,507
29.03.06	1,64	7384,74	0,22	10,44	4516,10	4,83	23,43
23.03.06	3,78	81775,82	2,46	17,56	21650,31	23,14	32,64
19.05.06	0,96	4900,06	0,15	14,56	5100,62	5,45	50,22
25.06.06	2,17	25104,86	0,76	24,68	11591,79	12,39	8,94
14.09.06	10,92	690281,20	20,80	41,87	63192,46	67,54	296,14
05.11.06	12,91	524575,1196	15,88	26,51	40642,84	43,44	535,58

Nos eventos dos dias 29.03.06, 19.05.06, 14.09.06 e 05.11.06 observa-se a considerável diferença entre a produção de sedimentos calculada pelo método direto (medido) e o método utilizando o modelo proposto(MUSLE). Este dado se atribui além da quantidade precipitada, também ao volume escoado nestes eventos. O que tendência o modelo a não superestimar os valores de produção de sedimentos observados, já que o modelo não prevê este processo de uso do solo que é a atividade de mineração.

A tabela 5.16 apresenta o volume escoado (Q_{sup}), a Área da bacia do estudo e a altura efetiva da chuva (H_{ef}), referente a cada evento estudado, para a aplicação do MUSLE.

Tabela 5.16- Dados usados para cálculo da produção de sedimento apresentados nas tabelas anteriores.

05.11.06	Q_{sup}	524575,1196	m ³
	Área	33195000	m ²
	H_{ef}	15,80283535	mm
14.09.06	Q_{sup}	690281,2023	m ³
	Área	33195000	m ²
	H_{ef}	20,79473421	mm
25.06.06	Q_{sup}	25104,8623	m ³
	Área	33195000	m ²
	H_{ef}	0,075628445	mm
19.05.06	Q_{sup}	4900,0565	m ³
	Área	33195000	m ²
	H_{ef}	0,147614293	mm

23.03.06	Qsup	81775,8212	m ³
	Área	33195000	m ²
	Hef	2,463498152	mm

29.03.06	Qsup	7384,7425	m ³
	Área	33195000	m ²
	Hef	0,222465507	mm
27.03.06	Qsup	1928,7619	m ³
	Área	33195000	m ²
	Hef	0,058103989	mm

03.02.06	Qsup	438,6992	m ³
	Área	33195000	m ²
	Hef	0,013215822	mm

23.01.06	Qsup	21306,0358	m ³
	Área	33195000	m ²
	Hef	0,064184473	mm

23.12.05	Qsup	23887,5997	m ³
	Área	33195000	m ²
	Hef	0,719614392	mm

5.11- Sub - Bacias

A Bacia Hidrográfica do Arroio do Lageado Grande foi dividida em 11 Sub-bacias.

A figura 5.8 mostra as sub-bacias divididas e nomeadas, divisão essa feita em cima do mapa das curvas de níveis e do mapa da rede de drenagem da bacia hidrográfica, a figura 5.9 apresenta os divisores das sub-bacias sobrepostas na figura ilustrativa da bacia hidrográfica estudada.

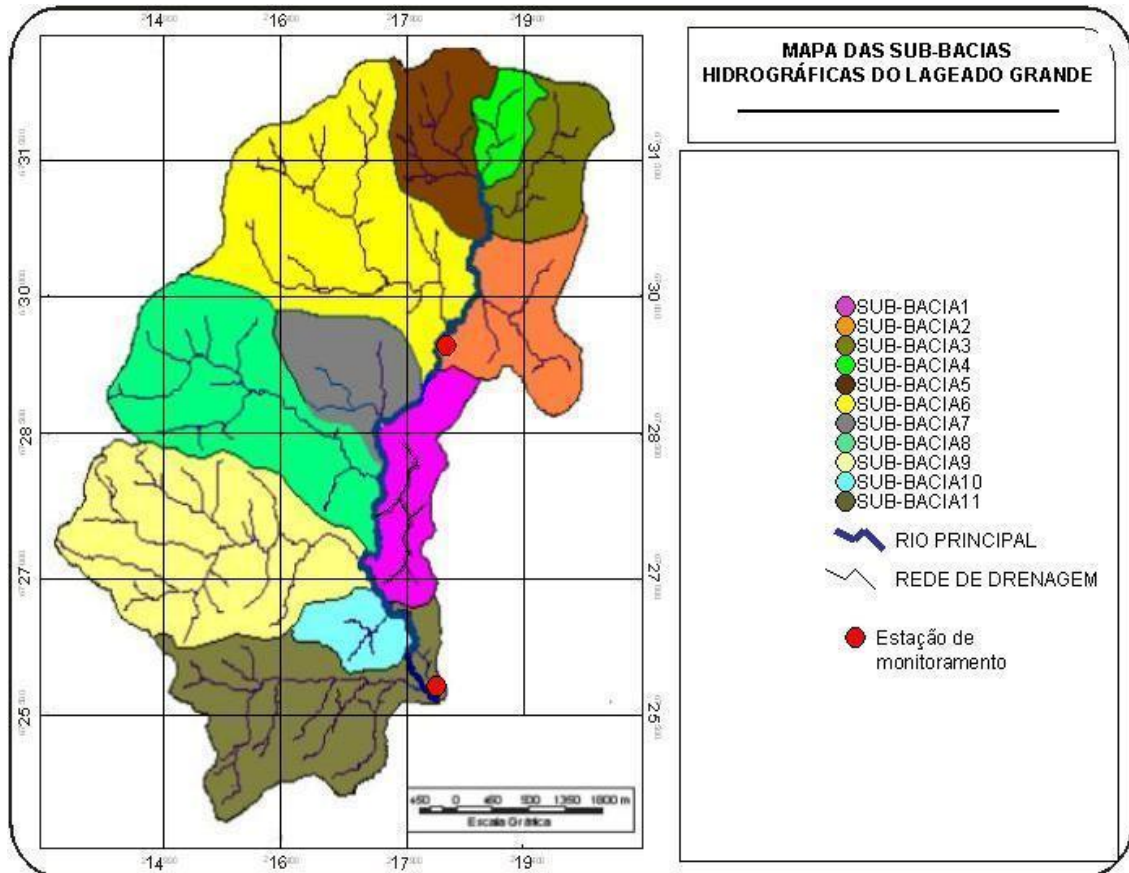


Figura 5.8- Mapas das sub-bacias



Figura 5.9-Divisores das sub-bacias

5.12 - Mapa Clinográfico

A representação da declividade média de áreas compreendidas dentro da bacia hidrográfica do Arroio do Lageado Grande, está ilustrada na figura 5.10

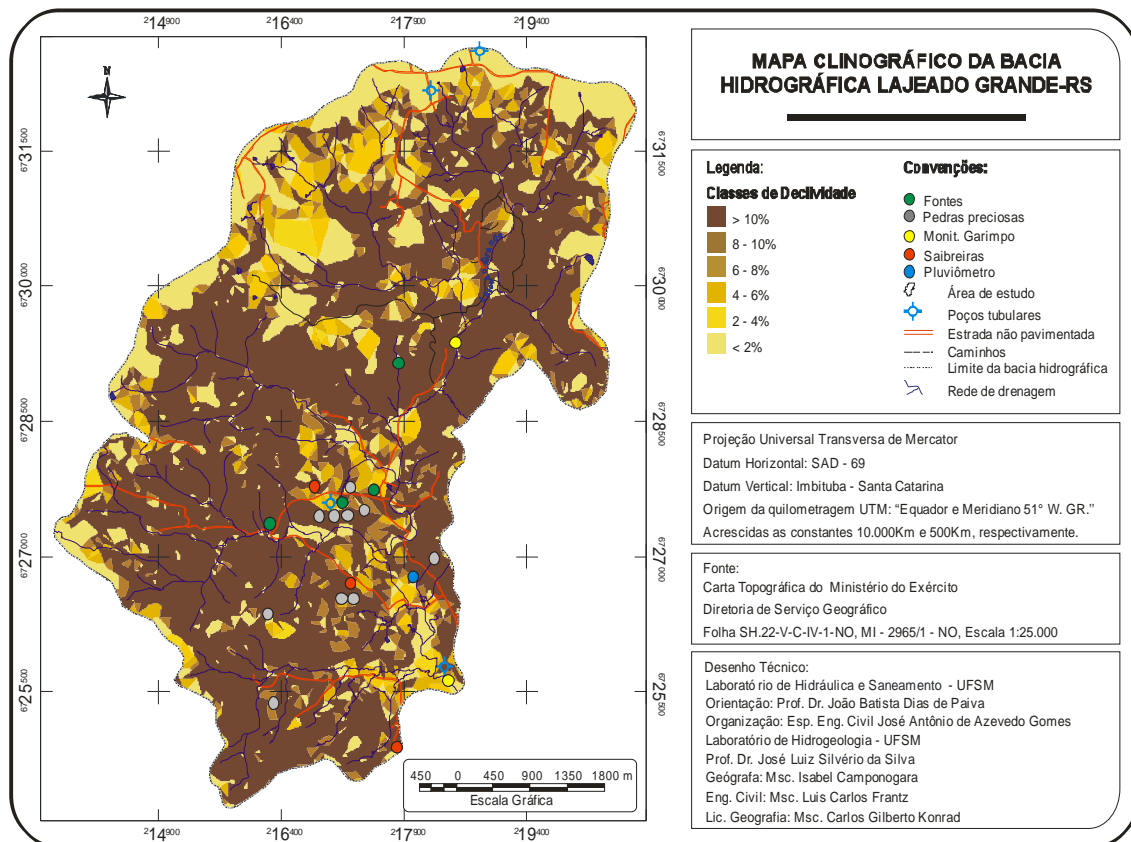


Figura 5.10 – Mapa clinográfico da bacia hidrográfica do Arroio do Lageado Grande

As tabelas a seguir mostram os valores utilizados em cada sub-bacia para obtenção dos fatores da MUSLE

A figura 5.11 apresenta a bacia hidrográfica do estudo em 3° dimensão e suas cotas.

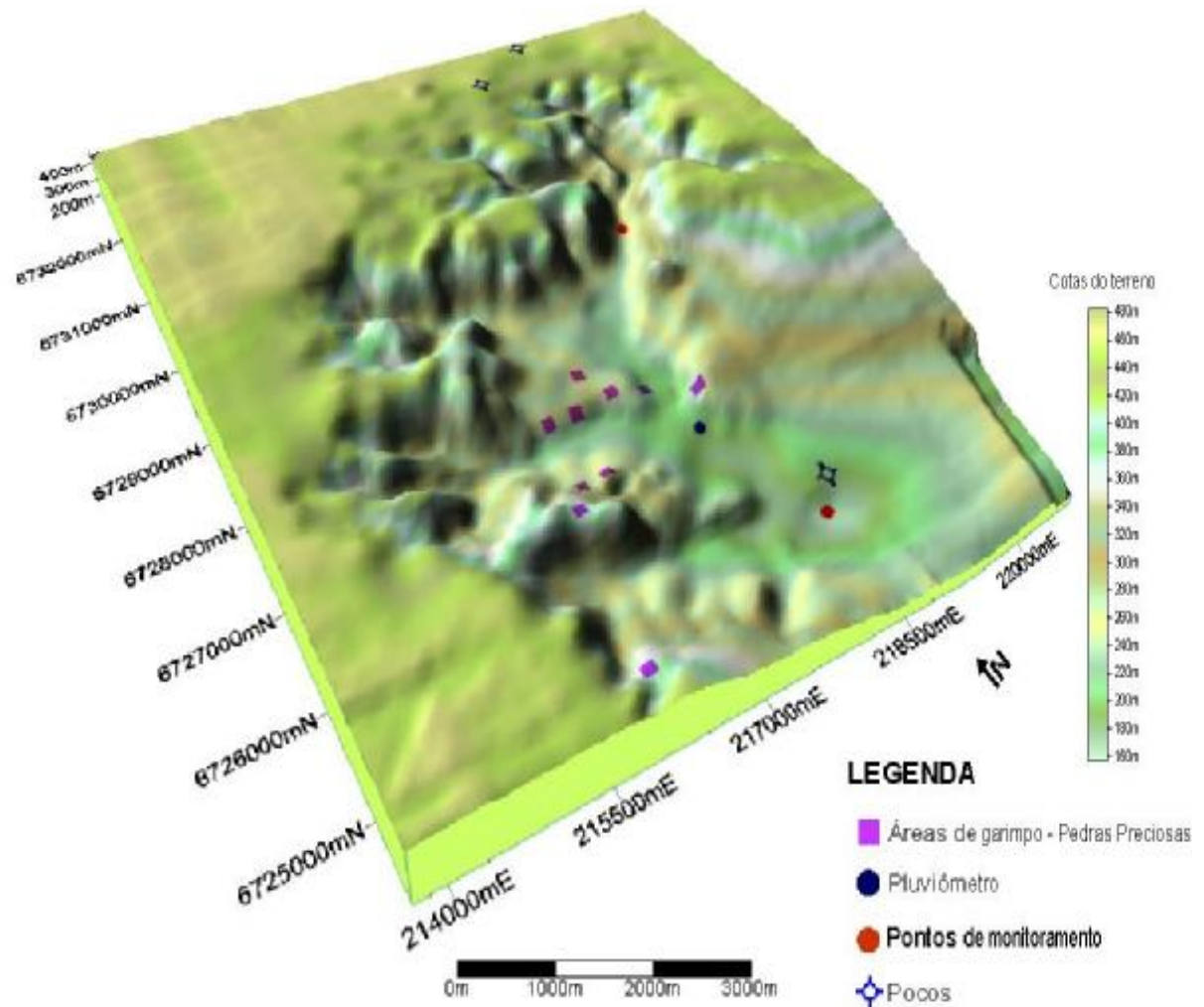


Figura 5.11-Mapa em 3^o dimensão da bacia hidrográfica do presente estudo

A tabela 5.17 apresenta a área em porcentagem, a área em Km², o comprimento do rio principal em Km, a declividade média em % e a diferença de cota em metros das respectivas sub-bacias. A tabela 5.18 apresenta a porcentagem de argila, silte, e areia fina presente nas respectivas sub-bacias. A porcentagem de matéria orgânica (Ka) para cada sub-bacia foi adotado o valor 5%, os valores de Kb, Kc foram obtidos a partir do nomograma de Wischemeier (CARVALHO, 1994). O Kb refere-se a estrutura do solo e Kc é fator relativo a permeabilidade do solo. A tabela 5.19 apresenta ainda o valor de M que foi obtido a partir de análises granulométricas dos tipos de solos e auxílio da equação 5.8. Nesta tabela também estão presentes os resultados da duração da chuva útil(D) calculado para cada sub-bacia . Cálculo este realizado utilizando a equação 5.9

$$M=(\% \text{Silte} + \% \text{ areia fina}) * (100 - \% \text{argila}) \quad (5.8)$$

$$D = 2\sqrt{tc} \quad (5.9)$$

Onde:

D = a duração da chuva útil (horas)

Tc = o tempo de concentração de (horas)

Tabela 5.17 – Valores referentes a área, comprimento do rio principal, declividade media das sub-bacias e diferença de níveis.

SUB-BACIAS	Área (%)	Área(Km ²)	comprimento do rio principal(L)(Km)	declividade media da sub- bacia(%)	diferença de nivel(m)
1	5,79	1,92	2,162	19,30	170
2	7,08	2,35	2,205	26,24	240
3	5,03	1,67	2,838	22,38	260
4	2,21	0,73	1,865	34,35	263
5	5,90	1,96	2,432	27,01	270
6	19,30	6,41	5,680	10,81	260
7	5,60	1,86	1,819	34,73	260
8	14,76	4,90	6,053	11,58	270
9	17,93	5,95	6,219	9,65	240
10	2,84	0,94	0,976	10,23	40
11	13,55	4,50	5,355	12,74	290

Tabela 5.18 – Valores referentes a porcentagem de argila, areia fina e do Ka, e valores do Kb, Kc, M e duração de chuva útil de cada sub-bacia.

SUB-BACIAS	Argila(%)	Silte(%)	Areia fina(%)	Ka(%)	Kb	Kc	M	duração da chuva util(D)
1	32	25	10	5	2	3	2380	1,131
2	30,5	30	15	5	2	3	3127,5	1,070
3	30,5	30	15	5	2	3	3127,5	1,219
4	29	35	20	5	2	3	3905	0,955
5	30,5	30	15	5	2	3	3127,5	1,107
6	30,5	30	15	5	2	3	3127,5	1,820
7	32	25	10	5	2	3	2380	0,943
8	30,5	30	15	5	2	3	3127,5	1,875
9	30,5	30	15	5	2	3	3127,5	1,948
10	32	25	10	5	2	3	2380	0,944
11	32	25	10	5	2	3	2380	1,723

Estão apresentados na tabela 5.19 o fator de K referente as propriedades inerentes ao solo que foram calculados para cada sub-bacia com a utilização da equação 5.1, fator este referente aos dois tipos de solos identificados na área do estudo, na tabela 5.19 está presente também o tempo de concentração referente a cada sub-bacia que foi calculado com a utilização da equação 5.10.

$$tc = (0,87.L^{3/H})^{0,385} \quad (5.10)$$

onde L é o comprimento do rio principal (m) da sub-bacia e H é o desnível máximo da sub-bacia e tc é o tempo de concentração em horas.

Tabela 5.19- Valor de K referente as propriedades inerentes ao solo e tempo de concentração em horas

SUB-BACIAS	K(musle)	tempo de concentração(tc(horas))
1	0,0136	0,3198
2	0,0186	0,2864
3	0,0186	0,3717
4	0,0240	0,2279
5	0,0186	0,3065
6	0,0186	0,8284
7	0,0136	0,2224
8	0,0186	0,8787
9	0,0186	0,9486
10	0,0136	0,2226
11	0,0136	0,7420

A tabela 5.20 apresenta o fator C e o fator P referentes ao uso, manejo do solo e praticas conservacionista respectivamente, valores estes ponderados para cada sub-bacia e calculados utilizando as percentagens das classificações do uso do solo e suas percentagens em cada sub-bacia apresentadas na tabela 5.27, e os valores de C e P para os referentes usos do solo apresentados na tabela 5.23, tabela esta que apresenta também a percentagem de matéria orgânica presente nos tipos de solo existentes na área de estudo (TUCCI 1991). A tabela 5.20 apresenta ainda o perímetro das sub-bacias (Km e em metros) e o fator de pico (k) que se classifica em baixa declividade com valor dado de 0,5, declividade média com valor dado de 0,75 e alta declividade com valor dado de 1, valor este adotado para todas as 11 sub-bacias.

Tabela 5.20- Fator C, fator P, perímetros (em Km e metro), e fator de pico(k)

SUB-BACIAS	Fator C	Fator P	perímetro da bacia(Km)	perímetro da bacia (m)	k(fator de pico)
1	0,00388	0,9676	7,57	7567,857	1
2	0,002945	0,97165	10,91	10912,748	1
3	0,00819	0,7822	6,11	6109,321	1
4	0,00803	0,6922	5,64	5640,502	1
5	0,012955	0,8119	6,80	6800,907	1
6	0,01399	0,793	16,87	16867,459	1
7	0,003515	0,9523	6,10	6104,063	1
8	0,01369	0,8326	15,02	15021,824	1
9	0,01328	0,7723	10,32	10323,912	1
10	0,011095	0,8101	5,66	5660,419	1
11	0,015375	0,7444	12,58	12575,619	1

A tabela 5.21 apresenta o tempo de pico ($t'p$) calculado com o auxílio da equação 5.11, o valor de L e S que se refere ao comprimento da rampa e a declividade média de cada sub-bacia respectivamente, os valores de S já foram apresentados na tabela 5.17 e o valor de L foi calculado utilizando a equação 5.12.

$$t'p = \frac{1}{2}D + 0,6.tc \quad (5.11)$$

Onde D é a duração da chuva útil (horas) e o t_c é o tempo de concentração (horas).

$$L = 0,25 \left[\frac{Per}{4} - \sqrt{\left(\frac{Per}{4} \right)^2 - A} \right] \quad (5.12)$$

Onde:

Per = perímetro da sub-bacia (m)

A = área da sub-bacia (m²)

A tabela 5.21 mostra também os valores de LS para cada sub-bacia, valores estes calculados com a equação 5.2. Onde o valor de m utilizado foi o 0,5 que é recomendado para declividade média da sub-bacia maior que 5%. A tabela 5.22 apresenta os tipos de solo presentes na área de estudo e seus respectivos fatores de Kb e Kc e a tabela 5.23 apresenta a percentagem de matéria orgânica, valores de C e P para cada classe de uso do solo.

Tabela 5.21- valores do tempo de pico(t'p), L, S, LS, e m

SUB-BACIAS	tempo de pico(T'p)	L	S	LS	m
1	0,192	151,244	>5%	8,793	0,5
2	0,172	117,931	>5%	13,243	0,5
3	0,223	178,186	>5%	12,317	0,5
4	0,137	72,413	>5%	16,821	0,5
5	0,184	183,798	>5%	17,404	0,5
6	0,497	211,092	>5%	4,063	0,5
7	0,133	209,958	>5%	29,230	0,5
8	0,527	180,380	>5%	4,177	0,5
9	0,569	434,525	>5%	4,913	0,5
10	0,134	96,498	>5%	2,527	0,5
11	0,445	205,858	>5%	5,181	0,5

Tabela 5.22- tipos de solo presentes na área de estudo e seus respectivos fatores de Kb e Kc.

Tipo de solo	Kb	Kc
Neossolo Litólico	2	3
Argissolo Distrófico	2	3

Tabela 5.23- valores de C e P para os referentes usos do solo e percentagem de matéria orgânica (BRANCO,1998)

Uso do solo	matéria orgânica%	fator C	fator P
Água	0	0	1
Solo exposto	2,5	0,01	0,01
Culturas	2,5	0,1	0,1
Mata	5	0,0015	1
Campo_sujo	1	0,001	1
Campo_limpo	1	0,001	1
Nuvens	0	0	0
Construções	0	0	0

A tabela 5.24 apresenta os valores de K_b para suas respectivas granulométricas do material do solo.

A tabela 5.25 apresenta os valores de m recomendado para as determinadas declividades das sub-bacias.

A tabela 5.26 apresenta os valores de K_c referentes as classes de permeabilidade do solo.

Tabela 5.24- valores de K_b

valor K_b	
muito fina	1
fina	2
média	3
grossa	4

Tabela 5.25- valores de m recomendado para as determinadas declividades das sub-bacias

valor S	
$m=0,2$	$S < 1\%$
$m=0,3$	$3\% > S > 1\%$
$m=0,4$	$5\% > S > 3\%$
$m=0,5$	$S > 5\%$

Tabela 5.26- valores de K_c

valor k_c	
muito baixa	6
baixa	5
baixa a moderada	4
moderada	3
alta	2
muito alta	1

A tabela 5.27 mostra as percentagens dos tipos de uso do solos estudados para cada sub-bacia. A tabela 5.28 apresenta os fatores de CN para os tipos de solos estudados, valores estes utilizados do material do Tucci (1991).

Tabela 5.27 - percentagens dos tipos de uso do solos estudados para cada sub-bacia

Sub-Bacia	Solo exposto(%)	Mata(%)	Campo Limpo(%)	Campo Sujo(%)	Culturas(%)
1	1	63	1	32,5	2,5
2	1,5	65	20	12	1,5
3	17	43	21	13,5	5,5
4	27	29	34	5,5	4,5
5	9	51	4	25	11
6	10	42	17	19	12
7	3	53	9	33	2
8	6	54	15	13	12
9	13	44	14	18	11
10	11	39	20	21	9
11	14	49	8	16	13

Tabela 5.28 - fatores de CN para os tipos de solos estudados

CN	82	69	89	89	91
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

A tabela 5.29 apresenta os fatores de CN ponderado de cada sub-bacia.

Tabela 5.29 - fatores de CN ponderado de cada sub-bacia

CN das sub-bacias	
sub-bacia	CN
1	76,38
2	75,925
3	79,32
4	81,4
5	78,39
6	80,14
7	78,23
8	78,02
9	79,51
10	80,61
11	78,48

As tabelas 5.30, 5.31, 5.32, e 5.33 apresentam os valores para a aplicação da MUSLE. A tabela 5.30 apresenta as datas dos eventos chuvosos estudados, as sub-bacias, vazão de pico, o fator de pico, o tempo de pico, o tempo de retorno, o tempo de base, a Área em Km² de cada sub-bacia, o volume escoado em m³, o valor da duração da chuva útil(efetiva) que foi calculada com a utilização da equação 5.9, o fator R, o

fator K, o fator LS, o fator C, o fator P, e os resultados da produção de sedimento no dado evento para cada sub-bacia. Neste Método o escoamento superficial foi calculado com a utilização da equação 5.13 e a parcela útil da precipitação total ($H_u(\text{mm})$) foi substituído pela altura efetiva do evento ($hef(\text{mm})$).

$$Q_p = \frac{0,27 \cdot k \cdot hef \cdot A}{t'_p} \quad (5.13)$$

Onde:

Q_p = vazão de pico de cheia (m^3/s)

k = fator de pico

A = Área da sub-bacia (Km^2)

t'_p = tempo de pico em horas

$H_u = hef$

A tabela 5.31 apresenta os fatores para a aplicação para a aplicação da MUSLE, com uma consideração especial na qual o fator de duração da chuva útil(D), não foi calculada, mas sim utilizada a duração da chuva efetiva observada de cada evento estudado, valores estes obtidos da separação do escoamento superficial.

A tabela 5.32 apresenta valores para a aplicação da MUSLE seguindo a linha de calculo da tabela 5.30, mas com uma consideração em especial, onde no lugar da altura efetiva($hef(\text{mm})$), se utilizou a altura útil da chuva calculando este com o uso da equação 5.14.

$$H_u = \frac{(H - H_0)^2}{H + 4.H_0} \quad (5.14)$$

Onde:

H_0 = perdas iniciais da chuva(mm)

H = altura total da chuva(mm)

Para cálculo do H_0 utilizou-se a equação 5.15.

$$H_0 = \frac{5080}{CN} - 50,8 \quad (5.15)$$

Onde CN é o índice Curva Numero- Método SCS, valores estes utilizados da tabela 5.29 de cada sub-bacia.

A tabela 5.33 apresenta os valores para a aplicação da MUSLE seguindo a linha dos cálculos da tabela 5.32, mas considerando a duração da chuva efetiva (D(horas)), os valores observados do evento, valores estes retirados da separação do escoamento superficial.

Tabela 5.30 - Valores resultantes para a aplicação da MUSLE considerando a altura efetiva do evento e adotando o (D) calculado no evento

Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu = hef(mm)	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	0,4937	0,720	1	0,757	1,26	2,0221	1,92	1796,811	1,131	4010,03	0,014	8,79	0,0039	1	1,8059
	2	0,6465	0,720	1	0,707	1,18	1,8879	2,35	2196,856	1,070	5219,49	0,019	13,24	0,0029	1	3,6839
	3	0,3897	0,720	1	0,833	1,39	2,2234	1,67	1559,496	1,219	3244,63	0,019	12,32	0,0082	0,8	4,7685
	4	0,2320	0,720	1	0,614	1,03	1,6398	0,73	684,822	0,955	1530,82	0,024	16,82	0,0080	0,7	3,4336
	5	0,5164	0,720	1	0,738	1,23	1,9694	1,96	1830,713	1,107	4155,92	0,019	17,40	0,0130	0,8	14,1699
23.12.05	6	0,8853	0,720	1	1,407	2,35	3,7572	6,41	5987,110	1,820	10912,25	0,019	4,06	0,0140	0,8	9,1607
	7	0,5970	0,720	1	0,605	1,01	1,6154	1,86	1735,787	0,943	4374,82	0,014	29,23	0,0035	1	5,8394
	8	0,6502	0,720	1	1,465	2,45	3,9106	4,90	4576,783	1,875	7898,19	0,019	4,18	0,0137	0,8	7,0030
	9	0,7497	0,720	1	1,543	2,58	4,1201	5,95	5559,944	1,948	9538,66	0,019	4,91	0,0133	0,8	8,9527
	10	0,3030	0,720	1	0,605	1,01	1,6163	0,94	881,454	0,944	2047,40	0,014	2,53	0,0111	0,8	0,6343
	11	0,6694	0,720	1	1,307	2,18	3,4887	4,50	4203,860	1,723	7655,12	0,014	5,18	0,0154	0,7	6,1920
Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu = hef(mm)	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	0,4439	0,648	1	0,757	1,26	2,0221	1,92	1615,882	1,131	3560,61	0,014	8,79	0,0039	1	1,6035
	2	0,5814	0,648	1	0,707	1,18	1,8879	2,35	1975,645	1,070	4634,52	0,019	13,24	0,0029	1	3,2711
	3	0,2412	0,648	1	1,21	2,02	3,2299	1,67	1402,464	1,219	2337,37	0,019	12,32	0,0082	0,8	3,4352
	4	0,2087	0,648	1	0,614	1,03	1,6398	0,73	615,865	0,955	1359,26	0,024	16,82	0,0080	0,7	3,0487
	5	0,4644	0,648	1	0,738	1,23	1,9694	1,96	1646,371	1,107	3690,14	0,019	17,40	0,0130	0,8	12,5818
23.01.06	6	0,7961	0,648	1	1,407	2,35	3,7572	6,41	5384,241	1,820	9689,26	0,019	4,06	0,0140	0,8	8,1340
	7	0,5369	0,648	1	0,605	1,01	1,6154	1,86	1561,003	0,943	3884,51	0,014	29,23	0,0035	1	5,1849
	8	0,5847	0,648	1	1,465	2,45	3,9106	4,90	4115,926	1,875	7013,00	0,019	4,18	0,0137	0,8	6,2182
	9	0,6742	0,648	1	1,543	2,58	4,1201	5,95	5000,088	1,948	8469,61	0,019	4,91	0,0133	0,8	7,9493
	10	0,2725	0,648	1	0,605	1,01	1,6163	0,94	792,697	0,944	1817,94	0,014	2,53	0,0111	0,8	0,5632
	11	0,6020	0,648	1	1,307	2,18	3,4887	4,50	3780,555	1,723	6797,17	0,014	5,18	0,0154	0,7	5,4980

LEGENDA: Vazão de pico(Qp(m³/s)), Altura útil da chuva(Hu(mm)), Altura efetiva da chuva(hef(mm)), fator de pico(k), tempo de pico(t'p(horas)), tempo de recessão(tr(horas)), tempo de base(tb(horas)), Área em Km², Volume escoado em m³, duração da chuva efetiva(D(horas)), fator de erosividade do solo(R), fator de erodibilidade do solo(K), fator conjunto de comprimento e declividade da sub-bacia(LS), fator de uso e manejo do solo(C), fator de praticas conservacionistas do solo(P), resultado da produção de sedimento(Y).

Continuação da tabela 5.30

Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu = hef(mm)	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	0,0089	0,013	1	0,757	1,26	2,0221	1,92	32,442	1,131	44,73	0,014	8,79	0,0039	1	0,0023
	2	0,0117	0,013	1	0,707	1,18	1,8879	2,35	39,665	1,070	58,21	0,019	13,24	0,0029	1	0,0031
	3	0,0096	0,013	1	0,61	1,02	1,6279	1,67	28,158	1,219	43,09	0,019	12,32	0,0082	0,8	0,0051
	4	0,0042	0,013	1	0,614	1,03	1,6398	0,73	12,365	0,955	17,07	0,024	16,82	0,0080	0,7	0,0023
	5	0,0093	0,013	1	0,738	1,23	1,9694	1,96	33,055	1,107	46,35	0,019	17,40	0,0130	0,8	0,0091
03.02.06	6	0,0160	0,013	1	1,407	2,35	3,7572	6,41	108,101	1,820	121,71	0,019	4,06	0,0140	0,8	0,0251
	7	0,0108	0,013	1	0,605	1,01	1,6154	1,86	31,341	0,943	48,79	0,014	29,23	0,0035	1	0,0022
	8	0,0117	0,013	1	1,465	2,45	3,9106	4,90	82,636	1,875	88,09	0,019	4,18	0,0137	0,8	0,0187
	9	0,0135	0,013	1	1,543	2,58	4,1201	5,95	100,388	1,948	106,39	0,019	4,91	0,0133	0,8	0,0203
	10	0,0055	0,013	1	0,605	1,01	1,6163	0,94	15,915	0,944	22,84	0,014	2,53	0,0111	0,8	0,0028
	11	0,0121	0,013	1	1,307	2,18	3,4887	4,50	75,903	1,723	85,38	0,014	5,18	0,0154	0,7	0,0133
Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu = hef(mm)	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	0,0398	0,058	1	0,757	1,26	2,0221	1,92	144,743	1,131	238,77	0,014	8,79	0,0039	1	0,1075
	2	0,0521	0,058	1	0,707	1,18	1,8879	2,35	176,969	1,070	310,78	0,019	13,24	0,0029	1	0,2194
	3	0,0429	0,058	1	0,61	1,02	1,6279	1,67	125,626	1,219	230,05	0,019	12,32	0,0082	0,8	0,3381
	4	0,0187	0,058	1	0,614	1,03	1,6398	0,73	55,166	0,955	91,15	0,024	16,82	0,0080	0,7	0,2044
	5	0,0416	0,058	1	0,738	1,23	1,9694	1,96	147,474	1,107	247,45	0,019	17,40	0,0130	0,8	0,8437
27.03.06	6	0,0713	0,058	1	1,407	2,35	3,7572	6,41	482,295	1,820	649,74	0,019	4,06	0,0140	0,8	0,5455
	7	0,0481	0,058	1	0,605	1,01	1,6154	1,86	139,827	0,943	260,49	0,014	29,23	0,0035	1	0,3477
	8	0,0524	0,058	1	1,465	2,45	3,9106	4,90	368,685	1,875	470,28	0,019	4,18	0,0137	0,8	0,4170
	9	0,0604	0,058	1	1,543	2,58	4,1201	5,95	447,884	1,948	567,96	0,019	4,91	0,0133	0,8	0,5331
	10	0,0244	0,058	1	0,605	1,01	1,6163	0,94	71,006	0,944	121,91	0,014	2,53	0,0111	0,8	0,0378
	11	0,0539	0,058	1	1,307	2,18	3,4887	4,50	338,644	1,723	455,80	0,014	5,18	0,0154	0,7	0,3687

LEGENDA: Vazão de pico(Qp(m³/s)), Altura útil da chuva(Hu(mm)), Altura efetiva da chuva(hef(mm)), fator de pico(k), tempo de pico(t'p(horas)), tempo de recessão(tr(horas)), tempo de base(tb(horas)), Área em Km², Volume escoado em m³, duração da chuva efetiva(D(horas)), fator de erosividade do solo(R), fator de erodibilidade do solo(K), fator conjunto de comprimento e declividade da sub-bacia(LS), fator de uso e manejo do solo(C), fator de praticas conservacionistas do solo(P), resultado da produção de sedimento(Y).

Continuação da tabela 5.30

Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu = hef(mm)	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	0,1526	0,223	1	0,757	1,26	2,0221	1,92	555,265	1,131	1076,33	0,014	8,79	0,0039	1	0,4847
	2	0,1998	0,223	1	0,707	1,18	1,8879	2,35	678,889	1,070	1400,96	0,019	13,24	0,0029	1	0,9888
	3	0,1645	0,223	1	0,61	1,02	1,6279	1,67	481,928	1,219	1037,01	0,019	12,32	0,0082	0,8	1,5241
	4	0,0717	0,223	1	0,614	1,03	1,6398	0,73	211,629	0,955	410,89	0,024	16,82	0,0080	0,7	0,9216
	5	0,1596	0,223	1	0,738	1,23	1,9694	1,96	565,741	1,107	1115,49	0,019	17,40	0,0130	0,8	3,8033
29.03.06	6	0,2736	0,223	1	1,407	2,35	3,7572	6,41	1850,183	1,820	2928,95	0,019	4,06	0,0140	0,8	2,4588
	7	0,1845	0,223	1	0,605	1,01	1,6154	1,86	536,406	0,943	1174,24	0,014	29,23	0,0035	1	1,5673
	8	0,2009	0,223	1	1,465	2,45	3,9106	4,90	1414,353	1,875	2119,95	0,019	4,18	0,0137	0,8	1,8797
	9	0,2317	0,223	1	1,543	2,58	4,1201	5,95	1718,177	1,948	2560,26	0,019	4,91	0,0133	0,8	2,4030
	10	0,0936	0,223	1	0,605	1,01	1,6163	0,94	272,394	0,944	549,54	0,014	2,53	0,0111	0,8	0,1702
	11	0,2069	0,223	1	1,307	2,18	3,4887	4,50	1299,109	1,723	2054,70	0,014	5,18	0,0154	0,7	1,6620
Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu = hef(mm)	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	1,6894	2,464	1	0,757	1,26	2,0221	1,92	6149,087	1,131	15906,44	0,014	8,79	0,0039	1	7,1634
	2	2,2124	2,464	1	0,707	1,18	1,8879	2,35	7518,129	1,070	20703,96	0,019	13,24	0,0029	1	14,6130
	3	1,8213	2,464	1	0,61	1,02	1,6279	1,67	5336,943	1,219	15325,38	0,019	12,32	0,0082	0,8	22,5232
	4	0,7940	2,464	1	0,614	1,03	1,6398	0,73	2343,614	0,955	6072,26	0,024	16,82	0,0080	0,7	13,6197
	5	1,7674	2,464	1	0,738	1,23	1,9694	1,96	6265,107	1,107	16485,13	0,019	17,40	0,0130	0,8	56,2071
23.03.06	6	3,0296	2,464	1	1,407	2,35	3,7572	6,41	20489,221	1,820	43285,22	0,019	4,06	0,0140	0,8	36,3375
	7	2,0430	2,464	1	0,605	1,01	1,6154	1,86	5940,250	0,943	17353,43	0,014	29,23	0,0035	1	23,1628
	8	2,2251	2,464	1	1,465	2,45	3,9106	4,90	15662,768	1,875	31329,44	0,019	4,18	0,0137	0,8	27,7787
	9	2,5657	2,464	1	1,543	2,58	4,1201	5,95	19027,363	1,948	37836,64	0,019	4,91	0,0133	0,8	35,5124
	10	1,0368	2,464	1	0,605	1,01	1,6163	0,94	3016,533	0,944	8121,34	0,014	2,53	0,0111	0,8	2,5160
	11	2,2910	2,464	1	1,307	2,18	3,4887	4,50	14386,543	1,723	30365,28	0,014	5,18	0,0154	0,7	24,5615

LEGENDA: Vazão de pico(Qp(m³/s)), Altura útil da chuva(Hu(mm)), Altura efetiva da chuva(hef(mm)), fator de pico(k), tempo de pico(t'p(horas)), tempo de recessão(tr(horas)), tempo de base(tb(horas)), Área em Km², Volume escoado em m³, duração da chuva efetiva(D(horas)), fator de erosividade do solo(R), fator de erodibilidade do solo(K), fator conjunto de comprimento e declividade da sub-bacia(LS), fator de uso e manejo do solo(C), fator de praticas conservacionistas do solo(P), resultado da produção de sedimento(Y).

Continuação da tabela 5.30

Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu = hef(mm)	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	0,1015	0,148	1	0,757	1,26	2,0221	1,92	369,344	1,131	681,76	0,014	8,79	0,0039	1	0,3070
	2	0,1329	0,148	1	0,707	1,18	1,8879	2,35	451,576	1,070	887,38	0,019	13,24	0,0029	1	0,6263
	3	0,1094	0,148	1	0,61	1,02	1,6279	1,67	320,563	1,219	656,85	0,019	12,32	0,0082	0,8	0,9654
	4	0,0477	0,148	1	0,614	1,03	1,6398	0,73	140,769	0,955	260,26	0,024	16,82	0,0080	0,7	0,5837
	5	0,1062	0,148	1	0,738	1,23	1,9694	1,96	376,313	1,107	706,56	0,019	17,40	0,0130	0,8	2,4091
19.05.06	6	0,1820	0,148	1	1,407	2,35	3,7572	6,41	1230,684	1,820	1855,22	0,019	4,06	0,0140	0,8	1,5574
	7	0,1227	0,148	1	0,605	1,01	1,6154	1,86	356,801	0,943	743,77	0,014	29,23	0,0035	1	0,9928
	8	0,1337	0,148	1	1,465	2,45	3,9106	4,90	940,783	1,875	1342,79	0,019	4,18	0,0137	0,8	1,1906
	9	0,1541	0,148	1	1,543	2,58	4,1201	5,95	1142,877	1,948	1621,69	0,019	4,91	0,0133	0,8	1,5221
	10	0,0623	0,148	1	0,605	1,01	1,6163	0,94	181,188	0,944	348,08	0,014	2,53	0,0111	0,8	0,1078
	11	0,1376	0,148	1	1,307	2,18	3,4887	4,50	864,127	1,723	1301,47	0,014	5,18	0,0154	0,7	1,0527
Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu = hef(mm)	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	0,5186	0,756	1	0,757	1,26	2,0221	1,92	1887,650	1,131	4237,77	0,014	8,79	0,0039	1	1,9085
	2	0,6792	0,756	1	0,707	1,18	1,8879	2,35	2307,919	1,070	5515,91	0,019	13,24	0,0029	1	3,8932
	3	0,2818	0,756	1	1,21	2,02	3,2299	1,67	1638,338	1,219	2781,90	0,019	12,32	0,0082	0,8	4,0885
	4	0,2437	0,756	1	0,614	1,03	1,6398	0,73	719,444	0,955	1617,76	0,024	16,82	0,0080	0,7	3,6285
	5	0,5426	0,756	1	0,738	1,23	1,9694	1,96	1923,266	1,107	4391,94	0,019	17,40	0,0130	0,8	14,9746
25.06.06	6	0,9300	0,756	1	1,407	2,35	3,7572	6,41	6289,792	1,820	11531,98	0,019	4,06	0,0140	0,8	9,6810
	7	0,6272	0,756	1	0,605	1,01	1,6154	1,86	1823,541	0,943	4623,27	0,014	29,23	0,0035	1	6,1710
	8	0,6831	0,756	1	1,465	2,45	3,9106	4,90	4808,165	1,875	8346,74	0,019	4,18	0,0137	0,8	7,4008
	9	0,7876	0,756	1	1,543	2,58	4,1201	5,95	5841,030	1,948	10080,37	0,019	4,91	0,0133	0,8	9,4612
	10	0,3183	0,756	1	0,605	1,01	1,6163	0,94	926,017	0,944	2163,67	0,014	2,53	0,0111	0,8	0,6703
	11	0,7033	0,756	1	1,307	2,18	3,4887	4,50	4416,388	1,723	8089,87	0,014	5,18	0,0154	0,7	6,5436

LEGENDA: Vazão de pico(Qp(m³/s)), Altura útil da chuva(Hu(mm)), Altura efetiva da chuva(hef(mm)), fator de pico(k), tempo de pico(t'p(horas)), tempo de recessão(tr(horas)), tempo de base(tb(horas)), Área em Km², Volume escoado em m³, duração da chuva efetiva(D(horas)), fator de erosividade do solo(R), fator de erodibilidade do solo(K), fator conjunto de comprimento e declividade da sub-bacia(LS), fator de uso e manejo do solo(C), fator de praticas conservacionistas do solo(P), resultado da produção de sedimento(Y).

Continuação da tabela 5.30

Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu = hef(mm)	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	14,2599	20,798	1	0,757	1,26	2,0221	1,92	51902,884	1,131	173428,18	0,014	8,79	0,0039	1	78,1029
	2	18,6743	20,798	1	0,707	1,18	1,8879	2,35	63458,621	1,070	225735,58	0,019	13,24	0,0029	1	159,325
	3	15,3735	20,798	1	0,61	1,02	1,6279	1,67	45047,786	1,219	167092,84	0,019	12,32	0,0082	0,8	245,570
	4	6,7021	20,798	1	0,614	1,03	1,6398	0,73	19781,854	0,955	66205,93	0,024	16,82	0,0080	0,7	148,496
	5	14,9180	20,798	1	0,738	1,23	1,9694	1,96	52882,184	1,107	179737,59	0,019	17,40	0,0130	0,8	612,827
14.09.06	6	25,5723	20,798	1	1,407	2,35	3,7572	6,41	172944,327	1,820	471939,39	0,019	4,06	0,0140	0,8	396,187
	7	17,2442	20,798	1	0,605	1,01	1,6154	1,86	50140,145	0,943	189204,70	0,014	29,23	0,0035	1	252,544
	8	18,7817	20,798	1	1,465	2,45	3,9106	4,90	132205,460	1,875	341585,30	0,019	4,18	0,0137	0,8	302,871
	9	21,6562	20,798	1	1,543	2,58	4,1201	5,95	160605,151	1,948	412533,37	0,019	4,91	0,0133	0,8	387,192
	10	8,7516	20,798	1	0,605	1,01	1,6163	0,94	25461,792	0,944	88547,06	0,014	2,53	0,0111	0,8	27,4319
	11	19,3377	20,798	1	1,307	2,18	3,4887	4,50	121433,163	1,723	331073,05	0,014	5,18	0,0154	0,7	267,794
Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu = hef(mm)	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	10,8849	15,876	1	0,757	1,26	2,0221	1,92	39618,686	1,131	128160,23	0,014	8,79	0,0039	1	57,7166
	2	14,2546	15,876	1	0,707	1,18	1,8879	2,35	48439,450	1,070	166814,43	0,019	13,24	0,0029	1	117,738
	3	11,7350	15,876	1	1,21	2,02	3,2299	1,67	68224,931	1,219	181228,15	0,019	12,32	0,0082	0,8	266,344
	4	5,1159	15,876	1	0,614	1,03	1,6398	0,73	15099,952	0,955	48924,96	0,024	16,82	0,0080	0,7	109,736
	5	11,3872	15,876	1	0,738	1,23	1,9694	1,96	40366,208	1,107	132822,76	0,019	17,40	0,0130	0,8	452,867
05.11.06	6	19,5199	15,876	1	1,407	2,35	3,7572	6,41	132012,451	1,820	348754,51	0,019	4,06	0,0140	0,8	292,775
	7	13,1629	15,876	1	0,605	1,01	1,6154	1,86	38273,146	0,943	139818,78	0,014	29,23	0,0035	1	186,625
	8	14,3365	15,876	1	1,465	2,45	3,9106	4,90	100915,520	1,875	252425,24	0,019	4,18	0,0137	0,8	223,816
	9	16,5307	15,876	1	1,543	2,58	4,1201	5,95	122593,669	1,948	304854,56	0,019	4,91	0,0133	0,8	286,127
	10	6,6803	15,876	1	0,605	1,01	1,6163	0,94	19435,582	0,944	65434,65	0,014	2,53	0,0111	0,8	20,2717
	11	14,7609	15,876	1	1,307	2,18	3,4887	4,50	92692,774	1,723	244656,88	0,014	5,18	0,0154	0,7	197,895

LEGENDA: Vazão de pico(Qp(m³/s)), Altura útil da chuva(Hu(mm)), Altura efetiva da chuva(hef(mm)), fator de pico(k), tempo de pico(t'p(horas)), tempo de recessão(tr(horas)), tempo de base(tb(horas)), Área em Km², Volume escoado em m³, duração da chuva efetiva(D(horas)), fator de erosividade do solo(R), fator de erodibilidade do solo(K), fator conjunto de comprimento e declividade da sub-bacia(LS), fator de uso e manejo do solo(C), fator de praticas conservacionistas do solo(P), resultado da produção de sedimento(Y).

Tabela 5.31 - Valores resultantes para a aplicação da MUSLE considerando a altura efetiva do evento, e adotando o (D) observado no evento

Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu = hef(mm)	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	0,5825	0,720	1	0,642	1,07	1,7138	1,92	1796,811	0,900	4399,31	0,014	8,79	0,0039	1	1,9812
	2	0,7351	0,720	1	0,622	1,04	1,6604	2,35	2196,856	0,900	5608,63	0,019	13,24	0,0029	1	3,9586
	3	0,4821	0,720	1	0,673	1,12	1,797	1,67	1559,496	0,900	3655,51	0,019	12,32	0,0082	0,8	5,3724
	4	0,2429	0,720	1	0,587	0,98	1,5666	0,73	684,822	0,900	1570,45	0,024	16,82	0,0080	0,7	3,5224
	5	0,6009	0,720	1	0,634	1,06	1,6926	1,96	1830,713	0,900	4523,79	0,019	17,40	0,0130	0,8	15,4241
23.12.05	6	1,3154	0,720	1	0,947	1,58	2,5286	6,41	5987,110	0,900	13621,59	0,019	4,06	0,0140	0,8	11,4352
	7	0,6190	0,720	1	0,583	0,97	1,5578	1,86	1735,787	0,900	4464,69	0,014	29,23	0,0035	1	5,9593
	8	0,9745	0,720	1	0,977	1,63	2,6092	4,90	4576,783	0,900	9906,88	0,019	4,18	0,0137	0,8	8,7841
	9	1,1351	0,720	1	1,019	1,7	2,7211	5,95	5559,944	0,900	12033,03	0,019	4,91	0,0133	0,8	11,2939
	10	0,3143	0,720	1	0,584	0,97	1,5581	0,94	881,454	0,900	2089,90	0,014	2,53	0,0111	0,8	0,6475
	11	0,9771	0,720	1	0,895	1,5	2,3902	4,50	4203,860	0,900	9460,56	0,014	5,18	0,0154	0,7	7,6523
Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu = hef(mm)	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	0,2359	0,648	1	1,425	2,38	3,8053	1,92	1615,882	2,467	2498,95	0,014	8,79	0,0039	1	1,1254
	2	0,2925	0,648	1	1,405	2,35	3,7519	2,35	1975,645	2,467	3154,79	0,019	13,24	0,0029	1	2,2267
	3	0,1592	0,648	1	1,833	3,06	4,895	1,67	1402,464	2,467	1851,88	0,019	12,32	0,0082	0,8	2,7216
	4	0,0935	0,648	1	1,37	2,29	3,6581	0,73	615,865	2,467	867,27	0,024	16,82	0,0080	0,7	1,9452
	5	0,2417	0,648	1	1,417	2,37	3,7841	1,96	1646,371	2,467	2559,81	0,019	17,40	0,0130	0,8	8,7278
23.01.06	6	0,6474	0,648	1	1,73	2,89	4,6201	6,41	5384,241	2,467	8630,01	0,019	4,06	0,0140	0,8	7,2448
	7	0,2376	0,648	1	1,367	2,28	3,6493	1,86	1561,003	2,467	2461,12	0,014	29,23	0,0035	1	3,2850
	8	0,4864	0,648	1	1,761	2,94	4,7007	4,90	4115,926	2,467	6326,26	0,019	4,18	0,0137	0,8	5,6093
	9	0,5772	0,648	1	1,802	3,01	4,8126	5,95	5000,088	2,467	7763,84	0,019	4,91	0,0133	0,8	7,2869
	10	0,1207	0,648	1	1,367	2,28	3,6496	0,94	792,697	2,467	1152,12	0,014	2,53	0,0111	0,8	0,3569
	11	0,4686	0,648	1	1,679	2,8	4,4817	4,50	3780,555	2,467	5907,57	0,014	5,18	0,0154	0,7	4,7784

LEGENDA: Vazão de pico(Qp(m³/s)), Altura útil da chuva(Hu(mm)), Altura efetiva da chuva(hef(mm)), fator de pico(k), tempo de pico(t'p(horas)), tempo de recessão(tr(horas)), tempo de base(tb(horas)), Área em Km², Volume escoado em m³, duração da chuva efetiva(D(horas)), fator de erosividade do solo(R), fator de erodibilidade do solo(K), fator conjunto de comprimento e declividade da sub-bacia(LS), fator de uso e manejo do solo(C), fator de praticas conservacionistas do solo(P), resultado da produção de sedimento(Y).

Continuação da tabela 5.31

Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu = hef(mm)	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	0,0279	0,013	1	0,242	0,4	0,6458	1,92	32,442	0,10	84,75	0,014	8,79	0,0039	1	0,0043
	2	0,0372	0,013	1	0,222	0,37	0,5924	2,35	39,665	0,10	111,41	0,019	13,24	0,0029	1	0,0059
	3	0,1172	0,013	1	0,05	0,08	0,1335	1,67	28,158	0,10	174,84	0,019	12,32	0,0082	0,8	0,0209
	4	0,0138	0,013	1	0,187	0,31	0,4986	0,73	12,365	0,10	33,26	0,024	16,82	0,0080	0,7	0,0044
	5	0,0294	0,013	1	0,234	0,39	0,6246	1,96	33,055	0,10	88,18	0,019	17,40	0,0130	0,8	0,0173
03.02.06	6	0,0411	0,013	1	0,547	0,91	1,4606	6,41	108,101	0,10	206,59	0,019	4,06	0,0140	0,8	0,0427
	7	0,0356	0,013	1	0,183	0,31	0,4898	1,86	31,341	0,10	95,19	0,014	29,23	0,0035	1	0,0043
	8	0,0298	0,013	1	0,577	0,96	1,5412	4,90	82,636	0,10	148,38	0,019	4,18	0,0137	0,8	0,0315
	9	0,0337	0,013	1	0,619	1,03	1,6531	5,95	100,388	0,10	177,41	0,019	4,91	0,0133	0,8	0,0339
	10	0,0180	0,013	1	0,184	0,31	0,4901	0,94	15,915	0,10	44,55	0,014	2,53	0,0111	0,8	0,0055
	11	0,0319	0,013	1	0,495	0,83	1,3222	4,50	75,903	0,10	147,00	0,014	5,18	0,0154	0,7	0,0230
Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu = hef(mm)	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	0,0389	0,058	1	0,775	1,29	2,0698	1,92	144,743	1,167	235,67	0,014	8,79	0,0039	1	0,1061
	2	0,0488	0,058	1	0,755	1,26	2,0164	2,35	176,969	1,167	299,53	0,019	13,24	0,0029	1	0,2114
	3	0,0448	0,058	1	0,583	0,97	1,5575	1,67	125,626	1,167	235,81	0,019	12,32	0,0082	0,8	0,3466
	4	0,0159	0,058	1	0,72	1,2	1,9226	0,73	55,166	1,167	83,38	0,024	16,82	0,0080	0,7	0,1870
	5	0,0400	0,058	1	0,767	1,28	2,0486	1,96	147,474	1,167	242,05	0,019	17,40	0,0130	0,8	0,8253
27.03.06	6	0,0929	0,058	1	1,08	1,8	2,8846	6,41	482,295	1,167	753,39	0,019	4,06	0,0140	0,8	0,6325
	7	0,0406	0,058	1	0,717	1,2	1,9138	1,86	139,827	1,167	236,90	0,014	29,23	0,0035	1	0,3162
	8	0,0691	0,058	1	1,111	1,85	2,9652	4,90	368,685	1,167	549,11	0,019	4,18	0,0137	0,8	0,4869
	9	0,0809	0,058	1	1,152	1,92	3,0771	5,95	447,884	1,167	668,81	0,019	4,91	0,0133	0,8	0,6277
	10	0,0206	0,058	1	0,717	1,2	1,9141	0,94	71,006	1,167	110,89	0,014	2,53	0,0111	0,8	0,0344
	11	0,0685	0,058	1	1,029	1,72	2,7462	4,50	338,644	1,167	521,17	0,014	5,18	0,0154	0,7	0,4216

LEGENDA: Vazão de pico(Qp(m³/s)), Altura útil da chuva(Hu(mm)), Altura efetiva da chuva(hef(mm)), fator de pico(k), tempo de pico(t'p(horas)), tempo de recessão(tr(horas)), tempo de base(tb(horas)), Área em Km², Volume escoado em m³, duração da chuva efetiva(D(horas)), fator de erosividade do solo(R), fator de erodibilidade do solo(K), fator conjunto de comprimento e declividade da sub-bacia(LS), fator de uso e manejo do solo(C), fator de praticas conservacionistas do solo(P), resultado da produção de sedimento(Y).

Continuação da tabela 5.31

Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu = hef(mm)	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	0,1249	0,223	1	0,925	1,55	2,4703	1,92	555,265	1,467	962,18	0,014	8,79	0,0039	1	0,4333
	2	0,1561	0,223	1	0,905	1,51	2,4169	2,35	678,889	1,467	1219,97	0,019	13,24	0,0029	1	0,8611
	3	0,1367	0,223	1	0,733	1,22	1,958	1,67	481,928	1,467	935,15	0,019	12,32	0,0082	0,8	1,3744
	4	0,0506	0,223	1	0,87	1,45	2,3231	0,73	211,629	1,467	338,07	0,024	16,82	0,0080	0,7	0,7583
	5	0,1283	0,223	1	0,917	1,53	2,4491	1,96	565,741	1,467	987,29	0,019	17,40	0,0130	0,8	3,3662
29.03.06	6	0,3129	0,223	1	1,23	2,05	3,2851	6,41	1850,183	1,467	3157,70	0,019	4,06	0,0140	0,8	2,6509
	7	0,1288	0,223	1	0,867	1,45	2,3143	1,86	536,406	1,467	960,10	0,014	29,23	0,0035	1	1,2815
	8	0,2335	0,223	1	1,261	2,11	3,3657	4,90	1414,353	1,467	2305,77	0,019	4,18	0,0137	0,8	2,0444
	9	0,2745	0,223	1	1,302	2,18	3,4776	5,95	1718,177	1,467	2815,22	0,019	4,91	0,0133	0,8	2,6423
	10	0,0654	0,223	1	0,867	1,45	2,3146	0,94	272,394	1,467	449,44	0,014	2,53	0,0111	0,8	0,1392
	11	0,2294	0,223	1	1,179	1,97	3,1467	4,50	1299,109	1,467	2176,90	0,014	5,18	0,0154	0,7	1,7608
Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu = hef(mm)	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	1,3829	2,464	1	3,667	6,12	9,7905	1,92	24370,918	6,95	30746,85	0,014	8,79	0,0039	1	13,8468
	2	1,7282	2,464	1	3,647	6,09	9,7371	2,35	30289,039	6,95	39343,57	0,019	13,24	0,0029	1	27,7689
	3	1,5143	2,464	1	3,475	5,8	9,2783	1,67	25289,833	6,95	33027,36	0,019	12,32	0,0082	0,8	48,5392
	4	0,5605	2,464	1	3,612	6,03	9,6434	0,73	9728,472	6,95	11086,58	0,024	16,82	0,0080	0,7	24,8666
	5	1,4212	2,464	1	3,659	6,11	9,7693	1,96	24991,356	6,95	31663,26	0,019	17,40	0,0130	0,8	107,957
23.03.06	6	3,4650	2,464	1	3,972	6,63	10,605	6,41	66146,022	6,95	89955,15	0,019	4,06	0,0140	0,8	75,5164
	7	1,4260	2,464	1	3,608	6,03	9,6345	1,86	24729,909	6,95	31536,98	0,014	29,23	0,0035	1	42,0946
	8	2,5853	2,464	1	4,002	6,68	10,686	4,90	49728,407	6,95	65075,38	0,019	4,18	0,0137	0,8	57,7001
	9	3,0396	2,464	1	4,044	6,75	10,798	5,95	59079,121	6,95	78467,90	0,019	4,91	0,0133	0,8	73,6478
	10	0,7240	2,464	1	3,609	6,03	9,6349	0,94	12556,716	6,95	14761,93	0,014	2,53	0,0111	0,8	4,5733
	11	2,5400	2,464	1	3,92	6,55	10,467	4,50	47854,172	6,95	63061,74	0,014	5,18	0,0154	0,7	51,0086

LEGENDA: Vazão de pico(Qp(m³/s)), Altura útil da chuva(Hu(mm)), Altura efetiva da chuva(hef(mm)), fator de pico(k), tempo de pico(t'p(horas)), tempo de recessão(tr(horas)), tempo de base(tb(horas)), Área em Km², Volume escoado em m³, duração da chuva efetiva(D(horas)), fator de erosividade do solo(R), fator de erodibilidade do solo(K), fator conjunto de comprimento e declividade da sub-bacia(LS), fator de uso e manejo do solo(C), fator de praticas conservacionistas do solo(P), resultado da produção de sedimento(Y).

Continuação da tabela 5.31

Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu = hef(mm)	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	0,0831	0,148	1	3,434	5,73	9,1675	1,92	1370,689	6,483	1270,18	0,014	8,79	0,0039	1	0,5720
	2	0,1038	0,148	1	3,414	5,7	9,1141	2,35	1702,906	6,483	1624,98	0,019	13,24	0,0029	1	1,1469
	3	0,0910	0,148	1	3,242	5,41	8,6553	1,67	1417,035	6,483	1361,52	0,019	12,32	0,0082	0,8	2,0010
	4	0,0337	0,148	1	3,378	5,64	9,0204	0,73	546,589	6,483	457,73	0,024	16,82	0,0080	0,7	1,0267
	5	0,0854	0,148	1	3,426	5,72	9,1463	1,96	1405,377	6,483	1307,93	0,019	17,40	0,0130	0,8	4,4595
19.05.06	6	0,2081	0,148	1	3,739	6,24	9,9823	6,41	3739,663	6,483	3726,99	0,019	4,06	0,0140	0,8	3,1288
	7	0,0857	0,148	1	3,375	5,64	9,0115	1,86	1389,349	6,483	1302,02	0,014	29,23	0,0035	1	1,7379
	8	0,1553	0,148	1	3,769	6,29	10,063	4,90	2812,793	6,483	2696,89	0,019	4,18	0,0137	0,8	2,3912
	9	0,1826	0,148	1	3,811	6,36	10,175	5,95	3343,843	6,483	3253,08	0,019	4,91	0,0133	0,8	3,0532
	10	0,0435	0,148	1	3,375	5,64	9,0119	0,94	705,450	6,483	609,45	0,014	2,53	0,0111	0,8	0,1888
	11	0,1526	0,148	1	3,687	6,16	9,844	4,50	2703,274	6,483	2611,54	0,014	5,18	0,0154	0,7	2,1124
Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu = hef(mm)	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	0,4170	0,756	1	0,942	1,57	2,5148	1,92	1887,650	1,5	3750,67	0,014	8,79	0,0039	1	1,6891
	2	0,5209	0,756	1	0,922	1,54	2,4614	2,35	2307,919	1,5	4754,47	0,019	13,24	0,0029	1	3,3557
	3	0,2525	0,756	1	1,35	2,25	3,6045	1,67	1638,338	1,5	2616,10	0,019	12,32	0,0082	0,8	3,8448
	4	0,1688	0,756	1	0,887	1,48	2,3676	0,73	719,444	1,5	1316,98	0,024	16,82	0,0080	0,7	2,9539
	5	0,4285	0,756	1	0,934	1,56	2,4936	1,96	1923,266	1,5	3848,20	0,019	17,40	0,0130	0,8	13,1207
25.06.06	6	1,0495	0,756	1	1,247	2,08	3,3296	6,41	6289,792	1,5	12339,28	0,019	4,06	0,0140	0,8	10,3587
	7	0,4295	0,756	1	0,883	1,48	2,3588	1,86	1823,541	1,5	3740,06	0,014	29,23	0,0035	1	4,9921
	8	0,7833	0,756	1	1,277	2,13	3,4102	4,90	4808,165	1,5	9011,85	0,019	4,18	0,0137	0,8	7,9905
	9	0,9213	0,756	1	1,319	2,2	3,5221	5,95	5841,030	1,5	11005,58	0,019	4,91	0,0133	0,8	10,3295
	10	0,2181	0,756	1	0,884	1,48	2,3591	0,94	926,017	1,5	1750,77	0,014	2,53	0,0111	0,8	0,5424
	11	0,7688	0,756	1	1,195	2	3,1912	4,50	4416,388	1,5	8503,85	0,014	5,18	0,0154	0,7	6,8785

LEGENDA: Vazão de pico(Qp(m³/s)), Altura útil da chuva(Hu(mm)), Altura efetiva da chuva(hef(mm)), fator de pico(k), tempo de pico(t'p(horas)), tempo de recessão(tr(horas)), tempo de base(tb(horas)), Área em Km², Volume escoado em m³, duração da chuva efetiva(D(horas)), fator de erosividade do solo(R), fator de erodibilidade do solo(K), fator conjunto de comprimento e declividade da sub-bacia(LS), fator de uso e manejo do solo(C), fator de praticas conservacionistas do solo(P), resultado da produção de sedimento(Y).

Continuação da tabela 5.31

Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu = hef(mm)	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	11,6728	20,798	1	2,15	3,59	5,741	1,92	120624,654	3,917	248616,49	0,014	8,79	0,0039	1	111,963
	2	14,5869	20,798	1	2,13	3,56	5,6876	2,35	149336,773	3,917	317439,22	0,019	13,24	0,0029	1	224,050
	3	12,7817	20,798	1	1,958	3,27	5,2288	1,67	120298,065	3,917	261181,42	0,019	12,32	0,0082	0,8	383,849
	4	4,7307	20,798	1	2,095	3,5	5,5939	0,73	47633,090	3,917	89103,49	0,024	16,82	0,0080	0,7	199,854
	5	11,9959	20,798	1	2,142	3,58	5,7198	1,96	123506,310	3,917	255807,07	0,019	17,40	0,0130	0,8	872,190
14.09.06	6	29,2474	20,798	1	2,455	4,1	6,5558	6,41	345134,270	3,917	749187,59	0,019	4,06	0,0140	0,8	628,934
	7	12,0365	20,798	1	2,092	3,49	5,585	1,86	121003,416	3,917	253370,14	0,014	29,23	0,0035	1	338,190
	8	21,8222	20,798	1	2,486	4,15	6,6365	4,90	260680,524	3,917	543390,76	0,019	4,18	0,0137	0,8	481,805
	9	25,6569	20,798	1	2,527	4,22	6,7484	5,95	311656,250	3,917	657537,82	0,019	4,91	0,0133	0,8	617,146
	10	6,1114	20,798	1	2,092	3,49	5,5854	0,94	61441,613	3,917	118600,08	0,014	2,53	0,0111	0,8	36,7424
	11	21,4391	20,798	1	2,404	4,01	6,4175	4,50	247652,896	3,917	522801,07	0,014	5,18	0,0154	0,7	422,876
Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu = hef(mm)	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	8,9101	15,876	1	3,05	5,09	8,144	1,92	130615,410	5,717	223459,79	0,014	8,79	0,0039	1	100,634
	2	11,1345	15,876	1	3,03	5,06	8,0906	2,35	162153,496	5,717	285760,86	0,019	13,24	0,0029	1	201,691
	3	9,7566	15,876	1	3,458	5,78	9,2338	1,67	162161,388	5,717	265390,16	0,019	12,32	0,0082	0,8	390,034
	4	3,6110	15,876	1	2,995	5	7,9969	0,73	51978,676	5,717	80434,94	0,024	16,82	0,0080	0,7	180,411
	5	9,1568	15,876	1	3,042	5,08	8,1228	1,96	133881,903	5,717	230063,47	0,019	17,40	0,0130	0,8	784,416
05.11.06	6	22,3253	15,876	1	3,355	5,6	8,9588	6,41	360014,737	5,717	659437,14	0,019	4,06	0,0140	0,8	553,590
	7	9,1878	15,876	1	2,992	5	7,988	1,86	132105,501	5,717	228781,69	0,014	29,23	0,0035	1	305,370
	8	16,6574	15,876	1	3,386	5,65	9,0395	4,90	271033,518	5,717	477420,57	0,019	4,18	0,0137	0,8	423,312
	9	19,5845	15,876	1	3,427	5,72	9,1514	5,95	322605,327	5,717	576282,10	0,019	4,91	0,0133	0,8	540,882
	10	4,6650	15,876	1	2,992	5	7,9884	0,94	67077,629	5,717	107089,34	0,014	2,53	0,0111	0,8	33,1764
	11	16,3650	15,876	1	3,304	5,52	8,8205	4,50	259824,415	5,717	461659,45	0,014	5,18	0,0154	0,7	373,421

LEGENDA: Vazão de pico(Qp(m³/s)), Altura útil da chuva(Hu(mm)), índice (CN), perda inicial da chuva(H₀(mm)), fator de pico(k), tempo de pico(t'p(horas)), tempo de recessão (tr(horas)), tempo de base(tb(horas)), Área em Km², Volume escoado em m³, duração da chuva efetiva(D(horas)), fator de erosividade do solo(R), fator de erodibilidade do solo(K), fator conjunto de comprimento e declividade da sub-bacia(LS), fator de uso e manejo do solo(C), fator de praticas conservacionistas do solo(P), resultado da produção de sedimento(Y).

Tabela 5.32 - Valores resultantes para a aplicação da MUSLE considerando o Hu, o CN e adotando o (D) calculado do evento

Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu (mm)	cn	Ho	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	0,5489	0,801	76,4	15,7	1	0,757	1,26	2,0221	1,92	1997,804	1,131	4515,6	0,014	8,79	0,0039	1	2,0336
	2	0,7793	0,868	75,9	16,1	1	0,707	1,18	1,8879	2,35	2648,220	1,070	6434,5	0,019	13,24	0,0029	1	4,5415
	3	0,2279	0,421	79,3	13,2	1	0,833	1,39	2,2234	1,67	912,092	1,219	1779,3	0,019	12,32	0,0082	0,8	2,6151
	4	0,0698	0,216	81,4	11,6	1	0,614	1,03	1,6398	0,73	205,882	0,955	398,41	0,024	16,82	0,0080	0,7	0,8936
	5	0,3804	0,530	78,4	14,0	1	0,738	1,23	1,9694	1,96	1348,350	1,107	2950,6	0,019	17,40	0,0130	0,8	10,0603
23.12.05	6	0,4103	0,334	80,1	12,6	1	1,407	2,35	3,7572	6,41	2774,568	1,820	4611,1	0,019	4,06	0,0140	0,8	3,8710
	7	0,4561	0,550	78,2	14,1	1	0,605	1,01	1,6154	1,86	1326,228	0,943	3236,3	0,014	29,23	0,0035	1	4,3198
	8	0,5207	0,577	78,0	14,3	1	1,465	2,45	3,9106	4,90	3665,168	1,875	6158,6	0,019	4,18	0,0137	0,8	5,4607
	9	0,4166	0,400	79,5	13,1	1	1,543	2,58	4,1201	5,95	3089,546	1,948	4939,5	0,019	4,91	0,0133	0,8	4,6362
	10	0,1210	0,287	80,6	12,2	1	0,605	1,01	1,6163	0,94	351,905	0,944	732,11	0,014	2,53	0,0111	0,8	0,2268
	11	0,4828	0,519	78,5	13,9	1	1,307	2,18	3,4887	4,50	3031,876	1,723	5308,6	0,014	5,18	0,0154	0,7	4,2940
Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu (mm)	cn	Ho	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	4,4095	6,431	76,4	15,7	1	0,757	1,26	2,0221	1,92	16049,833	1,131	46583	0,014	8,79	0,0039	1	20,9787
	2	5,5142	6,141	75,9	16,1	1	0,707	1,18	1,8879	2,35	18738,376	1,070	57579	0,019	13,24	0,0029	1	40,6401
	3	3,1729	8,517	79,3	13,2	1	1,21	2,02	3,2299	1,67	18446,889	1,219	41883	0,019	12,32	0,0082	0,8	61,5548
	4	3,2983	10,235	81,4	11,6	1	0,614	1,03	1,6398	0,73	9735,154	0,955	29924	0,024	16,82	0,0080	0,7	67,1182
	5	5,6061	7,816	78,4	14,0	1	0,738	1,23	1,9694	1,96	19872,856	1,107	60059	0,019	17,40	0,0130	0,8	204,7778
23.01.06	6	11,2732	9,168	80,1	12,6	1	1,407	2,35	3,7572	6,41	76239,980	1,820	18857	0,019	4,06	0,0140	0,8	158,3036
	7	6,3836	7,699	78,2	14,1	1	0,605	1,01	1,6154	1,86	18561,268	0,943	62167	0,014	29,23	0,0035	1	82,9795
	8	6,8161	7,548	78,0	14,3	1	1,465	2,45	3,9106	4,90	47978,884	1,875	10976	0,019	4,18	0,0137	0,8	97,3275
	9	9,0224	8,665	79,5	13,1	1	1,543	2,58	4,1201	5,95	66911,214	1,948	15472	0,019	4,91	0,0133	0,8	145,2228
	10	4,0215	9,557	80,6	12,2	1	0,605	1,01	1,6163	0,94	11700,014	0,944	37063	0,014	2,53	0,0111	0,8	11,4823
	11	7,3285	7,882	78,5	13,9	1	1,307	2,18	3,4887	4,50	46019,917	1,723	11167	0,014	5,18	0,0154	0,7	90,3322

LEGENDA: Vazão de pico(Qp(m³/s)), Altura útil da chuva(Hu(mm)), índice (CN), perda inicial da chuva(Ho(mm)), fator de pico(k), tempo de pico(t'p(horas)), tempo de recessão (tr(horas)), tempo de base(tb(horas)), Área em Km², Volume escoado em m³, duração da chuva efetiva(D(horas)), fator de erosividade do solo(R), fator de erodibilidade do solo(K), fator conjunto de comprimento e declividade da sub-bacia(LS), fator de uso e manejo do solo(C), fator de praticas conservacionistas do solo(P), resultado da produção de sedimento(Y).

Continuação da tabela 5.32

Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu (mm)	cn	Ho	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	1,8007	2,626	76,4	15,7	1	0,757	1,26	2,0221	1,92	6554,121	1,131	17084	0,014	8,79	0,0039	1	0,8750
	2	2,4442	2,722	75,9	16,1	1	0,707	1,18	1,8879	2,35	8305,659	1,070	23147	0,019	13,24	0,0029	1	1,2337
	3	1,5069	2,039	79,3	13,2	1	0,61	1,02	1,6279	1,67	4415,637	1,219	12394	0,019	12,32	0,0082	0,8	1,4789
	4	0,5333	1,655	81,4	11,6	1	0,614	1,03	1,6398	0,73	1574,034	0,955	3888	0,024	16,82	0,0080	0,7	0,5185
	5	1,5915	2,219	78,4	14,0	1	0,738	1,23	1,9694	1,96	5641,500	1,107	14658	0,019	17,40	0,0130	0,8	2,8717
03.02.06	6	2,3168	1,884	80,1	12,6	1	1,407	2,35	3,7572	6,41	15668,136	1,820	32051	0,019	4,06	0,0140	0,8	6,6229
	7	1,8658	2,250	78,2	14,1	1	0,605	1,01	1,6154	1,86	5424,967	0,943	15676	0,014	29,23	0,0035	1	0,7159
	8	2,0697	2,292	78,0	14,3	1	1,465	2,45	3,9106	4,90	14568,612	1,875	28888	0,019	4,18	0,0137	0,8	6,1330
	9	2,0851	2,003	79,5	13,1	1	1,543	2,58	4,1201	5,95	15463,595	1,948	29994	0,019	4,91	0,0133	0,8	5,7296
	10	0,7564	1,798	80,6	12,2	1	0,605	1,01	1,6163	0,94	2200,642	0,944	5704,7	0,014	2,53	0,0111	0,8	0,6995
	11	2,0465	2,201	78,5	13,9	1	1,307	2,18	3,4887	4,50	12851,441	1,723	26760	0,014	5,18	0,0154	0,7	4,1782
Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu (mm)	cn	Ho	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	0,6236	0,909	76,4	15,7	1	0,757	1,26	2,0221	1,92	2269,668	1,131	5209,3	0,014	8,79	0,0039	1	2,3460
	2	0,8800	0,980	75,9	16,1	1	0,707	1,18	1,8879	2,35	2990,453	1,070	7372,8	0,019	13,24	0,0029	1	5,2038
	3	0,3745	0,507	79,3	13,2	1	0,61	1,02	1,6279	1,67	1097,311	1,219	2606,2	0,019	12,32	0,0082	0,8	3,8303
	4	0,0909	0,282	81,4	11,6	1	0,614	1,03	1,6398	0,73	268,333	0,955	536,03	0,024	16,82	0,0080	0,7	1,2023
	5	0,4474	0,624	78,4	14,0	1	0,738	1,23	1,9694	1,96	1585,959	1,107	3538,8	0,019	17,40	0,0130	0,8	12,0659
27.03.06	6	0,5062	0,412	80,1	12,6	1	1,407	2,35	3,7572	6,41	3423,639	1,820	5835,2	0,019	4,06	0,0140	0,8	4,8986
	7	0,5347	0,645	78,2	14,1	1	0,605	1,01	1,6154	1,86	1554,683	0,943	3866,9	0,014	29,23	0,0035	1	5,1614
	8	0,6078	0,673	78,0	14,3	1	1,465	2,45	3,9106	4,90	4278,351	1,875	7323,6	0,019	4,18	0,0137	0,8	6,4937
	9	0,5039	0,484	79,5	13,1	1	1,543	2,58	4,1201	5,95	3736,857	1,948	6112,4	0,019	4,91	0,0133	0,8	5,7370
	10	0,1519	0,361	80,6	12,2	1	0,605	1,01	1,6163	0,94	441,974	0,944	944,98	0,014	2,53	0,0111	0,8	0,2928
	11	0,5690	0,612	78,5	13,9	1	1,307	2,18	3,4887	4,50	3573,146	1,723	6380,9	0,014	5,18	0,0154	0,7	5,1613

LEGENDA: Vazão de pico(Qp(m³/s)), Altura útil da chuva(Hu(mm)), índice (CN), perda inicial da chuva(Ho(mm)), fator de pico(k), tempo de pico(t'p(horas)), tempo de recessão (tr(horas)), tempo de base(tb(horas)), Área em Km², Volume escoado em m³, duração da chuva efetiva(D(horas)), fator de erosividade do solo(R), fator de erodibilidade do solo(K), fator conjunto de comprimento e declividade da sub-bacia(LS), fator de uso e manejo do solo(C), fator de praticas conservacionistas do solo(P), resultado da produção de sedimento(Y).

Continuação da tabela 5.32

Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu (mm)	cn	Ho	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	0,2598	0,379	76,4	15,7	1	0,757	1,26	2,0221	1,92	945,678	1,131	1954,0	0,014	8,79	0,0039	1	0,8800
	2	0,3853	0,429	75,9	16,1	1	0,707	1,18	1,8879	2,35	1309,262	1,070	2923,3	0,019	13,24	0,0029	1	2,0633
	3	0,0917	0,124	79,3	13,2	1	0,61	1,02	1,6279	1,67	268,606	1,219	538,83	0,019	12,32	0,0082	0,8	0,7919
	4	0,0077	0,024	81,4	11,6	1	0,614	1,03	1,6398	0,73	22,810	0,955	33,90	0,024	16,82	0,0080	0,7	0,0760
	5	0,1371	0,191	78,4	14,0	1	0,738	1,23	1,9694	1,96	486,037	1,107	941,03	0,019	17,40	0,0130	0,8	3,2085
29.03.06	6	0,0934	0,076	80,1	12,6	1	1,407	2,35	3,7572	6,41	631,697	1,820	879,02	0,019	4,06	0,0140	0,8	0,7379
	7	0,1691	0,204	78,2	14,1	1	0,605	1,01	1,6154	1,86	491,823	0,943	1065,4	0,014	29,23	0,0035	1	1,4222
	8	0,2000	0,221	78,0	14,3	1	1,465	2,45	3,9106	4,90	1407,633	1,875	2108,6	0,019	4,18	0,0137	0,8	1,8697
	9	0,1165	0,112	79,5	13,1	1	1,543	2,58	4,1201	5,95	864,312	1,948	1185,9	0,019	4,91	0,0133	0,8	1,1131
	10	0,0225	0,053	80,6	12,2	1	0,605	1,01	1,6163	0,94	65,353	0,944	111,09	0,014	2,53	0,0111	0,8	0,0344
	11	0,1712	0,184	78,5	13,9	1	1,307	2,18	3,4887	4,50	1074,834	1,723	1661,7	0,014	5,18	0,0154	0,7	1,3441
Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu (mm)	cn	Ho	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	0,0292	0,043	76,4	15,7	1	0,757	1,26	2,0221	1,92	106,286	1,131	168,95	0,014	8,79	0,0039	1	0,0761
	2	0,0231	0,026	75,9	16,1	1	0,707	1,18	1,8879	2,35	78,442	1,070	124,94	0,019	13,24	0,0029	1	0,0882
	3	0,1952	0,264	79,3	13,2	1	0,61	1,02	1,6279	1,67	571,898	1,219	1256,1	0,019	12,32	0,0082	0,8	1,8461
	4	0,1784	0,554	81,4	11,6	1	0,614	1,03	1,6398	0,73	526,586	0,955	1140,5	0,024	16,82	0,0080	0,7	2,5582
	5	0,1233	0,172	78,4	14,0	1	0,738	1,23	1,9694	1,96	436,944	1,107	835,24	0,019	17,40	0,0130	0,8	2,8478
23.03.06	6	0,4474	0,364	80,1	12,6	1	1,407	2,35	3,7572	6,41	3025,425	1,820	5080,5	0,019	4,06	0,0140	0,8	4,2651
	7	0,1311	0,158	78,2	14,1	1	0,605	1,01	1,6154	1,86	381,232	0,943	801,04	0,014	29,23	0,0035	1	1,0692
	8	0,1274	0,141	78,0	14,3	1	1,465	2,45	3,9106	4,90	896,715	1,875	1272,5	0,019	4,18	0,0137	0,8	1,1283
	9	0,2974	0,286	79,5	13,1	1	1,543	2,58	4,1201	5,95	2205,256	1,948	3385,9	0,019	4,91	0,0133	0,8	3,1780
	10	0,1806	0,429	80,6	12,2	1	0,605	1,01	1,6163	0,94	525,556	0,944	1147,2	0,014	2,53	0,0111	0,8	0,3554
	11	0,1672	0,180	78,5	13,9	1	1,307	2,18	3,4887	4,50	1049,974	1,723	1618,7	0,014	5,18	0,0154	0,7	1,3094

LEGENDA: Vazão de pico(Qp(m³/s)), Altura útil da chuva(Hu(mm)), índice (CN), perda inicial da chuva(Ho(mm)), fator de pico(k), tempo de pico(t'p(horas)), tempo de recessão (tr(horas)), tempo de base(tb(horas)), Área em Km², Volume escoado em m³, duração da chuva efetiva(D(horas)), fator de erosividade do solo(R), fator de erodibilidade do solo(K), fator conjunto de comprimento e declividade da sub-bacia(LS), fator de uso e manejo do solo(C), fator de praticas conservacionistas do solo(P), resultado da produção de sedimento(Y).

Continuação da tabela 5.32

Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu (mm)	cn	Ho	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	0,0117	0,017	76,4	15,7	1	0,757	1,26	2,0221	1,92	42,609	1,131	60,69	0,014	8,79	0,0039	1	0,0273
	2	0,0272	0,030	75,9	16,1	1	0,707	1,18	1,8879	2,35	92,576	1,070	150,41	0,019	13,24	0,0029	1	0,1062
	3	0,0189	0,026	79,3	13,2	1	0,61	1,02	1,6279	1,67	55,510	1,219	92,16	0,019	12,32	0,0082	0,8	0,1354
	4	0,0460	0,143	81,4	11,6	1	0,614	1,03	1,6398	0,73	135,909	0,955	250,22	0,024	16,82	0,0080	0,7	0,5612
	5	0,0031	0,004	78,4	14,0	1	0,738	1,23	1,9694	1,96	11,130	1,107	13,70	0,019	17,40	0,0130	0,8	0,0467
19.05.06	6	0,0736	0,060	80,1	12,6	1	1,407	2,35	3,7572	6,41	497,593	1,820	672,87	0,019	4,06	0,0140	0,8	0,5649
	7	0,0021	0,003	78,2	14,1	1	0,605	1,01	1,6154	1,86	6,074	0,943	7,77	0,014	29,23	0,0035	1	0,0104
	8	0,0008	0,001	78,0	14,3	1	1,465	2,45	3,9106	4,90	5,466	1,875	4,21	0,019	4,18	0,0137	0,8	0,0037
	9	0,0336	0,032	79,5	13,1	1	1,543	2,58	4,1201	5,95	248,882	1,948	294,12	0,019	4,91	0,0133	0,8	0,2761
	10	0,0363	0,086	80,6	12,2	1	0,605	1,01	1,6163	0,94	105,717	0,944	190,38	0,014	2,53	0,0111	0,8	0,0590
	11	0,0053	0,006	78,5	13,9	1	1,307	2,18	3,4887	4,50	32,988	1,723	33,58	0,014	5,18	0,0154	0,7	0,0272
Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu (mm)	cn	Ho	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	0,6304	0,919	76,4	15,7	1	0,757	1,26	2,0221	1,92	2294,558	1,131	5273,3	0,014	8,79	0,0039	1	2,3748
	2	0,7403	0,825	75,9	16,1	1	0,707	1,18	1,8879	2,35	2515,829	1,070	6075,3	0,019	13,24	0,0029	1	4,2880
	3	0,6274	1,684	79,3	13,2	1	1,21	2,02	3,2299	1,67	3647,439	1,219	6817,6	0,019	12,32	0,0082	0,8	10,0197
	4	0,7744	2,403	81,4	11,6	1	0,614	1,03	1,6398	0,73	2285,594	0,955	5904,1	0,024	16,82	0,0080	0,7	13,2427
	5	1,0131	1,412	78,4	14,0	1	0,738	1,23	1,9694	1,96	3591,154	1,107	8838,8	0,019	17,40	0,0130	0,8	30,1365
25.06.06	6	2,3955	1,948	80,1	12,6	1	1,407	2,35	3,7572	6,41	16200,669	1,820	33274	0,019	4,06	0,0140	0,8	27,9334
	7	1,1347	1,369	78,2	14,1	1	0,605	1,01	1,6154	1,86	3299,250	0,943	8981,5	0,014	29,23	0,0035	1	11,9882
	8	1,1850	1,312	78,0	14,3	1	1,465	2,45	3,9106	4,90	8341,361	1,875	15469	0,019	4,18	0,0137	0,8	13,7165
	9	1,8150	1,743	79,5	13,1	1	1,543	2,58	4,1201	5,95	13460,413	1,948	25677	0,019	4,91	0,0133	0,8	24,1002
	10	0,8882	2,111	80,6	12,2	1	0,605	1,01	1,6163	0,94	2584,108	0,944	6829,1	0,014	2,53	0,0111	0,8	2,1157
	11	1,3365	1,437	78,5	13,9	1	1,307	2,18	3,4887	4,50	8392,477	1,723	1660	0,014	5,18	0,0154	0,7	13,4308

LEGENDA: Vazão de pico(Qp(m³/s)), Altura útil da chuva(Hu(mm)), índice (CN), perda inicial da chuva(Ho(mm)), fator de pico(k), tempo de pico(t'p(horas)), tempo de recessão (tr(horas)), tempo de base(tb(horas)), Área em Km², Volume escoado em m³, duração da chuva efetiva(D(horas)), fator de erosividade do solo(R), fator de erodibilidade do solo(K), fator conjunto de comprimento e declividade da sub-bacia(LS), fator de uso e manejo do solo(C), fator de praticas conservacionistas do solo(P), resultado da produção de sedimento(Y).

Continuação da tabela 5.32

Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu (mm)	cn	Ho	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	4,4813	6,536	76,4	15,7	1	0,757	1,26	2,0221	1,92	16310,951	1,131	47433	0,014	8,79	0,0039	1	21,3614
	2	5,6058	6,243	75,9	16,1	1	0,707	1,18	1,8879	2,35	19049,348	1,070	58651	0,019	13,24	0,0029	1	41,3962
	3	6,3861	8,639	79,3	13,2	1	0,61	1,02	1,6279	1,67	18712,673	1,219	62464	0,019	12,32	0,0082	0,8	91,8024
	4	3,3421	10,371	81,4	11,6	1	0,614	1,03	1,6398	0,73	9864,539	0,955	30369	0,024	16,82	0,0080	0,7	68,1181
	5	5,6899	7,933	78,4	14,0	1	0,738	1,23	1,9694	1,96	20170,073	1,107	61066	0,019	17,40	0,0130	0,8	208,2110
14.09.06	6	11,4304	9,296	80,1	12,6	1	1,407	2,35	3,7572	6,41	77303,620	1,820	19152	0,019	4,06	0,0140	0,8	160,7792
	7	6,4797	7,815	78,2	14,1	1	0,605	1,01	1,6154	1,86	18840,683	0,943	63216	0,014	29,23	0,0035	1	84,3798
	8	6,9196	7,662	78,0	14,3	1	1,465	2,45	3,9106	4,90	48707,374	1,875	11163	0,019	4,18	0,0137	0,8	98,9841
	9	9,1514	8,789	79,5	13,1	1	1,543	2,58	4,1201	5,95	67868,056	1,948	15720	0,019	4,91	0,0133	0,8	147,5507
	10	4,0766	9,688	80,6	12,2	1	0,605	1,01	1,6163	0,94	11860,296	0,944	37632	0,014	2,53	0,0111	0,8	11,6586
	11	7,4377	7,999	78,5	13,9	1	1,307	2,18	3,4887	4,50	46705,680	1,723	11354	0,014	5,18	0,0154	0,7	91,8412
Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu (mm)	cn	Ho	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	0,8951	1,306	76,4	15,7	1	0,757	1,26	2,0221	1,92	3258,120	1,131	7809,5	0,014	8,79	0,0039	1	3,5170
	2	1,0683	1,190	75,9	16,1	1	0,707	1,18	1,8879	2,35	3630,150	1,070	9160,6	0,019	13,24	0,0029	1	6,4656
	3	1,6365	2,214	79,3	13,2	1	1,21	2,02	3,2299	1,67	9514,136	1,219	19951	0,019	12,32	0,0082	0,8	29,3225
	4	0,9811	3,045	81,4	11,6	1	0,614	1,03	1,6398	0,73	2895,797	0,955	7695,8	0,024	16,82	0,0080	0,7	17,2614
	5	1,3593	1,895	78,4	14,0	1	0,738	1,23	1,9694	1,96	4818,559	1,107	12285	0,019	17,40	0,0130	0,8	41,8889
05.11.06	6	3,0999	2,521	80,1	12,6	1	1,407	2,35	3,7572	6,41	20964,546	1,820	44411	0,019	4,06	0,0140	0,8	37,2829
	7	1,5283	1,843	78,2	14,1	1	0,605	1,01	1,6154	1,86	4443,832	0,943	12537	0,014	29,23	0,0035	1	16,7347
	8	1,6044	1,777	78,0	14,3	1	1,465	2,45	3,9106	4,90	11293,377	1,875	21720	0,019	4,18	0,0137	0,8	19,2585
	9	2,3770	2,283	79,5	13,1	1	1,543	2,58	4,1201	5,95	17628,498	1,948	34735	0,019	4,91	0,0133	0,8	32,6015
	10	1,1399	2,709	80,6	12,2	1	0,605	1,01	1,6163	0,94	3316,362	0,944	9030,6	0,014	2,53	0,0111	0,8	2,7977
	11	1,7895	1,925	78,5	13,9	1	1,307	2,18	3,4887	4,50	11237,215	1,723	23025	0,014	5,18	0,0154	0,7	18,6243

LEGENDA: Vazão de pico(Qp(m³/s)), Altura útil da chuva(Hu(mm)), índice (CN), perda inicial da chuva(Ho(mm)), fator de pico(k), tempo de pico(t'p(horas)), tempo de recessão (tr(horas)), tempo de base(tb(horas)), Área em Km², Volume escoado em m³, duração da chuva efetiva(D(horas)), fator de erosividade do solo(R), fator de erodibilidade do solo(K), fator conjunto de comprimento e declividade da sub-bacia(LS), fator de uso e manejo do solo(C), fator de praticas conservacionistas do solo(P), resultado da produção de sedimento(Y).

Tabela 5.33 - Valores resultantes para a aplicação da MUSLE considerando o Hu e o CN e adotando o (D) observado no evento

Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu (mm)	cn	Ho	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	0,6476	0,801	76,4	15,7	1	0,642	1,07	1,7138	1,92	1997,804	0,900	4954,0	0,014	8,79	0,0039	1	2,2310
	2	0,8861	0,868	75,9	16,1	1	0,622	1,04	1,6604	2,35	2648,220	0,900	6914,2	0,019	13,24	0,0029	1	4,8801
	3	0,2820	0,421	79,3	13,2	1	0,673	1,12	1,797	1,67	912,092	0,900	2004,7	0,019	12,32	0,0082	0,8	2,9462
	4	0,0730	0,216	81,4	11,6	1	0,587	0,98	1,5666	0,73	205,882	0,900	408,72	0,024	16,82	0,0080	0,7	0,9167
	5	0,4426	0,530	78,4	14,0	1	0,634	1,06	1,6926	1,96	1348,350	0,900	3211,7	0,019	17,40	0,0130	0,8	10,9508
23.12.05	6	0,6096	0,334	80,1	12,6	1	0,947	1,58	2,5286	6,41	2774,568	0,900	5756,0	0,019	4,06	0,0140	0,8	4,8321
	7	0,4730	0,550	78,2	14,1	1	0,583	0,97	1,5578	1,86	1326,228	0,900	3302,8	0,014	29,23	0,0035	1	4,4085
	8	0,7804	0,577	78,0	14,3	1	0,977	1,63	2,6092	4,90	3665,168	0,900	7724,9	0,019	4,18	0,0137	0,8	6,8494
	9	0,6308	0,400	79,5	13,1	1	1,019	1,7	2,7211	5,95	3089,546	0,900	6231,2	0,019	4,91	0,0133	0,8	5,8485
	10	0,1255	0,287	80,6	12,2	1	0,584	0,97	1,5581	0,94	351,905	0,900	747,30	0,014	2,53	0,0111	0,8	0,2315
	11	0,7047	0,519	78,5	13,9	1	0,895	1,5	2,3902	4,50	3031,876	0,900	6560,6	0,014	5,18	0,0154	0,7	5,3067
Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu(mm)	cn	Ho	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	2,3432	6,431	76,4	15,7	1	1,425	2,38	3,8053	1,92	16049,833	2,467	32693	0,014	8,79	0,0039	1	14,7236
	2	2,7747	6,141	75,9	16,1	1	1,405	2,35	3,7519	2,35	18738,376	2,467	39195	0,019	13,24	0,0029	1	27,6643
	3	2,0936	8,517	79,3	13,2	1	1,833	3,06	4,895	1,67	18446,889	2,467	33183	0,019	12,32	0,0082	0,8	48,7693
	4	1,4785	10,235	81,4	11,6	1	1,37	2,29	3,6581	0,73	9735,154	2,467	19093	0,024	16,82	0,0080	0,7	42,8247
	5	2,9176	7,816	78,4	14,0	1	1,417	2,37	3,7841	1,96	19872,856	2,467	41662	0,019	17,40	0,0130	0,8	142,0522
23.01.06	6	9,1677	9,168	80,1	12,6	1	1,73	2,89	4,6201	6,41	76239,980	2,467	16795	0,019	4,06	0,0140	0,8	140,9975
	7	2,8257	7,699	78,2	14,1	1	1,367	2,28	3,6493	1,86	18561,268	2,467	39387	0,014	29,23	0,0035	1	52,5736
	8	5,6704	7,548	78,0	14,3	1	1,761	2,94	4,7007	4,90	47978,884	2,467	99019	0,019	4,18	0,0137	0,8	87,7969
	9	7,7240	8,665	79,5	13,1	1	1,802	3,01	4,8126	5,95	66911,214	2,467	14183	0,019	4,91	0,0133	0,8	133,1213
	10	1,7810	9,557	80,6	12,2	1	1,367	2,28	3,6496	0,94	11700,014	2,467	23489	0,014	2,53	0,0111	0,8	7,2769
	11	5,7047	7,882	78,5	13,9	1	1,679	2,8	4,4817	4,50	46019,917	2,467	97061	0,014	5,18	0,0154	0,7	78,5097

LEGENDA: Vazão de pico(Qp(m³/s)), Altura útil da chuva(Hu(mm)), índice (CN), perda inicial da chuva(Ho(mm)), fator de pico(k), tempo de pico(t'p(horas)), tempo de recessão (tr(horas)), tempo de base(tb(horas)), Área em Km², Volume escoado em m³, duração da chuva efetiva(D(horas)), fator de erosividade do solo(R), fator de erodibilidade do solo(K), fator conjunto de comprimento e declividade da sub-bacia(LS), fator de uso e manejo do solo(C), fator de praticas conservacionistas do solo(P), resultado da produção de sedimento(Y).

Continuação da tabela 5.33

Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu (mm)	cn	Ho	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	5,6385	2,626	76,4	15,7	1	0,242	0,4	0,6458	1,92	6554,121	0,10	32374	0,014	8,79	0,0039	1	1,6581
	2	7,7893	2,722	75,9	16,1	1	0,222	0,37	0,5924	2,35	8305,659	0,10	44299	0,019	13,24	0,0029	1	2,3610
	3	18,3755	2,039	79,3	13,2	1	0,05	0,08	0,1335	1,67	4415,637	0,10	50289	0,019	12,32	0,0082	0,8	6,0005
	4	1,7538	1,655	81,4	11,6	1	0,187	0,31	0,4986	0,73	1574,034	0,10	7572,9	0,024	16,82	0,0080	0,7	1,0098
	5	5,0180	2,219	78,4	14,0	1	0,234	0,39	0,6246	1,96	5641,500	0,10	27886	0,019	17,40	0,0130	0,8	5,4630
03.02.06	6	5,9596	1,884	80,1	12,6	1	0,547	0,91	1,4606	6,41	15668,136	0,10	54405	0,019	4,06	0,0140	0,8	11,2419
	7	6,1538	2,250	78,2	14,1	1	0,183	0,31	0,4898	1,86	5424,967	0,10	30583	0,014	29,23	0,0035	1	1,3966
	8	5,2515	2,292	78,0	14,3	1	0,577	0,96	1,5412	4,90	14568,612	0,10	48660	0,019	4,18	0,0137	0,8	10,3306
	9	5,1968	2,003	79,5	13,1	1	0,619	1,03	1,6531	5,95	15463,595	0,10	50018	0,019	4,91	0,0133	0,8	9,5548
	10	2,4945	1,798	80,6	12,2	1	0,184	0,31	0,4901	0,94	2200,642	0,10	11128	0,014	2,53	0,0111	0,8	1,3646
	11	5,3998	2,201	78,5	13,9	1	0,495	0,83	1,3222	4,50	12851,441	0,10	46073	0,014	5,18	0,0154	0,7	7,1937
Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu (mm)	cn	Ho	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	0,6092	0,909	76,4	15,7	1	0,775	1,29	2,0698	1,92	2269,668	1,167	5141,8	0,014	8,79	0,0039	1	2,3156
	2	0,8239	0,980	75,9	16,1	1	0,755	1,26	2,0164	2,35	2990,453	1,167	7105,9	0,019	13,24	0,0029	1	5,0154
	3	0,3914	0,507	79,3	13,2	1	0,583	0,97	1,5575	1,67	1097,311	1,167	2671,5	0,019	12,32	0,0082	0,8	3,9263
	4	0,0775	0,282	81,4	11,6	1	0,72	1,2	1,9226	0,73	268,333	1,167	490,33	0,024	16,82	0,0080	0,7	1,0998
	5	0,4301	0,624	78,4	14,0	1	0,767	1,28	2,0486	1,96	1585,959	1,167	3461,5	0,019	17,40	0,0130	0,8	11,8023
27.03.06	6	0,6594	0,412	80,1	12,6	1	1,08	1,8	2,8846	6,41	3423,639	1,167	6766,0	0,019	4,06	0,0140	0,8	5,6800
	7	0,4513	0,645	78,2	14,1	1	0,717	1,2	1,9138	1,86	1554,683	1,167	3516,7	0,014	29,23	0,0035	1	4,6940
	8	0,8016	0,673	78,0	14,3	1	1,111	1,85	2,9652	4,90	4278,351	1,167	8551,3	0,019	4,18	0,0137	0,8	7,5822
	9	0,6747	0,484	79,5	13,1	1	1,152	1,92	3,0771	5,95	3736,857	1,167	7197,8	0,019	4,91	0,0133	0,8	6,7557
	10	0,1283	0,361	80,6	12,2	1	0,717	1,2	1,9141	0,94	441,974	1,167	859,60	0,014	2,53	0,0111	0,8	0,2663
	11	0,7228	0,612	78,5	13,9	1	1,029	1,72	2,7462	4,50	3573,146	1,167	7295,9	0,014	5,18	0,0154	0,7	5,9014

LEGENDA: Vazão de pico(Qp(m³/s)), Altura útil da chuva(Hu(mm)), índice (CN), perda inicial da chuva(Ho(mm)), fator de pico(k), tempo de pico(t'p(horas)), tempo de recessão (tr(horas)), tempo de base(tb(horas)), Área em Km², Volume escoado em m³, duração da chuva efetiva(D(horas)), fator de erosividade do solo(R), fator de erodibilidade do solo(K), fator conjunto de comprimento e declividade da sub-bacia(LS), fator de uso e manejo do solo(C), fator de praticas conservacionistas do solo(P), resultado da produção de sedimento(Y).

Continuação da tabela 5.33

Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu (mm)	cn	Ho	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	0,2127	0,379	76,4	15,7	1	0,925	1,55	2,4703	1,92	945,678	1,467	1746,8	0,014	8,79	0,0039	1	0,7867
	2	0,3010	0,429	75,9	16,1	1	0,905	1,51	2,4169	2,35	1309,262	1,467	2545,6	0,019	13,24	0,0029	1	1,7967
	3	0,0762	0,124	79,3	13,2	1	0,733	1,22	1,958	1,67	268,606	1,467	485,90	0,019	12,32	0,0082	0,8	0,7141
	4	0,0055	0,024	81,4	11,6	1	0,87	1,45	2,3231	0,73	22,810	1,467	27,89	0,024	16,82	0,0080	0,7	0,0626
	5	0,1103	0,191	78,4	14,0	1	0,917	1,53	2,4491	1,96	486,037	1,467	832,88	0,019	17,40	0,0130	0,8	2,8398
29.03.06	6	0,1068	0,076	80,1	12,6	1	1,23	2,05	3,2851	6,41	631,697	1,467	947,67	0,019	4,06	0,0140	0,8	0,7956
	7	0,1181	0,204	78,2	14,1	1	0,867	1,45	2,3143	1,86	491,823	1,467	871,18	0,014	29,23	0,0035	1	1,1628
	8	0,2323	0,221	78,0	14,3	1	1,261	2,11	3,3657	4,90	1407,633	1,467	2293,5	0,019	4,18	0,0137	0,8	2,0336
	9	0,1381	0,112	79,5	13,1	1	1,302	2,18	3,4776	5,95	864,312	1,467	1304,0	0,019	4,91	0,0133	0,8	1,2240
	10	0,0157	0,053	80,6	12,2	1	0,867	1,45	2,3146	0,94	65,353	1,467	90,85	0,014	2,53	0,0111	0,8	0,0281
	11	0,1898	0,184	78,5	13,9	1	1,179	1,97	3,1467	4,50	1074,834	1,467	1760,5	0,014	5,18	0,0154	0,7	1,4241
Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu (mm)	cn	Ho	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	0,0239	0,043	76,4	15,7	1	3,667	6,12	9,7905	1,92	421,246	6,95	326,58	0,014	8,79	0,0039	1	0,1471
	2	0,0180	0,026	75,9	16,1	1	3,647	6,09	9,7371	2,35	316,027	6,95	237,42	0,019	13,24	0,0029	1	0,1676
	3	0,1623	0,264	79,3	13,2	1	3,475	5,8	9,2783	1,67	2710,018	6,95	2707,0	0,019	12,32	0,0082	0,8	3,9785
	4	0,1259	0,554	81,4	11,6	1	3,612	6,03	9,6434	0,73	2185,888	6,95	2082,4	0,024	16,82	0,0080	0,7	4,6708
	5	0,0991	0,172	78,4	14,0	1	3,659	6,11	9,7693	1,96	1742,959	6,95	1604,2	0,019	17,40	0,0130	0,8	5,4698
23.03.06	6	0,5116	0,364	80,1	12,6	1	3,972	6,63	10,605	6,41	9767,077	6,95	10558	0,019	4,06	0,0140	0,8	8,8637
	7	0,0915	0,158	78,2	14,1	1	3,608	6,03	9,6345	1,86	1587,109	6,95	1455,7	0,014	29,23	0,0035	1	1,9431
	8	0,1480	0,141	78,0	14,3	1	4,002	6,68	10,686	4,90	2847,018	6,95	2643,2	0,019	4,18	0,0137	0,8	2,3437
	9	0,3523	0,286	79,5	13,1	1	4,044	6,75	10,798	5,95	6847,223	6,95	7022,0	0,019	4,91	0,0133	0,8	6,5907
	10	0,1261	0,429	80,6	12,2	1	3,609	6,03	9,6349	0,94	2187,697	6,95	2085,3	0,014	2,53	0,0111	0,8	0,6461
	11	0,1854	0,180	78,5	13,9	1	3,92	6,55	10,467	4,50	3492,543	6,95	3361,8	0,014	5,18	0,0154	0,7	2,7193

LEGENDA: Vazão de pico(Qp(m³/s)), Altura útil da chuva(Hu(mm)), índice (CN), perda inicial da chuva(Ho(mm)), fator de pico(k), tempo de pico(t'p(horas)), tempo de recessão (tr(horas)), tempo de base(tb(horas)), Área em Km², Volume escoado em m³, duração da chuva efetiva(D(horas)), fator de erosividade do solo(R), fator de erodibilidade do solo(K), fator conjunto de comprimento e declividade da sub-bacia(LS), fator de uso e manejo do solo(C), fator de praticas conservacionistas do solo(P), resultado da produção de sedimento(Y).

Continuação da tabela 5.33

Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu (mm)	cn	Ho	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	0,0096	0,017	76,4	15,7	1	3,434	5,73	9,1675	1,92	158,128	6,483	113,08	0,014	8,79	0,0039	1	0,0509
	2	0,0213	0,030	75,9	16,1	1	3,414	5,7	9,1141	2,35	349,108	6,483	275,44	0,019	13,24	0,0029	1	0,1944
	3	0,0158	0,026	79,3	13,2	1	3,242	5,41	8,6553	1,67	245,379	6,483	191,03	0,019	12,32	0,0082	0,8	0,2807
	4	0,0325	0,143	81,4	11,6	1	3,378	5,64	9,0204	0,73	527,720	6,483	440,07	0,024	16,82	0,0080	0,7	0,9871
	5	0,0025	0,004	78,4	14,0	1	3,426	5,72	9,1463	1,96	41,565	6,483	25,35	0,019	17,40	0,0130	0,8	0,0864
19.05.06	6	0,0842	0,060	80,1	12,6	1	3,739	6,24	9,9823	6,41	1512,028	6,483	1351,7	0,019	4,06	0,0140	0,8	1,1348
	7	0,0015	0,003	78,2	14,1	1	3,375	5,64	9,0115	1,86	23,653	6,483	13,60	0,014	29,23	0,0035	1	0,0181
	8	0,0009	0,001	78,0	14,3	1	3,769	6,29	10,063	4,90	16,343	6,483	8,45	0,019	4,18	0,0137	0,8	0,0075
	9	0,0398	0,032	79,5	13,1	1	3,811	6,36	10,175	5,95	728,181	6,483	589,99	0,019	4,91	0,0133	0,8	0,5538
	10	0,0254	0,086	80,6	12,2	1	3,375	5,64	9,0119	0,94	411,606	6,483	333,33	0,014	2,53	0,0111	0,8	0,1033
	11	0,0058	0,006	78,5	13,9	1	3,687	6,16	9,844	4,50	103,196	6,483	67,37	0,014	5,18	0,0154	0,7	0,0545
Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu (mm)	cn	Ho	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	0,5069	0,919	76,4	15,7	1	0,942	1,57	2,5148	1,92	2294,558	1,5	4667,2	0,014	8,79	0,0039	1	2,1019
	2	0,5678	0,825	75,9	16,1	1	0,922	1,54	2,4614	2,35	2515,829	1,5	5236,7	0,019	13,24	0,0029	1	3,6961
	3	0,5622	1,684	79,3	13,2	1	1,35	2,25	3,6045	1,67	3647,439	1,5	6411,3	0,019	12,32	0,0082	0,8	9,4225
	4	0,5363	2,403	81,4	11,6	1	0,887	1,48	2,3676	0,73	2285,594	1,5	4806,4	0,024	16,82	0,0080	0,7	10,7805
	5	0,8001	1,412	78,4	14,0	1	0,934	1,56	2,4936	1,96	3591,154	1,5	7744,5	0,019	17,40	0,0130	0,8	26,4055
25.06.06	6	2,7032	1,948	80,1	12,6	1	1,247	2,08	3,3296	6,41	16200,669	1,5	35603	0,019	4,06	0,0140	0,8	29,8889
	7	0,7771	1,369	78,2	14,1	1	0,883	1,48	2,3588	1,86	3299,250	1,5	7265,7	0,014	29,23	0,0035	1	9,6980
	8	1,3589	1,312	78,0	14,3	1	1,277	2,13	3,4102	4,90	8341,361	1,5	16702	0,019	4,18	0,0137	0,8	14,8096
	9	2,1232	1,743	79,5	13,1	1	1,319	2,2	3,5221	5,95	13460,413	1,5	28034	0,019	4,91	0,0133	0,8	26,3122
	10	0,6085	2,111	80,6	12,2	1	0,884	1,48	2,3591	0,94	2584,108	1,5	5525,9	0,014	2,53	0,0111	0,8	1,7119
	11	1,4610	1,437	78,5	13,9	1	1,195	2	3,1912	4,50	8392,477	1,5	17454	0,014	5,18	0,0154	0,7	14,1180

LEGENDA: Vazão de pico(Qp(m³/s)), Altura útil da chuva(Hu(mm)), índice (CN), perda inicial da chuva(Ho(mm)), fator de pico(k), tempo de pico(t'p(horas)), tempo de recessão (tr(horas)), tempo de base(tb(horas)), Área em Km², Volume escoado em m³, duração da chuva efetiva(D(horas)), fator de erosividade do solo(R), fator de erodibilidade do solo(K), fator conjunto de comprimento e declividade da sub-bacia(LS), fator de uso e manejo do solo(C), fator de praticas conservacionistas do solo(P), resultado da produção de sedimento(Y).

Continuação da tabela 5.33

Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu (mm)	cn	Ho	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	3,6683	6,536	76,4	15,7	1	2,15	3,59	5,741	1,92	37907,388	3,917	67997	0,014	8,79	0,0039	1	30,6224
	2	4,3788	6,243	75,9	16,1	1	2,13	3,56	5,6876	2,35	44828,710	3,917	82477	0,019	13,24	0,0029	1	58,2132
	3	5,3095	8,639	79,3	13,2	1	1,958	3,27	5,2288	1,67	49971,344	3,917	97638	0,019	12,32	0,0082	0,8	143,4956
	4	2,3590	10,371	81,4	11,6	1	2,095	3,5	5,5939	0,73	23753,004	3,917	40873	0,024	16,82	0,0080	0,7	91,6770
	5	4,5754	7,933	78,4	14,0	1	2,142	3,58	5,7198	1,96	47107,195	3,917	86911	0,019	17,40	0,0130	0,8	296,3312
14.09.06	6	13,0732	9,296	80,1	12,6	1	2,455	4,1	6,5558	6,41	154270,041	3,917	30403	0,019	4,06	0,0140	0,8	255,2315
	7	4,5229	7,815	78,2	14,1	1	2,092	3,49	5,585	1,86	45468,297	3,917	84655	0,014	29,23	0,0035	1	112,9958
	8	8,0398	7,662	78,0	14,3	1	2,486	4,15	6,6365	4,90	96040,389	3,917	17759	0,019	4,18	0,0137	0,8	157,4631
	9	10,8420	8,789	79,5	13,1	1	2,527	4,22	6,7484	5,95	131698,789	3,917	25057	0,019	4,91	0,0133	0,8	235,1814
	10	2,8467	9,688	80,6	12,2	1	2,092	3,49	5,5854	0,94	28619,969	3,917	50405	0,014	2,53	0,0111	0,8	15,6156
	11	8,2459	7,999	78,5	13,9	1	2,404	4,01	6,4175	4,50	95252,372	3,917	17929	0,014	5,18	0,0154	0,7	145,0274
Data do evento	sub-bacia	Qp (m³/s)	Hu (mm)	cn	Ho	k (fator de pico)	t'p	tr	tb	Área (Km²)	volume escoado (m³)	D	R	K	LS	C	P	Y(ton)
	1	0,7327	1,306	76,4	15,7	1	3,05	5,09	8,144	1,92	10741,413	5,717	13616	0,014	8,79	0,0039	1	6,1323
	2	0,8344	1,190	75,9	16,1	1	3,03	5,06	8,0906	2,35	12152,111	5,717	15692	0,019	13,24	0,0029	1	11,0759
	3	1,3606	2,214	79,3	13,2	1	3,458	5,78	9,2338	1,67	22613,808	5,717	29217	0,019	12,32	0,0082	0,8	42,9399
	4	0,6925	3,045	81,4	11,6	1	2,995	5	7,9969	0,73	9968,225	5,717	12652	0,024	16,82	0,0080	0,7	28,3786
	5	1,0931	1,895	78,4	14,0	1	3,042	5,08	8,1228	1,96	15981,631	5,717	21280	0,019	17,40	0,0130	0,8	72,5561
05.11.06	6	3,5454	2,521	80,1	12,6	1	3,355	5,6	8,9588	6,41	57172,982	5,717	83974	0,019	4,06	0,0140	0,8	70,4958
	7	1,0668	1,843	78,2	14,1	1	2,992	5	7,988	1,86	15338,552	5,717	20514	0,014	29,23	0,0035	1	27,3826
	8	1,8641	1,777	78,0	14,3	1	3,386	5,65	9,0395	4,90	30331,150	5,717	41080	0,019	4,18	0,0137	0,8	36,4242
	9	2,8162	2,283	79,5	13,1	1	3,427	5,72	9,1514	5,95	46389,406	5,717	65661	0,019	4,91	0,0133	0,8	61,6282
	10	0,7960	2,709	80,6	12,2	1	2,992	5	7,9884	0,94	11445,695	5,717	14779	0,014	2,53	0,0111	0,8	4,5787
	11	1,9839	1,925	78,5	13,9	1	3,304	5,52	8,8205	4,50	31498,709	5,717	43447	0,014	5,18	0,0154	0,7	35,1435

LEGENDA: Vazão de pico(Qp(m³/s)), Altura útil da chuva(Hu(mm)), Altura efetiva da chuva(hef(mm)), fator de pico(k), tempo de pico(t'p(horas)), tempo de recessão(tr(horas)), tempo de base(tb(horas)), Área em Km², Volume escoado em m³, duração da chuva efetiva(D(horas)), fator de erosividade do solo(R), fator de erodibilidade do solo(K), fator conjunto de comprimento e declividade da sub-bacia(LS), fator de uso e manejo do solo(C), fator de praticas conservacionistas do solo(P), resultado da produção de sedimento(Y).

Os Resultados dos métodos utilizados para obtenção da produção de sedimentos nos 10 eventos analisados estão apresentados na tabela 5.34. Métodos esses discretizados.

- Produção de sedimentos com a utilização da MUSLE calculada para a bacia
- Produção de sedimento medida, pelo cálculo da integração utilizando os dados de concentração de sedimento e os dados de chuva.
- Produção de sedimentos utilizando o MUSLE para cada sub-bacia, a duração da chuva efetiva (horas) calculada, e a altura total da chuva (mm).
- Produção de sedimentos utilizando o MUSLE, a duração da chuva efetiva (horas) calculada, e a altura efetiva (mm).
- Produção de sedimento utilizando o MUSLE, a duração da chuva efetiva (horas) observada, e a altura total da chuva (mm).
- Produção de sedimento utilizando o MUSLE, duração da chuva efetiva observada(D(horas)) e a altura efetiva (mm).

Tabela 5.34 – Resultados da Produção de sedimento

Data do evento	Perda de solo(TON) MUSLE (hef(mm))	Perda de solo Medida(TON)	D=calculado	D=calculado	D=observado	D=observado
			hu e cn	hef	hu e cn	hef
23.12.05	12,609	13,280	42,953	65,644	49,402	76,031
23.01.06	11,010	7,853	980,718	57,488	776,310	45,308
03.02.06	0,839	0,444	31,057	0,104	57,575	0,194
27.03.06	2,575	1,507	52,393	3,963	55,039	4,196
29.03.06	4,826	23,427	13,541	17,864	12,868	17,312
23.03.06	23,138	32,635	18,722	263,995	37,540	527,520
19.05.06	5,451	50,221	1,818	11,315	3,471	21,818
25.06.06	12,388	8,944	153,347	68,421	148,945	66,056
14.09.06	67,535	296,136	1026,083	2878,345	1541,854	4317,605
05.11.06	43,436	535,582	225,755	2211,916	396,736	3886,941

As tabelas 5.35, 5.36, 5.37, 5.38 apresentam as comparações entre o método de medição direta e os métodos do modelo e os valores do coeficiente de propagação de sedimento (B1, método calculado tendo como base a produção de sedimentos obtida pela MUSLE para toda a bacia) e (B2, método calculado tendo como base a produção de sedimentos medida) e a tabela 5.39 mostra os valores de produção de sedimento entre o método de medição direta e os valores de produção de sedimento com a utilização da

MUSLE para toda a bacia, e figuras 5.12, 5.13, 5.14, 5.15 e 5.16 apresentam os gráficos das comparações entre o método de medição direta e os métodos do modelo.

Tabela 5.35 – Comparação da produção de sedimento utilizando o método de medição direta, a MUSLE para toda a bacia, o somatório da produção de sedimento do evento nas sub-bacias utilizando a MUSLE, com (D) observado e o (hef), e os parâmetros de propagação de sedimentos (B1) calculado tendo como base a produção de sedimentos obtida pela MUSLE para toda a bacia, e (B2) calculado tendo como base a produção de sedimentos medida.

Data do evento	Perda de solo medida (ton)	MUSLE (hef) (ton)	Somatório das 11 Sub-bacias, D=observado (hef) (ton)	(B1)	(B2)
23.12.05	13,28	12,61	76,03	6,5603	6,2237
23.01.06	7,85	11,01	45,31	4,5368	6,4758
03.02.06	0,44	0,84	0,19	-2,8917	-1,7236
27.03.06	1,51	2,57	4,20	1,1564	2,7698
29.03.06	23,43	4,83	17,31	3,7885	-0,6291
23.03.06	32,64	23,14	527,52	23,5956	16,7972
19.05.06	50,22	5,45	21,82	4,1458	-1,5961
25.06.06	8,94	12,39	66,06	5,9281	8,2457
14.09.06	296,14	67,54	4317,61	51,1972	15,3220
05.11.06	535,58	43,44	3886,94	60,014	7,589

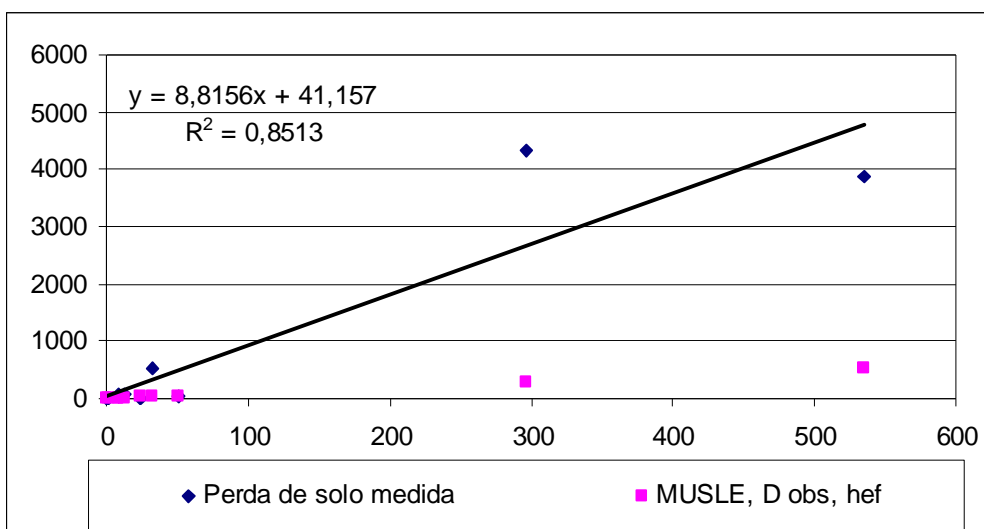


Figura 5.12 – Gráfico Comparativo da produção de sedimento utilizando o método de medição direta, a MUSLE para toda a bacia, o somatório da produção de sedimento do evento nas sub-bacias utilizando a MUSLE, com (D) observado e o (hef), no eixo do x apresentados os valores de produção de sedimentos medidos e no eixo y apresentados os valores de produção de sedimentos calculados

Tabela 5.36 – Comparação da produção de sedimento utilizando o método de medição direta, a MUSLE para toda a bacia, o somatório da produção de sedimento do evento nas sub-bacias utilizando a MUSLE, com (D) observado, o Hu, CN e os parâmetros de propagação de sedimentos (B1) calculado tendo como base a produção de sedimentos obtida pela MUSLE para toda a bacia, e (B2) calculado tendo como base a produção de sedimentos medida.

Data do evento	Perda de solo medida (ton)	MUSLE (hef) (ton)	Somatório das 11 Sub-bacias, D=observado, hu e cn (ton)	(B1)	(B2)
23.12.05	13,28	12,61	49,40	4,3819	4,1310
23.01.06	7,85	11,01	776,31	54,8041	64,2266
03.02.06	0,44	0,84	57,57	59,9378	77,9294
27.03.06	1,51	2,57	55,04	24,5836	38,2512
29.03.06	23,43	4,83	12,87	2,8018	-1,2311
23.03.06	32,64	23,14	37,54	1,0315	0,2833
19.05.06	50,22	5,45	3,47	-0,7719	-4,2107
25.06.06	8,94	12,39	148,95	12,2261	16,8287
14.09.06	296,14	67,54	1541,85	22,9357	5,3595
05.11.06	535,58	43,44	396,74	8,877	-0,597

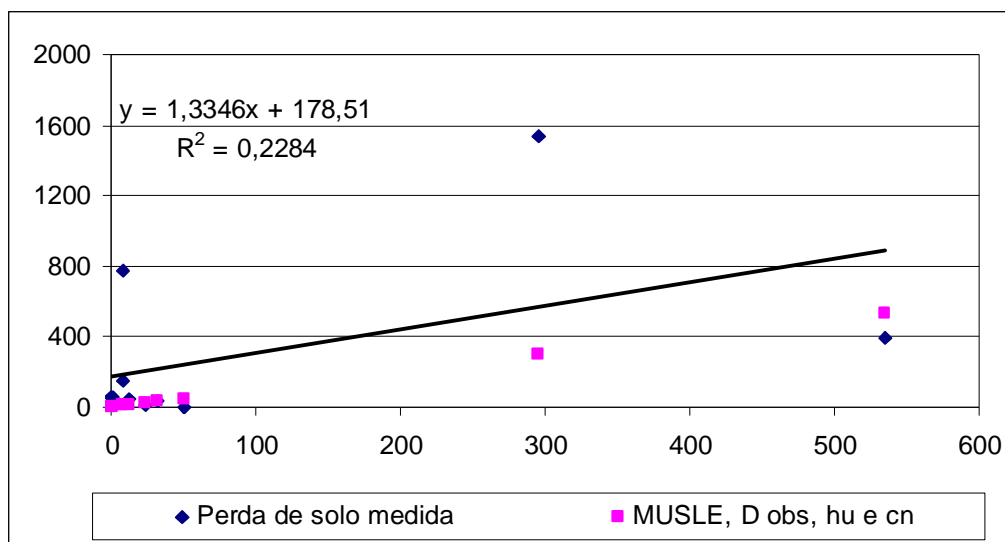


Figura 5.13 – Gráfico comparativo da produção de sedimento utilizando o método de medição direta, a MUSLE para toda a bacia, o somatório da produção de sedimento do evento nas sub-bacias utilizando a MUSLE, com (D) observado, o Hu, CN), no eixo do x apresentados os valores de produção de sedimentos medidos e no eixo y apresentados os valores de produção de sedimentos calculados

Tabela 5.37 – Comparação da produção de sedimento utilizando o método de medição direta, a MUSLE para toda a bacia, o somatório da produção de sedimento do evento nas sub-bacias utilizando a MUSLE, com (D) calculado e o (hef) e os parâmetros de propagação de sedimentos (B1) calculado tendo como base a produção de sedimentos obtida pela MUSLE para toda a bacia. e (B2) calculado tendo como base a produção de sedimentos medida.

Data do evento	Perda de solo medida (ton)	MUSLE (hef) (ton)	Somatório das 11 Sub-bacias D=2raiz(tc), (hef) (ton)	(B1)	(B2)
23.12.05	13,28	12,61	65,64	5,4828	5,1978
23.01.06	7,85	11,01	57,49	5,5700	7,8115
03.02.06	0,44	0,84	0,10	-4,0843	-2,9885
27.03.06	1,51	2,57	3,96	0,9837	2,5038
29.03.06	23,43	4,83	17,86	3,7703	-0,5512
23.03.06	32,64	23,14	264,00	11,6736	8,3870
19.05.06	50,22	5,45	11,31	1,7787	-2,6816
25.06.06	8,94	12,39	68,42	5,8988	8,1549
14.09.06	296,14	67,54	2878,34	38,6192	10,0115
05.11.06	535,58	43,44	2211,92	42,414	4,110

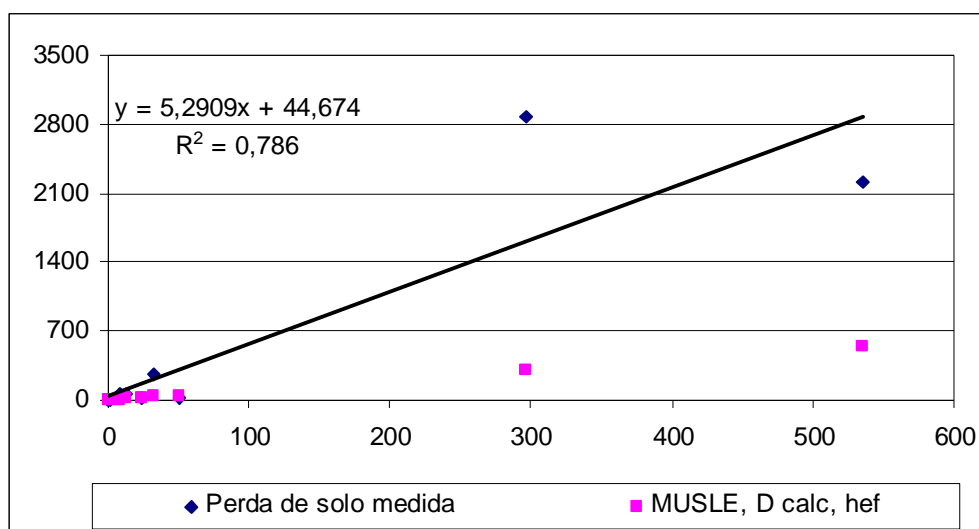


Figura 5.14 – Gráfico comparativo da produção de sedimento utilizando o método de medição direta, a MUSLE para toda a bacia, o somatório da produção de sedimento do evento nas sub-bacias utilizando a MUSLE, com (D) calculado e o (hef) , no eixo do x apresentados os valores de produção de sedimentos medidos e no eixo y apresentados os valores de produção de sedimentos calculados

Tabela 5.38 – Comparação da produção de sedimento utilizando o método de medição direta, a MUSLE para toda a bacia, o somatório da produção de sedimento do evento nas sub-bacias utilizando a MUSLE, com (D) calculado, o Hu, CN e os parâmetros de propagação de sedimentos (B1) calculado tendo como base a produção de sedimentos obtida pela MUSLE para toda a bacia, e (B2) calculado tendo como base a produção de sedimentos medida.

Data do evento	Perda de solo medida (ton)	MUSLE (hef) (ton)	Somatório das 11 Sub-bacias, D=2raiz(tc), hu e cn (ton)	(B1)	(B2)
23.12.05	13,28	12,61	42,95	3,63034	3,4139
23.01.06	7,85	11,01	980,72	58,7122	68,1268
03.02.06	0,44	0,84	31,06	44,8196	62,5300
27.03.06	1,51	2,57	52,39	21,8274	34,7601
29.03.06	23,43	4,83	13,54	2,8826	-1,1067
23.03.06	32,64	23,14	18,72	-0,4084	-1,0348
19.05.06	50,22	5,45	1,82	-1,8062	-5,1222
25.06.06	8,94	12,39	153,35	11,9350	16,2611
14.09.06	296,14	67,54	1026,08	14,7855	3,4223
05.11.06	535,58	43,44	225,76	4,940	-1,591

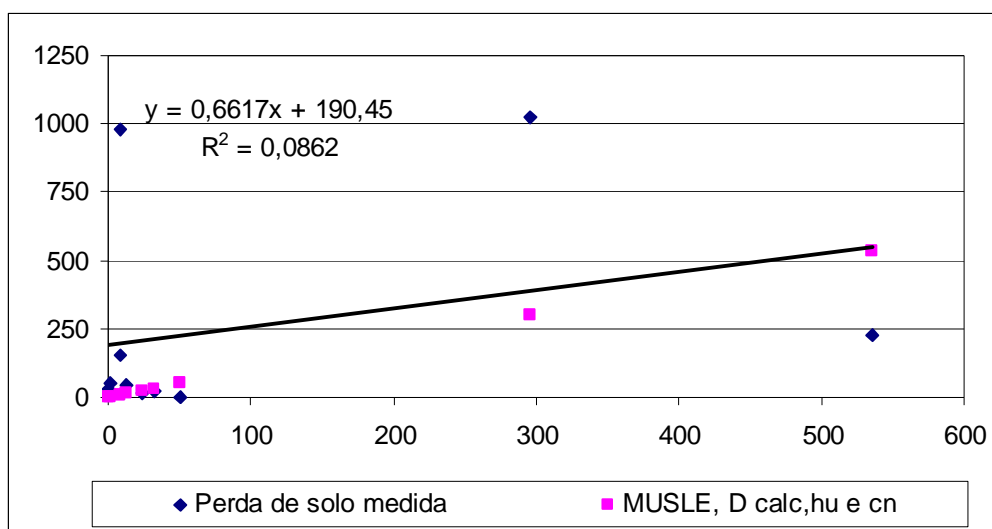


Figura 5.15 – Gráfico comparativo da produção de sedimento utilizando o método de medição direta, a MUSLE para toda a bacia, o somatório da produção de sedimento do evento nas sub-bacias utilizando a MUSLE, com (D) observado, o Hu, CN), no eixo do x apresentados os valores de produção de sedimentos medidos e no eixo y apresentados os valores de produção de sedimentos calculados

Tabela 5.39 – Comparação da produção de sedimento utilizando o método de medição direta, e a MUSLE para toda a bacia

Data do evento	Perda de solo medida (ton)	MUSLE (hef) (ton)
23.12.05	13,28	12,61
23.01.06	7,85	11,01
03.02.06	0,44	0,84
27.03.06	1,51	2,57
29.03.06	23,43	4,83
23.03.06	32,64	23,14
19.05.06	50,22	5,45
25.06.06	8,94	12,39
14.09.06	296,14	67,54
05.11.06	535,58	43,44

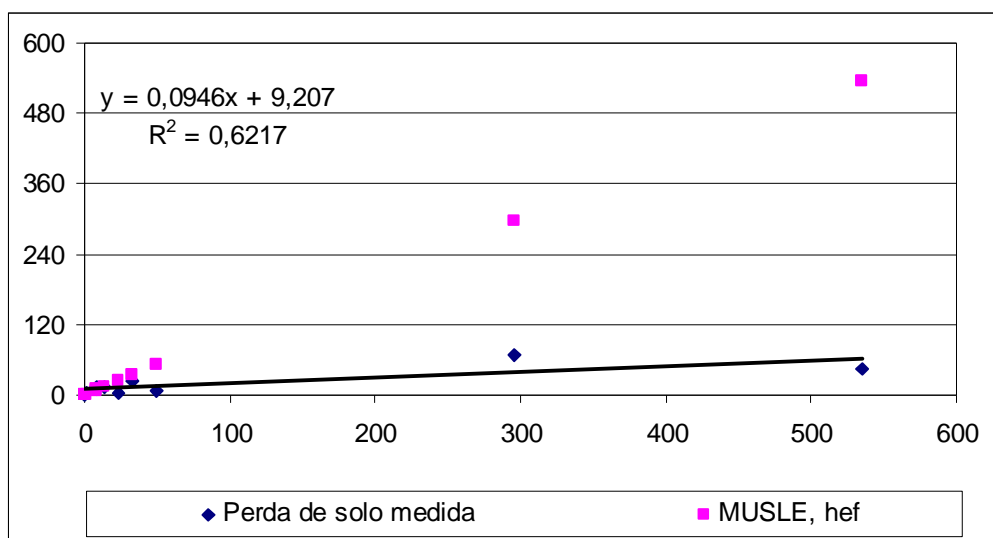


Figura 5.16– Gráfico comparativo da produção de sedimento utilizando o método de medição direta, a MUSLE para toda a bacia), no eixo do x apresentados os valores de produção de sedimentos medidos e no eixo y apresentados ao valores de produção de sedimentos calculados

Comparando os métodos utilizados para calcular os sedimentos produzidos nos eventos chuvosos selecionados para o presente estudo, observou-se que no cálculo da produção de sedimentos, os métodos em que utilizaram-se as alturas efetivas (Hef (mm)), apresentaram melhores resultados, considerando o R^2 , em comparação com a produção de sedimentos medida. Já em relação aos demais métodos empíricos apresentados neste

trabalho, numericamente não se obteve bons resultados. Isso porque, as precipitações totais dos eventos não mantêm uma relação com o fator de solo (CN) para cálculo do escoamento superficial, pois este possui uma desuniformidade na sua desagregação, transporte e sedimentação, ocasionados pela alteração desordenada do solo nas áreas de mineração, o que não é previsto no método utilizando as alturas úteis ($H_u(\text{mm})$) dos eventos, satisfazendo as expectativas, já que no estudo foram utilizado 6 métodos para determinação dos sedimentos produzidos.

5.13 - Hidrossedimentogramas

A seguir estão apresentados os Hidrossedimentogramas dos maiores eventos analisados desde o início do estudo até então (figura 5.17 a 5.22). Nestes gráficos estão apresentados os níveis das garrafas do ANA, AND, as concentrações de sedimento, precipitação, vazão, datas e horários dos eventos chuvosos estudados. Referentes a estação de jusante.

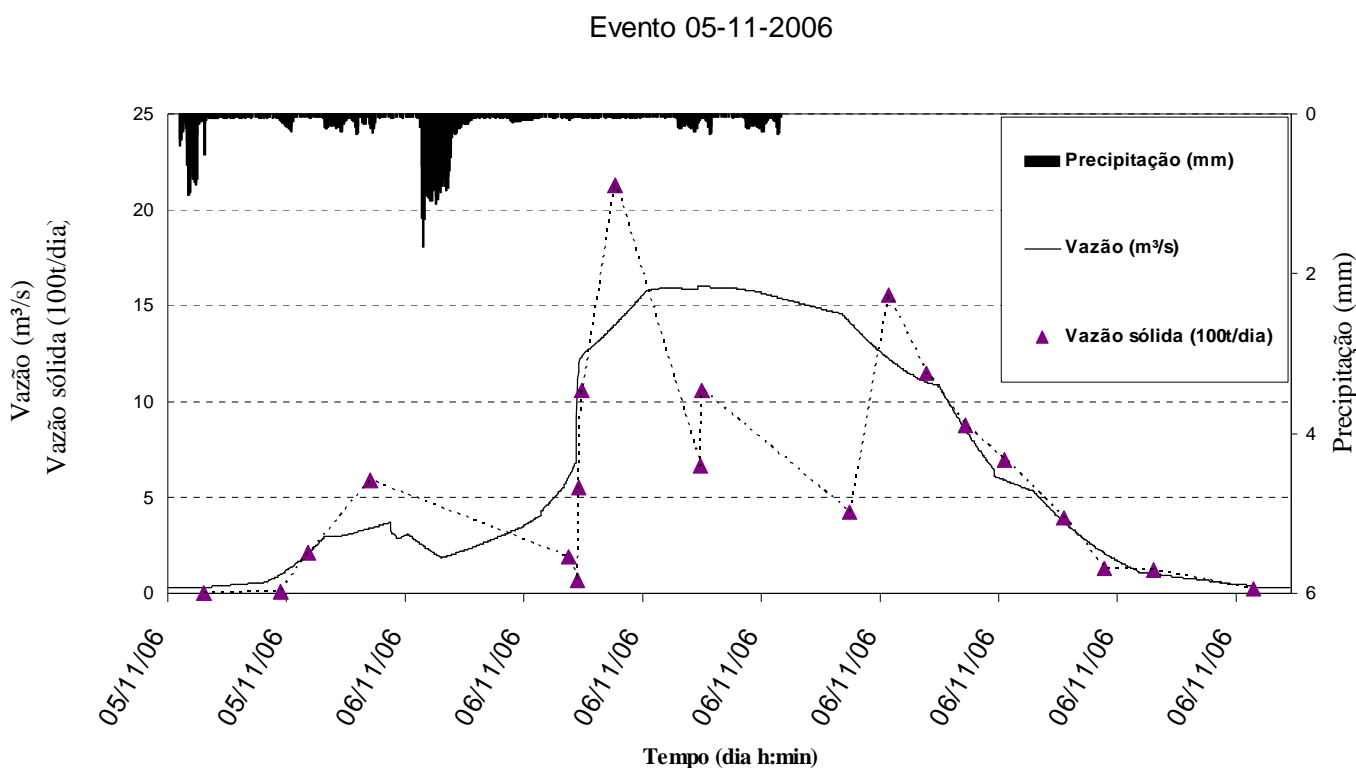


Figura 5.17 – Hidrossedimentograma do evento do dia 05-11-2006

Evento 14-09-2006

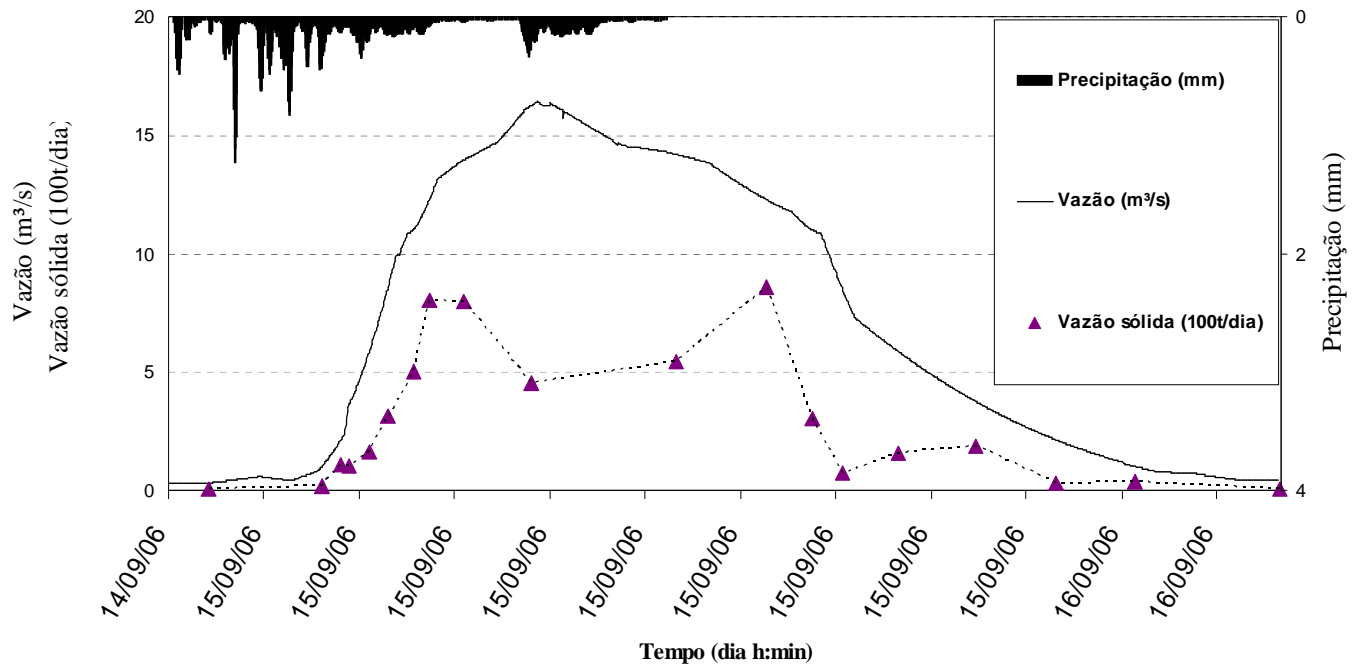


Figura 5.18 – Hidrossedimentograma do evento do dia 14-09-2006

Evento 25-06-2006

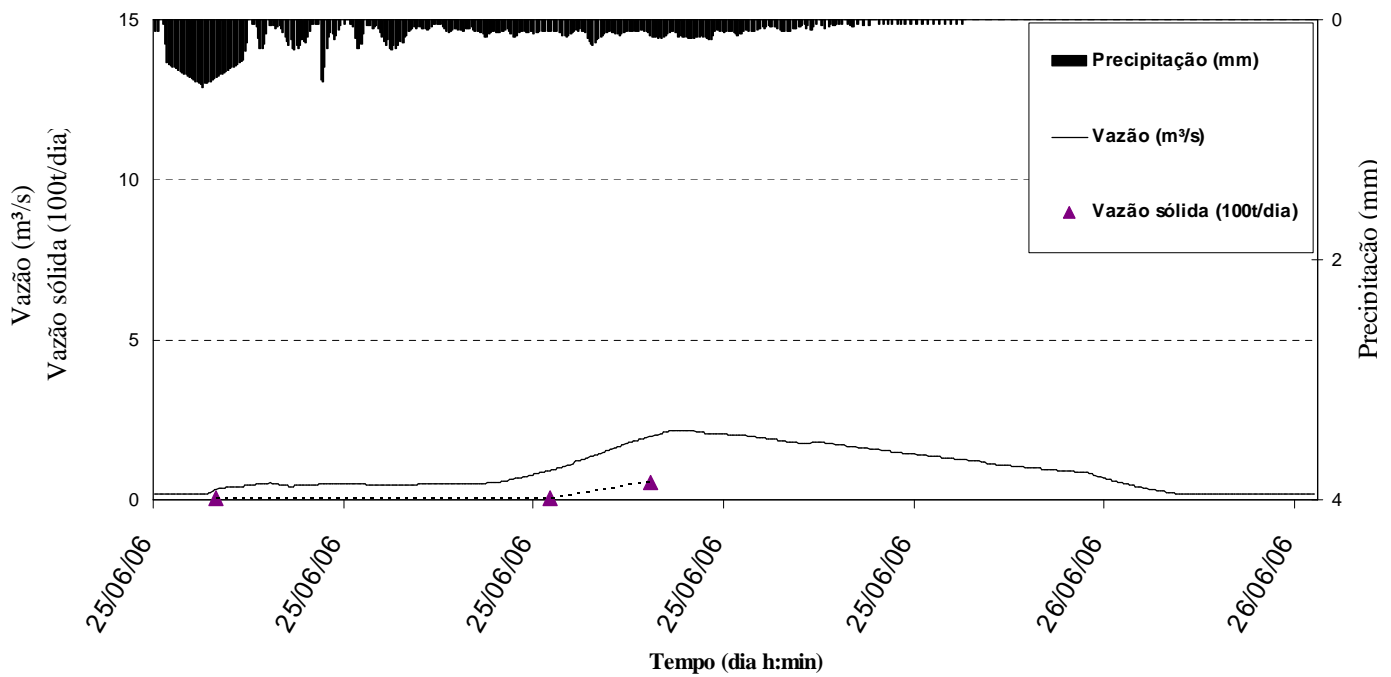


Figura 5.19 – Hidrossedimentograma do evento do dia 25-06-2006

Evento 23.24-01-2006

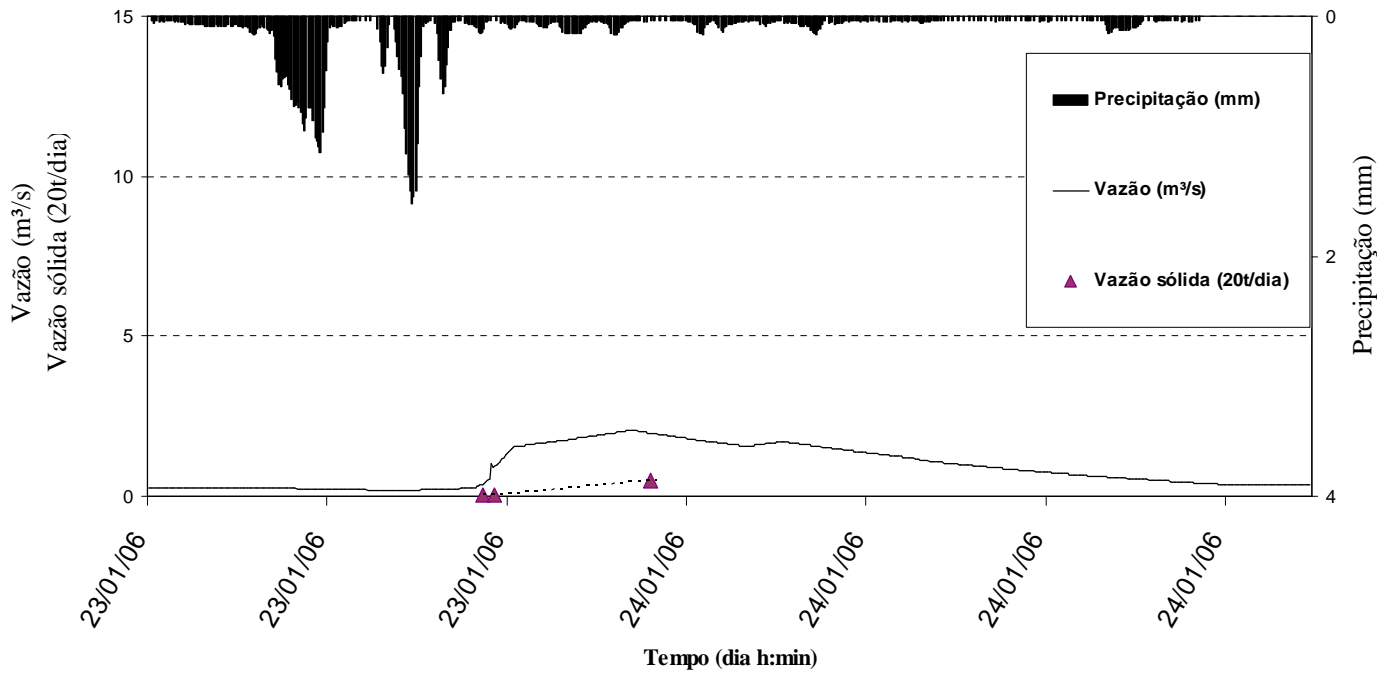


Figura 5.20 – Hidrossedimentograma do evento do dia 23.24-01-2006

Evento 23-03-2006

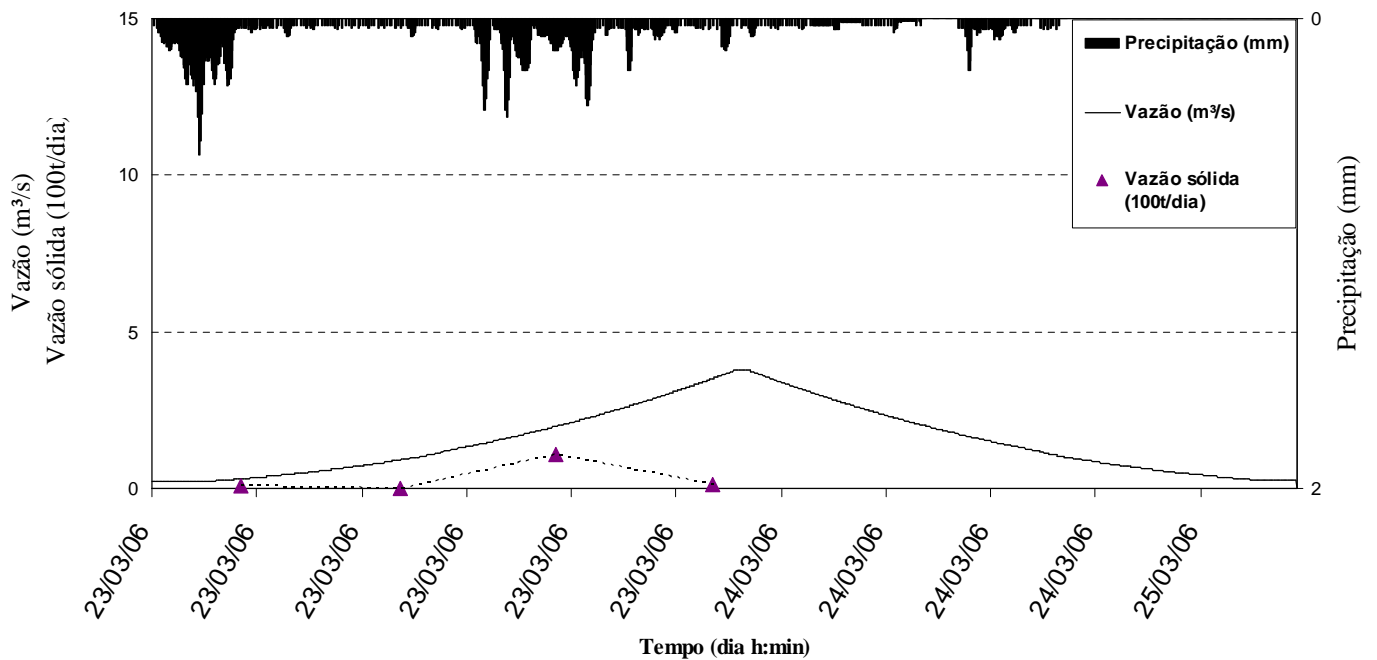


Figura 5.21 – Hidrossedimentograma do evento do dia 23-03-2006

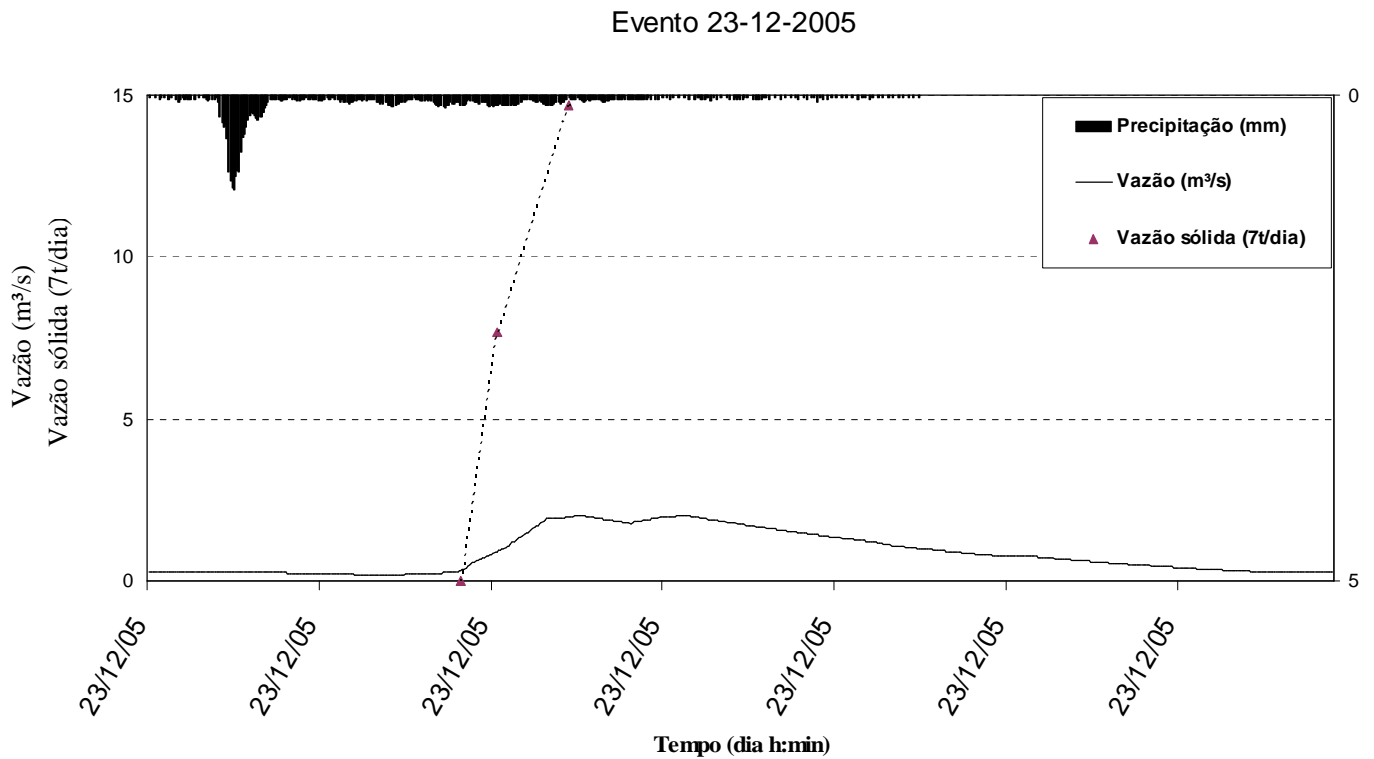


Figura 5.22 – Hidrossedimentograma do evento do dia 23-12-2005

No ecossistema natural a redistribuição da água da chuva, os topos das árvores formam um aparelho natural de enfraquecimento, direcionamento e detenção das gotas, afetando o comportamento do escoamento superficial e consequentemente o processo de infiltração e o escoamento superficial das águas em direção aos rios. Esse processo se iniciou quando, no seu estágio inicial, as chuvas incidiram sobre o sistema natural presente na bacia, tendo totalizado o volume precipitado interceptado pelas partes aéreas de sua cobertura vegetal até que, pela saturação das camadas superiores da copa, a chuva passou a ser então redistribuída alcançando o solo como gotejamento ou precipitação interna e como fluxo superficial que se escoou pelos ramos e é direcionando para o tronco das árvores o que não ocorreu nas áreas de mineração já que essas são compreendidas de solo exposto e movimentado. No caso da bacia hidrográfica do estudo, a existência de áreas de mineração influenciaram em qualquer tipo de relação que se tentasse fazer entre a chuva e o escoamento superficial, consequentemente promovendo distúrbios nos dados estimados de vazão.

6-CONCLUSÕES

A partir da comparação entre os métodos utilizados para calcular a produção de sedimento e o método de cálculo direto de produção de sedimento se concluiu que existe uma diferença significativa dos dados obtidos da determinação de fatores para aplicação do modelo, devido a Bacia Hidrográfica possuir, em pontos específicos, áreas de mineração onde existe um constante movimento, modificação e transporte de solo.

Os valores negativos dos parâmetros de propagação de sedimento(B) se atribuem ao mesmo motivo citado anteriormente, ou seja, existem áreas de mineração na bacia que geram grandes quantidades de sedimentos, que ficam disponíveis para transporte por ocasião dos eventos chuvosos.

As precipitações analisadas no tempo do início ao fim deste estudo mostraram os dados bem definidos, o que valida os dados de chuva e classifica-os para utilizá-los em futuros estudos no local.

A aquisição da imagem de satélite para utilização no estudo foi de grande valor, pois devido à dificuldade de acesso ao local impediria bons resultados de análises de solo e uso, assim como na determinação das áreas de matas e florestas e redes de drenagem presentes na bacia hidrográfica e visualização e dimensões das regiões com solo exposto.

Através da análise da produção de sedimentos calculada usando a classificação hidrológica do solo de acordo com o método original do SCS, com as adaptações às condições de cálculo de tempo de duração da chuva efetiva e com os dados observados, percebe-se que a classificação hidrológica adaptada apresenta melhores resultados. O método de cálculo utilizado para as sub-bacias que melhor se ajustou com os dados observados de produção de sedimento foi a utilização da MUSLE usando a altura efetiva (H_{ef}) e a duração da chuva útil (D) observada.

A quantidade de dados e métodos aplicados e trabalhados neste estudo foi de fundamental importância, pois devido a área do estudo sofrer ação antrópica e um curto tempo de coleta de dados no campo se observou uma gama de fatores responsáveis pelo fenômeno da perda de solo o que levou a concluir também a importância de detalhar os dados referentes aos tipo de solos, classes de uso do solo e ponderação de índices, já que a produção de sedimentos é diretamente proporcional a quantidade, intensidade da chuva e material disponível para transporte.

7-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT (1983) Associação Brasileira de Normas Técnicas - Análise Granulométrica. **NBR 7181**.

BONUMÁ, N. **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SOB IMPACTO DAS ATIVIDADES DE IMPLANTAÇÃO DE GARIMPO NO MUNICÍPIO DE SÃO MARTINHO DA SERRA**. 2006. Dissertação de Mestrado. PPGEA - UFSM.

BORDAS, M.P.; SEMMELMANN, F.R. Elementos de engenharia de sedimentos. In: TUCCI, C.E.M. Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: UFGS; São Paulo: USP/ABRH, 1993. p.915-43.

BRAKENSIEK, D.L.; OSBORN, H.B.; RAWLS, W.J. Field Manual for Research in Agricultural Hydrology. Beltsville: United States Department of Agriculture, 1979.

BRITES, A. **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA E DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA** 2005. Dissertação de Mestrado. PPGEA - UFSM

BRANCO, N. **Avaliação de metodologias para a estimativa da produção de sedimentos em pequenas bacias hidrográficas**. 1998. Dissertação de Mestrado. PPGEA - UFSM.

CANALI, G. E. **Produção de sedimento em pequenas bacias hidrográficas rurais. Efeito das características das chuvas, da declividade das vertentes e do uso do solo**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio grande do Sul, Curso de Pós Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento. n. p. Diss. mest. Hidrologia aplicada. 1981.

CANIL, K. **Processos erosivos e planejamento urbano: carta de risco de erosão das áreas urbanas e periurbana do município de Franca**. Dissertação de Mestrado FFLCH - (USP – Universidade Federal de São Paulo) São Paulo, 2000. Santa Maria, 1998.

CARVALHO, N.O. **Hidrossedimentologia Prática**, 1994 CPRM, ELETROBRÁS, Rio de Janeiro, RJ.

CARVALHO, N.O. Guia de Práticas Sedimentométricas. **Agência Nacional de Energia Elétrica**, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2000.

CLARKE, R.T. 1973. **Mathematical models in hydrology**.FAO Irrigation and Drainage Paper 19, 282p.

CLARK II, E.H.; HAVERKAMP, J. A.; CHAPMAN, W. **Eroding soils: the off farm impacts**. Washington: The Conservation Foundation, 1985.

FIGUEREDO, A. G. Análise da produção e transporte de sedimento nas bacias do rio Peixe e rio Aguapei. Anais do Simpósio Recursos Hídricos. São Paulo ABRH, 2v, 1989.

FOSTER, G. R. (1982). Modeling the erosion process. In: HAA N, C. T., JOHNSON, H. P., BRAKENSIEK, D. L., ed. Hydrologic Modeling of small Watersheds. St. JOSEPH, ASAE. Chap. 8, p. 297-380.

FLEMING, G. (1975). Computer simulation techniques in hidrology. New York, Elsevier. 333 p.

GENOVEZ, A.M. Vazões Máximas. **Hidrologia Aplicada a Gestão de Pequenas Bacias Hidrográficas**. 2001. cap. 3, p. 33-112.

GRAF, W.H. Hydraulics of sediment transport. New York: McGraw-Hill, 1971. 509 p.

GOMES, J.A.A Perspectiva de Desenvolvimento de Meio Rural em São Martinho da Serra com a Criação da COOMAR – Cooperativa Martinhense de Garimpeiros De Região Central. Santa Maria, 2004.

KING; K.W: ARNOLD. J. G. Soil and Water Assessnt Tool – SWAT – TEXAS: USDA – 1996.

KNISEL, W.G., 1980. CREAMS: A field scale model for chemicals, runoff and erosion from agricultural management systems, Cons. Res. **Report** No. 26, USDA-SEA, Washington, DC, 643 p.

LUTKEMEYER, F.; PARANHOS, R.M.; PAIVA, J.B.D. **Análise Granulométrica de Material em Suspensão pelo Método do Tubo de Retirada pelo Fundo**.In: XVII CRICTE CONGRESSO REGIONAL DE INICIACAO CIENTIFICA E TECNOLOGICA EM ENGENHARIA, 2002, UPF, Passo Fundo.

MARTINS, Eduardo Sávio P. R. & PAIVA, João Batista Dias de. Quantidade dos recursos hídricos. In: **HIDROLOGIA APLICADA À GESTÃO DE PEQUENAS BACIAS HIDROGRÁFICAS**. Porto Alegre: ABRH, 2001. cap. 19, p. 533- 552.

MCCUEN, R. H. **Hydrologic Analysis and Design**. New Jersey: Prentice Hall, 1989. 867p.

MEYER, L. D. (1972) **Soil Erosion by Water on Upland Áreas**. Chapter 27. Environmental impact on rivers (edited by H. W. Shen), pp. 27.1-27.25: Colorado State University, Fort Collins.

MISHRA, S. K., J. V. Tyagi, V. P. Singh, and R. Singh, 2006: SCS-CN-based modeling of sediment yield. *J. Hydrol.*, **324**, 301-322.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura. 1961. 41p.

NBR 7181, Solo, Análise Granulométrica, 1984.

NOVOTNY, V., OLEM, H., 1994. Water Quality: Prevention, Identification, and Management of Diffuse Pollution. Wiley, New York.

O'CONNEL, P. E. (org) et alli (1980). Proceedings of the INTERNATIONAL WORKSHOP ON REAL-TIME **HYDROLOGICAL FORECASTING AND CONTROL**. Wallingford: Institute of Hydrology.

OGROSKY, H. O.; MOCKUS, V. Hydrology of Agricultural Lands. In: Chow, V. T. **Handbook of Applied Hydrology**. McGraw-Hill, 1964. cap.21, p. 1-97)

PAIVA, E.M.C.D. **Métodos de estimativa de produção de sedimentos em Pequenas Bacias Hidrográficas**. Hidrologia Aplicada a Gestão de Pequenas Bacias Hidrográficas. 2001, cap. 13, p. 379-408.

PAIVA, E.M.C.D.; PAIVA, J.B.D.; PARANHOS, R.M. **Produção de Sedimentos em Pequenas Bacias Hidrográficas Rurais. Caracterização Quali-Quantitativa da Produção de Sedimentos**, 2000a.

PAIVA, J.B.D.; PAIVA, E.M.C.D.; VILLELA, S.M. Avaliação da descarga de sedimentos afluentes à captação da estação elevatória I do projeto de transposição das

águas do Rio São Francisco. RBE - **Caderno de Recursos Hídricos**. 1995, v 13, n2, p. 47-79.

PAIVA, J.B.D., PAIVA, E.M.C.D. & VILLELA, S.M. (1995) - Avaliação hidrossedimentométrica do trecho não revestido do canal adutor do projeto de transposição das águas do rio São Francisco. **Revista Brasileira de Engenharia, Caderno de Recursos Hídricos. ABRH**. vol. 13:2, Dez. pp. 81-114.

PARANHOS R. MALDANER. **Avaliação de metodologia para estimativa de produção de sedimentos em uma pequena bacia rural de encosta**, 2003. Dissertação de Mestrado. PPGEA - UFSM. Santa Maria; 2003.

PONCE, V.M., 1989. **Engineering Hydrology: Principles and Practices**. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.

PONCE, V. M., HAWKINS, R. H. Runoff curve number: has it reached maturity? **Journal of Hydrologic Engineering**, v.1, n.1, p.11-19, 1996.

RAUDKIVI, A. J. (1979). **Hydrology – An advanced introduction to hydrological processes and modeling**. Londres: Pergamon Press.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**, 5ª edição. Uberlândia. Ed. Da Universidade Federal de Uberlândia, 2003. 238 p.

SARTORI, A. **Avaliação da classificação hidrológica do solo para a determinação do excesso de chuva do método do serviço de conservação do solo dos Estados Unidos**, 2004. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.

SCAPIM, J. **CARACTERIZAÇÃO DO TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EM UM PEQUENO RIO URBANO NA CIDADE DE SANTA MARIA – RS**. 2005. Dissertação de Mestrado. PPGEA - UFSM.

SCS 1956. **National Engineering Handbook, Hydrology, Section 4**, Soil Conservation Service, US Department of Agriculture, Washington DC.

SKOGERBOE, Gaylord V.; BENNEL, R. S.; WALKER, W. R. Instalation and field use of cuthroat flumes for water measurement. **Water management. Technical Report n. 19**. Colorado State University, 1972.

SILVEIRA, G. L. 1982. **Representatividade dos parâmetros de chuva e influencia da Área cultivada, da declividade e do uso do solo na produção de sedimento.** Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento. n.p. Dissertação de mestrado em hidrologia aplicada. 1982. 151p.

SIMONS, D.B. & SENTÜRK, F. **Sediment transport technology Fort collins.** USA Water Resources Publications, 1976.

SINGH, V.P., 1988. **Hydrologic systems, Watershed Modeling**, vol. 2. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.

SINGH, V.P., 1992. **Elementary Hydrology.** Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ..

TUCCI, C. E. M.; 1983. Modelo Matemático Precipitação Vazão IPH II, Recursos Hídricos, publicação n. 3, IPH/UFRGS.

TUCCI, C. E. M. 1987. Modelos Determinísticos. In: BARTH, F. T., POMPEU, C. T., FILL, H. D., TUCCI, C. E. M., KELMAN J., BRAGA, B. P. F. Modelos para Gerenciamento de Recursos Hídricos. São Paulo: Nobel: ABRH.

TUCCI, C.E.M. (coord.) 1991. Regionalização de vazões do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. CEEE Companhia Estadual de Energia Elétrica. Instituto de Pesquisas Hidráulicas/UFRGS 5 vols.

TUCCI, C.E.M. **Modelos Hidrológicos.** Porto Alegre – Editora da Universidade – UFRGS, ABRH, 1998.

UFRA. **MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, LEVANTAMENTO E CONSERVAÇÃO DO SOLO MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA (2007).**

UMEZAWA, P.K. **Previsão de deplúvio (washload) em rios de áreas elevadas.** 1979. 217 p. Dissertação (Mestrado em Hidrologia Aplicada). Instituto de Pesquisas Hidráulicas - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1979.

USBR U.S. Bureau of Reclamation - United States Department of the interior. **Design of Small Dams**. Companhia Editorial S.A. México, D. F. 1977.

VILLELA, S.M. & MATTOS, A. Hidrologia aplicada. São Paulo: McGraw-Hill, 1975.

WILLIAMS, J.R.; BERNDT, H.D. **Sediment yield prediction based on watershed hydrology**. *Transactions of the ASAE*, 1977, v.20, no 6, p. 1100-1104.

WILLIAMS, J.R. **Sediment routing for agricultural watersheds**. *Water Resources Bulletin*. 1975. v. 11, no 5, p. 965-974.

WISCHMEIER, W.H., Smith, D.D., 1965. **Predicting Rainfall-Erosion Losses from Cropland East of Rocky Mountains**, *USDA Agricultural Handbook* No. 282, Washington, DC.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. **Predicting Rainfall Erosion Losses: a Guide to Conservation Planning**. *Agriculture Handbook*, no 537. Washington, U.S.D.A. Department of Agriculture, 1978.

ANEXOS

Da figura 1 a figura 19 mostram fotos do local do estudo, equipamentos utilizados e eventos chuvosos.

Legenda:

Figura1-Vertedor da estação de montante.

Figura2-Thalimedes da estação de montante.

Figura3-Estação de jusante.

Figura4-Ponte hidrométrica na estação de jusante.

Figura5-Vertedor da estação de montante.

Figura6-Vertedor da estação de jusante.

Figura7-Evento chuvoso.

Figura8-Coletando dados de evento.

Figura9-Vertedor, ANA, e Ponte hidrométrica da estação de jusante.

Figura10-Coletando dados do evento.

Figura11-Vertedor da estação de jusante.

Figura12-Evento chuvoso.

Figura13-Coletando dados de evento.

Figura14-Coletando dados de evento.

Figura15-Local próximo a estação de jusante.

Figura16-Coletando dados de evento.

Figura17-Vertedor e ponte hidrométrica da estação de jusante.

Figura18-Local próximo e estação de montante.

Figura19-Construção da ponte hidrométrica da estação de jusante.

