

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

CLÁUDIA GONÇALVES VIANNA BACCHI

**ANÁLISE DE MODELOS MATEMÁTICOS NA ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE
SEDIMENTOS EM BACIAS COM O AUXÍLIO DE UM SIG**

Campo Grande - MS
Fevereiro, 2007

CLÁUDIA GONÇALVES VIANNA BACCHI

**ANÁLISE DE MODELOS MATEMÁTICOS NA ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE
SEDIMENTOS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS COM O AUXÍLIO DE UM SIG**

Dissertação apresentada como requisito final à obtenção do título de Mestre em Tecnologias Ambientais no Curso de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, na área de concentração em Recursos Hídricos, Departamento de Hidráulica e Transportes, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luiz Steffen

Campo Grande - MS
Fevereiro, 2007

A DEUS e à minha família pelo apoio incondicional em todas as fases de minha vida.

“Cada um sabe a dor e a delícia de ser o
que é.”

Cazuza

AGRADECIMENTO

Foram muitas as pessoas que contribuíram para a execução deste trabalho, às quais agradeço com muito carinho.

Mas, neste momento, sinto necessidade de ressaltar os principais colaboradores na realização deste ideal.

Primeiramente, o Prof. Dr. Carlos Nobuyoshi Ide, que me inspirou e apoiou desde o momento em que desejei fazer o mestrado até o encerramento deste.

O Prof. Me. Mauro Polizer, pois sua compreensão e colaboração enquanto trabalhamos juntos, possibilitou que eu participasse das atividades do mestrado sem que houvesse prejuízo de minhas atribuições.

O Prof. Dr. Antônio Conceição Paranhos Filho e às colegas Jackeline Zani Pereira da Silva Oliveira e Thais Gisele Torres que me forneceram todas as condições indispensáveis na execução da parte relacionada às técnicas de geoprocessamento utilizadas nesta dissertação.

O Prof. Dr. Jorge Luiz Steffen, meu orientador e mestre. Foi durante nossas longas conversas que absorvi um pouco do seu conhecimento, um verdadeiro estudioso.

E, finalmente, ao Magnífico Vice-Reitor, Prof. Me. Amaury de Souza, cujo interesse e influência foram imprescindíveis na conclusão deste trabalho.

RESUMO

O zoneamento ecológico-econômico é uma atividade imprescindível para a garantia do desenvolvimento sustentável. Estudos regionalizados devem constituir bases técnicas específicas às condições de ecossistemas peculiares. O diagnóstico ambiental é importante no prognóstico do comportamento das variáveis ambientais. Porém, além de conhecer a situação presente, é necessário prever, com eficácia, o futuro.

Este trabalho utiliza os modelos matemáticos USLE, na previsão de produção de sedimentos anual, e MUSLE e Onda Cinemática na previsão para um evento de chuva. A simulação feita usou apenas um evento com a precipitação efetiva admitida (15%) para o coeficiente de escoamento. Pode ser feita com qualquer distribuição de chuva. Os dados hidrológicos e físicos da bacia do Taquarizinho foram georreferenciados e armazenados em um SIG. Esta metodologia permite o acompanhamento sistemático do processo erosivo a partir de interpretação periódica de imagens de satélite e/ou fotografias aéreas. O modelo MUSLE foi alimentado por dados de volume do escoamento superficial e da vazão de pico, gerados em modelo de escoamento superficial e de propagação em canais. Foi desenvolvido um programa de aplicação do modelo da onda cinemática. Ambos os modelos, USLE e onda cinemática, apresentaram os maiores valores de sedimentos para as sub-bacias 17 e 21, ressaltando a importância quanto ao uso adequado do solo, principalmente, de áreas com relevo inclinado, que devem estar sempre protegidas com vegetação densa.

ABSTRACT

The establishment of economical and ecological zones is indispensable activity to guarantee the sustainable development. Regional studies may constitute specific technical bases to peculiar ecosystems conditions. The environmental diagnosis is important in the prognosis of the behavior of environmental varies. However, besides knowing the actual situation, it is necessary to predict, with effectiveness, the future.

The present work uses the mathematic model USLE to predict the annual production of sediments, and MUSLE e Kinematic Wave (KW) to predict sediments in a rain event. Only one event was simulated with a effective precipitation admitted of 15% to the runoff coefficient. It may be done with any rain's distribution. The hydrological and physical data of Taquarizinho basis were georeferenced and stored in the SIG. This methodology allows the systematical accomplishment of erosion process from periodical interpretation of satellites images and/or aerial photos. It was developed a software to the application of Kinematic Wave model. Both models, USLE and Kinematic Wave, presented the great values of sediment production in the sub-basis 17 e 21, showing the importance of the adequate use of soil, mainly, in areas with a rugged landscape, which may be always protect with dense vegetation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1:	As 33 sub-bacias em que foi dividida a bacia do Taquarizinho	27
Figura 4.2:	Esquema de fluxo da água pelos cursos principais nas sub-bacias	31
Figura 4.3:	Esquema de discretização pelo método explícito das diferenças finitas das variáveis adimensionalizadas para o escoamento nos planos	37
Figura 4.4:	Esquema de discretização pelo método explícito das diferenças finitas para escoamento em canais.....	38
Figura 5.1:	Mosaico das cartas topográficas Rio Verde (acima) e Rio Negro (abaixo), georreferenciadas	40
Figura 5.2:	Cartas topográficas, com os <i>layers</i> limite da bacia e hidrografia vetorializados	41
Figura 5.3:	Curvas de nível digitalizadas a partir das cartas topográficas, com as respectivas cotas	42
Figura 5.4:	Carta dos tipos de solos da bacia do Taquarizinho. Onde: PE=podzólico vermelho amarelo, AQ = areia quartzosa, RA = litólico e LE = latossolo vermelho amarelo.....	42
Figura 5.5:	Imagem Landsat TM de 2001, bandas 453	43
Figura 5.6:	Layers de hidrografia, curvas de nível, limites das sub-bacias	44
Figura 5.7:	Layers das áreas referentes às curvas de nível.....	45
Figura 5.8:	<i>Layers</i> tipos de solos, hidrografia, limites de sub-bacias e nomenclatura	45
Figura 5.9:	Superposição de layers da Imagem Landsat TM de 2001, limites das 33 sub-bacias e hidrografia	46
Figura 5.10:	Hidrograma e Sedimentograma da Onda Cinemática, sub-bacias 3 e 7.....	51
Figura 5.11:	Hidrograma e Sedimentograma da Onda Cinemática, sub-bacias 10 e 16	52
Figura 5.12:	Hidrograma e Sedimentograma da Onda Cinemática, sub-bacias 17 e 21	53
Figura 5.13:	Hidrograma e Sedimentograma da Onda Cinemática, sub-bacias 25 e 33	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1: Índices mensais de erosividade em dois períodos distintos para a estação pluviométrica localizada em Rio Verde	16
Tabela 3.2: Classes de erodibilidade dos tipos de solos	17
Tabela 3.3: Classificação do grau de erosão	19
Tabela 4.1: Dados de entrada do sistema de simulação de escoamento superficial	32
Tabela 5.1: Resultados obtidos nas sub-bacias pela aplicação da USLE	47
Tabela 5.2: Dados e resultado da aplicação da MUSLE	48
Tabela 5.3: Resultados dos volumes escoados, vazões de pico e descargas sedimentométricas nas 33 sub-bacias do Rio Taquarizinho.....	50

LISTA DE SIGLAS

AGNPS	Agricultural Non Source Pollution model
AVASWAT	Arc View Soil and Water Assessment Tool
DEM	Modelo de Elevação Digital
FESHM	Finit Element Storm Hydrograph Model
HRU	Unidades de Resposta Hidrológica
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDF	Intensidade, duração e frequência para chuvas intensas
MNT	Modelo Numérico do Terreno
MUSLE	Modificação Universal Soil Loss Equation
PNE	Potencial Natural à Erosão Laninar
SIG	Sistema de Informação Geográfica
TOPMODEL	Modelo Hidrológico Distribuído
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
USLE	Universal Soil Loss Equation
WEPP	Water Erosion Prediction Project

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	01
1.1 Aspectos gerais	01
1.2 Justificativa.....	02
2 OBJETIVOS	04
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	05
3.1 Aspectos gerais	05
3.2 O medelo USLE	11
3.2.1 Fator erosividade da chuva	13
3.2.2 Fator erosividade do solo (K)	16
3.2.3 Fator conjunto de comprimento e grau de declive (LS).....	17
3.2.4 Fator de uso e manejo do solo (C)	18
3.2.5 Fator práticas consevacionistas (P)	18
3.3 O modelo MUSLE	19
3.4 O modelo da onda cinemática.....	21
4 METODOLOGIA.....	24
4.1 Aspectos gerais	24
4.2 Características físicas da área	25
4.2.1 Ambiente SIG	26
4.3 Aplicação dos modelos.....	28
4.3.1 Dados da USLE.....	28
4.3.2 O modelo MUSLE	30
4.3.3 O modelo da onda cinemática.....	32
5 RESULTADO E DISCUSSÃO	40
5.1 Aspectos físicos da Bacia.....	40
5.2 O modelo USLE	43

5.2 O modelo MUSLE	47
5.3 O modelo da onda cinemática.....	49
6 CONCLUSÕES	55
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
ANEXOS	62

1 INTRODUÇÃO

1.1 Aspectos gerais

O surgimento da Engenharia Ambiental é resultante da necessidade crescente da engenharia em fornecer avanços tecnológicos que propiciem o bem-estar humano, concomitante com a preservação ambiental. Segundo BERGEN et al. (2001), é consenso que a humanidade é inseparável e dependente dos sistemas naturais, e que o crescimento da população por todo o mundo e, conseqüentemente, do consumo tem degradado o ecossistema global ocasionando o aumento gradativo de seu estresse.

O Planejamento Estratégico de Desenvolvimento do Centro-Oeste 2000-2003 (Brasil, 2000) apresentado ao Congresso Nacional, em seu Sumário Executivo, mostra o cerne atual da gestão pública, quando apresenta: “o Brasil do desenvolvimento sustentável, onde se busca o crescimento econômico em harmonia com o meio ambiente, onde se almeja o resgate da dívida social e o respeito à biodiversidade que pertence às gerações futuras”, afirma que: “As transições que hoje se manifestam mais fortemente no Centro-Oeste, incluem substituição do desbravamento desenfreado por um zoneamento econômico-ambiental moderno”. E ainda: “A região hospeda fatias importantes de três dos grandes ecossistemas – Pantanal, Cerrado e Floresta Amazônica.”.

Dentre as atividades necessárias ao tão almejado desenvolvimento sustentável, encontra-se o zoneamento ecológico-econômico. Neste sentido, é imprescindível a ampliação da pesquisa nas universidades e instituições do Centro-Oeste. Estes estudos constituirão bases técnicas específicas às condições dos ecossistemas peculiares, aqui localizados.

No caso, por ser uma região predominantemente agropecuária, um dos grandes desafios é aliar o incremento da produtividade com a minimização do impacto aos recursos naturais. Dentre esses recursos, os hídricos têm maior suscetibilidade, pois são afetados por meio do consumo pela irrigação e

dessedimentação de animais, da poluição por agrotóxicos e fertilizantes empregados em larga escala nas grandes culturas e excrementos provenientes de uma pecuária extensiva. Também, a substituição da vegetação nativa por áreas de pastagens ou culturas de grãos acelera a erosão e acarreta o assoreamento precoce dos cursos d'água.

ABDON (2004) procurou avaliar os impactos ambientais na planície de inundação do baixo curso do Rio Taquari, decorrentes da ocupação antrópica na totalidade da respectiva bacia hidrográfica e, com base nesse enfoque, este trabalho teve como objetivos analisar os impactos ambientais da pecuária na medida em que se configura como principal atividade econômica da bacia e analisar os processos erosivos e de assoreamento no quadro atual do regime de inundações. Para o desenvolvimento do trabalho, realizou-se o levantamento e a organização das informações ambientais, socioeconômicas e jurídicas disponíveis, estruturadas em um banco de dados com o objetivo de subsidiar as tomadas de decisão no âmbito da bacia hidrográfica do Rio Taquari, dentro da qual se insere a bacia do Rio Taquarizinho, utilizada no presente estudo.

1.2 Justificativa

Segundo MERTEN (1995), nos lugares em que ocorrem processos erosivos, verifica-se uma perda da capacidade produtiva do solo devido à remoção dos horizontes superficiais. Por outro lado, os excedentes hídricos, que chegam até a rede de drenagem de uma bacia hidrográfica, transportam sedimentos, nutrientes e agro-químicos que contaminam as águas superficiais. BRANCO *et al.* (1994) afirmam que a qualidade final da água, no rio ou lago, reflete, necessariamente, as atividades que são desenvolvidas em toda a bacia.

Um gerenciamento eficiente requer a compreensão dos processos hidrológicos e capacidade de simulação na escala da bacia, sendo necessária a elaboração de técnicas metodológicas adaptadas à realidade local, que tenham a bacia hidrográfica como unidade central de estudos de impactos ambientais e forneçam o devido embasamento técnico.

Os estudos desses processos podem ser realizados por métodos diretos, baseados na coleta de material em campos experimentais e análises laboratoriais, ou, ainda, por métodos indiretos de modelagem matemática. Os avanços tecnológicos na área computacional ampliaram a utilização dos métodos indiretos, principalmente, devido à precisão e à redução de custo e tempo.

Além do diagnóstico ambiental, é de vital importância o prognóstico do comportamento das variáveis ambientais. Não basta conhecer a situação presente, é necessário prever, com eficácia, a situação futura.

Os modelos, que utilizam equações matemáticas para descrever os fenômenos físicos, são capazes de simular o comportamento de diferentes parâmetros ambientais. Esses modelos podem ser associados às técnicas de geoprocessamento, que permitem análises espaciais dos fenômenos, indispensáveis para o planejamento racional do uso e ocupação do solo.

A metodologia proposta, neste trabalho, se baseia na utilização dos modelos matemáticos USLE e MUSLE na bacia do Rio Taquarizinho, escolhida considerando-se a disponibilidade dos dados necessários. Adicionalmente, desenvolveu-se um programa de previsão carga de sedimentos para eventos através de equacionamento que complementa a solução proposta por COSTA NETO (2005) para o Modelo da Onda Cinemática.

Alguns dos parâmetros foram obtidos a partir da descrição geomorfológica e da cobertura da bacia, analisados mediante interpretação em mapas e imagens de sensoriamento remoto. Os modelos foram aplicados com o auxílio de um sistema de informações geográficas. Tendo em vista a deficiência de dados e séries históricas, as variáveis de entrada do modelo foram estimadas de forma apropriada, o mais próximo da realidade.

A combinação de diagnóstico e prognóstico tem grande valor no processo de tomada de decisões, e sendo a modelagem matemática computacional uma ferramenta voltada especialmente para este fim, ela se constitui em um componente essencial deste estudo.

2 OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho consiste em estudar metodologias de avaliação que possibilitem o acompanhamento sistemático da produção de sedimentos em bacias hidrográficas utilizando modelagem matemática e técnicas de geoprocessamento.

Como objetivos intermediários figuram:

- a descrição física da bacia hidrográfica;
- a avaliação de seus atributos mediante imagens de satélite;
- obtenção dos arquivos de dados relativos à bacia;
- aplicação de metodologias correntes, modelos USLE e MUSLE;
- desenvolvimento de programa computacional de simulação do escoamento e da produção e propagação de sedimentos com variabilidade espacial e temporal dos processos, baseado no modelo matemático da onda cinemática.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Aspectos Gerais

Atualmente, a erosão é considerada um dos mais sérios impactos gerados pelas atividades agrícolas. Dentre os tipos de atividades que contribuem, direta ou indiretamente, para a erosão, a agricultura tem sido apontada como a maior fonte de poluição difusa em rios e lagos que não atingem os padrões de qualidade da água requeridos. A movimentação de grandes volumes de solo para a preparação do cultivo, a criação de trilhas pelo gado nas pastagens, o pisoteio das margens desprotegidas dos rios, além do potencial natural do solo ao risco à erosão, explicam parte de como as atividades rurais liberam sedimentos que atingem os cursos de água. Os custos diretos e indiretos da erosão são enormes. Diretamente, a erosão resulta em perda de fertilidade do solo e, conseqüentemente, da produtividade e o aumento nos custos de tratamento da água pelos municípios. Nos custos indiretos, encontram-se danos às hidrovias e sistemas de irrigação, diminuição da capacidade de armazenamento dos reservatórios, ocorrência de enchentes, redução da qualidade da água; além de a alta concentração de sedimentos na água restringir a entrada da luz solar, prejudicando a fotossíntese por parte das plantas aquáticas, sendo as comunidades de peixes também afetadas, já que os sedimentos cobrem o cascalho de fundo que constitui habitat importante para desova (SIMÕES, 2001).

Os impactos das práticas agrícolas na qualidade da água e do solo foram objeto de estudo na região do Mediterrâneo (ZALIDIS *et al.*, 2002). O trabalho teve como objetivo determinar as peculiaridades da região e os principais impactos decorrentes de atividades agropecuárias e, então, propor uma metodologia eficiente e econômica de avaliação da qualidade do solo para a bacia. A conclusão é que, considerando as características da região e peculiaridades das atividades agrícolas, os principais impactos decorrentes dessas atividades são: erosão, salinização, compactação, redução da matéria orgânica e poluição de fontes não pontuais. Como conseqüência, a degradação do solo afeta a qualidade da água através da lixiviação de pesticidas e nutrientes pelo escoamento superficial aos rios e infiltração aos aquíferos.

No Brasil, a ocupação agrária tem se caracterizado por causar grandes distúrbios ambientais. Problemas, como erosão do solo, assoreamento de rios, inundações, poluição, falta de água e outros, são relacionados ao uso inadequado do solo. Considerando que todas as atividades realizadas na bacia afetam de alguma forma as relações entre os recursos naturais e, principalmente, a água, o planejamento do uso do solo deve considerar os fatores hidrológicos. Por exemplo, mudanças de seu uso, que afetam a capacidade de infiltração, a condutividade hidráulica e a capacidade de retenção de água do solo, conseqüentemente, alteram o volume escoado. É imprescindível avaliar as conseqüências hidrológicas de intervenções a serem efetuadas na bacia, tais como, a remoção da cobertura nativa com eventual substituição por culturas ou pastagens e a mudança do sistema de preparo do solo convencional, baseado em arado e grade ou mesmo no plantio direto (MAURO *et al.*, 2002).

A erosão é um processo geomorfológico natural que ocorre continuamente sobre a superfície terrestre. A erosão do solo ocorre quando a energia do vento, da chuva ou do escoamento superficial é maior que as forças de coesão que mantêm as partículas do solo juntas. A erosão, então, é afetada pela freqüência e intensidade da chuva e dos ventos, da cobertura vegetal, pelo tipo e pela desagregação do solo. Uma variedade de práticas de manejo é utilizada na minimização da erosão, embora seja difícil avaliar a eficiência dos diferentes procedimentos.

Estudos de campo são caros, consomem tempo e precisam de dados coletados ao longo de anos. Embora forneçam compreensão detalhada do processo erosivo, os estudos de campo têm limitações devido à complexidade das interações e da dificuldade de generalização dos resultados. São necessários métodos eficientes e baratos para estimativa da erosão em toda a bacia, assim como meios de previsão de erosão após um evento chuvoso ou após várias estratégias de manejo.

Modelos computacionais podem simular os processos de erosão e represamento e podem ser capazes de considerar várias interações complexas que afetam as taxas de erosão. A modelagem do processo erosivo tem progredido rapidamente com o desenvolvimento dos computadores e das linguagens de

programação. Existe uma variedade de modelos que foram desenvolvidos para previsão de características hidrológicas, tais como, escoamento superficial, transporte e deposição de sedimentos. Para previsão de erosão sobre bacias, têm sido aplicados modelos mais complexos que envolvem atributos espacialmente distribuídos. Estudos têm mostrado que os modelos podem ter interface com métodos de análise espacial para fornecer pesquisas mais robustas e efetivas e ferramentas de manejo para controle da erosão.

PORTO (1991) explica que os modelos científicos são geralmente estruturados para fornecer uma descrição matemática bem próxima da realidade, com a inclusão dos principais fenômenos de interesse. Qualquer estudo relativo à distribuição espacial e temporal de um constituinte em um meio físico tem como ponto de partida uma lei de conservação. Tal lei é estabelecida segundo um ponto de vista físico e, então, colocada de forma matemática conveniente. O processo de traduzir conceitos físicos ou biológicos de qualquer sistema por um conjunto de relações matemáticas e a manipulação dos sistemas, assim obtidos, designa-se por uma análise de sistemas. O sistema matemático, denominado modelo, depende das características específicas do sistema a ser modelado, o que também determina a sua estrutura.

RENNÓ e SOARES (2003) explicam que, em geral, um modelo é um sistema de equações e procedimentos compostos por variáveis e parâmetros. Os parâmetros mantêm seu valor inalterado durante todo o processo estudado. Assim, um parâmetro possui o mesmo valor para todos os intervalos de tempo, o que não significa que ele não possa variar espacialmente. Por outro lado, as variáveis podem mudar ao longo do tempo em que o modelo estiver sendo executado.

Segundo RENNO e SOARES (2003), os modelos podem ser classificados sob diferentes aspectos, de acordo com o tipo de variáveis utilizadas na modelagem (estocásticos ou determinísticos), o tipo de relações entre essas variáveis (empíricos ou baseados em processos), a forma de representação dos dados (discretos ou contínuos), a existência ou não de relações espaciais (pontuais ou distribuídos), e a existência de dependência temporal (estáticos ou dinâmicos). O modelo é estocástico quando, pelo menos, uma das variáveis envolvidas tem comportamento aleatório. Caso os conceitos de probabilidade não sejam considerados durante a

elaboração de um modelo, este será determinístico. Os modelos empíricos utilizam relações baseadas em observações, em geral são simples, mas pouco robustos, sendo específicos para a região e condições para as quais as relações foram estimadas. Os modelos baseados em processos são, geralmente, mais complexos, uma vez que procuram descrever todos os processos que envolvem determinado fenômeno estudado. Esses modelos podem ser subdivididos em modelos conceituais, que fazem uso de fórmulas empíricas, mas que descrevem o sistema segundo as leis da física, ou modelos físicos que utilizam as principais equações diferenciais do sistema físico na representação dos processos. Seus parâmetros possuem um significado físico, podendo, portanto, ser estimados mediante medidas reais. Os modelos podem ser, ainda, classificados como estáticos, quando um conjunto de dados de entrada produz um resultado oriundo da solução das equações do modelo em um único passo; ou dinâmicos, que utilizam o resultado de uma iteração como entrada para uma próxima iteração.

ZHANG *et. al.* (1996) apresentaram uma revisão sobre os modelos aplicados nos estudos dos processos de erosão em bacias e suas características. A USLE é o modelo de erosão mais amplamente utilizado, sendo classificado como estatístico. É uma fórmula essencialmente empírica, onde todos os fatores são baseados em informações e expressam o efeito de cada fator na erosão. A equação foi desenvolvida como uma ferramenta para uso pelos conservacionistas do solo no desenvolvimento de planos de manejo de bacia para controle da erosão e manutenção da produtividade. A USLE é de simples utilização e conceitualmente fácil de entender.

Os modelos de processo consideram os três estágios em que ocorre a erosão hídrica. O primeiro destes estágios é a erosão laminar caracterizada pela remoção do solo uniformemente e em pequena espessura por toda a área. A erosão por sulcos é o desenvolvimento de pequenos canais nos quais o escoamento se concentra. Esses pequenos canais são formados devido à variação natural de resistência à erosão e pequenas variações na altura e declividade da área. As voçorocas, que são o estágio final, são feições topográficas permanentes e distintas. Levando esses estágios em consideração, FOSTER e MEYER (1972) desenvolveram equações de erosão, originando, então, a base dos chamados modelos matemáticos cinéticos (ZHANG *et. al.*, 1996).

PAIVA *et. al.* (2003) apresentam duas correntes no que tange à modelagem dos fenômenos do ciclo hidrológico: a dos de parâmetros gerais ou concentrados e a dos modelos de parâmetros distribuídos. Nos parâmetros concentrados (*lumped-parameter*), ou caixa preta, os parâmetros consideram a bacia hidrográfica uma entidade singular homogênea, em que as entradas são representadas pelo excesso da precipitação e as saídas pelo hidrograma na foz, sem considerar a variabilidade espacial da bacia. Essas formulações simplificadas do fenômeno fazem com que o modelo careça de efetivo significado espacial, e que os diversos programas que os implementam tenham características próprias, restringindo-os a regiões geográficas específicas. Na vertente dos modelos distribuídos, procura-se captar, tanto quanto possível, a variabilidade espacial da bacia hidrográfica, dividindo-a em áreas regulares menores, em geral quadradas, ou sub-bacias, onde os parâmetros são considerados uniformemente. O fenômeno hidrológico é simulado dentro de cada subárea, adicionado ao de outras subáreas e o resultado é propagado em direção à foz.

NETO (2000) observa que os modelos distribuídos vêm assistindo a um maior interesse dos pesquisadores com a melhoria das tecnologias computacionais. Enquanto os modelos concentrados proporcionam melhores desempenhos computacionais, os modelos distribuídos, normalmente, apresentam melhores resultados.

A escolha de um determinado tipo de modelo deve ser feita com base na aplicação que se deseja e na disponibilidade de dados básicos. O uso de modelos hidrológicos distribuídos físicos se baseia no argumento de que esse tipo de modelo é o que melhor representa os processos físicos dentro de uma bacia hidrográfica e é inerentemente superior a um modelo concentrado. Por outro lado, necessariamente, requerem uma quantidade bastante extensa e detalhada de informações sobre a bacia de modo a realizar uma boa parametrização do modelo. Para estudos hidrológicos, que analisam fluxos superficiais e subsuperficiais, os modelos concentrados têm pouca aplicabilidade. Como a topografia é o principal fator determinante nos processos de transporte de materiais, os modelos que tratam da distribuição espacial da água na bacia hidrográfica requerem dados baseados nas características topográficas dessa bacia, tais como, limites das bacias e sub-bacias, inclinação do terreno, comprimento de rampa, forma do declive, orientação das

vertentes, características dos canais de drenagem e conexões entre áreas que definirão como a água se move através da superfície (RENNÓ e SOARES, 2003).

STEFFEN (1997) desenvolveu um modelo unidimensional de escoamento superficial, baseado nas informações topográficas e que divide a bacia hidrográfica em faixas de fluxo, apresentando grande facilidade de introduzir as variações espaciais e temporais dos parâmetros e dos processos de precipitação e infiltração.

O Sistema de Informação Geográfica – SIG é uma ferramenta computacional que permite trabalhar as informações georreferenciadas em sistema de banco de dados, possibilitando a visualização espacial dos fenômenos, por representá-los sob a forma de mapas. No SIG, as informações topográficas representam uma camada ou *layer* dentro do banco de dados. Elementos, cuja representação espacial é feita através de pontos, linhas ou polígonos (representação vetorial), em geral, possuem seus atributos armazenados na forma de tabelas relacionais onde cada linha está associada a um único elemento mediante um identificador. As relações topológicas entre elementos podem estar implícitas no próprio modelo de dados, ou serem construídas e armazenadas em uma estrutura própria. Entre as operações que podem ser feitas com o uso da topologia está a definição de direções do escoamento.

SWEENEY (1991) conclui que os modelos de simulação são poderosas ferramentas para situações complexas e dinâmicas, mas são geralmente falhos na visualização intuitiva e na análise espacial. Os Sistemas de Informações Geográficas fornecem ferramentas poderosas para análise espacial, embora tenham uma capacidade limitada para análises complexas e dinâmicas. A integração dos SIGs com modelos de simulação, por meio de uma interface gráfica comum e interativa com o usuário, produz um sistema de informação, para análise e planejamento, mais potente e de fácil compreensão e utilização. Essa integração tem sido utilizada no mapeamento e modelagem da água do subsolo, para modelagem e simulação de escoamentos, recuperação de ecossistemas e no planejamento e manejo de bacias.

3.2 O modelo USLE

PAIVA *et al.* (2003) apresentam a USLE (Universal Soil Loss Equation – Wischmeier e Smith, 1978) como um modelo destinado a calcular a perda média de solos em períodos longos, proveniente da erosão laminar e por sulcos. Não é recomendada para prever perda de solos em eventos específicos e, embora seja uma equação empírica, tem grande aceitação, uma vez que foi obtida a partir de 10.000 medições realizadas em diversas condições de solos e chuvas. A USLE traduz a ação conjunta dos fatores naturais: erosividade das chuvas; erodibilidade dos solos; topografia e de fatores antrópicos, tais como, o uso e manejo dos solos e de práticas conservacionistas, que são as principais influências no processo erosivo hídrico.

MOLNAR e JULIEN (1998) estudaram o uso do SIG no cálculo de taxas de perdas de solo em vários tamanhos de *grid*, possibilitando obter conclusões sobre a aplicabilidade da USLE em macroescalas. Foram obtidos um mapa de erosão na resolução 30 m e avaliação da média anual de perda de solo e a aplicação da USLE em tamanhos de *grids* de 30x30 m a 6x6 km e determinação de fatores de correção de tamanho de *grid*. A bacia utilizada para o estudo foi a Goodwin Creek no Mississippi por ser extremamente monitorada por 10 (dez) anos, com dados de medidas de escoamento superficial e transporte de sedimentos disponíveis. A bacia tem uma área de 21,6 km² e está localizada ao noroeste do Mississippi. A fonte dominante de sedimentos na bacia tem sido observada pela erosão por sulcos e, aproximadamente, 30% do total da erosão vêm das partes altas. A média anual de perda de sedimentos das áreas altas mensurada foi de 9,4 tons/acre/ano. Este valor está bem próximo do calculado, 10,53 tons/acre/ano, assumindo *grid* de 30m. O aumento do tamanho do *grid* foi obtido pela agregação dos dados das células de 30m, ocasionando perdas de informações, o que resultou numa subestimativa da perda de solo em *grids* de maior tamanho.

VALENTE *et al.* (2001) propõem uma metodologia para estimativa da suscetibilidade potencial à erosão laminar, devido a fatores naturais, utilizando a integração de dados referentes a aspectos naturais do meio físico, considerados, na USLE, por meio de um SIG, no qual são cruzadas informações sobre erosividade da chuva, erodibilidade do solo e fator topográfico. A proposta consiste na aquisição de

dados georreferenciados sobre o meio físico da área, mapeamento das unidades de solos, conversão dos dados para o formato digital, implementação de técnicas de modelagem digital do terreno, geração dos planos de informações originais no SIG, determinação do fator topográfico, mapeamento da erodibilidade dos solos e determinação da suscetibilidade potencial à erosão laminar, onde foram considerados apenas os fatores naturais apresentados na USLE. São estes: erosividade da chuva (R), erodibilidade do solo (K) e o fator topográfico (LS). Os fatores ligados à ação antrópica, como tipo de cultivo ou práticas conservacionistas, não são considerados. O uso de técnicas de geoprocessamento digital agilizou os procedimentos para a estimativa da suscetibilidade potencial a erosão laminar devido aos fatores naturais.

As perdas de solo por erosão hídrica na bacia do Rio Uma, em Taubaté-SP, foram estimadas qualitativamente, por PAIVA *et al.* (2003), com o emprego da USLE modelada em um SIG, utilizando-se técnicas de sensoriamento remoto e informações, como, modelo de elevação digital e uso do solo. Inicialmente, foi criado um banco de dados geográficos, onde foram definidas categorias e classes temáticas às quais pertenciam os dados. Foram gerados os mapas de erosividade da chuva (R), erodibilidade dos solos (K), declividade e comprimento de rampa (LS) e uso e manejo e práticas conservacionista (CP) como dados de entrada para o modelo a ser utilizado (USLE). Os dados foram manipulados e integrados a partir das funções disponíveis no SIG, gerando-se um modelo numérico de valores de erosão que, após fatiamento, foi apresentado de forma temática e qualitativa. O resultado final foi um mapa de susceptibilidade à erosão da bacia. Os autores destacam as facilidades geradas pelo SIG, que permitiu a integração e análise dos dados espacializados e possibilidade de atualização de informações, favorecendo, ainda, a avaliação das áreas que mais contribuem no processo erosivo.

A sustentabilidade do Sistema Agroalimentar nos Cerrados foi objeto de estudo de SHIKI *et al.* (2000). A área de estudo compreendeu as bacias dos córregos Pantaninho, Barro Preto e Divisa, localizadas nos municípios de Iraí de Minas e Romaria. O SIG foi o instrumento que permitiu adquirir, armazenar, combinar, analisar e recuperar informações codificadas espacialmente. Apresentou-se o mapa do Potencial Natural à Erosão Laminar (PNE) como o resultado de uma operação matemática realizada com os dados de erosividade das chuvas (R),

erodibilidade dos solos (K) e do fator topográfico (LS) da USLE. Os fatores de uso e manejo (C) e práticas conservacionistas (P) compuseram o Potencial antrópico da erosão. A metodologia adotada visou descrever espacialmente as áreas susceptíveis à perda de solos, e a USLE proporcionou essa noção dessas áreas.

A equação do modelo USLE desenvolvida por Wischmeier e Smith (1978), é:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad (3.1)$$

Onde:

A = perda do solo por unidade de área, ton/ha.ano;

R = fator erosividade da chuva, MJ.mm/ha.h.ano;

K = fator erodibilidade do solo, ton.ha.h/ha.h.ano;

L = fator comprimento de rampa, adimensional;

S = fator declividade, adimensional;

P = fator práticas conservacionistas, adimensional.

3.2.1 Fator erosividade da chuva

O fator energético da chuva, R, representa um índice numérico que expressa a capacidade da chuva esperada em dada localidade, de causar erosão em área sem proteção, dá-se em função da intensidade em mm/h, da chuva mais intensa com 30 minutos de duração (I_{30}) ocorrida durante um evento chuvoso i, e da energia cinética da chuva (E) do evento i, em MJ/ha. O valor de R para uma região corresponde à média dos valores anuais para um longo período de tempo (Paiva e Paiva, 2001).

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n E_i \cdot I_{i30}}{100} \quad (3.2)$$

Onde:

I_{30} = a intensidade da chuva mais intensa de duração 30 minutos ocorrida durante o evento chuvoso i, mm/hora;

E_i = energia cinética da chuva do evento i, MJ/ha;

O E_i é dado por:

$$E = e.h \quad (3.3)$$

Onde:

e = energia cinética específica da chuva, Mj/ha;

h = altura da chuva de intensidade I , mm;

Os valores de e são:

$$e = 0,119 + 0,0873 \cdot \log_{10} I \quad \text{para } I \leq 76 \text{ mm/h} \quad (3.4)$$

$$e = 0,283 \quad \text{caso } I > 76 \text{ mm/h}$$

Onde:

I = intensidade da chuva, mm/h;

Os valores de intensidade máxima da chuva em trinta minutos são calculados determinando-se a intensidade máxima de chuva em intervalos de tempo de cinco minutos. A equação sugerida é:

$$I = \frac{P_s}{(H_f - H_i)} \cdot 60 \quad (3.5)$$

onde:

I_{30} = intensidade máxima em 30 minutos, mm/h;

P_s = precipitação no segmento, mm;

H_i = horário inicial do segmento, min;

H_f = horário final do segmento, min.

O valor de R anual também pode ser calculado pela soma de EI_{mensal} , a partir de dados pluviométricos, pela equação descrita a seguir (LOMBARDI NETO, 1996):

$$EI_{\text{mensal}} = 89,823 (P_m^2 / P_a)^{0,759} \quad (3.6)$$

onde:

EI_{mensal} = média mensal do índice de erosão para o mês considerado, MJ.mm/(h.ha);

P_m = precipitação média mensal do mês considerado, mm;

P_a = precipitação média anual, mm;

No caso em que a intensidade da chuva não se mantenha uniforme, divide-se a chuva em intervalos constantes, obtendo-se o valor de E para cada intervalo. A energia total será a soma das energias dos intervalos. Os resultados experimentais indicam que chuvas menores que 10 mm não têm poder erosivo e que chuvas espaçadas em tempos inferiores a 6 horas devem ser tratadas como uma única chuva (PAIVA e PAIVA, 2001).

LANE et al. (2000) apresentam uma equação para estimar um valor médio anual de R em (MJ . mm)/ (ha . h . ano) a partir da altura de chuva em mm com 6 horas de duração e 2 anos de recorrência:

$$R = 0,417 \cdot P^{2,17} \quad (3.7)$$

Onde

P = altura de chuva com 6 horas de duração e 2 anos de recorrência, mm.

Outra forma de cálculo do R é o uso do fator EI_{30} , que é o produto do total de energia cinética de uma precipitação com o máximo de 30 minutos de intensidade. Sua determinação é feita, para o sistema métrico internacional, pela seguinte equação:

$$EI_{30} = [28,814 + (10,80 + 7,896 \cdot \log I_{30}) \cdot P_m] \cdot I_{30} \cdot 10^{-3} \quad (3.8)$$

onde:

P_m = precipitação média, mm;

I_{30} = a intensidade da chuva de 30 minutos, mais intensa, mm/hora.

O cálculo da precipitação média é realizado através da equação:

$$P_m = A_b^{-1} \cdot (\sum A_i \cdot P_i) \quad (3.9)$$

onde:

A_i = área de influência do posto, ha;

P_i = precipitação registrada no posto i, mm;

A_b = área da bacia, ha.

SORIANO *et al.* (2001) avaliaram a evolução da erosividade das chuvas na bacia do Alto Taquari, determinando os índices mensais de erosividade das chuvas em cinco estações pluviométricas dentro da bacia, para o “período 1” compreendido entre 1969 e 1973 e para o “período 2” entre 1973 a 1988. Os resultados das análises estatísticas evidenciaram, segundo os autores, aumento significativo, do “período 1” para o “período 2”, do regime pluviométrico e, conseqüentemente, da erosividade das chuvas na bacia. Na Tabela 3.1, constam os valores para a Estação de Rio Verde de Mato Grosso, localizada dentro da bacia do Rio Taquarizinho.

Tabela 3.1 - Índices mensais de erosividade em dois períodos distintos para a estação pluviométrica localizada em Rio Verde.

Local	Período	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Rio	1969 a 1973	38,9	176,0	122,0	96,3	108,6	52,1	28,7	28,7	4,8	10,6	1,2	19,8
Verde	1973 a 1988	44,1	103,7	162,1	220,7	83,9	94,4	20,6	17,7	3,0	3,3	4,7	20,5

Fonte: SORIANO *et al.* (2001).

3.2.2. Fator erodibilidade do solo (K)

A propriedade do solo denominada erodibilidade representa a susceptibilidade desse solo a ser erodido, e pode ser definida como a quantidade de material removido por unidade de área, quando os demais fatores determinantes da erosão são mantidos sob condição padrão (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1985).

A erodibilidade depende das características que afetam a velocidade de infiltração, permeabilidade e capacidade total de armazenamento de água e na resistência às forças de dispersão, salpico, abrasão e transporte pela chuva e escoamento. São essas características: a relação granulométrica entre as classes existentes, textura, grau de agregação, grau de permeabilidade, teor de matéria orgânica, resistência a cisalhamento, retenção e transmissão de água. Seu valor quantitativo é determinado em parcelas unitárias, sendo expresso, como a perda de solo (A), por unidade de índice de erosão da chuva (R).

É expresso pela equação:

$$K = \left[2,1 \cdot 10^{-4} \cdot M^{1,14} \cdot (12 - ka) + 3,25(kb - 2) + 2,5(kc - 3) \right] 0,001313 \quad (3.10)$$

Onde:

M = (% silte + % areia muito fina). (100 - %argila);

Ka = % de matéria orgânica;

Kb = coeficiente relativo à estrutura do solo;

Kc = classe de permeabilidade do solo.

Ross (1994) classificou alguns tipos de solo de acordo com sua erodibilidade, agrupando-os em classes, variando de muito baixa a muito forte, conforme se observa na Tabela 3.2.

Tabela 3.2: Classes de erodibilidade dos tipos de solos

Classes de erodibilidade	Tipos de solo
muito baixa	Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho-Escuro e Vermelho-Amarelo textura argilosa.
baixa	Latossolo Amarelo e Vermelho-Amarelo textura média/argilosa.
média	Latossolo Vermelho-Amarelo, Terra Roxa, Terra Bruna, Podzólico Vermelho-Amarelo textura média/argilosa.
forte	Podzólico Vermelho-Amarelo textura média/arenosa e Cambissolos.
muito forte	Podzolizados com cascalhos, Litólicos e Areias Quartzosas.

Fonte: ROSS (1994) *apud* ABDON (2004).

3.2.3 Fator conjunto de comprimento e grau de declive (LS)

O fator LS é definido como a relação prevista de perda de solo por unidade de uma área com qualquer declive em relação às perdas de uma parcela unitária de solo com 22m de comprimento e 9% de declive (PAIVA e PAIVA, 2001). Pode ser obtido pela equação:

$$LS = \left(\frac{L}{22,1} \right)^m \cdot (0,065 + 0,0454 \cdot S + 0,0065 \cdot S^2) \quad (3.11)$$

Onde:

m = 0,2 para $S < 1\%$; m=0,3 para $3\% \leq S < 1\%$; m=0,4 para $5\% \leq S < 3\%$ e m=0,5 para $S \geq 5\%$;

S = declividade da encosta em %;

L = comprimento da encosta em metros.

3.2.4 Fator de uso e manejo do solo (C)

O fator C de uso e manejo do solo é a relação esperada entre as perdas de solo de um terreno cultivado em dadas condições e as perdas correspondentes de um terreno mantido continuamente descoberto e preparado convencionalmente no sentido do declive (SOUTO, 1998).

As perdas de solo que ocorrem em uma área mantida continuamente descoberta podem ser estimadas pelo produto dos termos R, K e LS da USLE. Entretanto, se a área estiver cultivada, tais perdas serão reduzidas devido à proteção que a cultura oferece ao solo. Essa redução depende das combinações de cobertura vegetal, seqüência de cultura e prática de manejo. Depende, também, do estágio de crescimento e desenvolvimento da cultura durante o período das chuvas.

LOMBARDI NETO (1996) indica que, para fins práticos, o ano agrícola deve ser dividido em cinco períodos ou estágios da cultura, definidos de tal modo que os efeitos da cultura e manejo possam ser considerados, aproximadamente, uniformes dentro de cada período, como segue:

- D – preparo do solo;
- 1 – plantio: do plantio até um mês após o plantio;
- 2 – estabelecimento: do fim do período 1 até dois meses após o plantio;
- 3 – crescimento e maturação: de dois meses após o plantio;
- 4 – resíduo: da colheita até o preparo do solo.

As intensidades de perdas de solo são calculadas para cada estágio e cada cultura.

3.2.5 Fator práticas conservacionistas (P)

O fator P da equação universal de perda do solo é a relação entre a intensidade esperada de tais perdas com determinada prática conservacionista e a intensidade quando a cultura está plantada no sentido do declive (morro abaixo). As práticas conservacionistas mais comuns para as culturas anuais são: plantio em contorno, plantio em faixas de contorno, terraceamento e alternância de capinas (SOUTO, 1998). Esse fator só é aplicado às áreas cuja cobertura sejam cultivo, pois

é um ponderador do fator C em situações especiais de uso e manejo (PARANHOS FILHO, 2000).

CAVALCANTE E TEIXEIRA (2005) realizaram a avaliação espacial da erosão através do uso de SIG e aplicação da USLE para o cálculo da perda do solo da Fazenda Experimental Vale do Curu, Pentecoste-Ceará. Esses autores concluíram que a utilização do SIG possibilita o cruzamento e análise espacial de dados, instrumentando a gestão ambiental com a finalidade de preservação. O estudo propõe a seguinte tabela de classificação do grau de erosão:

Tabela 3.3 - Classificação do grau de erosão

Perda de Solo (ton/ha/ano)	Grau de erosão
< 10	Baixa
10 – 50	Moderada
50 – 200	Alta
> 200	Muito Alta

FONTE: Alonso *et. al.* (1994).

3.3 O modelo MUSLE

SILVA *et al.* (2003) explicam que outros modelos vêm sendo desenvolvidos, a partir da USLE, a fim de aprimorar a predição da perda de solo. A MUSLE é uma modificação que objetiva prever o aporte de sedimentos em determinado exutório da bacia, em toneladas, após um evento chuvoso. O fator R a ser utilizado será em função do volume de escoamento superficial (Q em m^3) e a vazão de pico (q_p em m^3). As demais variáveis são as mesmas da USLE. Então, para trabalharmos com a MUSLE os fatores hidrológicos são necessários e, para chegar aos valores finais de cada um desses fatores, precisa-se de informações sobre manejo, permeabilidade e umidade do solo, tempo de pico do hidrograma correspondente, além dos fatores de uso comum da USLE.

TUCCI (1993) define o hidrograma como um gráfico que relaciona a vazão em função do tempo, sendo a distribuição da vazão ao longo do tempo resultante da interação dos componentes do ciclo hidrológico. A forma do hidrograma depende de fatores, tais como: relevo, cobertura do solo, modificações artificiais nos cursos d'água, tipo de solo, distribuição, duração e intensidade da precipitação.

KINNELL (2000) utilizou um programa para substituir a USLE pela MUSLE no modelo AGNPS (*Agricultural Non Source Pollution model*) de previsão de erosão e poluição não pontual provenientes de atividades agrícolas. No AGNPS (YOUNG *et al.*, 1987), a bacia é dividida em um número de células primárias quadradas nas quais fatores como solo, declividade e uso do solo são considerados uniformes. A erosão é determinada aplicando-se a USLE para cada célula e um modelo de transporte de sedimentos é aplicado para transportar os sedimentos de célula para célula considerando fatores tais como o tamanho das partículas e a deposição. O AGNPS é um modelo de previsão de erosão em eventos, mas a USLE não tem apresentado bom desempenho na previsão de erosão causada por eventos individuais, um dos motivos para substituição pela MUSLE. As células primárias quadradas são tratadas como uma unidade hidrológica separada, o que não ocorre normalmente nas bacias. Foram, então, substituídas pequenas células de *grid* de forma que o número de células locadas como uma unidade hidrológica dependesse apenas do tamanho da unidade hidrológica e do tamanho da célula de *grid* utilizada. Na teoria, essas modificações melhoraram o sistema de modelagem para previsão de erosão em bacias e do impacto desta erosão na qualidade da água.

A MUSLE é uma modificação da USLE que substitui o fator de energia da chuva por um fator de escoamento, obtendo-se, assim, a previsão da produção de sedimento por evento de chuva individual, resultando a perda de solo em toneladas.

O fator R é substituído pela equação:

$$R = 89,6 \cdot (Q \cdot Q_p)^{0,56} \quad (3.12)$$

onde:

Q = volume de escoamento superficial, m³;

Q_p = vazão de pico, m³/s.

A vazão de pico de escoamento superficial é estimada utilizando-se a relação empírica do método da curva número proposta por SMITH e WILLIAMS (1980) citado por YOUNG *et al.* (1989) conforme equação:

$$Q_p = 3,79 \cdot A^{0,7} \cdot S^{0,16} \cdot [R \cdot (25,4)^{-1}]^{0,903 \cdot A^{0,017}} \cdot W^{-0,19} \quad (3.13)$$

onde:

Q_p - vazão de pico do fluxo, m³/s;

A – área de drenagem, km²;

S – declividade do canal, m/km;

R – volume do escoamento superficial, mm;

W – relação comprimento/largura da bacia.

3.4 O modelo da onda cinemática

O escoamento superficial inclui problemas hidráulicos e hidrológicos devido a chuvas, fluxo em canais estreitos abertos e em rios, em planos e o trajeto do escoamento. O problema é tridimensional, mas pode ser freqüentemente aproximado a uma idealização unidimensional. ROSS *et al.* (1979) apresentaram um modelo de determinação do impacto hidrológico da mudança do uso do solo em uma bacia. O modelo foi desenvolvido para previsão dos hidrogramas de escoamento, utilizando um esquema unidimensional de elementos finitos para simular o escoamento superficial e o fluxo no canal. O método de elementos finitos é especialmente adaptável à avaliação do impacto nas mudanças de uso do solo no fluxo de sedimentos, desde que a área de drenagem possa ser dividida em um número finito de subáreas ou elementos. As propriedades de um ou de todos os elementos podem ser alteradas para simular o efeito sobre as respostas hidrológicas do sistema completo da bacia.

ROSS *et al.* (1980) desenvolveram um modelo hidrológico numérico de elementos finitos, para a previsão da erosão e transporte de sedimentos, denominado FESHM (*Finite Element Storm Hydrograph Model*). Quanto ao escoamento nas encostas, a desagregação do solo pelo impacto da chuva é estimada pela equação:

$$D_R = 0,027 \cdot C \cdot K \cdot A \cdot I^2 \quad (3.14)$$

onde:

D_R = taxa de desagregação pelo impacto da chuva, kg/min;

C = fator de uso e manejo;

K = fator de erodibilidade do solo, tons/acre/EI;

A = incremento da área, m²;

I = intensidade da chuva, mm/min.

No que se refere à desagregação e transporte nas encostas, devido ao escoamento superficial, pode se expressar como:

$$D_f = 0,018.C.K.A.S.q \quad (3.15)$$

onde:

D_f = taxa de desagregação devido ao escoamento superficial, kg/min;

S = declividade;

q = média do fluxo por unidade de comprimento, m²/min.

O total de solo desagregado é:

$$D_T = D_R + D_f \quad (3.16)$$

onde:

D_T = total de solo desagregado.

O transporte de solo por espalhamento pela ação da chuva foi assumido desprezível. O transporte do solo pelo escoamento superficial foi descrito pelas relações:

$$T = 146.S.q^{0,5} \quad \text{para } q \leq 0,046 \text{ m}^2/\text{min} \quad (3.17)$$

$$T = 14600.S.q^2 \quad \text{para } q > 0,046 \text{ m}^2/\text{min} \quad (3.18)$$

onde:

T = taxa potencial de transporte de sedimentos.

A sobreposição dos mapas do tipo de solo e uso resultou em 65 unidades de respostas hidrológicas (HRUs), as quais correspondiam a uma única combinação de solo, uso e manejo. A estrutura de elementos finitos foi montada pelas informações da topografia e do padrão de drenagem da bacia. No estudo, obtiveram-se gráficos de descarga de sedimentos e hidrográficos, além da concentração de pico de sedimentos (ROSS *et. al.*, 1980).

DILLAHA e BEASLEY (1983), citados por BYNE (2000), apresentaram na última versão do modelo ANSWERS um conjunto de equações similares às equações (3.14), (3.15), (3.16), (3.17) e (3.18), alterando os coeficientes para:

$$D_R = 0,108.C.K.A.I^2 \quad (3.19)$$

$$D_f = 0,90.C.K.A.S.q \quad (3.20)$$

$$T = 161 \cdot S \cdot q^{0,5} \quad \text{para } q \leq 0,046 \text{ m}^2/\text{min} \quad (3.21)$$

$$T = 16320 \cdot S \cdot q^2 \quad \text{para } q > 0,046 \text{ m}^2/\text{min} \quad (3.22)$$

ENGMAN (1986) utilizou o modelo da onda cinemática com o objetivo de propor coeficientes de rugosidade para as rotinas de escoamento superficial. Os dados foram escolhidos de hidrogramas com gráficos com dados constantes em ambiente “muito úmido”, onde a taxa de infiltração pode ser aproximada por uma constante. Coeficientes efetivos de fricção foram determinados para várias superfícies naturais e agrícolas, em uma tabela com valores recomendados para os coeficientes de rugosidade de Manning do escoamento superficial. Os autores explicaram a necessidade de estipulá-los considerando a deficiência de estudos dos valores de Manning para os escoamentos superficiais.

JABER e MOHTAR (2002) apresentam a teoria da onda cinemática como um modelo amplamente utilizado em vários processos hidrológicos. A nova dinâmica de estimativas de passo de tempo desenvolvida é em função do tamanho da grade, declividade da bacia, rugosidade, de chuva excedente e tempo de concentração. O novo critério foi testado em uma variedade de problemas, incluindo um estado permanente do ambiente e eventos de chuva com tempos variáveis, provando ser adequado para dados acurados, e eficientes quanto ao tempo computacional.

No Brasil, CASSOL *et al.* (2004) avaliaram as condições hidráulicas e as relações de desagregação do solo e de resistência ao escoamento com a presença de resíduos vegetais na erosão entre sulcos em solo franco-argilo-arenoso, em parcelas experimentais na UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul) através da equação de FOSTER (1981). A equação de FOSTER (1981) é a equação de ROSS *et al.* (1980) modificada:

$$D_i = K_i I^2 S_f C_i \quad (3.23)$$

Onde:

K_i = erodibilidade do solo entre sulcos;

D_i = taxa máxima de desagregação do solo em entre sulcos, $\text{kg m}^{-2}\text{s}^{-1}$;

I = intensidade da chuva, ms^{-1} ;

C_i = coeficiente de cobertura do solo;

S_f = fator de declividade.

4 METODOLOGIA

4.1 Aspectos Gerais

A metodologia utilizada neste trabalho envolve a utilização dos modelos matemáticos USLE, MUSLE e Onda Cinemática para quantificação da produção de sedimentos alimentados por dados hidrológicos e físicos de uma bacia devidamente georreferenciados e armazenados em um SIG.

A bacia estudada foi a do Taquarizinho, escolhida considerando-se os dados hidrológicos, carta de tipo de solo e imagens disponíveis. De posse dos limites da bacia, foram determinadas as cartas topográficas e imagens necessárias para elaboração das cartas com as informações indispensáveis à alimentação dos modelos matemáticos.

A simulação do escoamento superficial e de propagação em canais adota o modelo de transformação da bacia hidrográfica em dois planos retangulares, dispostos em forma de "V", representando as superfícies do terreno, e um canal de drenagem central que representa o rio, todos com larguras constantes.

A bacia foi dividida em sub-bacias, com o objetivo de avaliar o escoamento e o transporte de sedimentos em cada trecho para os diferentes níveis de discretização espacial. As discretizações buscaram uma homogeneidade nas sub-bacias discretizadas, no que se refere principalmente à declividade, rugosidade e precipitação efetiva, vegetação e uso do solo.

Então, num primeiro momento, avaliou-se a produção anual de sedimentos em sub-bacias de diferentes usos e na exutória da bacia, pela aplicação USLE e MUSLE. Em segundo, aplicou-se o modelo matemático da onda cinemática por meio de programa desenvolvido para estimar a produção de sedimentos em eventos de chuva e o seu transporte através das sub-bacias até a exutória. Então, foram comparados os resultados e os métodos.

4.2 Características físicas da área

As cartas topográficas, Rio Verde de Mato Grosso e Rio Negro, foram obtidas no IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e escannerizadas em formato tiff com 200 dpi, especificação apropriada para a elaboração dos mapas necessários à realização deste estudo.

As cartas topográficas foram corrigidas geometricamente na projeção UTM, esferóide International 1909, e georreferenciadas em *zone number* 21 e *datum* Córrego Alegre, especificações já adotadas com êxito na bacia do Taquarizinho por PARANHOS FILHO (2000). Foram locados 13 (treze) pontos em cada carta e informados ao sistema com as respectivas latitudes e longitudes. A partir desses dados, o sistema realiza as correções necessárias e o georreferenciamento. Posteriormente, as cartas foram cortadas com os limites estabelecidos de acordo com as informações de coordenadas de latitude e longitude referentes à localização da bacia, possibilitando trabalhar com arquivos menores e a elaboração do mosaico que abrange área em estudo.

Foram utilizadas imagens de satélite Landsat TM 5, correspondente à orbita-ponto 225-073 Landsat dos anos de 1996 e 2001. As imagens fornecidas com correção atmosférica foram corrigidas geometricamente e georreferenciadas no mesmo sistema de coordenadas das cartas do IBGE/DSG, projeção UTM, *datum* Córrego Alegre. A imagem *Landsat* cena 225-073 do ano de 2001 foi georreferenciada a partir da imagem *Landsat* de mesma cena do ano de 1996 já georreferenciada. Por se tratar de uma imagem, foram localizados 33 pontos na imagem de 1996, assegurando-se que estes fossem referências imóveis (por exemplo, pontes, construções, pontos de estradas) e estivessem presentes na imagem de 2001. Utilizando-se a função de correção geométrica a partir de imagem georreferenciada pré-existente, as imagens foram abertas lado a lado e os pontos localizados na imagem de 1996, sendo correlacionados na imagem de 2001. A imagem georreferenciada também foi seccionada considerando-se os limites da bacia.

4.2.1 Ambiente SIG

O sistema trabalha com as informações em *layers* (camadas). Adotou-se a metodologia de criação de *layers* específicos para cada tipo de informação de forma a facilitar a visualização das características necessárias à alimentação dos modelos matemáticos.

As cartas georreferenciadas foram importadas para o sistema de informações geográficas, cada carta num *layer* específico, sendo adicionados os parâmetros âncoras (latitude e longitude das extremidades), na escala 1:100000, e a unidade em metros. Informou-se, também, a projeção UTM, o Elipsóide 1909 (SAD69), a zona 21 e o hemisfério sul. O mesmo procedimento é adotado para a imagem de 2001. Os demais *layers* foram ancorados sobre os primeiros, fazendo com que todas as informações geradas estivessem georreferenciadas.

Primeiramente, os *layers* das cartas topográficas foram utilizados como fundo para a elaboração do *layer* de limite da bacia pré-definido. Também, a partir das cartas topográficas, os diferentes níveis de informação, tais como, hidrografia e curvas de nível, foram digitalizados em diferentes *layers* e vetorizados ao monitor, para facilitar a edição e análise das informações. A carta de tipos de solos foi elaborada a partir de uma carta georreferenciada obtida no banco de dados do laboratório de geoprocessamento desta Universidade, a partir de outro ambiente SIG.

Depois, a imagem de 2001 (figura 4.4) foi fotointerpretada, levando-se em conta as classes espectrais propostas por PARANHOS FILHO (2000), cujo trabalho, desenvolvido na região, obteve valores de acuidade acima de 93% para a classificação automática supervisionada. A fotointerpretação foi feita considerando-se a predominância de cobertura, objetivando apenas informações iniciais para subdivisão da bacia.

O banco de dados SIG, resultante desta etapa, possui a base topográfica da área com curvas de nível eqüidistantes de 40m, hidrografia, cobertura e tipo do solo. A partir da análise destes dados, foi realizada a determinação dos limites das sub-bacias, procurando-se subdividir a bacia do Taquarizinho de forma a obterem-se áreas com características mais homogêneas possíveis, quanto ao tipo de solo, topografia e tipo de cobertura, além de se considerar os divisores naturais de água.

Estabeleceu-se, assim, um total de 33 sub-bacias. Foi elaborado um *layer* com os limites das 33 sub-bacias, que foram identificadas numericamente, conforme figura 4.1.

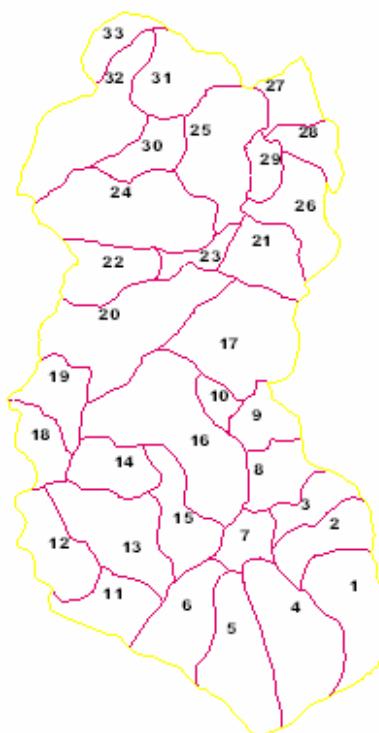


Figura 4.1 - As 33 sub-bacias em que foi dividida a bacia do Taquarizinho.

Determinado o curso principal de cada sub-bacia, este foi vetorizado, adotando-se a técnica de segmentá-lo em trechos entre curvas de nível. As cotas intermediárias foram interpoladas em relação direta com o comprimento entre cotas. Aos trechos, foram determinados atributos de linha. Este procedimento possibilitou a obtenção dos comprimentos dos trechos do rio entre as curvas de nível até os limites da sub-bacia. Os comprimentos foram utilizados na elaboração do perfil do curso principal de cada sub-bacia. O conjunto desses vetores foi armazenado no *layer* nomeado hidrografia.

Adotando-se o mesmo procedimento, foram vetorizadas, por trechos, todas as curvas de nível, para obtenção dos comprimentos das curvas do limite da sub-bacia até o curso principal do rio no lado esquerdo e no lado direito. Os comprimentos foram utilizados no cálculo da largura média dos planos à direita e à

esquerda do rio. Neste caso, foram criados *layers* para armazenar os vetores referentes às diferentes cotas (320, 360, 400, 440, ...).

Os divisores dos limites das sub-bacias também foram vetorializados em trechos para que a partir da clonagem destes vetores, com os da hidrografia e das curvas de nível fossem formados polígonos. Os polígonos foram elaborados isoladamente em *layers* específicos, e nomeados conforme a identificação numérica da sub-bacia, o lado em relação ao rio e a cota. Por exemplo, o *layer* LE33_320 corresponde ao polígono com a área do lado esquerdo ao rio com cota entre 320 e 360 da sub-bacia 33. Aos polígonos determinaram-se atributos de área para obtenção das áreas entre as curvas de nível. Essas áreas foram utilizadas no cálculo da declividade média dos planos, e seu somatório no cálculo da área total do plano esquerdo e do direito ao curso do rio de cada sub-bacia. Os valores das áreas dos polígonos foram transferidos para planilhas de cálculo, que são apresentadas em anexo.

Neste momento, o SIG apresenta as informações necessárias aos modelos a serem aplicados.

4.3 Aplicação dos Modelos

4.3.1 Dados da USLE

Todos os parâmetros tiveram suas unidades padronizadas para o Sistema Internacional e foram determinados para os lados esquerdo e direito de cada sub-bacia, obtendo-se a estimativa de produção de sedimentos para os dois lados. Então, esses valores foram somados para obtenção da produção por sub-bacia e, posteriormente, o somatório total originou a estimativa de produção de sedimentos em toda a bacia.

No PCBAP (1997), a erosividade R das chuvas na região do Pantanal foi determinada baseada em dados pluviométricos de 140 estações distribuídas na região da Bacia do Alto Paraguai. Os valores médios calculados respectivos à área em estudo variam entre 6810 e 7190, classificando-a como pertencente às zonas de

erosividade elevada e muito elevada, sendo o limite 7000 entre estas zonas. O valor médio de R para a bacia é 7030, que será adotado neste trabalho.

No cálculo do fator LS foi utilizada a equação (3.11) apresentada por PAIVA e PAIVA (2001). Neste trabalho, o comprimento da encosta (L) foi adotado como o comprimento do plano em cada lado do curso d'água principal da sub-bacia. A metodologia estabelecida prevê a produção de sedimentos para os planos do lado direito e do lado esquerdo de cada sub-bacia. Assim como o comprimento L, a declividade e os demais fatores foram determinados para os dois planos das sub-bacias.

A imagem TM de 2001 foi fotointerpretada levando-se em consideração as classes espectrais propostas por PARANHOS FILHO (2000), que trabalhou com imagens de 1985 e 1996 na bacia do Taquarizinho com valores de acuidade acima de 93% para a classificação automática supervisionada. Foram determinadas as classes de cobertura do solo predominantes nos dois lados das sub-bacias e adotados os valores de K disponíveis no banco de dados elaborado por PCBAP (1997).

O fator de uso e manejo do solo (C) deveria ser determinado experimentalmente, o que demandaria muito tempo e custos elevados. Devido à impossibilidade de determiná-lo em curto prazo, foram utilizados os valores oriundos das análises dos diversos efeitos de uso e manejo, apresentados por PAIVA e PAIVA (2001).

Nas áreas de exploração agrícola, foram consideradas as características de produção da região, onde, tradicionalmente, se cultiva soja em rotação com o milho em sistema de plantio direto. Como a USLE estima perda de solo anual em toneladas por hectare, utilizou-se a média entre os valores propostos para as várias fases da cultura.

As áreas de pastagem foram caracterizadas como 75% cobertas com mato rasteiro e 80% com revestimento de ervas ou manta morta com pelo menos 5,0 cm de espessura.

O fator C, estabelecido para áreas com florestas, corresponde às copas das árvores encobrindo de 75% a 100% da área, cerca de 90% a 100% com manta morta com mais de 5,0 cm e, moderadamente pastado e queimado.

Devido à inexistência de valores para o cerrado, adotou-se o fator C de florestas com cobertura de 35% a 20% pelas copas das árvores e moderadamente pastado e queimado.

As áreas queimadas receberam os valores estipulados para pastagens sem cobertura apreciável, 0% de solo revestido. Sendo as áreas de vegetação rala qualificadas como sem cobertura apreciável, porém com 40% do solo revestido de ervas e manta morta com pelo menos 5,0 cm de espessura.

Para o fator de práticas conservacionistas (P), utilizou-se o valor observado por BERTONI e LOMBARDI NETO (1985), por ser uma região que pratica o plantio direto.

4.3.2 O modelo MUSLE

As variáveis de entrada são as mesmas da USLE, com a exceção dos dados pluviométricos que serão substituídos pela vazão de pico e volume de escoamento superficial. Devido à inexistência de dados registrados em linígrafos, utilizou-se um modelo de escoamento superficial baseado na equação de chuvas desenvolvida a partir da relação IDF (intensidade, duração e freqüência para chuvas intensas) estabelecida por MATO GROSSO DO SUL (1990) para a localidade de Rio Verde, cuja área de influência abrange praticamente toda a área da bacia do Taquarizinho.

$$I = \frac{1370,90 \cdot T_R^{0,177}}{(t + 11)^{0,803}} \quad (4.1)$$

onde:

I = intensidade da chuva (mm/h);

T_R = tempo de retorno (anos);

t = duração da chuva (min).

Considera-se o trabalho desenvolvido por OLIVEIRA *et al.* (2005) na bacia do Taquarizinho onde foram instalados provisoriamente oito pluviômetros, além de

medido o escoamento na seção exutória. Para um determinado evento de chuva, considerado leve, foi calculada a precipitação média sobre a bacia utilizando o método de Thiessen e registrado o hidrograma na saída. Feita a separação do escoamento de base, foram determinados o volume escoado superficialmente e o volume precipitado. O coeficiente de escoamento superficial foi menor que 2%. Considerando que, para um evento com altura pluviométrica $P = 80,4$ mm no período de 6 horas, cerca de 15% transforme-se em escoamento superficial, ou seja, $P_{\text{efet}} = 12$ mm, resulta em uma intensidade de 2 mm/h. Com esses valores de chuva sobre a bacia, e utilizando a metodologia proposta para simular o escoamento foram obtidos os hidrogramas e sedimentogramas nas exutórias das 33 sub-bacias. O modelo de simulação do escoamento considera a contribuição nas sub-bacias de acordo com o ordenamento apresentado na figura 4.2.

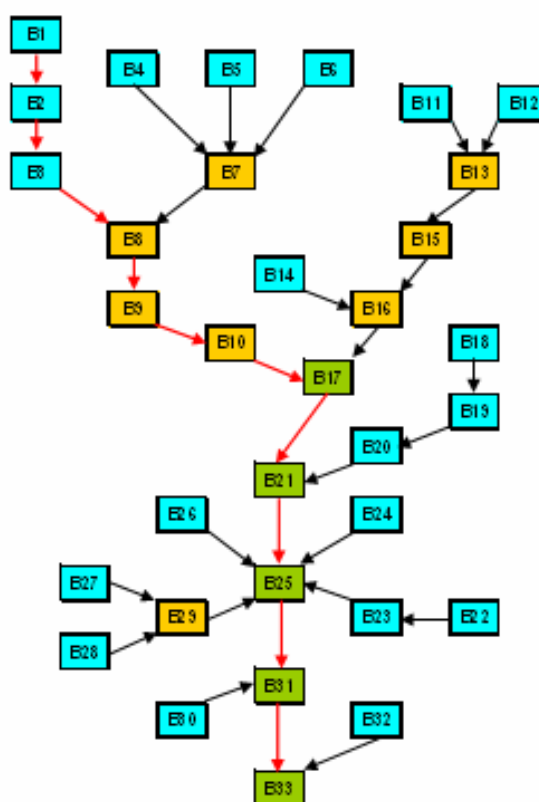


Figura 4.2 - Esquema de fluxo da água pelos cursos principais nas sub-bacias.

Os dados necessários à alimentação do programa de simulação são fornecidos conforme o Quadro 4.1. Para cada sub-bacia, são fornecidos: o número de intervalos de chuva no lado esquerdo e no lado direito (por exemplo: 1,1) e a seguir, as respectivas durações (s) e alturas de chuva (mm) (por exemplo: 21600,12)

para cada intervalo e para cada lado. Assim, o programa calcula as intensidades e simula os escoamentos sobre os planos e efetua a propagação em canais. De posse dos resultados dos hidrogramas e sedimentogramas nas 33 sub-bacias foram avaliados os volumes e as vazões de pico para cada uma delas e utilizando-se o modelo MUSLE.

Tabela 4.1 – Dados de entrada do sistema de simulação de escoamento superficial.

Bacia 01	1,1	Número de chuva à esquerda e à direita
	21600,12	Duração (s) e altura (mm) de cada chuva à esquerda
	21600,12	Duração (s) e altura (mm) de cada chuva à direita
Bacia 02	1,1	Número de chuva à esquerda e à direita
	21600,12	Duração (s) e altura (mm) de cada chuva à esquerda
	21600,12	Duração (s) e altura (mm) de cada chuva à direita
Bacia 03	1,1	Número de chuva à esquerda e à direita
	21600,12	Duração (s) e altura (mm) de cada chuva à esquerda
	21600,12	Duração (s) e altura (mm) de cada chuva à direita
	1,1	Número de chuva à esquerda e à direita
	21600,12	Duração (s) e altura (mm) de cada chuva à esquerda
	21600,12	Duração (s) e altura (mm) de cada chuva à direita
Bacia 04	1,1	Número de chuva à esquerda e à direita
	21600,12	Duração (s) e altura (mm) de cada chuva à esquerda

4.3.3 O modelo da onda cinemática

Foi desenvolvido um programa computacional baseado no modelo matemático da onda cinemática conforme proposto por DILLAHA e BEASLEY (1983) citado por BYNE (2000) com as equações (3.20), (3.21), (3.22) e (3.23).

No tocante à propagação dos sedimentos erodidos através da rede de rios, o equacionamento ficou por conta da equação da continuidade de sedimentos:

$$\frac{\partial Q_s}{\partial x} + p \cdot \frac{\partial A_d}{\partial t} + \frac{\partial A_s}{\partial t} - q_s = 0 \quad (4.2)$$

onde:

Q_s = descarga de sedimentos, kg/min;

p = volume de sedimentos em volume unitário da camada do leito;

A_d = volume de sedimentos depositado no leito por unidade de comprimento;

A_s = volume de sedimentos suspenso na água por unidade de comprimento;

q_s = entrada lateral de sedimento;

Estas fórmulas foram utilizadas para descrever a desagregação do solo e o transporte de sedimentos. Desconsiderando a segunda parcela da equação (4.2) que se refere à carga de fundo, simplifica para:

$$\frac{\partial Q_s}{\partial x} + \frac{\partial A_s}{\partial t} - q_s = 0 \quad (4.3)$$

A solução da equação (4.3) é auxiliada pela suposição

$$Q_s = V \cdot A_s \quad (4.4)$$

Onde:

V = velocidade média do escoamento.

A solução da equação diferencial (4.3) é obtida por métodos de discretização de diferenças finitas, aplicada a uma forma simplificada da bacia hidrográfica, constituída de dois planos laterais e um canal de largura constante, conforme adaptação à metodologia adotada por COSTA NETO (2005) na simulação do escoamento superficial baseada na teoria da onda cinemática e com adimensionalização de variáveis.

O escoamento na superfície do solo se caracteriza como um escoamento de pequena profundidade e largura indefinida, enquanto o escoamento nos rios ou canais possui larguras definidas e grandes profundidades. O sistema proposto é o escoamento em regime não permanente, que considera a variação no tempo e no espaço das variáveis que o retratam. Tal escoamento é descrito matematicamente por equações diferenciais parciais não lineares, deduzidas com base nas leis físicas de conservação de massa (equação da continuidade) e quantidade de movimento (equação da quantidade de movimento).

As equações usadas para o escoamento unidimensional, não permanente e gradualmente variado, também conhecidas como Equações de *Saint Venant*, são: a equação da continuidade que representa a conservação de massa no escoamento em determinado trecho e a equação da quantidade de movimento, que representa a dinâmica do processo:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q \quad (4.5)$$

onde:

Q = vazão, m^3/s ;

A = área da seção molhada, m^2 ;

x = distância longitudinal, m ;

t = tempo, s ;

q_1 = entrada ou saída de vazão, por unidade de largura de contribuição lateral, $m^3/s/m$;

$$\frac{1}{gA} \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{1}{gA} \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + \frac{\partial y}{\partial x} = (S_0 - S_f) \quad (4.6)$$

onde:

g = aceleração da gravidade, m/s^2 ;

y = profundidade do escoamento, m ;

S_0 = declividade do fundo, m/m ;

S_f = declividade da linha de fricção, m/m ;

Estas equações são de difícil solução analítica, devendo-se empregar métodos numéricos. Desprezando os termos inerciais e de pressão na equação dinâmica, considerando assim, que a declividade da linha de energia S_f no trecho seja igual à declividade de fundo S_0 , resulta para a equação da quantidade de movimento:

$$S_f = S_0 \quad (4.7)$$

O modelo da onda cinemática, caracterizado pelas simplificações descritas, é o mais utilizado para representar o escoamento superficial em bacias, já que este escoamento ocorre em planos, onde a declividade predomina em relação aos demais termos.

No escoamento superficial, a largura é semi-infinita, a profundidade é pequena e a declividade é grande. Para a simulação do escoamento, em rios e canais, também é utilizado o modelo da onda cinemática, porém a diferença é em relação ao meio onde se dá o escoamento. Quanto à solução numérica das

equações, os procedimentos são os mesmos, modificando-se somente a variável dependente, que no escoamento superficial é a vazão por unidade de largura q enquanto no escoamento em rios utiliza-se a vazão Q .

Este modelo utiliza, além das equações da continuidade e da quantidade de movimento, a equação de Manning para relacionar a vazão com a profundidade e a declividade de fundo. A profundidade é substituída pela área, e a relação fica:

$$A = \alpha_0 \cdot Q^{\beta_0} \Rightarrow b \cdot y = \alpha_0 \cdot (b \cdot q_0)^{\beta_0} \Rightarrow q_0 = \alpha_0 \cdot y^m \quad (4.8)$$

onde:

α_0 e m = parâmetros;

Assim, a equação da continuidade é escrita da seguinte forma:

$$\frac{\partial q_0}{\partial x} + \frac{1}{\alpha_0^{\frac{1}{m}} m q_0^{1-\frac{1}{m}}} \cdot \frac{\partial q_0}{\partial t} = \begin{matrix} i_e & \text{para} & t \leq t_d \\ -f_c & \text{para} & t > t_d \end{matrix} \quad (4.9)$$

onde:

b = largura do escoamento, m;

y_s = altura do escoamento, m;

i_e e f_c = precipitação efetiva ou infiltração no plano, mm/h.

Conforme metodologia apresentada por STEPHENSON (1986), citado por COSTA NETO (2005), as variáveis (x , q , t) podem ser adimensionalizadas (X , T , P), considerando que i_e representa a precipitação efetiva no plano e t_c o tempo de concentração deste plano:

$$X = \frac{x}{L_0} \quad ; \quad x = X \cdot L_0 \quad ; \quad F = f_c / i_R$$

$$P = \frac{q_0}{(i_R \cdot L_0)} \quad ; \quad q_0 = P \cdot i_R \cdot L_0$$

$$T = \frac{m \cdot t}{t_R} \quad ; \quad t = \frac{t_R \cdot T}{m}$$

Ao trabalhar com diversos planos e bacias, torna-se necessário a adoção de um tempo de referência t_R em substituição ao t_c . No caso de variar a precipitação

efetiva i_e no tempo, adota-se também uma precipitação de referência i_R . Ao utilizar-se a precipitação efetiva, considera-se $f_c = 0$ e $F=0$; isto significa que despreza-se a parcela referente a infiltração.

A partir das equações definidas para o escoamento superficial nos planos, chega-se à seguinte expressão:

$$\frac{\partial P}{\partial X} + \frac{L_0}{\alpha_0^{1/m} P^{1-1/m} i_R^{1-1/m} L_0^{1-1/m} t_R} \frac{\partial P}{\partial T} = \frac{i_e}{i_R} \quad (4.10)$$

Assim, t_R poderá ser obtido na forma:

$$t_R = \left(\frac{m}{NIT * \Delta t} \right) * t_B \quad (4.11)$$

onde:

NIT = número de intervalos de tempo;

t_B = tempo de base do hidrograma;

Δt = intervalo de tempo;

t_R = tempo adimensional de duração da chuva.

$$\frac{\partial P}{\partial X} + \frac{t_{cR}}{t_R \cdot P^{0.4}} \frac{\partial P}{\partial T} = K_0 \quad (4.12)$$

onde:

$$K_0 = \frac{i_e}{i_R}$$

t_{cR} = é o tempo de concentração para cada plano, calculado utilizando a precipitação de referência i_R :

$$t_{cR} = \left(\frac{L_0}{\alpha_0} \right)^{1/m} \cdot \frac{1}{i_R^{1-1/m}}$$

Aplicando o método numérico das diferenças finitas, conforme discretização esquematizada na figura 4.3 e considerando $P = P_2$, tem-se:

$$\frac{\partial P}{\partial X} = \frac{P_4 - P_1}{\Delta X} \quad (4.13)$$

$$\frac{\partial P}{\partial T} = \frac{P_4 - P_3}{\Delta T} \quad (4.14)$$

Isolando P_4 na equação (4.13), obtém-se o seu valor discretizado da equação do plano no tempo e espaço seguintes.

$$P_4 = \frac{K_0 \cdot \Delta X + P_1 + \beta \cdot P_3}{(1 + \beta)} \quad (4.15)$$

$$\text{com } \beta = \frac{\Delta X \cdot T_c}{t_R \cdot \Delta T \cdot P_2^{0.4}} \quad (4.16)$$

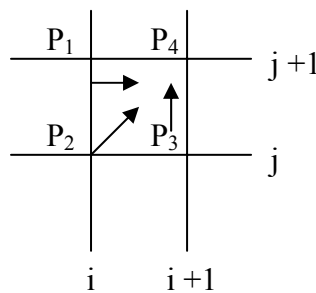


FIGURA 4.3 - Esquema de discretização pelo método explícito das diferenças finitas das variáveis adimensionalizadas para o escoamento nos planos.

Para o escoamento em canais, considerando os planos laterais de contribuição com comprimento, declividades, rugosidades e intensidades diferentes, mantendo iguais somente suas larguras, a equação será escrita da seguinte forma:

$$\frac{\partial Q_s}{\partial z} + b \frac{\partial Y_s}{\partial t} = q \quad (4.17)$$

$$\frac{\partial Q_s}{\partial z} + \frac{b^{1-1/m}}{m \alpha_s^{1/m} Q_s^{1-1/m}} \frac{\partial Q_s}{\partial t} = q \quad (4.18)$$

Considerando também como variáveis adimensionalizadas Q e Z :

$$Q = \frac{Q_s}{q_{\max} L_{c \max}} \quad (4.19)$$

$$Z = z / L_s \quad (4.20)$$

$$q_{\max} = P_{\max} i_{R \max} (L_{E \max} + L_{D \max}) \quad (4.21)$$

Considerando que o valor máximo de P é 1 e fazendo:

$$q_* = (q \cdot L_s) / (q_{\max} \cdot L_{s\max}) \quad (4.22)$$

$$G = \frac{L_s b^{1-1/m}}{\alpha_s^{1/m} q_{\max}^{1-1/m} L_{c\max}^{1-1/m}} \cdot \frac{1}{t_R} \quad (4.23)$$

Chega-se a:

$$\frac{\partial Q}{\partial Z} + \frac{G}{Q^{0.4}} \frac{\partial Q}{\partial T} = q_* \quad (4.24)$$

Aplicando o método numérico das diferenças finitas, conforme discretização esquematizada na figura 4.4:

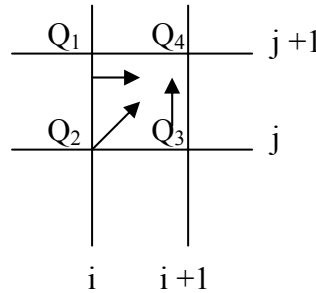


FIGURA 4.4 - Esquema de discretização pelo método explícito das diferenças finitas para escoamento em canais.

Isolando Q_4 na equação (4.24), obtém-se o seu valor discretizado no tempo e espaço seguintes:

$$Q_4 = \frac{q_* \cdot \Delta Z + \beta \cdot Q_3 + Q_1}{(1 + \beta)} \quad (4.25)$$

$$\text{com } \beta = \frac{\Delta Z \cdot G}{\Delta T \cdot Q^{0.4}}$$

Para a simulação da produção e transporte de sedimentos, foi feita uma complementação no método, incluindo as equações (3.20), (3.21), (3.22) e (3.23) apresentadas anteriormente. Aproveitando as vazões no plano e no canal.

O programa é alimentado por arquivo de dados, no qual se informa, na primeira linha, o total de sub-bacias, neste caso 33. Depois, linha a linha, em ordem crescente, as informações referentes a cada sub-bacia, quadro 4.3.

As variáveis necessárias para alimentar o modelo são as informações inerentes aos planos: largura, declividade e rugosidade de Manning, primeiramente do lado esquerdo, depois do lado direito. Então, as mesmas informações inerentes ao canal. Por último, as informações referentes ao fluxo da bacia: se aquela sub-bacia recebe ou não fluxo de outra(s) sub-bacia(s) (1 para sim e 0 para não), o número de bacias contribuintes (se existente) e então o nome das sub-bacias, que neste caso foram numeradas de 1 a 33. Foram, também, incorporadas as informações sobre os parâmetros K e C da USLE, para que sejam utilizados nas equações (3.20) a (3.23) da produção de sedimentos e das equações (3.25) a (3.27) para a propagação em canais.

As larguras e declividades dos planos foram calculadas previamente a partir dos dados do SIG. Os coeficientes de rugosidade de Manning foram estimados a partir das informações contidas nos trabalhos realizados por ESTEVES e MENDIONDO (2003), CASSOL *et al.* (2004), ENGMAN (1986) e YOUNG *et al.* (1987), e se encontram nos anexos.

A largura e o coeficiente de Manning dos córregos foram estabelecidos de acordo com o fluxograma na bacia, considerando-se o recebimento ou não de fluxo de outra(s) sub-bacia(s) e o número de contribuintes. Aos córregos de primeira ordem, estabeleceu-se largura 1,0 m e que foram aumentando conforme a importância das confluências com outros cursos d'água. Os coeficientes de rugosidade admitidos conforme informações das características dos rios.

A precipitação pode ser variada no tempo e no espaço para a simulação dos eventos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Aspectos Físicos da Bacia

Na elaboração do SIG, trabalhou-se inicialmente, com as cartas Rio Verde de Mato Grosso e Rio Negro georreferenciadas, figura 5.1. Foi feito o mosaico das cartas e utilizado como fundo para a vetorialização do limite da bacia do Rio Taquarizinho.

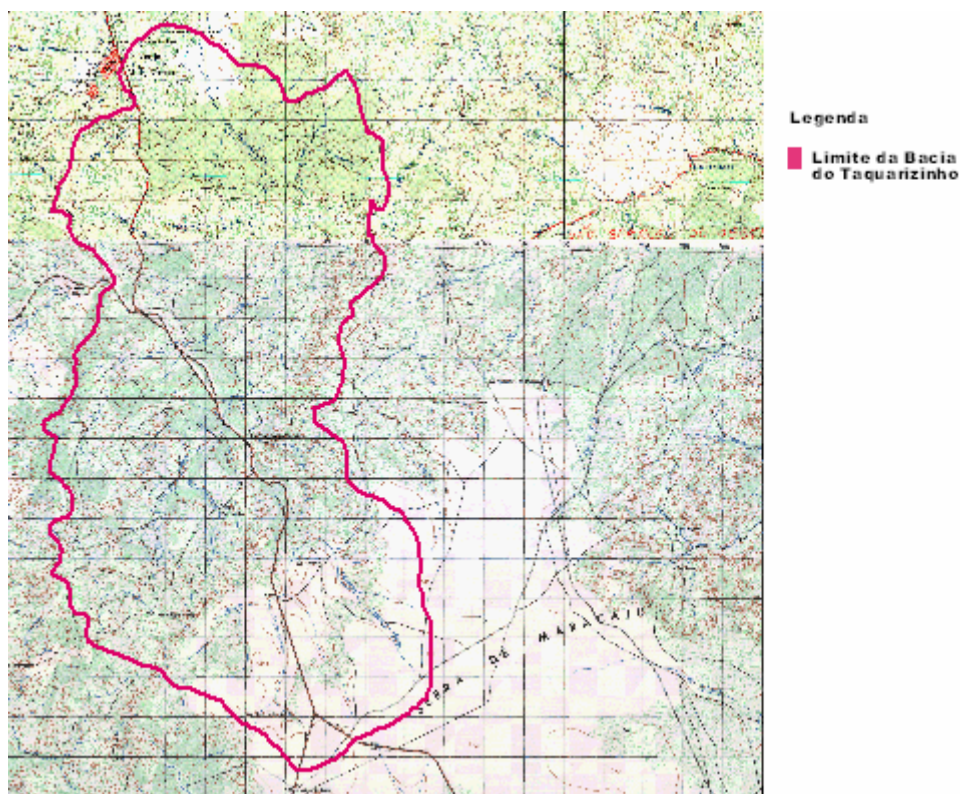


Figura 5.1 - Mosaico das cartas topográficas Rio Verde (acima) e Rio Negro (abaixo), georreferenciadas.

Sobre as cartas de Rio Verde de Mato Grosso e Rio Negro, toda a hidrografia da bacia foi digitalizada (figura 5.2). Também sobre as cartas topográficas, escala 1:100000, todas as curvas de nível foram digitalizadas, apresentadas na figura 5.3, distribuídas de 40 em 40m conforme as cartas utilizadas.

A carta de tipos de solos da bacia do Taquarizinho (figura 5.4) foi elaborada a partir de carta existente no laboratório de geoprocessamento. A interpretação da imagem Landsat TM georreferenciada (figura 5.5), foi interpretada para a classificação de uso e cobertura dos planos à direita e esquerda das 33 sub-bacias.

A análise da sobreposição dos *layers*, acima descritos, foi a base da delimitação das 33 HRUs, ou seja, sub-bacias. A partir da determinação das sub-bacias, a hidrografia e as curvas de nível foram vetorializadas em trechos, apresentados na figura 5.6.

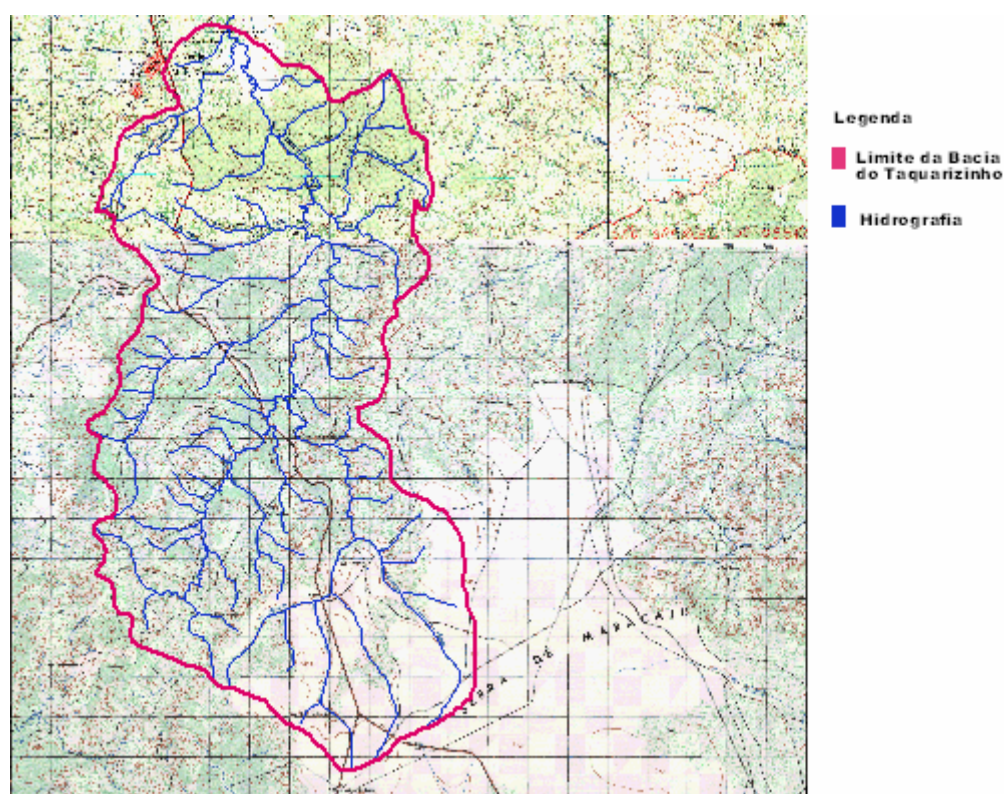


Figura 5.2 - Cartas topográficas, com os *layers* limite da bacia e hidrografia vetorializados.

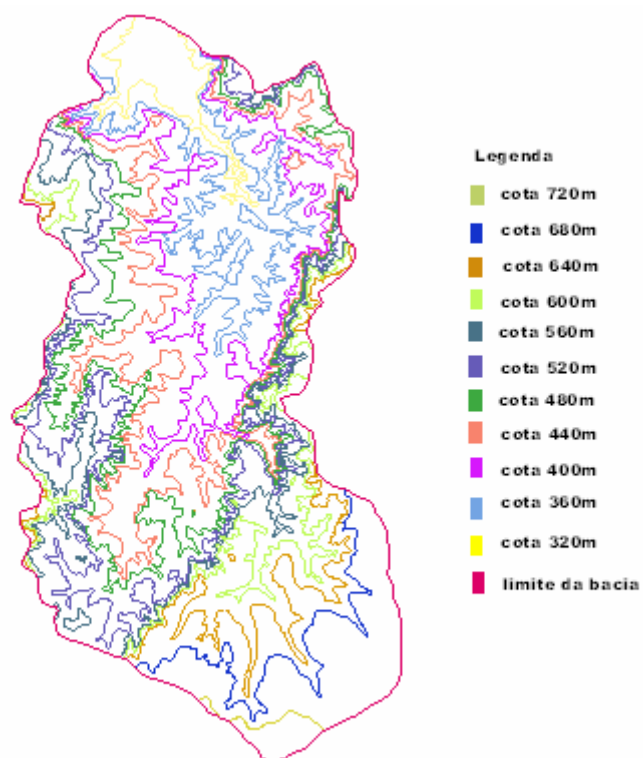


Figura 5.3 - Curvas de nível digitalizadas a partir das cartas topográficas, com as respectivas cotas.

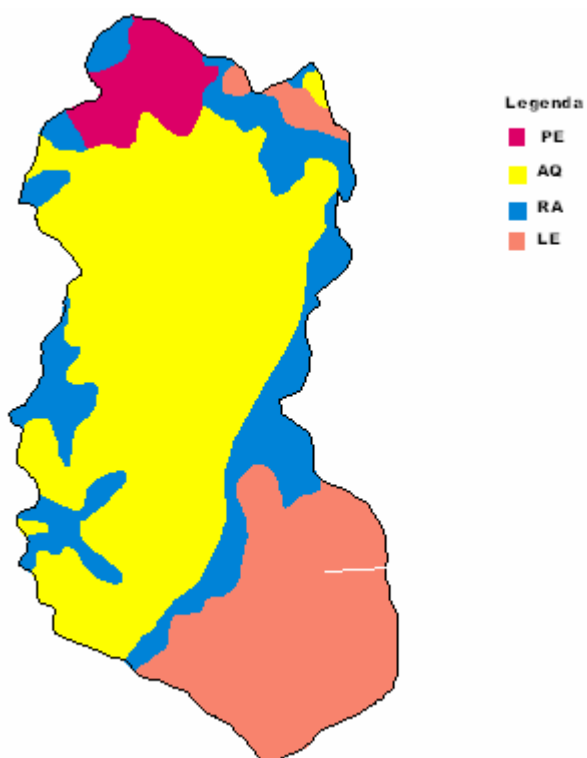


Figura 5.4 - Carta dos tipos de solos da bacia do Taquarizinho. Onde: PE=podzólico vermelho amarelo, AQ = areia quartzosa, RA = litólico e LE = latossolo vermelho amarelo.

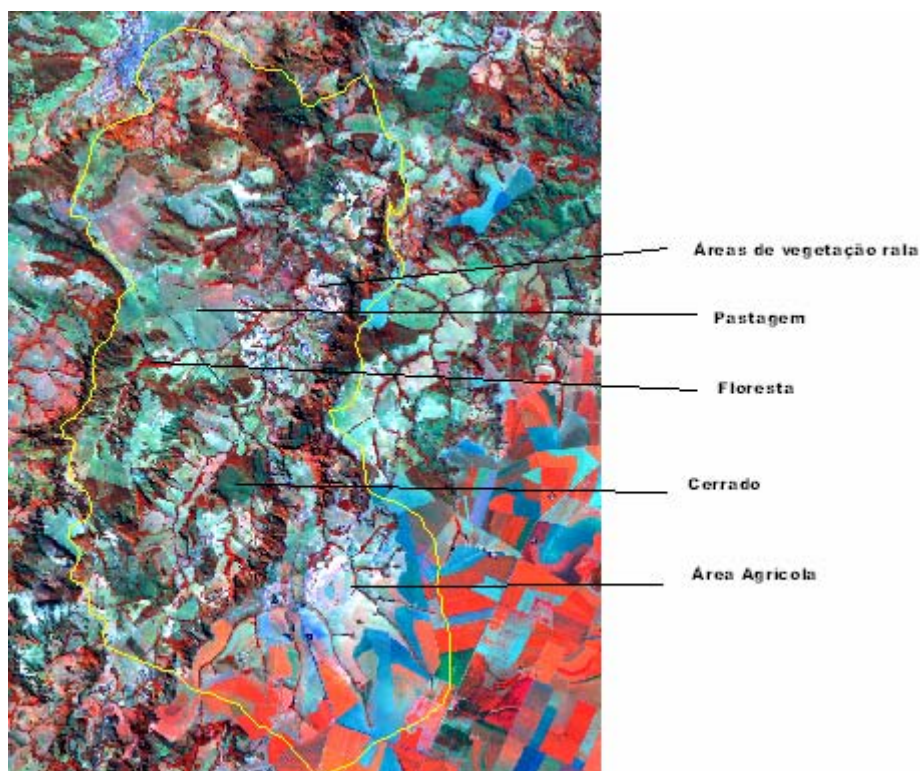


Figura 5.5 - Imagem Landsat TM de 2001, bandas 453.

Os vetores receberam atributos de linha, mensurados os comprimentos necessários para elaboração dos perfis dos cursos principais de cada sub-bacia (em Anexos), e para o cálculo das larguras dos planos à direita e à esquerda do curso principal das sub-bacias. Os vetores foram clonados para a formação dos polígonos (figura 5.6) utilizados para o cálculo das áreas entre curvas de nível (figura 5.7), necessário para a determinação da declividade média e área total dos planos.

Todos os dados foram transportados para uma planilha de cálculo, anexa, utilizada para facilitar a execução dos cálculos necessários à alimentação dos modelos.

5.2 O Modelo USLE

O modelo foi aplicado calculando-se a estimativa de produção de sedimentos nos planos à direita e à esquerda de cada sub-bacia e posteriormente o somatório destes valores originou a produção total da bacia. Para determinação de alguns

parâmetros do modelo USLE, foi necessária a visualização de características físicas dos planos das sub-bacias, como por exemplo, o tipo de solo (figura 5.8) e ainda o uso e cobertura (figura 5.9). Os demais parâmetros foram calculados nas planilhas de cálculos anexas a partir dos dados extraídos do SIG. Os resultados obtidos na aplicação da USLE podem ser observados na tabela 5.1.

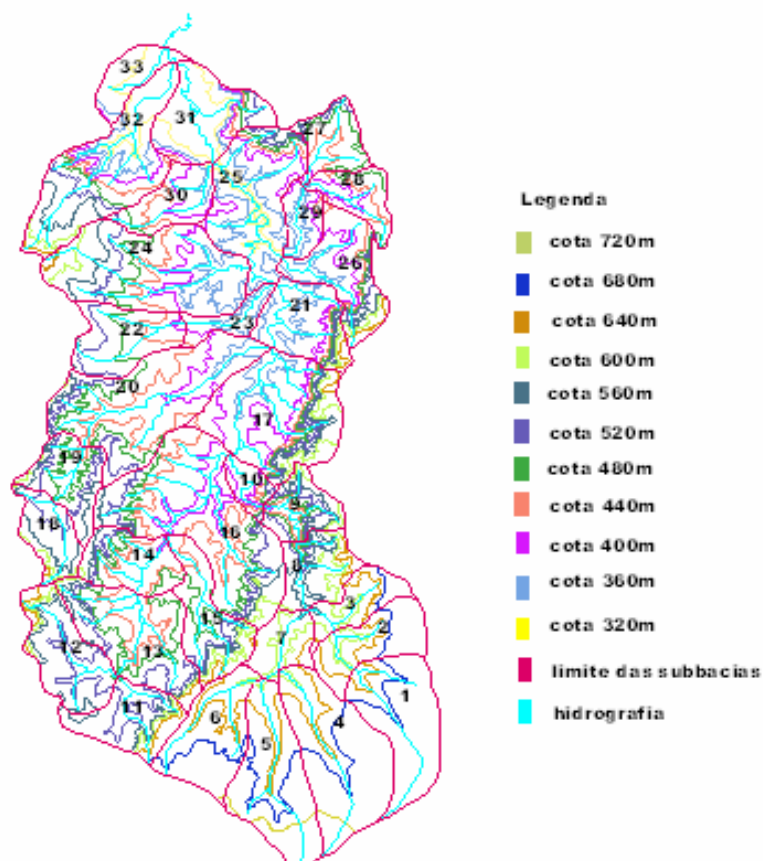


Figura 5.6 - Layers de hidrografia, curvas de nível, limites das sub-bacias.

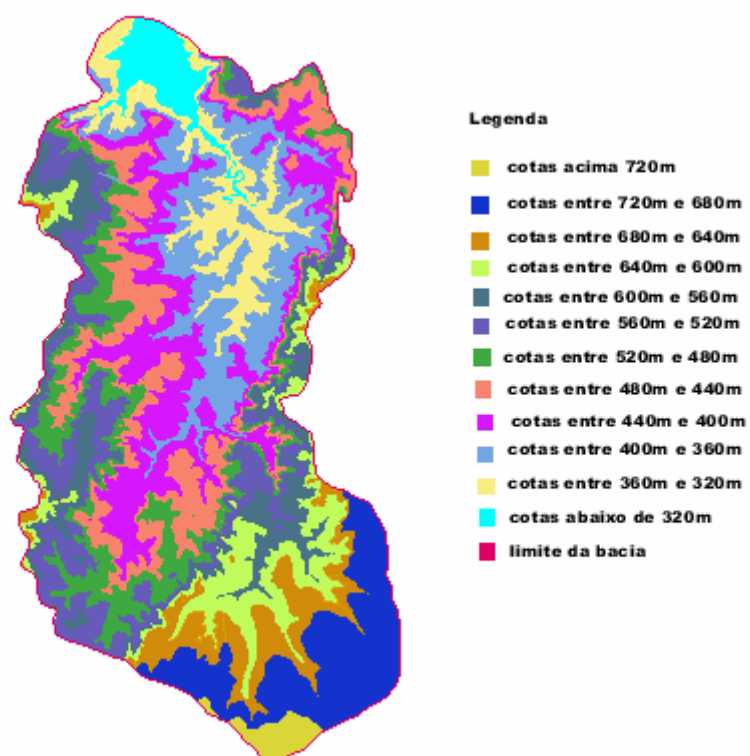


Figura 5.7 - Layers das áreas referentes às curvas de nível

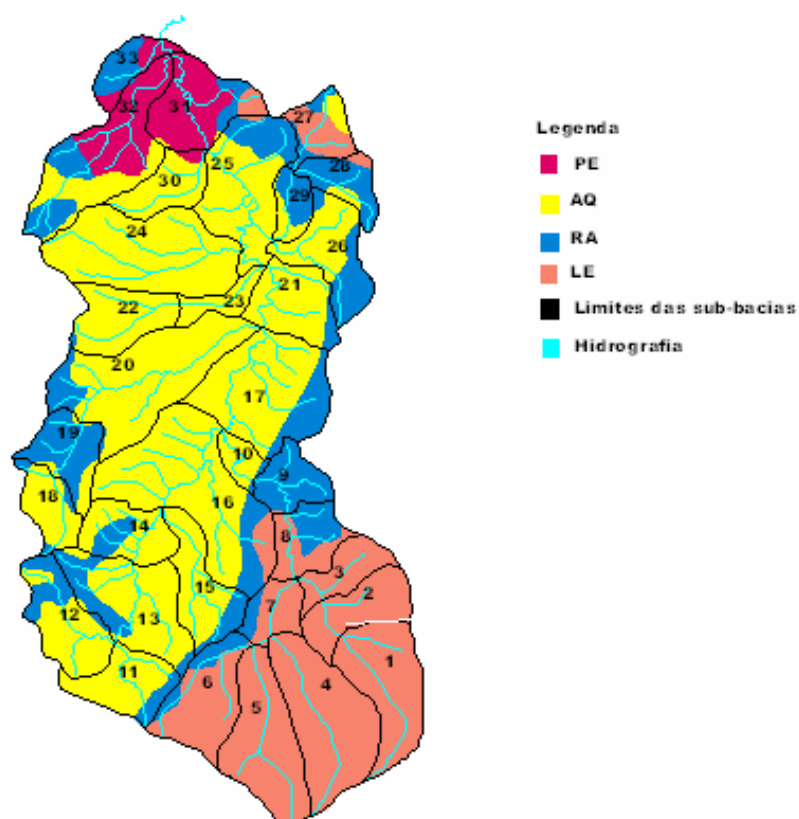


Figura 5.8 - Layers tipos de solos, hidrografia, limites de sub-bacias e nomenclatura.

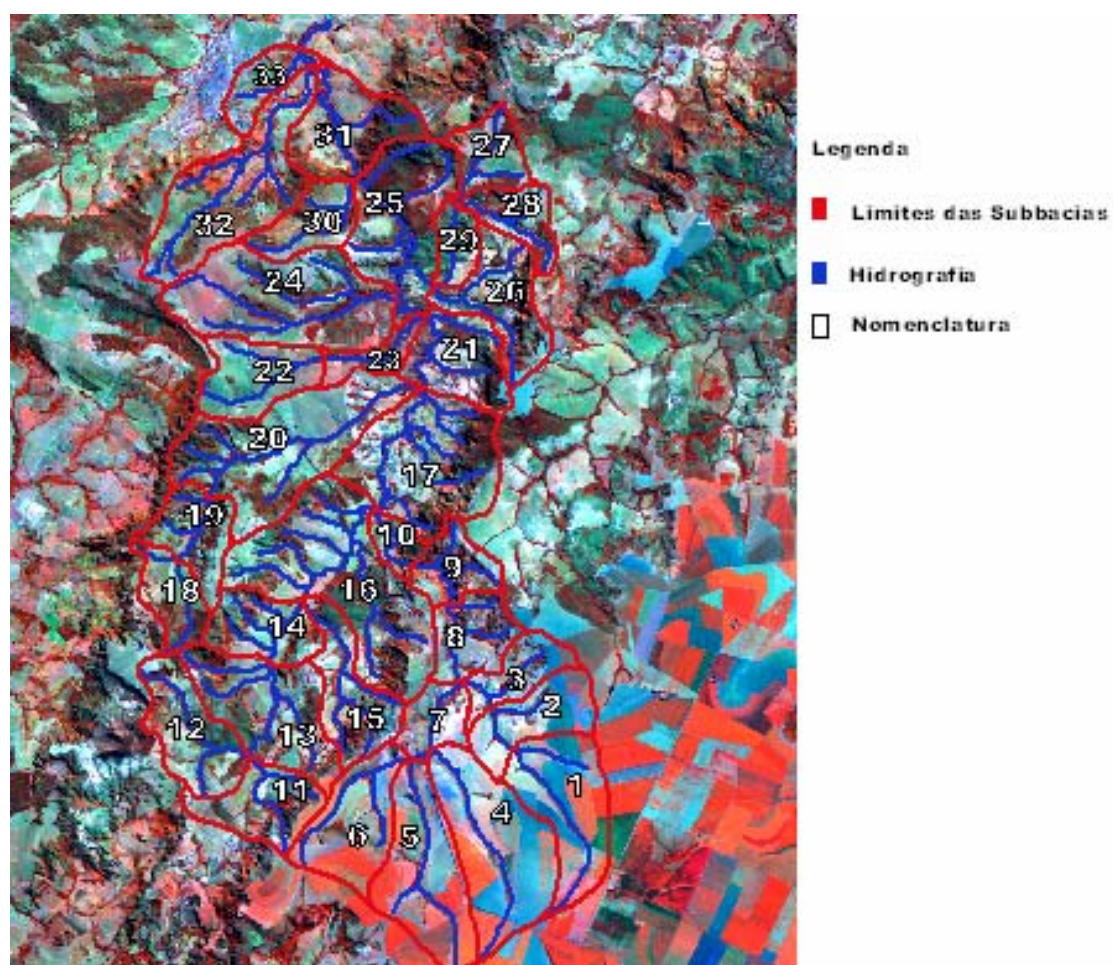


Figura 5.9 - Superposição de layers da Imagem Landsat TM de 2001, limites das 33 sub-bacias e hidrografia.

Tabela 5.1 - Resultados obtidos nas sub-bacias pela aplicação da USLE

Sub-bacia	A _{dir} ton/ha.ano	A _{esq} ton/ha.ano	Total Usle ton/ha.ano	Legenda
1	1,337	1,565	2,902	Baixa: < 10 ton/ha.ano
2	8,659	8,193	16,852	
3	5,867	12,334	18,201	
4	3,327	2,896	6,224	Moderada: 10 a 50 ton/ha.ano
5	8,547	3,298	11,845	
6	4,292	7,015	11,306	Alta: 50 a 200 ton/ha.ano
7	7,435	5,816	13,250	
8	5,565	3,926	9,491	
9	0,202	0,591	0,793	>200 ton/ha.ano
10	1,223	0,693	1,916	
11	8,509	20,477	28,986	
12	1,100	15,258	16,358	
13	2,558	22,005	24,564	
14	3,242	3,017	6,259	
15	15,025	6,478	21,504	
16	14,012	2,777	16,789	
17	18,253	356,090	374,343	
18	14,651	3,011	17,662	
19	3,171	0,844	4,015	
20	39,182	11,728	50,910	
21	4,375	291,840	296,215	
22	17,214	6,186	23,400	
23	13,503	60,223	73,726	
24	17,913	3,290	21,203	
25	4,015	2,723	6,738	
26	1,610	2,700	4,310	
27	1,040	60,689	61,729	
28	0,287	0,453	0,740	
29	0,343	0,492	0,836	
30	9,421	2,698	12,119	
31	4,432	12,197	16,630	
32	9,848	2,620	12,468	
33	0,468	0,836	1,304	

Observa-se a produção muito alta de sedimentos nas áreas das sub-bacias 17 e 21, ao lado esquerdo do curso d'água principal, onde se constata a existência de maiores declividades e vegetação rala. O mesmo ocorre nas sub-bacias 20, 23 e 27. O total estimado de produção anual de sedimentos é de 1.185,588 ton/ha e sendo a área de 494,7 km², ou seja, de 49470 ha, resulta em 58.651.038,36 toneladas.

5.3 O modelo MUSLE

A aplicação da MUSLE resulta a produção sedimentométrica de toda a bacia em único evento de chuva. A quantidade precipitada P é decorrente de uma chuva

de duração 6 horas e 2 anos de recorrência, onde, na estação de Rio Verde: $I = 13,4$ mm/h. Para a obtenção dos hidrogramas adimensionais em cada sub-bacia e na exutória da bacia, também foi utilizado o esquema de fluxo dos cursos principais de água da bacia. Então, foram determinadas as cargas sedimentométricas por eventos para estes locais. A partir dos hidrogramas gerados, estabeleceu-se a vazão de pico e o volume de escoamento superficial.

Tabela 5.2 - Dados e resultados da aplicação da MUSLE

Valores médios na sub-bacia				Volumes	Vaz Pico	Cof Musle	Sedim	Área Bac	EscSup	AreaAcum		Alturaefet
Kméd	Cmed	Pmed	Lsmed	(m3)	(m3/s)		A	km²	(mm)	No	km²	(mm)
0,307	2,717	3,840	8,956	234823,2	8,54	39907,8		19,20	12,2	1	19,2	12,2
0,181	1,599	2,260	29,475	370927,5	12,01	62414,0		11,30	32,8	2	30,5	12,2
0,122	1,078	1,524	27,319	463355,4	14,54	78661,2		7,62	60,8	3	38,1	12,2
0,383	3,386	4,785	22,970	292464,6	11,06	52176,7		23,93	12,2	4	23,93	12,2
0,281	2,486	3,513	32,584	213646,5	9,31	39723,8		17,57	12,2	5	17,57	12,2
0,256	2,264	3,200	32,225	195605,9	7,32	33057,6		16,00	12,2	6	16,00	12,2
0,111	0,844	1,387	17,027	783918,2	31,04	161478,4		6,94	113,0	7	64,43	12,2
0,077	0,111	10,051	88,505	1366219,5	50,01	287915,4		10,05	135,9	8	112,60	12,1
0,040	0,008	7,907	111,434	1455568,6	53,14	308599,4		7,91	184,1	9	120,51	12,1
0,290	0,006	6,452	16,709	1523119,8	55,24	323493,8		6,45	236,1	10	126,96	12,0
0,518	0,127	11,509	46,794	140287,8	6,00	24540,0		11,51	12,2	11	11,51	12,2
0,459	0,160	14,584	56,373	177749,2	7,50	31762,1		14,58	12,2	12	14,58	12,2
0,553	0,231	20,982	135,552	574146,2	22,49	113256,3		20,98	27,4	13	47,08	12,2
0,186	0,096	11,084	75,880	707611,2	27,27	141817,6		11,08	63,8	14	58,16	12,2
0,489	0,083	10,865	58,472	131738,3	5,98	23650,9		10,87	12,1	15	10,87	12,1
2,045	0,316	45,454	270,667	1361597,1	42,81	263387,9		45,45	30,0	16	114,48	11,9
1,531	3,402	34,019	237,208	3264819,1	112,19	737259,3		34,02	96,0	17	275,46	11,9
0,545	0,133	12,118	29,206	148272,5	5,40	23859,4		12,12	12,2	18	12,12	12,2
0,051	0,070	10,106	81,843	271427,4	10,38	48283,0		10,11	26,9	19	22,22	12,2
1,333	0,326	29,618	223,588	630403,8	24,86	126237,8		29,62	21,3	20	51,84	12,2
0,586	1,119	13,020	103,714	4023865,7	141,34	943265,4		13,02	309,0	21	340,32	11,8
0,441	0,108	9,805	34,479	119214,7	5,32	20951,0		9,80	12,2	22	9,80	12,2
0,155	0,181	3,451	10,222	160261,7	7,19	29267,0		3,45	46,4	23	13,26	12,1
1,226	0,182	27,241	115,583	332250,9	13,80	63430,6		27,24	12,2	24	27,24	12,2
0,576	0,037	14,786	116,371	180798,4	6,85	30467,9		14,79	12,2	25	14,79	12,2
0,129	0,317	8,062	31,830	98074,8	4,32	16716,5		8,06	12,2	26	8,06	12,2
0,036	0,022	7,235	28,133	87903,7	3,92	14894,8		7,23	12,1	27	7,23	12,1
0,025	0,015	5,099	20,923	246880,3	10,99	47273,1		5,10	48,4	28	20,40	12,1
0,408	0,188	22,429	137,166	5109967,0	182,73	1245107,5		22,43	227,8	29	438,43	11,7
0,401	0,076	8,915	24,511	108345,3	4,82	18797,5		8,91	12,2	30	8,91	12,2
0,491	0,169	15,356	56,184	5301660,0	189,90	1298751,3		15,36	345,3	31	462,70	11,5
0,830	0,158	25,931	101,639	315511,4	13,50	60847,9		25,93	12,2	32	25,93	12,2
0,031	0,067	6,113	7,740	5661328,0	201,34	1392255,4	7642,2	6,11	926,1	33	494,74	11,4
0,031	0,045	0,834	4,833	Musle para toda a bacia								
Valores médios na bacia					10571702,1	58029,0						

A partir das sub-bacias de segunda ordem, as vazões de pico e os volumes obtidos, referem-se às áreas das sub-bacias em questão, acumuladas com as áreas das bacias a montante, o que exigiria o cálculo ponderado dos parâmetros K, C, P e LS para determinar a produção de sedimentos. Assim, os cálculos foram efetuados com os coeficientes médios para toda a bacia.

A produção de sedimentos para o evento de chuva utilizado com duração de seis horas, segundo o modelo MUSLE, foi de 58.029 toneladas em toda bacia (média de 9.671,5 t/hora), corresponde a 19,0% da produção anual de sedimentos prevista pela aplicação da USLE (58.651.038,36 toneladas, em média 6695,32 t/hora).

5.4 O modelo da Onda Cinemática

Para possibilitar a análise comparativa dos modelos de estimativa de produção de sedimentos por evento, no modelo da onda cinemática, foram utilizadas as mesmas condições de chuva aplicadas no modelo MUSLE. No modelo da onda cinemática, os resultados são apresentados na Tabela 5.3 e em gráficos para algumas das sub-bacias. Observa-se que os volumes e a vazão de pico (Q_P) apresentados na tabela de dados da MUSLE em cada sub-bacia são os mesmos das segunda e terceiras colunas. Na quarta coluna, constam os valores das cargas sedimentos (kg) e na quinta coluna as respectivas concentrações, enquanto na última coluna constam as descargas sólidas específicas (ton/km^2). Na sexta e sétima colunas estão as áreas individuais das sub-bacias e as áreas acumuladas, conforme as contribuições de montante. Assim, a vazão da sub-bacia 07 considera as contribuições das sub-bacias 04, 05 e 06, e assim por diante, como previsto no esquema de fluxo apresentado na figura 4.2.

Com relação a toda bacia do Rio Taquarizinho, estima-se a descarga de sedimento multiplicando a carga específica da sub-bacia 33 de 7,08 t/km^2 pela área de 494,74 km^2 resultando 3502,73 toneladas para o evento de 6 horas de duração (média de 583,79 ton/hora).

Tabela 5.3 - Resultados dos volumes escoados, vazões de pico e descargas sedimentométricas nas 33 sub-bacias do Rio Taquarizinho.

Bacia	Volume (m ³)	Vazão pico (m ³ /s)	Carga Sed (kg)	Concentração (kg/m ³)	Área (km ²)	ÁreaAcum (km ²)	Carga Espec (t/km ²)
1	234823,2	8,54	68356,1	0,29	19,20	19,20	3,56
2	370927,5	12,01	297503,8	0,80	11,30	30,50	9,75
3	463355,4	14,54	506003,2	1,09	7,62	38,12	13,27
4	292464,6	11,06	128613,8	0,44	23,93	23,93	5,38
5	213646,5	9,31	113138,5	0,53	17,57	17,57	6,44
6	195605,9	7,32	140265,5	0,72	16,00	16,00	8,77
7	783918,2	31,04	430413,6	0,55	6,94	64,43	6,68
8	1366219,5	50,01	942789,4	0,69	10,05	112,60	8,37
9	1455568,6	53,14	941686,2	0,65	7,91	120,51	7,81
10	1523119,8	55,24	939952,9	0,62	6,45	126,96	7,40
11	140287,8	6,00	27648,8	0,20	11,51	11,51	2,40
12	177749,2	7,5	30526,4	0,17	14,58	14,58	2,09
13	574146,2	22,5	122332,8	0,21	20,98	47,08	2,60
14	707611,2	27,3	129441,8	0,18	11,08	58,16	2,23
15	131738,3	6,0	41225,6	0,31	10,87	10,87	3,79
16	1361597,1	42,8	344863,4	0,25	45,45	114,48	3,01
17	3264819,1	112,2	3162276,7	0,97	34,02	275,46	11,48
18	148272,5	5,4	23282,1	0,16	12,12	12,12	1,92
19	271427,4	10,4	26800,9	0,10	10,11	22,22	1,21
20	630403,8	24,9	147809,8	0,23	29,62	51,84	2,85
21	4023865,7	141,3	3376233,4	0,84	13,02	340,32	9,92
22	119214,7	5,3	18498,4	0,16	9,80	9,80	1,89
23	160261,7	7,2	21865,7	0,14	3,45	13,26	1,65
24	332250,9	13,8	48368,2	0,15	27,24	27,24	1,78
25	180798,4	6,8	6774,1	0,04	14,79	14,79	0,46
26	98074,8	4,3	21154,6	0,22	8,06	8,06	2,62
27	87903,7	3,9	570,4	0,01	7,23	7,23	0,08
28	246880,3	11,0	22017,0	0,09	5,10	20,40	1,08
29	5109967,0	182,7	3464477,7	0,68	22,43	438,43	7,90
30	108345,3	4,8	11371,0	0,10	8,91	8,91	1,28
31	5301660,0	189,9	3483340,3	0,66	15,36	462,70	7,53
32	315511,4	13,5	22418,4	0,07	25,93	25,93	0,86
33	5661328,0	201,3	3503983,2	0,62	6,11	494,74	7,08

A figura 5.10 apresenta os hidrogramas e sedimentogramas das sub-bacias 3 e 7. A carga de sedimentos prevista na vazão de pico na sub-bacia 03, de primeira ordem, é de 1055,24, enquanto a da sub-bacia 07 é de 1107,75. O valor de sedimentos da sub-bacia 07 representa os sedimentos produzidos na sub-bacia e os provenientes das sub-bacias de contribuição, sub-bacias 04, 05 e 06, considerando-se o esquema de fluxo dos cursos de água e em conformidade com as equações 3.15 a 3.28.

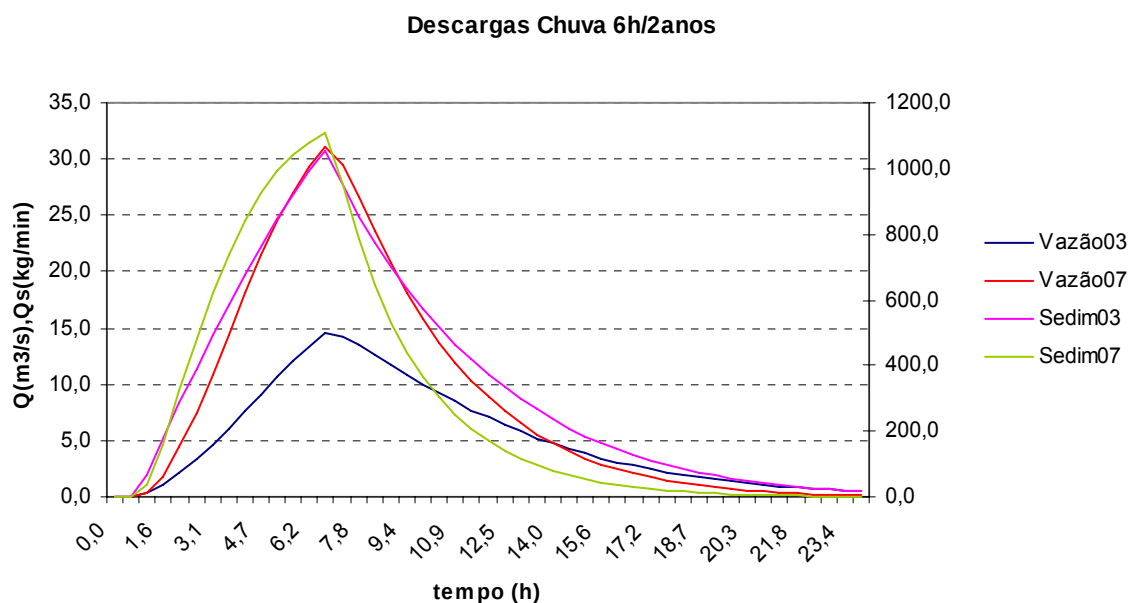


Figura 5.10 - Hidrograma e Sedimentograma da Onda Cinemática, sub-bacias 3 e 7.

Os valores de previsão de produção de sedimentos das sub-bacias 10 e 16, ambas de segunda ordem, são 2136,31 e 705,58 respectivamente, como pode ser observado na figura 5.11. Ao analisar o esquema de fluxo e as cartas de solo, curvas de nível e tipo de solo, verifica-se que a sub-bacia 16 recebe contribuições das 11, 12, 13, 14 e 15, de acordo com o esquema de fluxo. Estas sub-bacias, inclusive a sub-bacia 16, tem relevo ondulado. O tipo de solo, na maioria areias quartzólicas, e litossolo, atualmente classificados como neossolos quartzarênicos e neossolos litólicos, ambos classificados quanto à erodibilidade do solo, como muito forte, na tabela 3.2. Contudo, quanto ao uso, predominam as classificações pradaria, cerrado e floresta. Provavelmente, o uso seja responsável por esta menor produção de sedimentos. Por outro lado, a sub-bacia 10 recebe as contribuições das sub-bacias de 1 a 9, excetuando-se a sub-bacia 9, possuem relevo plano, solo do tipo latossolo vermelho amarelo, classificado como médio quanto à erodibilidade, porém com o predomínio do uso agrícola. A sub-bacia 9, única com relevo ondulado, solo litólico e uso floresta.

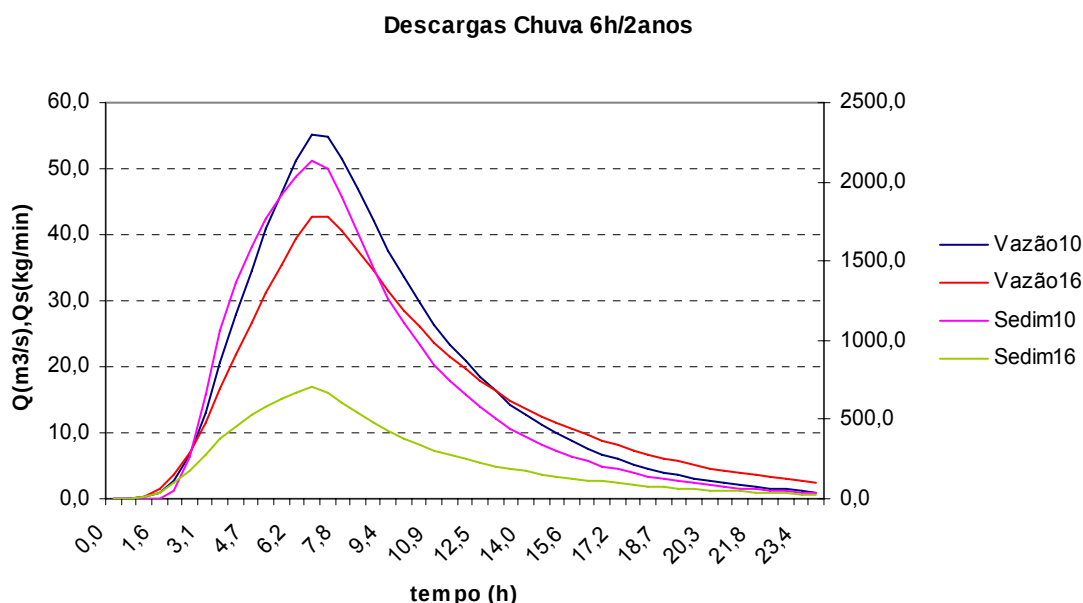


Figura 5.11 - Hidrograma e Sedimentograma da Onda Cinemática, sub-bacias 10 e 16

Na figura 5.12, observa-se que as sub-bacias 17 e 21 apresentam os respectivos valores de produção de sedimentos: 7995,28 e 8645,92. A sub-bacia 17, de terceira ordem, tem como contribuintes as sub-bacias 10 e 16, estudadas no gráfico anterior. Suas características são solo areia quartzólica predominantemente, e os dois planos bem distintos, o lado esquerdo fortemente ondulado e o lado direito suavemente ondulado, ambos com vegetação rala.

E a sub-bacia 21, recebe o escoamento da sub-bacia 17 e das sub-bacias de primeira ordem 18, 19 e 20. As sub-bacias 18 e 20 com solo areia quartzólica e uso pradaria. A sub-bacia 19 com solo litólico e uso pradaria à esquerda e cerrado à direita, área de maior declividade.

Conclui-se, então, que o maior aporte de sedimento na sub-bacia 21 seja proveniente da sub-bacia 17, visto que o uso do solo tem sido fator determinante nos valores de produção de sedimentos.

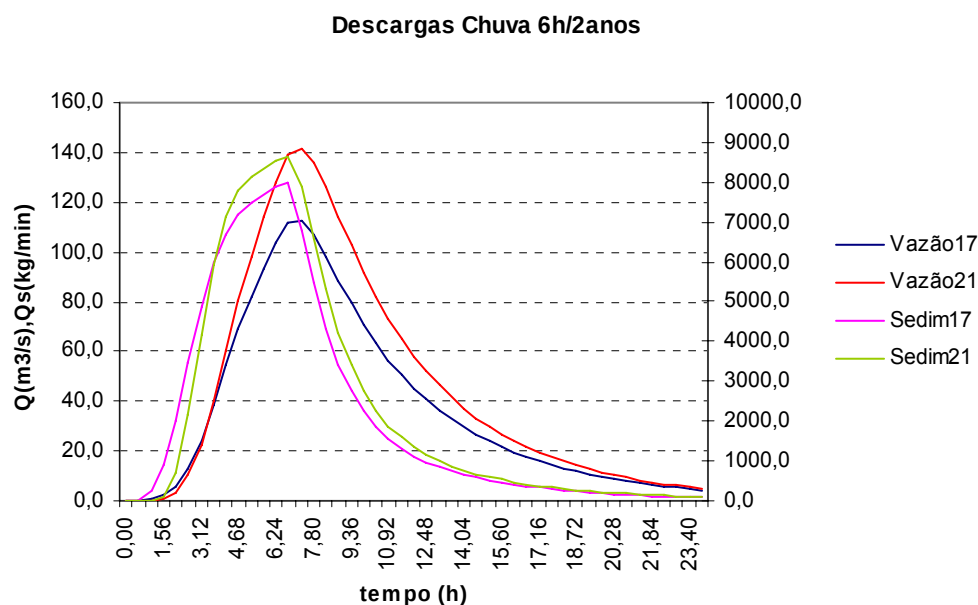


Figura 5.12 - Hidrograma e Sedimentograma da Onda Cinemática, sub-bacias 17 e 21

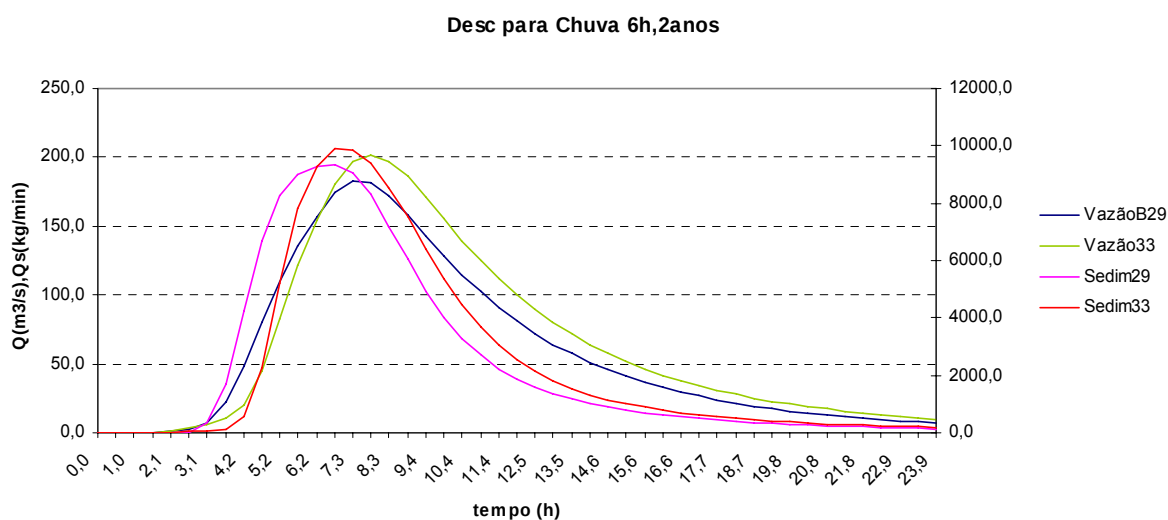


Figura 5.13 - Hidrograma e Sedimentograma da Onda Cinemática, sub-bacias 25 e 33.

Finalmente, a figura 5.13 mostra as produções das sub-bacias 25 e 33, respectivamente, 9340,53 e 9866,31. Onde a sub-bacia 25 recebe os fluxos de todas as sub-bacias, em conformidade com o fluxograma, excetuando-se as sub-bacias 30, 31, 32 e 33. Os tipos de solo da sub-bacia 30, areia quartzólica, 31 e 32 podzólico vermelho amarelo, atualmente denominado como argilossolo vermelho amarelo, e 33 litossolo, todos classificados como muito forte ou forte quanto à erodibilidade. Todavia, o relevo suave e o uso predominante de pradaria e cerrado

garantem uma pequena produção de sedimentos em relação às outras sub-bacias, contribuindo pouco no total de sedimentos na exutória da bacia.

Na caracterização hidrossedimentológica no planalto da bacia do Rio Taquari, segundo CARVALHO (1994), citado por ABDON (2004), e considerando-se as medidas de sedimentos em suspensão, a produção específica mínima equivale a $273 \text{ t/km}^2/\text{ano}$, o que resulta numa produção de sedimentos da ordem de $7.381.920 \text{ t/ano}$.

A carga sólida total (sedimentos em suspensão) específica média da bacia, na seção de Coxim, conforme BORGES *et al.* (1997b), citado por ABDON (2004), seria de $251,6 \text{ t/km}^2/\text{ano}$, enquanto que nas cabeceiras do Rio Taquari a produção atinge um máximo da ordem de $365 \text{ t/km}^2/\text{ano}$, decrescendo de leste para oeste ainda no planalto, até $219 \text{ t/km}^2/\text{ano}$ e chega a $73 \text{ t/km}^2/\text{ano}$ quando alcança a planície, fora da alta bacia. Considerando a descarga média, a produção de sedimentos seria da ordem de $7.046.310 \text{ t/ano}$.

Medidas efetuadas em pontos dos rios Jauru, Coxim e Taquari, para as bacias individualizadas, PADOVANI *et al.* (1998) citado por ABDON (2004) e OLIVEIRA e CALHEIROS (1998) citado por ABDON (2004) também estudaram os sedimentos em suspensão na bacia. A conclusão destes trabalhos foi que a bacia associada ao Rio Taquari na parte alta é a maior produtora de sólidos suspensos. O Rio Coxim, no entanto, apresenta concentrações de sólidos suspensos mais elevadas que o Rio Taquari, pois possui quase a metade do volume de água deste outro rio.

Conforme ABDON (2004) isto pode ser explicado, em grande parte, pelo expressivo aporte de sedimentos provenientes da parte leste da bacia do Rio Coxim, localizada no município de Camapuã, que possui solos com textura arenosa/média em relevo altamente dissecado, apresentado assoreados os seus principais cursos de água. Outro fator, segundo a autora, aliado aos solos e relevos propensos à erosão, é a precipitação concentrada no período de outubro a março, que quadriplica a produção de sedimentos.

6 CONCLUSÕES

O modelo da onda cinemática permite, assim como a USLE, quando aplicados nas bacias discretizadas em sub-bacias, o estudo do processo erosivo em cada sub-bacia, possibilitando a identificação das áreas mais vulneráveis e de maior produção de sedimentos, além de suas características. Estas informações são primordiais no planejamento de uso destes pontos, de forma a minimizar os fatores que incrementam a produção de sedimentos.

No modelo MUSLE, a subdivisão das bacias proporcionou uma maior exatidão dos dados, porém o modelo não permitiu o estudo dos resultados por sub-bacia, o que impossibilita a observação dos fatores intervenientes no processo erosivo por sub-bacia. Os valores de estimativa produção de sedimentos para evento de chuva estudado na MUSLE e na onda cinemática foram 7.642,2 e 9866,31, respectivamente, com uma diferença de 2.224,11. A previsão do modelo da onda cinemática 29,01% superior ao modelo MUSLE.(rever esta conclusão diante dos cálculos das áreas dos gráficos).

Ambos os modelos, USLE e onda cinética, resultaram nos maiores valores de sedimentos nas sub-bacias 17 e 21. Ressalta-se a importância quanto ao uso adequado, considerando-se, principalmente, as áreas com relevo inclinado, que devem estar sempre cobertas com vegetação densa.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A discretização da bacia pode revelar os principais fatores intervenientes do processo erosivo. Este procedimento metodológico é viabilizado pelo uso de técnicas de geoprocessamento, que possibilitam a espacialização das informações necessárias aos estudos destes processos, de forma simples e eficiente. A subdivisão da bacia ressaltou as diversas características contidas na bacia, possibilitando a melhor análise dos dados.

As determinações dos tipos de solos e usos das sub-bacias foram feitas pela predominância. A utilização de porcentagens das áreas de cada tipo de solo, e também de cobertura, aumentaria a eficácia da metodologia, informando dados mais representativos. Para tal, polígonos de cada tipo de solo e uso deveriam ser elaborados, em cada sub-bacia. Estes polígonos deveriam receber o atributo de área, então ser calculadas as respectivas médias ponderadas. Não houve disponibilidade de tempo para a execução desses polígonos.

Muitos dados foram estimados, por isso os valores obtidos devem ser analisados de forma qualitativa. Faz-se necessária a realização de pesquisas básicas que produzam dados locais.

O modelo da onda cinemática pode ser calibrado a partir de dados de bacias devidamente monitoradas, tornando o programa desenvolvido para a aplicação do modelo preciso e extremamente útil na previsão de carga de sedimentos de bacias, pois o modelo calcula a produção de sedimentos, considerando o seu transporte através dos cursos principais até a exutória da bacia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDON, M. M. Os Impactos Ambientais no Meio Físico: Erosão e Assoreamento na Bacia Hidrográfica do Rio Taquari – MS em decorrência da Pecuária. Escola de Engenharia de São Carlos – USP: **Tese de Doutorado**, 2004.

BERGEN, S. D.; BOLTON, S. M., FRIDLEY, J. L. **Design principles for ecological engineering**. Ecological Engineering, v. 18, Ago. ,2001, p. 201-210.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. Piracicaba: 1985, p. 392.

BRANCO, *et al.* **Hidrologia aplicada a engenharia sanitária**. 2 ed., São Paulo: CETESB, 1994.

BRASIL, Ministério da Integração Nacional. **Planejamento Estratégico de Desenvolvimento do Centro-Oeste 2000 – 2003**, Versão Preliminar. Brasília: SEDCO – Dez., 2000. p. 88.

BYNE, W. **Predicting Sediment detachment and channel scour in the process-based planning model ANSWERS-2000**. Virginia Polytechnic Institute and State University: M.Sc. Thesis. April, 2000.

CASSOL, E. A; CANTALICE, J. R. B.; REICHERT, J. M.; MONDARDO, A. **Escoamento superficial e degradação do solo em entressulcos em solo franco-argilo-arnoso com resíduos vegetais**. Pesq. Agropec. bras., 2004.

CAVALCANTE, S. P. P.; TEIXEIRA, A. S. Avaliação espacial da erosão através do uso de SIG – Sistemas de Informações Geográficas. **Rev. Tecnol.** Fortaleza; v.26, n.2, dez., 2005, p.186-195.

COSTA NETO, J. F. Distribuição Espacial e Temporal do Escoamento Superficial em Bacias Hidrográficas. Curso de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais – PGTA: **Dissertação de Mestrado**. 2005.

ENGMAN, E. T. Roughness coefficients for routing surface runoff. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**. v. 112. n.1, 1986, p 39 – 53.

FOSTER, G. R.; MEYER, L. D. **A closed-form soil equation for upland areas. Sedimentation (Eisntein)**. Ed. Shen, H.W. Chapter 12, Colorado State University, Fort Collins, CO, 1972.

JABER, F. H.; MOHTAR, R. H. Dynamic Time Step for One-Dimensional Overland Flow Kinematic Wave Solution. **J. Hydrologic Engrg**, v. 7, issue 1, 2002, p 3-11.

KINNELL, P. I. A. **AGNPS-UM**: applying the USLE-M within the agricultural non point source pollution model. *Environmental Modelling & Software*. v.1 5, 2000, p. 331-341.

LANDSAT TM 5. canais 1,2,3,4,5 e 7. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espacial. Imagem de Satélite. Órbita 225 ponto 073. De 17 de agosto de 2001. **CD ROM**

LANE, L. J., HAKONSON, T. E., FOSTER, G. R. **Watershed Erosion and Sediment Yield Affecting Contaminant Transport**. (In: Watershed Erosion and Sediment Yield), Tucson, 2000.

LOMBARDI NETO, F. **Geração de Sedimentos em Bacias Hidrográficas e seus Impactos Ambientais**. In: Curso de Geração, Transporte e Deposição de Sedimentos em Bacias Hidrográficas e seus Impactos Ambientais. Vitória, ES, 1996, p. 8.

MATO GROSSO DO SUL. **Chuvas no Mato Grosso do Sul**: Equações de intensidade, duração e frequência. Campo Grande: Secretaria de Obras Públicas, 1990, p. 245

MAURO, F.; HERNANDEZ, F. B. T.; DALL'AGLIO SOBRINHO, M.; DOURADO, L. A. C. **Variação da vazão e qualidade da água para a irrigação no Projeto Cinturão Verde de Ilha Solteira** – SP. XXXI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA. Ago., 2002.

MERTEN, G.H. *et al.* **El uso del modelo USLE para determinar mapas de erosion potencial y actual en las Microcuencas pilotos de Agua Grande y Córrego do Pensamento, Mamborê, Paraná, Brasil**. Proyecto Regional GCP/RLA/107/JPN (Documento de Campo). IAPAR/EMBRAPA/FAO, Santiago, 1995.

MOLNAR, D. K.; JULIEN Y. P. **Estimation of upland erosion using GIS**. *Computers & Geosciences*, v. 24, n. 2, 1998, p. 183-192.

NETO, S. L. R. Um modelo conceitual de sistemas de apoio à decisão espacial para gestão de desastres por inundações. **Tese** apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Engenharia, 2000, p. 231.

NEVES, F. F., SILVA, F. G. B., CRESTANA, S. Uso do modelo AVSWAT na avaliação do aporte de nitrogênio (N) e fósforo aos mananciais de uma micro-bacia hidrográfica contendo atividade avícola. **Rev. da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária**, v. 11, 2006, p. 311-317.

OLIVEIRA, H. A. R., IDE, C. N., FLORES, A. M. F., PARANHOS FILHO, A. C., GONÇALVES, F. V., RIBEIRO, M. L., STEFFEN, J. L. **Caracterização Preliminar da Qualidade da Drenagem Pluvial Rural: Rio Taquarizinho – MS**. XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. João Pessoa, 2005.

PAIVA, C. F. E.; OLIVEIRA, V. S.; VENDRAME, I. F.; AULICINO, L. C. M. Estimativa das perdas de solo por erosão hídrica na Bacia do Rio Una Taubaté-SP com o emprego de sensoriamento remoto. **Anais XI SBSR**, Belo Horizonte: Abr., 2003, p. 05-10.

PAIVA, J. B. D.; PAIVA, E. M. C. D. (org). **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre: ABRH, 2001.

PARANHOS FILHO, A. C. Análise geo-ambiental multitemporal: O estudo de caso da região de Coxim e bacia do Taquarizinho. Curso de Pós-Graduação em Geologia – UFPR. **Tese de Doutorado**, 2000.

PCBAP – **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai. Ministério do meio ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal**. In: Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai. v. I, p. 73, v. II, Tomos I e II-A, p. 334 e p. 386. Programa Nacional do Meio Ambiente – PNMA, 1997.

PORTO, R. L. L., (org.) **Hidrologia ambiental**. Samuel Murgel Branco ...[*et al.*];. São Paulo: ABRH: Edusp, 1991.

RENNÓ, C. D.; SOARES, J. V. Conceitos básicos de modelagem hidrológica. In: Introdução à Modelagem Dinâmica Espacial. INPE. São José do Campos, SP. 2003, **CD-ROM**.

ROSS, B. B.; CONTRACTOR, D. N.; SHANHOLTZ, V. O. A Finite-element model of overland and channel flow for assessing the hydrologic impact of land-use change. **Journal of Hydrology**, v. 41, 1979, p. 11-30.

ROSS, B. B.; CONTRACTOR, D. N.; SHANHOLTZ, V. O. **A spatially responsive hydrologic model to predict erosion and sediment transport.** Water Resources Bulletin, v.16, n. 3, 1980, p. 538 – 544.

SHIKI, S. **Sustentabilidade do Sistema Agroalimentar nos Cerrados.** Uberlândia EDUFU, 2000, p. 258.

SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E; CAMARGO, P. B. **Erosão e Hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas.** 2003, p. 138.

SIMÕES, L.B. Integração entre um modelo de simulação hidrológica e sistema de informação geográfica na delimitação de zonas tampão ripárias. Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP. **Tese de Doutorado.** Março, 2001.

SMITH, R. E.; WILLIAMS, J. R. **Simulation of surface water hydrology.** “In: CREAMS: A field scale model for chemicals, runoff, and erosion from agriculture management systems. Cons. Res. Rpt. 26. Agr. Rs. Serv., U.S.Dept. Agr., Washington, D. C, 1980, p. 15.

SORIANO, B. M. A., GALDINO, S., CLARKE, R. T. Evolução da erosividade das chuvas na Bacia do Alto Taquari. Corumbá: Embrapa Pantanal, (**Boletim de Pesquisa**, 25,18p.), 2001.

SOUTO, A. R. Análise espacial e temporal da produção de sedimentos em uma microbacia rural com o modelo AGNPS e técnicas de SIG. Escola de Engenharia de São Carlos – USP. **Dissertação de Mestrado.** Maio,1998.

STEFFEN, J. L. Simulação Unidimensional do Escoamento Superficial em Bacias Hidrográficas Descritas por Modelo Numérico de Terreno. Escola de Engenharia de São Carlos – USP: **Tese de Doutorado.** Setembro, 1997.

SWEENEY, M. W. **Geographic Information Systems.** Water Environment Research. v. 71. n. 5, 1991, p. 551-555.

TUCCI, C. E. M. (Org) **Hidrologia: Ciência e Aplicação.** Porto Alegre: ABRH, EDUSP, 1993, p. 943.

VALENTE, A. L. S.; KOPPE, J. C.; RISSO, A.; BASTOS, C. A.; STRIEDLER, A.J .; DIAS, R. D. **Estimativa da suscetibilidade potencial à erosão laminar devido a fatores naturais:** uma proposta metodológica e sua aplicação no município de

Porto Alegre (RS). Teoria e Prática na Eng. Civil, n. 2, mai. 2001, p. 85-92.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting Rainfall Erosion Losses: a Guide to Conservation Planning**. Agriculture Handbook, n 537. Washington, U. S. D. A. Department of Agriculture, 1978, p. 58.

YOUNG, R. A.; ONSTAD, C. A.; BOSH, D. D.; ANDERSON, P. AGNPS: A nonpoint-source pollution model for evaluating agricultural watersheds. **J. Soil Water Conserv.**, v. 44 (2), mar-apr. 1989, p. 168-173.

YOUNG, R. A.; ONSTAD, C. A.; BOSH, D. D.; ANDERSON, P. AGNPS: **An agricultural nonpoint-source pollution model: A watershed analysis tool**. US Department of Agriculture Conservation Research Report 35, Washington, D C, USA, 1987.

ZALIDIS, G.; STAMATIADIS, S.; TAKAVALOGLOU, V.; ESKRIDGE, K.; MISOPOLINOS, N. **Impacts of agricultural practices on soil and water quality in the Mediterranean region and proposed assessment methodology**. Agriculture, Ecosystems and Environment, v. 88, 2002, p. 137 – 146.

ZHANG, L.; O'NEIL, A.; LACEY, S. **Modelling aproachs to the prediction of soil erosion in catchments**. Environmental Software, v. 11, 1996, p. 123-133.

ANEXOS

ANEXO I

Os valores do índice K para os solos do Pantanal (baseados em PCBAP, 1997).

Nº do Solo	Solo	Bases	Símbolo	K	Grau
1	Litossólicos	a-d-e	R	0,005	MF
2	Areais Quartzosas hidromórficas	a-d	HAQ	0,0047	MF
3	Areias Quartzosas	a-d	AQ	0,045	MF
4	Latossolo Vermelho Escuro	a-d	LV	0,016	B
5	Solos concrecionários	D	SC	0,012	B
6	Terra Roxa estruturada/latossolica	E	TSL	0,018	B
7	Solos aluviais	d-e	A	0,001	MB
8	Laterita hidromórfica solódica	E	HLS	0,005	MB
9	Planossolo solódico	E	PLS	0,002	MB
10	Planossolo	a-d-e	PL	0,002	MB
11	Regossolo	a-e	RE	0,043	MF
12	Rendzina		RZ	0,043	MF
13	Solonetz solodizado		SS	0,005	MB
14	Podzólico vermelho-amarelo	a-d	PV	0,032	F
15	Vertissolo		V	0,040	F
16	Vertissolo solódico		VS	0,040	F
17	Podzólico Vermelho Amarelo		PE	0,032	F
18	Glei pouco húmico	a-d-e	HGP	0,001	MB
19	Glei húmico vértico	E	HGHV	0,001	MB
20	Laterita hidromórfica	a-d-e	HL	0,008	MB
21	Latossolo vermelho escuro	a-d	LE	0,016	B
22	Podzólico hidromórfico		HP	0,035	F
23	Cambissolo	a-d	C	0,055	MF
24	Terra Roxa estruturada	d-e	TR	0,018	B
25	Latossolo Roxo	a-d-e	LR	0,012	B
26	Brunizem avermelhado		BV	0,018	B

a-álico, d-distrófico, e-eutrófico; MB-muito baixo, B – baixo, M – moderado, F – forte e MF - muito forte. Valores em (ton ha.h/ha. MJ mm)

ANEXO II

Fator de uso e manejo do solo, C, para classes de seqüências culturais. Fonte: Fernandez, G.A.V. et al., 1996.

Rotação Verão 94/Inverno 95	Valores de C
Algodão/pousio	0,4737
Área industrial	0,0000
Área residencial rural	0,0000
Área urbana	0,0000
Arvoredo	0,0001
Café	0,1350
Cana	0,0500
Cana/batata	0,1040
Cana/feijão/batata/milho	0,4679
Cana/milho/batata	0,1899
Cana/milho/feijão	0,1855
Cana/milho/pousio	0,1065
Cana/pousio	0,0598
Cana/sorgo	0,0585
Cana/tomate	0,1008
Capineira	0,0500
Capoeira	0,0001
Confin. galinha	0,0000
Crotalaria/feijão/tomate	0,4131
Eucalipto	0,0001
Feijão/batata irrigada	0,5118
Feijão/feijão	0,5054
Feijão/pousio	0,5054
Gramado futebol	0,0080
Granja	0,0000
Lavoura tomate+repolho	0,5000
Milho/aveia	0,1104
Milho/feijão/feijão	0,1415
Milho/feijão/girassol	0,1670
Milho/pousio	0,1104
Milho/pousio/batata	0,1338
Milho/pousio/feijão	0,1233
Milho/pousio/feijão	0,1415
Milho/tomate	0,1670
Pasto	0,0080
Pasto degradado	0,0300
Pasto/batata	0,0856
Pasto/tomate	0,0792
Pomar abandonado	0,0500
Pomar de citrus adulto	0,1350
Pousio/tomate	0,1152
Solo exposto	1,0000
Sorgo/pousio	0,1104
Várzea/pasto	0,0000

Tabela 2- classes de seqüências culturais identificadas na microbaca do córrego Pinheirinho e valores aproximados do fator C para algumas rotações. Valores de Fator C de acordo com Donzelli et al. (12), De Maria et. al. (14), Nascimento 194), De Maria (1995) IAC (1996).

ANEXO III

Fator de uso e manejo do solo, C, para florestas. Fonte: Lencastre e Franco, 1984. Livro ABRH.

Copas das árvores (% de área)	% área com manta morta de mais de 5 cm	Solo-coberto	C
100 – 75	100 – 90	Moderadamente pastado e queimado	0,001
		Intensamente pastado e queimado	0,003 – 0,011
70 – 40	80 – 75	Moderadamente pastado e queimado	0,002 – 0,004
		Intensamente pastado e queimado	0,01 – 0,04
35 – 20	70 – 40	Moderadamente pastado e queimado	0,003 – 0,009
		Intensamente pastado e queimado	0,02 – 0,09

ANEXO IV

Fator de uso e manejo do solo, C, para pastagens.

Tipo de cobertura	% área coberta	Cobertura (*)	% do solo revestido					
			0	20	40	60	80	95 - 100
Sem cobertura Apreciável		E	0,45	0,20	0,10	0,042	0,013	0,003
		L	0,45	0,24	0,15	0,090	0,043	0,011
Coberto de ervas altas ou mato rasteiro (média de 0,5 m)	25	E	0,36	0,17	0,09	0,038	0,012	0,003
		L	0,36	0,20	0,13	0,082	0,041	0,011
	50	E	0,26	0,13	0,07	0,035	0,012	0,003
		L	0,26	0,16	0,11	0,075	0,039	0,011
	75	E	0,17	0,10	0,06	0,031	0,011	0,003
		L	0,17	0,10	0,06	0,031	0,011	0,003
Mato denso (média de 2 m)	25	E	0,40	0,18	0,09	0,040	0,013	0,003
		L	0,40	0,22	0,14	0,085	0,042	0,011
	50	E	0,34	0,16	0,085	0,038	0,012	0,003
		L	0,34	0,19	0,13	0,081	0,041	0,011
	75	E	0,28	0,14	0,08	0,036	0,012	0,003
		L	0,28	0,17	0,12	0,077	0,040	0,011
Árvores com pouco mato rasteiro (média de 4 m)	25	E	0,42	0,19	0,10	0,041	0,013	0,003
		L	0,42	0,23	0,14	0,087	0,042	0,011
	50	E	0,39	0,18	0,09	0,040	0,013	0,003
		L	0,39	0,21	0,14	0,085	0,042	0,011
	75	E	0,36	0,17	0,09	0,039	0,012	0,003
		L	0,36	0,20	0,13	0,083	0,041	0,011

E: revestimento de ervas ou manta morta com pelo menos 5 cm de espessura; L: revestimento de plantas herbáceas de folha larga. Fonte: Lencaster e Franco (1984).

ANEXO V

Fator de práticas conservacionistas da USLE, P, para algumas práticas.

Prática conservacionista	Valor P
Plantio morro abaixo	1,0
Plantio em contorno	0,5
Alternância de capinas + plantio em contorno	0,4
Cordões de vegetação permanente	0,2

Fonte: Bertoni e Lombardi Neto (1985).

ANEXO VI

Coefficiente de Manning para canais e áreas cultivadas.

Canais dragados ou escavados – Natureza das paredes	n
Concreto comum	0,013
Terra, reto, uniforme e limpo	0,022
Terra, reto, uniforme e limpo, mas com pequena vegetação e algas	0,027
Terra, tortuoso e lento, sem vegetação	0,025
Terra, tortuoso e lento, sem vegetação, mas com pequena vegetação e algas	0,030
Canais sem conservação, algas e alguma vegetação	0,080
Canais naturais	
Limpos e retos, sem fendas ou poço profundos	0,030
Limpos e tortuosos, alguns poços e bancos de areia	0,040
Limpos e tortuosos, algumas algas, pedras e poços	0,048
Riachos lentos com algas e poços profundos	0,070
Terras cultivadas	
Cobertura e densidade da cobertura	
Plano, solo nú	
Menor do que 1 polegada profundidade	0,030
1 – 2 polegadas profundidade	0,033
2 – 4 polegadas profundidade	0,038
4 – 6 polegadas profundidade	0,045
Talo de milho – (assumir uma taxa residual da palhada ficando no local)	
1 ton/acre	0,050
2 ton/acre	0,075
3 ton/acre	0,100
4 ton/acre	0,130
Palhada de trigo – (assumir uma taxa residual da palha ficando no local)	
1 ton/acre	0,060
1,5 ton/acre	0,100
2 ton/acre	0,150
4 ton/acre	0,250
Pastagem	
Esparsa	0,040
Pobre	0,050
Razoável	0,060
Boa	0,080
Excelente	0,130
Densa	0,200
Muito densa	0,300
Pequenos cereais (20% fase adulta maturidade – fluxo na linha)	
Pobres, 7 polegadas linha	0,130
Pobres, 14 polegadas linha	0,130
Boas, 7 polegadas linha	0,300
Boas, 7 polegadas linha	0,200
Florestas	0,100
Lagos ou várzeas	0,990

Fonte: YOUNG *et al.*, 1987.

PERFIL CÓRREGO MATADEIRA					
Sub 6	cota	comp	perfil	Interpolação	
Div 6/7	589,8631	0	0	3497,346	4684,512
	600	1187,166	1187,166	0,00853878	29,86306
	640	3304,997	4492,163		
	680	2076,97	6569,133		
	693,0422	280,195	6849,328	1189,121	3646,987
				0,01096796	13,04223

PERFIL CÓRREGO BELO HORIZONTE			
Sub 5	cota	comp	perfil
Div 5/7	589,8631	0	0
Até 600	600	524,22	524,22
Até 640	640	5027,429	5551,649
Até 680	680	1229,782	6781,431
Até 720	720	666,162	7447,593
Até 731	731	1866,454	9314,047

PERFIL TAQUARI MIRIM			
Sub 3	cota	comp	perfil
Div 3/8	550,305	0	0
	560	681,812	681,812
Div 3/2	573,3841	1057,268	1739,08
Sub2	cota	comp	perfil
Até div2/3	573,3841	0	
Até 600	600	2102,51	3841,59

Sub 1	cota	comp	perfil
Div1/2	600	0	
	640	1441,638	5283,228
	680	2134,084	7417,312
	731	5568,17	12985,48

PERFIL CÓRREGO MILÓ			
Sub 26	cota	comp	perfil
	320	0	0
	360	3326,03	3326,027
	400	1205,48	4531,510
	440	188,114	4719,624
	480	152,081	4871,705
	520	462,666	5334,371
	560	273,723	5608,094
	600	282,773	5890,867
	640	112,773	6003,640
	664	499,865	6503,505

PERFIL CÓRREGO DA ONÇA			
Sub 29	cota	comp	perfil
	320	0	0
Até div 29/28	356,78102	3819,52	3819,523

Interpolação

4153,798

0,0096297 36,781018

Sub 27	cota	comp	perfil
Na div 27/29	356,781		
	360	392,011	4211,534
	400	346,362	4557,896
	440	2508,38	7066,272
	480	952,777	8019,049
	520	240,117	8259,166
	560	127,901	8387,067
	594	228,581	8615,648

PERFIL CÓRREGO LEMBRANÇA			
Sub 28	cota	comp	perfil
Na div 29/28	356,78	0	0
	360	334,275	334,275
	400	2802,71	3136,99
	440	1159,26	4296,25
	480	1001,62	5297,87
	500	127,958	5425,82

PERFIL DO CÓRREGO BOA SENTENÇA					
Sub 16	cota	comp	perfil		
Sub10/Sub16	372,602	0	0		
Sub16/Sub14	395,428	5823,067	5823,067	7868,910	8884,373
				0,005	35,428

PERFIL CÓRREGO BOA SENTENÇA					
Sub 14	cota	comp	perfil		
Sub16/Sub14	395,428	0	0		
	400	1015,463	1015,463		
	415,365	2475,295	3490,758	2475,295	6443,820
				0,006	15,365

PERFIL CÓRREGO BOA ESPERANÇA					
Sub 13	cota	comp	perfil		
Sub14/Sub13	415,365	0	0		
	440	3968,525	3968,525		
	469,830	968,81	4937,335	968,810	1299,112
				0,030790263	29,82991459

PERFIL CÓRREGO BOA ESPERANÇA			
Sub 12	cota	comp	perfil
Sub13/Sub13	469,830	0	0
	480	330,302	330,302
	520	4268,095	4598,397
	560	1391,704	5990,101
	600	322,170	6312,271
	640	260,990	6573,261
	665	225,259	6798,520

PERFIL CÓRREGO DO ALMOÇO			
Sub 15	cota	comp	perfil
Sub16/Sub15	395,428	0	0
	400	140,022	140,022
	440	2227,234	2367,256
	480	3434,147	5801,403
	520	636,456	6437,859
	560	370,484	6808,343
	600	514,598	7322,941
	640	238,075	7561,016
	641	386,983	7947,999

PERFIL CÓRREGO SUB 11			
Sub 11	cota	comp	perfil
Sub13/Sub11	469,830	0	0
	480	259,951	259,951
	520	2914,117	3174,068
	560	825,902	3740,019
	600	213,906	4213,876
	640	370,1	4583,976
	680	367,119	4951,095
	683,7988411	261,136	5212,231

PERFIL DA SUB 22			
Sub 22	cota	comp	perfil
	384,570	0	0
	400	737,749	737,749
	440	1446,012	2183,761
	480	1569,064	3752,825
	520	1663,478	5416,303
	560	313,776	5730,079
	568	232,413	5962,492

PERFIL DO CÓRREGO PONTE DE PEDRA			
Sub 20	cota	comp	perfil
	344,814	0	0
	360	3223,026	3223,026
	400	2672,634	5895,660
	435	4795,254	10690,914

4795,254	5439,492
----------	----------

PERFIL DO CÓRREGO PONTE DE PEDRA			
		0,007354	35,26251

Sub 19	cota	comp	perfil
	435	0	0
	440	644,238	644,238
	480	2238,776	2883,014
	482,307	109,348	2992,362

109,348	1896,302
---------	----------

0,021094	2,306552
----------	----------

PERFIL CÓRREGO PONTE DE PEDRA			
Sub 18	cota	comp	perfil
	482,307	0	0
	520	1786,954	1786,954
	560	1666,973	3453,927
	600	309,542	3763,469
	640	692,13	4455,599

PERFIL CÓRREGO DAS ARARAS

Sub 32	cota	comp	perfil
	288,794	0	0
	320	6441,495	6441,495
	360	915,289	7356,784
	400	285,848	7642,632
	440	103,289	7745,921
	480	135,379	7881,300
	520	1353,274	9234,574
	560	1844,893	11079,467
	600	731,748	11811,215
	640	462,464	12273,679
	650	289,294	12562,973

PERFIL DA SUB 30

Sub 30	cota	comp	perfil
	302,857	0	0
	320	403,336	403,336
	360	1582,824	1986,16
	400	1691,313	3677,473
	440	1324,01	5001,483
	480	477,694	5479,177
	520	650,594	6129,771
	560	660,142	6789,913

PERFIL DO CÓRREGO PALHA				Interpolação	
Sub 24	cota	comp	perfil	1021,015	7211,189
	325,664	0	0	0,005547	5,663504
	360	3738,516	3738,516		
	400	1333,587	5072,103		
	440	981,574	6053,677		
	480	424,332	6478,009		
	520	703,274	7181,283		
	560	914,831	8096,114		
	600	989,677	9085,791		
	640	726,207	9811,998		
	650	794,381	10606,379		

PERFIL TAQUARIZINHO

	COTA	COMP	Perfil	Interpolação	
Fora da bacia	280,000	0	0,000	17673,722	
Até div sub 33	285,937	2623,155	2623,155	0,0022632	5,936849
Na sub 33 até div 31	288,794	1262,378	3885,533		2,857074
Na sub 31 até div 25	302,857	6213,865	10099,398		14,06351
Na sub 25 até cota 320	320,000	7574,324	17673,722	11624,606	
Na sub 25 até div 21	329,602	2790,615	20464,337	0,003441	9,602442
Na sub 21 até div 17	344,814	4420,574	24884,911		15,21109
Na sub 17 até cota 360	360,000	4413,417	29298,328	6493,452	
Na sub 17 até div 10	372,602	2045,843	31344,171	0,0061601	12,6025
Na sub 10 até div 9	397,468	4036,618	35380,789		24,86578
Na sub 9 até cota 400	400,000	410,991	35791,780	4008,564	
Na sub 9 até div 8	430,679	3074,427	38866,207	0,0099786	30,67859
Na sub 8 até cota 440	440,000	934,137	39800,344		
Na sub 8 até cota 480	480,000	516,369	40316,713		
Na sub 8 até cota 520	520,000	336,371	40653,084	2583,029	
Na sub 8 até div 7	550,305	1956,988	42610,072	0,0154857	30,30532
Na sub 7 até cota 560	560,000	626,041	43236,113	4043,023	
Na sub 7 até div 4	585,794	2607,100	45843,213	0,0098936	25,79357
Na sub 4 até cota 600	600,000	1435,923	47279,136		
Na sub 4 até cota 640	640,000	3568,754	50847,890		
Na sub 4 até cota 680	680,000	1831,079	52678,969		
Na sub 4 até cota 720	720,000	1326,93	54005,899		
Na sub 4 até cota 731	731,000	1933,203	55939,102		

Perfil Taquarizinho	cota	perfil
	280	0,000
	320	17673,722
	360	29298,328
	400	35791,780
	440	39800,344
	480	40316,713
	520	40653,084
	560	43236,113
	600	47279,136
	640	50847,890
	680	52678,969
	720	54005,899
	731	55939,102

										Perfil						
Sub 1	Área	Compr	Declividade	n		Área	Compr	Declividade	n	Cota	Comprimento	Ldir	Lesq	decliv	DecEquiv	
LD1_680	5.153.635,84	2.945,56			LE1_680	10.097.648,06	5272,741			731	5.568,17			0,0092	58.181,31	
LD1_640	1.207.501,72	1.343,01			LE1_640	1.808.397,57	2432,958			640-680	2134,084			0,0187	15.587,89	
LD1_600	370.262,60			agri	LE1_600	562.633,11			agri	600	1441,638			0,0277	8.654,75	
	6.731.400,16	4.288,57	0,0255	0,25		12.468.678,74	7705,699	0,0247	0,25		9.143,89	736,16	1363,61	0,0143	82.423,95	0,0123
					Atotal	19.200.078,90	11.994,27	0,02498797		Perímetro		19.760,11	21.015,00			
Sub 2	Área	Compr	Declividade	n		Área	Compr	Declividade	n	Cota	Comprimento	Ldir	Lesq	decliv	DecEquiv	
LD2_680	0	0			LE2_680	4507148,895	3015,472				0					
LD2_640	1073494,022	2575,151			LE2_640	1701545,72	4516,253				0					
LD2_600	1297870,148	2227,531			LE2_600	1700043,541	4735,159			600	2102,51			0,0127	18.686,87	
LD2_560	300800,439			agri	LE2_560	718907,829			agri	573,3841	0					
	2672164,61	4802,68	0,0719	0,25		8627645,99	12266,88	0,0569	0,25		2.102,51	1.270,94	4103,50	0,0127	18.686,87	0,0127
					Atotal	11.299.810,59	17.069,57	0,06042426		Perímetro		6.746,90	12.412,02			
Sub 3	Área	Compr	Declividade	n		Área	Compr	Declividade	n	Cota	Comprimento	Ldir	Lesq	decliv	DecEquiv	
LD3_680					LE3_680	1531352,843	2506,442									
LD3_640	147640,576	337,442			LE3_640	1126423,239	5498,566									
LD3_600	440294,076	951,728			LE3_600	2511606,233	4890,997			573,3841	1057,268			0,0127	9.396,87	
LD3_560	464152,298	602,266			LE3_560	1314696,963	583,175			560	681,812			0,0142	5.717,72	
LD3_520	30453,117			agri	LE3_520	51473,943			agri	550,305	0					
	1082540,067	1891,436	0,0699	0,25		6535553,221	13479,18	0,0825	0,25		1739,08	622,48	3758,05	0,0133	15.114,59	0,0132
					Atotal	7.618.093,29	15.370,62	0,08070584		Perímetro		4.723,12	10.994,26			
Sub 4	Área	Compr	Declividade	n		Área	Compr	Declividade	n	Cota	Comprimento	Ldir	Lesq	decliv	DecEquiv	
										731	1933,203			0,00569004	25.628,30	
LD4_720	1404621,41	1458,101			LE4_720	657062,579	653,92			680-720	1326,93			0,0301	7.642,62	
LD4_680	4003739,027	3333,669			LE4_680	9538931,121	5075,829			640-680	1831,079			0,0218	12.388,84	
LD4_640	2139897,551	4211,072			LE4_640	3136254,501	5773,93			600-640	3568,754			0,0112	33.708,93	
LD4_600	1302958,576	1334,077			LE4_600	1566876,081	1325,008			585-600	1435,923			0,0099	14.436,46	
LD4_560	144,075			agri	LE4_560	176824,52			agri	585,794	0					
	8851360,639	10336,919	0,0467	0,25		15075948,8	12828,687	0,0340	0,25		10095,889	876,73	1493,28	0,0144	68.176,85	0,0219
					Atotal	23.927.309,44	23.165,61	0,03872664		Perímetro		21.945,24	23.178,33			
Sub 5	Área	Compr	Declividade	n		Área	Compr	Declividade	n	Cota	Comprimento	Ldir	Lesq	decliv	DecEquiv	
										731	1866,454			0,0059	24.312,50	
LD5_720	2637321,572	4041,548			LE5_720	1704151,961	904,986			680-720	656,162			0,0610	2.657,58	
LD5_680	4217726,378	7514,981			LE5_680	3067695,705	3493,964			640-680	1229,782			0,0325	6.818,87	
LD5_640	420908,183	5162,808			LE5_640	2612236,822	5004,122			600-640	5027,429			0,0080	56.362,33	
LD5_600	1447111,477	491,483			LE5_600	1456909,34	568,184			589-600	524,22			0,0193	3.769,80	
LD5_560	1015,703			agri	LE5_560	1092,404			agri	589,8631	0					
	8724083,313	17210,82	0,0789	0,25		8842086,232	9971,256	0,0451	0,25		9304,047	937,67	950,35	0,0152	93.921,07	0,0098
					Atotal	17.566.169,55	27.182,08	0,06189642		Perímetro		0.483,42	20.508,79			

Sub 6	Área	Compr	Declividade	n	Área	Compr	Declividade	n	Cota	Comprimento	Ldir	Lesq	decliv	DecEquiv
LD6_720					LE6_720	184224,782	512,372		693,0422	280,195			0,0465	1.298,72
LD6_680	353593,828	780,375			LE6_680	5260960,274	6467,141		640-680	2076,97			0,0193	14.966,33
LD6_640	1486444,008	3277,242			LE6_640	4812077,157	8750,719		600-640	3304,997			0,0121	30.041,85
LD6_600	1587839,585	1175,715			LE6_600	2109326,508	788,802		589-600	1187,166			0,0337	6.467,51
LD6_560	119003,614			agri	LE6_560	86612,098		agri	589,8631	0				
	3546881,035	5233,332	0,0590	0,25		12453200,82	16519,034	0,0531	0,25	6849,328	517,84	1818,16	0,0151	52.774,41
														0,0168
					Atotal	16.000.081,85	21.752,37	0,05438064	Perímetro		14.734,34	17.334,98		
Sub 7	Área	Compr	Declividade	n	Área	Compr	Declividade	n	Cota	Comprimento	Ldir	Lesq	decliv	DecEquiv
LD7_640	19144,891	409,428			LE7_640	644146,052	1518,46			0				
LD7_600	2485791,717	5184,722			LE7_600	1347295,055	3953,305		585,794	2607,1			0,0099	26.210,61
LD7_560	1100730,058	482,827			LE7_560	1260794,044	691,953		550-560	626,041			0,0155	5.030,72
LD7_520	26572,304			agri	LE7_520	52814,449		rala	550,305	0				
	3632238,97	6076,977	0,0669	0,25		3305049,6	6163,718	0,0746	0,045	3233,141	1.123,44	1022,24	0,0110	31.241,33
														0,0107
					Atotal	6.937.288,57	12.240,70	0,07057913	Perímetro		8.713,16	8.510,76		
Sub 8	Área	Compr	Declividade	n	Área	Compr	Declividade	n	Cota	Comprimento	Ldir	Lesq	decliv	DecEquiv
LD8_640					LE8_640	1064043,314	4592,568							
LD8_600	53388,373	691,466			LE8_600	1457067,73	6763,52							
LD8_560	1098937,801	3136,891			LE8_560	3239445,401	9730,696		550,305	1956,988			0,0359	10.324,98
LD8_520	1119865,136	1701,649			LE8_520	1353869,841	3681,618		480-520	336,371			0,1189	975,43
LD8_480	15114,956	1282,07			LE8_480	283661,788	2329,889		440-480	516,369			0,0775	1.855,28
LD8_440	67632,055	767,081			LE8_440	160692,01	1026,963		430-440	934,137			0,0428	4.514,25
LD8_400	41172,867			prada	LE8_400	95723,739		prada	430,679	0				
	2396111,188	7579,157	0,1265	0,30		7654503,823	28125,254	0,1470	0,30	3743,865	640,01	2044,55	0,0320	17.669,95
														0,0449
					Atotal	10.050.615,01	35.704,41	0,14209841	Perímetro		8.767,75	11.576,82		
Sub 9	Área	Compr	Declividade		Área	Compr	Declividade		Cota	Comprimento	Ldir	Lesq	decliv	DecEquiv
LD9_600					LE9_600	412009,805	4122,308							
LD9_560	8304,622	184,504			LE9_560	1479892,632	7618,829							
LD9_520	701188,98	2093,326			LE9_520	1686190,769	7819,519							
LD9_480	388283,498	2240,635			LE9_480	935866,268	6493,552							
LD9_440	260537,083	2451,659			LE9_440	668555,731	4689,895		430,679	3074,427			0,0100	30.776,96
LD9_400	552663,24	520,046			LE9_400	747439,449	437,543		397-400	410,991			0,0062	5.236,20
LD9_360	40290,186			flores	LE9_360	26094,945		flores	397,468					
	1951267,609	7490,17	0,1535	0,35		5956049,599	31181,646	0,2094	0,35	3485,418	559,84	1708,85	0,0095	36.013,16
														0,0094
					Atotal	7.907.317,21	38.671,82	0,19562547	Perímetro		8.090,51	10.388,53		

Sub 10	Área	Compr	Declividade		Área	Compr	Declividade	Cota	Comprimento	Ldir	Lesq	decliv	DecEquiv	
LD10_560	4957,973	146,758												
LD10_520	52892,185	383,939		LE10_520	180644,062	1216,664								
LD10_480	57418,578	508,994		LE10_480	224822,255	1417,11								
LD10_440	160648,486	1145,339		LE10_440	239054,446	2167,202								
LD10_400	452193	3013,866		LE10_400	3040958,173	2797,987		397,468	4036,618			0,00616011	51.430,83	
LD10_360	807653,024		flores	LE10_360	1230773,505		flores	372,602	0					
	1535763,246	5198,896	0,1354	0,35	4916252,441	7598,963	0,0618	0,35	4036,618	380,46	1217,91	0,0062	51.430,83	0,0062
				Atotal	6.452.015,69	12.797,86	0,07934177	Perímetro		8.834,15	10.509,06			
Sub 11	Área	Compr	Declividade		Área	Compr	Declividade	Cota	Comprimento	Ldir	Lesq	decliv	DecEquiv	
								683,7988	261,136			0,0145	2.165,09	
LD11_680	22759,763	178,509		LE11_680	48753,994	345,683		640-680	367,119			0,1090	1.112,19	
LD11_640	200721,807	767,634		LE11_640	1419468,135	3673,038		600-640	370,1			0,1081	1.125,77	
LD11_600	290107,502	1750,194		LE11_600	564023,665	3717,684		560-600	213,906			0,1870	494,66	
LD11_560	217269,235	2224,616		LE11_560	419092,262	4119,292		520-560	825,902			0,0484	3.752,86	
LD11_520	3937860,285	5260,255		LE11_520	1503548,523	5339,747		480-520	2914,117			0,0137	24.873,13	
LD11_480	1402577,545	191,065		LE11_480	1453297,715	243,204		469-480	259,951			0,0391	1.314,25	
LD11_440	15030,141		prada	LE11_440	14834,6		prada	469,83	0					
	6086326,28	10372,27	0,0682	0,30	5423018,89	17438,65	0,1286	0,30	5212,231	1.167,70	1040,44	0,0411	34.837,96	0,0224
				Atotal	11.509.345,17	27.810,92	0,09665509	Perímetro		12.759,86	12.505,34			

Sub 12	AREA	COMP	DECLIV	n	Sub 12	AREA	COMP	DECLIV	n	PERFIL	COMP	Ldir	Lesq	Decrio	DecEquiv
										665	225,26			0,1110	676,2
LD12_640	397362,70	1233,70			LE12_640	384288,00	2312,05			640-600	260,99			0,1533	666,7
LD12_600	524719,97	2449,64			LE12_600	336925,39	2931,83			600-560	322,17			0,1242	914,3
LD12_560	457965,55	3110,94			LE12_560	1003037,56	7173,03			560-520	1391,70			0,0287	8209,0
LD12_520	2239454,68	4067,86			LE12_520	5985626,30	10358,63			520-480	4268,10			0,0094	44088,1
LD12_480	1284137,42	198,49			LE12_480	1923149,14	410,65			480-469,83	330,30			0,0308	1882,4
LD12_440	16956,61			prada	LE12_440	30755,73			prada	469,83	0,00				
	4.920.596,92	11060,63	0,0899	0,30		9.663.782,13	23186,19	0,0960	0,30		6798,52	723,77	1421,45	0,0287	56436,6 0,0145
					Atotal	14.584.379,05	34.246,81	0,0939274		Perímetro		15.044,59	16.439,95		
Sub 13	AREA	COMP	DECLIV		Sub 13	AREA	COMP	DECLIV		PERFIL	COMP	Ldir	Lesq	Decrio	DecEquiv
LD13_640					LE13_640	642321,13	1487,34								
LD13_600	135804,86	1800,41			LE13_600	186923,32	1701,38								
LD13_560	727760,80	4762,57			LE13_560	182199,63	2070,93								
LD13_520	2042987,87	6690,04			LE13_520	1422960,20	6207,53								
LD13_480	1830986,64	8085,80			LE13_480	3927910,18	10243,52			469,83	968,81			0,0308	5521,2
LD13_440	2768152,80	6323,78			LE13_440	3211177,39	7704,49			440-415	3968,53			0,0062	50369,5
LD13_400	2283498,97			prada	LE13_400	1619241,80			prada	415,365	0,00				
	9.789.191,94	27662,58	0,1130	0,30		11.192.733,65	29415,17	0,1051	0,30		4937,34	1982,69	2266,96	0,0110	47008,9 0,0110
					Atotal	20.981.925,58	57.077,76	0,1088132		Perímetro		13.840,04	14.408,59		
Sub 14	AREA	COMP	DECLIV		Sub 14	AREA	COMP	DECLIV		PERFIL	COMP	Ldir	Lesq	Decrio	DecEquiv
LD14_600	86998,15	697,79			LE14_600										
LD14_560	853378,41	3744,25			LE14_560										
LD14_520	931404,04	6163,24			LE14_520										
LD14_480	1118513,93	6972,86			LE14_480	820520,10	3171,04								
LD14_440	1737888,35	6344,06			LE14_440	472237,48	3233,48			415,365	2475,30			0,0062	31417,7
LD14_400	3018071,01	891,55			LE14_400	1936833,27	872,77			395-400	1015,46			0,0045	15133,6
LD14_360	62449,71			prada	LE14_360	46081,34			cerrado	395,428	0				
	7808703,59	24813,74	0,1271	0,30		3275672,175	7277,29	0,0889	0,30		3490,76	2236,96	938,38	0,0057	46551,3 0,0056
					Atotal	11.084.375,77	32.091,03	0,1158064		Perímetro		11.455,45	8.858,28		

Sub 15	AREA	COMP	DECLIV		Sub 15	AREA	COMP	DECLIV		PERFIL	COMP	Ldir	Lesq	Decrio	DecEquiv
LD15_640	422261,493	2137,20			LE15_640	605733,95	928,77			641	386,983			0,0026	
LD15_600	454377,497	2830,51			LE15_600	1056480,12	6129,31			600-640	238,075			0,1680	7612,7
LD15_560	604130,039	3034,51			LE15_560	612553,04	3645,12			560-600	514,598			0,0777	580,8
LD15_520	413549,721	3639,30			LE15_520	680340,42	2915,47			520-560	370,484			0,1080	1845,7
LD15_480	2760834,458	5455,16			LE15_480	813976,71	3291,07			480-520	636,456			0,0628	1127,5
LD15_440	1228028,912	886,92			LE15_440	221090,00	2347,04			440-480	3434,147			0,0116	2538,8
LD15_400	371177,8598	59,90			LE15_400	610202,26	156,17			400-440	2227,234			0,0180	31819,9
LD15_360	4076,295		prada		LE15_360	6660,02		cerrado		395-400	140,022			0,0327	16619,5
	6258436,275	18043,49	0,1153	0,30		4607036,53	19412,95	0,1686	0,30		7947,999	787,42	579,65	0,0309	774,9
															62919,8

				Atotal		10.865.472,81	37.456,45	0,1378916		Perímetro		17.470,84	17.055,29		
SUB 16	AREA	COMP	DECLIV		SUB 16	AREA	COMP	DECLIV		PERFIL	COMP	Ldir	Lesq	Decrio	DecEquiv
LD16_600					LE16_600	1047785,203	4352,843								
LD16_560	516634,527	3141,899			LE16_560	1715003,644	5863,485								
LD16_520	194851,951	6755,528			LE16_520	2576343,545	10527,335								
LD16_480	14958600,61	8801,666			LE16_480	2059020,789	9944,249								
LD16_440	2939152,665	12053,636			LE16_440	4958345,606	13577,381								
LD16_400	6723596,132	9703,102			LE16_400	4346309,566	9631,667			395,428	5823,067			0,0039	93006,4
LD16_360	1675122,641		prada		LE16_360	1743501,772		floresta		372,602	0				
	27007958,53	40455,831	0,0599	0,3		18446310,13	53896,96	0,1169	0,35		5823,067	4638,10	3167,80	0,0039	93006,4
															0,0039

				Atotal		45.454.268,65	94.352,79	0,083031		Perímetro		20.922,33	17.981,73		
SUB 17	AREA	COMP	DECLIV		SUB 17	AREA	COMP	DECLIV		PERFIL	COMP	Ldir	Lesq	Decrio	DecEquiv
LD17_640					LE17_640	294277,44	2124,33								
LD17_600					LE17_600	2477267,30	11296,92								
LD17_560					LE17_560	2574649,16	3527,01								
LD17_520					LE17_520	1239305,90	12703,77								
LD17_480					LE17_480	1184972,74	9508,49								
LD17_440	271687,37	893,68			LE17_440	822561,02	8535,10								
LD17_400	1362638,32	3778,33			LE17_400	3141188,16	14200,89			372,602	2045,84			0,0062	26066,9
LD17_360	3106042,17	4050,87			LE17_360	7135034,17	7805,95			344-360	4413,42			0,0034	75238,6
LD17_320	8904087,08		rala		LE17_320	1504910,84		rala		344,814	0				
	13644454,93	8722,87	0,0256	0,045		20374166,72	69702,47	0,1368	0,045		6459,26	2112,39	3154,26	0,0043	101305,5
															0,0041
				Atotal		34.018.621,65	78.425,34	0,0922146		Perímetro		17.143,29	19.227,03		

SUB 18	AREA	COMP	DECLIVI		SUB 18	AREA	COMP	DECLIVI		PERFIL	COMP	Ldir	Lesq	Decrio	DecEquiv
LD18_640	57790,20	693,79			LE18_640					640	692,13			0,0578	2879,1
LD18_600	539067,40	3534,73			LE18_600	180627,47	1359,53			560-600	309,54			0,1292	861,1
LD18_560	1282102,81	5137,48			LE18_560	571485,79	2503,58			520-560	1666,97			0,0240	10761,3
LD18_520	2507191,17	4262,90			LE18_520	1073853,86	1471,74			482-520	1786,95			0,0211	12303,8
LD18_480	1210484,96			pradaria	LE18_480	4694971,82			pradaria	482,307	0				
	5596636,54	13628,91	0,0974	0,30		6520938,94	5334,85	0,0327	0,30		4455,599	1256,09	1463,54	0,0354	26805,2
															0,0276
					Atotal	12.117.575,49	18.963,76	0,0625992		Perimetro		11.423,38	11.838,27		
SUB 19	AREA	COMP	DECLIV		SUB 19	AREA	COMP	DECLIV		PERFIL	COMP	Ldir	Lesq	Decrio	DecEquiv
LD19_600	153902,62	1551,51			LE19_600										
LD19_560	618072,43	3768,77			LE19_560	1015082,13	3985,09								
LD19_520	751370,63	3972,04			LE19_520	1668006,85	6385,54			482,307	109,35			0,0211	752,8
LD19_480	1625919,56	6689,96			LE19_480	1511564,95	6105,80			440-480	2238,78			0,0179	16748,9
LD19_440	1665986,12	953,08			LE19_440	899080,32	846,47			435-440	644,24			0,0078	7312,8
LD19_400	100815,40			pradaria	LE19_400	96138,18			cerrado	435	0			0	
	4916066,76	16935,35	0,1378	0,30		5189872,43	17322,89	0,1335	0,30		2992,36	1642,87	1734,37	0,01580925	24814,5
															0,0145
					Atotal	10.105.939,19	34.258,24	0,1355965		Perimetro		9.270,47	9.453,47		
SUB 20	AREA	COMP	DECLIV		SUB 20	AREA	COMP	DECLIV		PERFIL	COMP	Ldir	Lesq	Decrio	DecEquiv
LD20_600	26963,65	24044,93			LE20_600										
LD20_560	447242,72	3615,03			LE20_560	16440,16	275,64								
LD20_520	1152244,48	8595,74			LE20_520	1323423,71	5100,88								
LD20_480	1933483,66	11247,63			LE20_480	2060440,73	6780,95								
LD20_440	5011359,58	10939,85			LE20_440	2552890,68	9636,73			435	4795,25			0,0073	56128,5
LD20_400	4264740,01	5765,19			LE20_400	5352793,49	4295,17			360-400	2672,63			0,0150	21846,4
LD20_360	2291706,61	3361,78			LE20_360	2024721,89	2639,28			344-360	3223,03			0,0047	46954,2
LD20_320	560046,95			pradaria	LE20_320	599370,57			pradaria	344,814	0				
	15687787,66	67570,14	0,1723	0,30		13930081,24	28728,65	0,0825	0,30		10690,91	1467,39	1302,98	0,0084	124929,0
															0,0073
					Atotal	29.617.868,90	96.298,79	0,130055		Perimetro		24.316,62	23.987,79		

SUB 21	AREA	COMP	DECLIV		SUB 21	AREA	COMP	DECLI		PERFIL	COMP	Ldir	Lesq	Decrio	DecEquiv
LD21_640					LE21_640	543162,52	1877,13								
LD21_600					LE21_600	566612,29	2993,36								
LD21_560					LE21_560	315721,72	3326,51								
LD21_520					LE21_520	308294,64	3671,74								
LD21_480					LE21_480	354926,01	3748,98								
LD21_440					LE21_440	310911,07	3708,09								
LD21_400					LE21_400	859616,95	4864,08								
LD21_360	615555,87	2998,33			LE21_360	4303347,42	11556,66			344,814	4420,574			0,0034	
LD21_320	1442902,95		prada		LE21_320	3399287,35		rala		329,602				0	53308,4
	2.058.458,82	2998,33	0,0583	0,30		10.961.879,95	35746,54	0,1304	0,045		4420,574	465,65	2479,74	0,0034	53308,4
															0,0069

				Atotal		13.020.338,77	38.744,87	0,1190288		Perímetro		9.772,46	13.800,63		
SUB 22	AREA	COMP	DECLIV		SUB 22	AREA	COMP	DECLIV		PERFIL	COMP	Ldir	Lesq	Decrio	DecEquiv
										568	232,41			0,0344	1252,7
LD22_560	40052,35	500,04			LE22_560	10276,52	148,86			520-560	313,78			0,1275	878,8
LD22_520	1532166,84	4154,22			LE22_520	531384,14	2724,53			480-520	1663,48			0,0240	10727,4
LD22_480	289443,16	3790,64			LE22_480	1676593,76	1320,05			440-480	1569,06			0,0255	9827,2
LD22_440	2668735,52	6908,55			LE22_440	1235033,80	1958,62			400-440	1446,01			0,0277	8694,2
LD22_400	762410,10	853,40			LE22_400	868371,74	880,52			384-400	737,75			0,0209	5101,3
LD22_360	87072,77		pradaria		LE22_360	103178,63		pradaria		384,57	0,00				
	5.379.880,74	16206,85	0,1205	0,30		4.424.838,59	7032,57	0,0636	0,30		5962,49	902,29	742,11	0,0308	31380,3
															0,0361

				Atotal		9.804.719,33	23.239,42	0,0948091		Perímetro		13.729,56	13.409,21		
SUB 23	AREA	COMP	DECLIV		SUB 23	AREA	COMP	DECLIV		PERFIL	COMP	Ldir	Lesq	Decrio	DecEquiv
LD23_440	102152,874	485,759													
LD23_400	562065,334	1424,636								384,57018	1174,779			0,020914725	
LD23_360	10794,337	4364,59			LE23_360	921651,421	3611,08			329-360	3751,185			0,008103573	
LD23_320	1172610,88		pradaria		LE23_320	681816,79		rala		329,602	0				
	1.847.623,43	6274,99	0,1358	0,30		1.603.468,21	3611,08	0,0901	0,045		4925,96	325,51	375,08	0,0112	36481,6
															0,0182
				Atotal		3.451.091,64	9.886,06	0,1145848		Perímetro		10.502,96	10.602,09		

SUB 24	AREA	COMP	DECLIV	SUB 24	AREA	COMP	DECLIV	PERFIL	COMP	Ldir	Lesq	Decrio	DecEquiv			
								650	794,381			0,0126	7080,16			
LD24_640	59255,123	209,719		LE24_640	245937,324	1360,845		600-640	726,207			0,0551	3094,29			
LD24_600	451134,368	1257,581		LE24_600	1153875,814	3191,477		560-600	989,677			0,0404	4922,78			
LD24_560	1582522,965	2792,25		LE24_560	1967249,259	3568,053		520-560	914,831			0,0437	4375,03			
LD24_520	1633038,752	3433,438		LE24_520	1738758,836	2819,417		480-520	703,274			0,0569	2948,88			
LD24_480	1804129,205	5093,273		LE24_480	1069592,546	2959,218		440-480	424,332			0,0943	1382,07			
LD24_440	2668735,515	6908,546		LE24_440	1316463,883	3410,313		400-440	981,574			0,0408	4862,44			
LD24_400	18585,199	9691,766		LE24_400	1352114,721	2344,933		360-400	1333,587			0,0300	7700,20			
LD24_360	3030362,949	6217,763		LE24_360	2633313,131	10547,422		325-360	3738,516			0,0092	39009,83			
LD24_320	1335818,977		pradaria	LE24_320	3179719,978		cerrado	325,664	0							
	12583583,05	35604,336	0,1132	0,30		14657025,49	30201,678	0,0824	0,30		10606,38	1186,4165	1381,906633	0,0306	75375,68	0,0198

SUB 25	AREA	COMP	DECLIV	SUB 25	AREA	COMP	DECLI	PERFIL	COMP	Ldir	Lesq	Decrio	DecEquiv	
LD25_560				LE25_560	329069,826	2377,085								
LD25_520				LE25_520	549071,201	4649,249								
LD25_480				LE25_480	754537,647	4819,032								
LD25_440				LE25_440	938987,402	4879,547								
LD25_400	788134,964	3546,36		LE25_400	1451718,98	7711,927								
LD25_360	2788192,698	10424,369		LE25_360	5455355,861	14369,567		329,602	2790,615			0,0034	47573,93	
LD25_320	3339483,73	7740,703		LE25_320	4326882,955	9938,196		302-320	7574,324			0,0023	159210,8	
LD25_ab320	476958,104		cerrado	LE25_ab320	1231013,336		pradaria	302,857	0					
	7392769,496	21711,432	0,1175	0,30	15036637,21	48744,603	0,1297	0,30	10364,94	713,2477573	1450,721245	0,0026	206784,7	0,0025

SUB 26	AREA	COMP	DECLIV	SUB 26	AREA	COMP	DECLIV	PERFIL	COMP	Ldir	Lesq	Decrio	DecEquiv
LD26_640	101121,077	437,53		LE26_640	621077,592	2939,142		664	499,865			0,0480	2281,25
LD26_600	137256,929	936,355		LE26_600	700631,39	3098,365		600-640	112,181			0,3566	187,87
LD26_560	87087,355	769,257		LE26_560	502852,767	4604,621		560-600	282,773			0,1415	751,84
LD26_520	166000,244	854,78		LE26_520	914379,945	5194,236		520-560	273,723			0,1461	716,04
LD26_480	88698,913	499,101		LE26_480	717909,901	5027,794		480-520	462,666			0,0865	1573,52
LD26_440	64273,317	617,858		LE26_440	766848,456	6198,682		440-480	152,081			0,2630	296,54
LD26_400	70519,811	915,976		LE26_400	3556415,02	9033,688		400-440	188,114			0,2126	407,95
LD26_360	720641,821	3169,281		LE26_360	3700191,853	5894,104		360-400	1205,483			0,0332	6617,77
LD26_320	809940,872			LE26_320	1060418,169			320-360	3326,027			0,0120	30329,04
pradaria				floresta				320	0				
2245540,339	8200,138	0,1461	0,3	12540725,09	41990,632	0,1339	0,35	6502,913	345,3129911	1928,478067	0,0529	43161,81	0,0227

SUB 24	AREA	COMP	DECLIV	SUB 24	AREA	COMP	DECLIV	PERFIL	COMP	Ldir	Lesq	Decrio	DecEquiv			
								650	794,381			0,0126	7080,16			
LD24_640	59255,123	209,719		LE24_640	245937,324	1360,845		600-640	726,207			0,0551	3094,29			
LD24_600	451134,368	1257,581		LE24_600	1153875,814	3191,477		560-600	989,677			0,0404	4922,78			
LD24_560	1582522,965	2792,25		LE24_560	1967249,259	3568,053		520-560	914,831			0,0437	4375,03			
LD24_520	1633038,752	3433,438		LE24_520	1738758,836	2819,417		480-520	703,274			0,0569	2948,88			
LD24_480	1804129,205	5093,273		LE24_480	1069592,546	2959,218		440-480	424,332			0,0943	1382,07			
LD24_440	2668735,515	6908,546		LE24_440	1316463,883	3410,313		400-440	981,574			0,0408	4862,44			
LD24_400	18585,199	9691,766		LE24_400	1352114,721	2344,933		360-400	1333,587			0,0300	7700,20			
LD24_360	3030362,949	6217,763		LE24_360	2633313,131	10547,422		325-360	3738,516			0,0092	39009,83			
LD24_320	1335818,977		pradaria	LE24_320	3179719,978		cerrado	325,664	0							
	12583583,05	35604,336	0,1132	0,30		14657025,49	30201,678	0,0824	0,30		10606,38	1186,4165	1381,906633	0,0306	75375,68	0,0198

SUB 25	AREA	COMP	DECLIV	SUB 25	AREA	COMP	DECLI	PERFIL	COMP	Ldir	Lesq	Decrio	DecEquiv	
LD25_560				LE25_560	329069,826	2377,085								
LD25_520				LE25_520	549071,201	4649,249								
LD25_480				LE25_480	754537,647	4819,032								
LD25_440				LE25_440	938987,402	4879,547								
LD25_400	788134,964	3546,36		LE25_400	1451718,98	7711,927								
LD25_360	2788192,698	10424,369		LE25_360	5455355,861	14369,567		329,602	2790,615			0,0034	47573,93	
LD25_320	3339483,73	7740,703		LE25_320	4326882,955	9938,196		302-320	7574,324			0,0023	159210,8	
LD25_ab320	476958,104		cerrado	LE25_ab320	1231013,336		pradaria	302,857	0					
	7392769,496	21711,432	0,1175	0,30	15036637,21	48744,603	0,1297	0,30	10364,94	713,2477573	1450,721245	0,0026	206784,7	0,0025

SUB 26	AREA	COMP	DECLIV	SUB 26	AREA	COMP	DECLIV	PERFIL	COMP	Ldir	Lesq	Decrio	DecEquiv	
LD26_640	101121,077	437,53		LE26_640	621077,592	2939,142		664	499,865			0,0480	2281,25	
LD26_600	137256,929	936,355		LE26_600	700631,39	3098,365		600-640	112,181			0,3566	187,87	
LD26_560	87087,355	769,257		LE26_560	502852,767	4604,621		560-600	282,773			0,1415	751,84	
LD26_520	166000,244	854,78		LE26_520	914379,945	5194,236		520-560	273,723			0,1461	716,04	
LD26_480	88698,913	499,101		LE26_480	717909,901	5027,794		480-520	462,666			0,0865	1573,52	
LD26_440	64273,317	617,858		LE26_440	766848,456	6198,682		440-480	152,081			0,2630	296,54	
LD26_400	70519,811	915,976		LE26_400	3556415,02	9033,688		400-440	188,114			0,2126	407,95	
LD26_360	720641,821	3169,281		LE26_360	3700191,853	5894,104		360-400	1205,483			0,0332	6617,77	
LD26_320	809940,872			LE26_320	1060418,169			320-360	3326,027			0,0120	30329,04	
pradaria				floresta				320	0					
2245540,339		8200,138	0,1461	12540725,09		41990,632	0,1339	6502,913		345,3129911	1928,478067	0,0529	43161,81	0,0227

SUB 30	AREA	COMP	DECLIV	SUB 30	AREA	COMP	DECLIV	PERFIL	COMP	Ldir	Lesq	Decrio	DecEquiv
LD30_520	105019,304	520,498		LE30_520	56099,732	328,373		560	660,142			0,0606	
LD30_480	351346,798	886,877		LE30_480	286244,968	1157,299		480-520	650,594			0,0615	2623,83
LD30_440	1296096,79	4298,915		LE30_440	498737,047	1639,17		440-480	477,694			0,0837	1650,80
LD30_400	1868843,007	3552,911		LE30_400	748351,824	2859,111		400-440	1324,01			0,0302	7617,40
LD30_360	2152712,837	2582,046		LE30_360	853218,548	1336,12		360-400	1691,313			0,0237	10997,80
LD30_320	322819,822	507,994		LE30_320	305780,038	216,262		320-360	1582,824			0,0253	9956,78
LD30_ab320	47157,265			LE30_ab320	22208,777			302-320	403,336			0,0425	
pradaria				cerrado				302,857	0				
6143995,82312349,2410,08040,30				2770640,9347536,3350,10880,30				6789,913	904,8710673	408,052494	0,0379	32846,61	0,0427
Atotal				8.914.636,7619.885,580,089226635				Perímetro	15.389,57	14.395,93			
SUB 31	AREA	COMP	DECLIV	SUB 31	AREA	COMP	DECLIV	PERFIL	COMP	Ldir	Lesq	Decrio	DecEquiv
LD31_520				LE31_520	1211984,362	2683,053							
LD31_480				LE31_480	705252,581	2494,426							
LD31_440	72386,146	703,121		LE31_440	547590,392	2728,115							
LD31_400	349704,462	1866		LE31_400	516733,027	4019,193							
LD31_360	400048,117	2614,376		LE31_360	606804,977	4670,487							
LD31_320	1396316,224	3676,253		LE31_320	1495206,144	6851,641		302,857	6213,865			0,0023	130618,21
LD31_ab320	3997532,789			LE31_ab320	4055958,487			288,794	0				
pradaria				pradaria									
6215987,7388859,750,05700,30				9139529,9723446,9150,10260,30				6213,865	1000,341613	1470,828537	0,0023	130618,21	0,0023
Atotal				15.355.517,7132.306,670,084156498				Perímetro	14.428,41	15.369,39			
SUB 32	AREA	COMP	DECLIV	SUB 32	AREA	COMP	DECLIV	PERFIL	COMP	Ldir	Lesq	Decrio	DecEquiv
LD32_640	61026,093	386,7		LE32_640	303015,902	1442,351		650	289,294			0,0346	1556,00
LD32_600	287731,244	1347,485		LE32_600	692062,484	3280,227		600-640	462,464			0,0865	1572,49
LD32_560	1303131,898	2976,652		LE32_560	2161492,093	4959,173		560-600	731,748			0,0547	3129,77
LD32_520	1640776,784	2878,753		LE32_520	2072531,129	3177,91		520-560	1844,893			0,0217	12529,30
LD32_480	994661,059	2709,488		LE32_480	791478,284	2497,741		480-520	1353,274			0,0296	7871,34
LD32_440	385491,109	3543,776		LE32_440	1548763,734	4596,82		440-480	135,379			0,2955	249,06
LD32_400	506530,105	4449,397		LE32_400	1884138,959	4809,662		400-440	103,289			0,3873	165,98
LD32_360	1027273,546	4531,455		LE32_360	1864226,869	7063,426		360-400	285,848			0,1399	764,14
LD32_320	1299625,84	4380,489		LE32_320	2195739,685	4763,381		320-360	915,289			0,0437	4378,32
								288-320	6441,495			0,0048	92546,70
LD32_ab320	2472345,709			LE32_ab320	2439157,174			288,794					
pradaria				cerrado									
9978593,38727204,1950,10910,30				15952606,3136590,6910,09170,30				12562,97	794,2859853	1269,811398	0,0288	124763,1	0,0101
Atotal				25.931.199,7063.794,890,098406378				Perímetro	26.714,52	27.665,57			

SUB_33	AREA	COMP	DECLIV	SUB_33	AREA	COMP	DECLIV	PERFIL	COMP	Ldir	Lesq	Decrio	DecEquiv
LD33_400	47780,399	791,232		LE33_400									
LD33_360	391652,286	1455,207		LE33_360									
LD33_320	3027672,683	4490,146		LE33_320				288,794	1262,378			0,0023	26535,61
LD33_ab320	2288721,323		pradaria	LE33_ab320	357119,115	1546,24	pradaria	285,937	0				
	5755826,691	6736,585	0,0468	0,30	357119,115	1546,24	0,1026	0,30	1262,378	4559,511249	282,8939628	0,0023	26535,61
													0,0023
				Atotal	6.112.945,81	8.282,83	0,054198583	Perimetro		11.643,78	3.090,54		

	Lado esquerdo				Lado direito				Rio				
Bacia	Le	Se	Ae	ne	Ld	Sd	Ad	nd	Lr	Sr	nr	AreaSub	
1	1.363,61	0,0247	12.468.678,74		736,16	0,0255	6.731.400,16		9.143,89	0,0123		19,20	19,2
2	4.103,50	0,0569	8.627.645,99		1.270,94	0,0719	2.672.164,61		2.102,51	0,0127		11,30	11,3
3	3.758,05	0,0825	6.535.553,22		622,5	0,0699	1.082.540,07		1.739,08	0,0132		7,62	7,62
4	1.493,28	0,0340	15.075.948,80		876,7	0,0467	8.851.360,64		10.095,89	0,0219		23,93	23,93
5	950,35	0,0451	8.842.086,23		937,7	0,0789	8.724.083,31		9.304,05	0,0098		17,57	17,57
6	1.818,16	0,0531	12.453.200,82		517,8	0,0590	3.546.881,04		6.849,33	0,0168		16,00	16
7	1.022,24	0,0746	3.305.049,60		1.123,4	0,0669	3.632.238,97		3.233,14	0,0107		6,94	6,94
8	2.044,55	0,1470	7.654.503,82		640,0	0,1265	2.396.111,19		3.743,87	0,0449		10,05	10,05
9	1.708,85	0,2094	5.956.049,60		559,8	0,1535	1.951.267,61		3.485,42	0,0094		7,91	7,91
10	1.217,91	0,0618	4.916.252,44		380,5	0,1354	1.535.763,25		4.036,62	0,0062		6,45	6,45
11	1.040,44	0,1286	5.423.018,89		1.167,7	0,0682	6.086.326,28		5.212,23	0,0224		11,51	11,51
12	1.421,45	0,0960	9.663.782,13		723,8	0,0899	4.920.596,92		6.798,52	0,0145		14,58	14,58
13	2.266,96	0,1051	11.192.733,65		1.982,7	0,1130	9.789.191,94		4.937,34	0,0110		20,98	20,98
14	938,38	0,0889	3.275.672,18		2.237,0	0,1271	7.808.703,59		3.490,76	0,0056		11,08	11,08
15	579,65	0,1686	4.607.036,53		787,4	0,1153	6.258.436,27		7.948,00	0,0160		10,87	10,87
16	3.167,80	0,1169	18.446.310,13		4.638,1	0,0599	27.007.958,53		5.823,07	0,0039		45,45	45,45
17	3.154,26	0,1368	20.374.166,72		2.112,4	0,0256	13.644.454,93		6.459,26	0,0041		34,02	34,02
18	1.463,54	0,0327	6.520.938,94		1.256,1	0,0974	5.596.636,54		4.455,60	0,0276		12,12	12,12
19	1.734,37	0,1335	5.189.872,43		1.642,9	0,1378	4.916.066,76		2.992,36	0,0145		10,11	10,11
20	1.302,98	0,0825	13.930.081,24		1.467,4	0,1723	15.687.787,66		10.690,91	0,0073		29,62	29,62
21	2.479,74	0,1304	10.961.879,95		465,7	0,0583	2.058.458,82		4.420,57	0,0069		13,02	13,02
22	742,11	0,0636	4.424.838,59		902,3	0,1205	5.379.880,74		5.962,49	0,0361		9,80	9,8
23	375,08	0,1358	1.847.623,43		325,5	0,0901	1.603.468,21		4.925,96	0,0182		3,45	3,45
24	1.381,91	0,0824	14.657.025,49		1.186,4	0,1132	12.583.583,05		10.606,38	0,0198		27,24	27,24
25	1.450,72	0,1297	15.036.637,21		713,2	0,1175	7.392.769,50		10.364,94	0,0025		22,43	22,43
26	1.928,48	0,1339	12.540.725,09		345,3	0,1461	2.245.540,34		6.502,91	0,0227		14,79	14,79
27	628,95	0,1425	3.016.537,95		1.052,0	0,0836	5.045.345,70		4.796,13	0,0235		8,06	8,06

Retangulo Equivalente Esquerdo																													
Bacia	Perimetro	Área	Kc	le	Le	L (m)	DeclMedia	m	LS	R	K	C	P	A	Subbacia	Kméd	Cmed	Pmed	Lsmed	Volumes Q	Vazaopico qp	CofMusle	A	Area Bac			AreaAcum	Alt.efet	
1	21.01	12.47	1,6783		1,3506	9,2320	338	0,0247	0,3	0,49	7030	0,016	0,1415	0,2	1,564747798	1	0,307	2,717	3,840	8,956	234823,2	8,54	39907,8		19,20	12,2	1	19,2	12,2
2	12.41	8,63	1,1916		2,0579	4,1924	514	0,0569	0,5	2,57	7030	0,016	0,1415	0,2	8,192874572	2	0,181	1,599	2,260	29,475	370927,5	12,01	62414,0		11,30	32,8	2	30,5	12,2
3	10,99	6,54	1,2128		1,7064	3,8300	427	0,0825	0,5	3,87	7030	0,016	0,1415	0,2	12,33410055	3	0,122	1,078	1,524	27,319	463355,4	14,54	78661,2		7,62	60,8	3	38,1	12,2
4	23,18	15,08	1,6834		1,4791	10,1929	370	0,0340	0,4	0,91	7030	0,016	0,1415	0,2	2,896386439	4	0,383	3,386	4,785	22,970	292464,6	11,06	52176,7		23,93	12,2	4	23,93	12,2
5	20,51	8,84	1,9450		0,9421	9,3855	236	0,0451	0,4	1,04	7030	0,016	0,1415	0,2	3,297604076	5	0,281	2,486	3,513	32,584	213646,5	9,31	39723,8		17,57	12,2	5	17,57	12,2
6	17,33	12,45	1,3853		1,7962	6,9332	449	0,0531	0,5	2,20	7030	0,016	0,1415	0,2	7,014802369	6	0,256	2,284	3,200	32,225	195605,9	7,32	33057,6		16,00	12,2	6	16,00	12,2
7	8,51	3,31	1,3202		1,0085	3,2773	252	0,0746	0,5	2,59	7030	0,016	0,1	0,2	5,815262644	7	0,111	0,844	1,387	17,027	783918,2	31,04	161478,4		6,94	113,0	7	64,43	12,2
8	11,58	7,65	1,1800		1,9973	3,8325	499	0,1470	0,5	10,15	7030	0,005	0,011	1	3,962872943	8	0,077	0,111	10,051	88,505	1366219,5	50,01	287915,4		10,05	135,9	8	112,60	12,1
9	10,39	5,96	1,2004		1,6745	3,5568	419	0,2094	0,5	16,83	7030	0,005	0,001	1	0,591466049	9	0,040	0,008	7,907	111,434	1455568,6	53,14	308599,4		7,91	184,1	9	120,51	12,1
10	10,51	4,92	1,3366		1,20	4,0901	300	0,0618	0,5	2,19	7030	0,045	0,001	1	0,693108481	10	0,290	0,006	6,452	16,709	1523119,8	55,24	323493,8		6,45	236,1	10	126,96	12,0
11	12,51	5,42	1,5143		1,0294	5,2679	257	0,1286	0,5	5,88	7030	0,045	0,011	1	20,47719319	11	0,518	0,127	11,509	46,794	140287,8	6,00	24540,0		11,51	12,2	11	11,51	12,2
12	16,44	9,66	1,4913		1,4061	6,8725	352	0,0960	0,5	4,38	7030	0,045	0,011	1	15,52818398	12	0,459	0,160	14,584	56,373	177749,2	7,50	31762,1		14,58	12,2	12	14,58	12,2
13	14,11	11,19	1,2145		2,2248	5,0310	556	0,1051	0,5	6,32	7030	0,045	0,011	1	22,00575187	13	0,553	0,231	20,982	135,552	574146,2	22,49	113256,3		20,98	27,4	13	47,08	12,2
14	8,86	3,28	1,3802		0,9269	3,5338	232	0,0889	0,5	3,18	7030	0,045	0,003	1	3,017100185	14	0,186	0,096	11,084	75,880	707611,2	27,27	141817,6		11,08	63,8	14	58,16	12,2
15	17,06	4,61	2,2408		0,5749	8,0137	144	0,1686	0,5	6,83	7030	0,045	0,003	1	6,478546606	15	0,489	0,083	10,865	58,472	131738,3	5,98	23650,9		10,87	12,1	15	10,87	12,1
16	17,88	18,45	1,1807		3,0949	5,9601	774	0,1169	0,5	8,78	7030	0,045	0,001	1	2,778797384	16	2,045	0,316	45,454	270,667	1361597,1	42,81	263387,9		45,45	30,0	16	114,48	11,9
17	19,23	20,37	1,2012		3,0912	6,590952609	773	0,1368	0,5	11,26	7030	0,045	0,1	1	356,0900944	17	1,531	3,402	34,019	237,208	3264819,1	112,19	737259,3		34,02	96,0	17	275,46	11,9
18	11,84	6,52	1,3073		1,4433	4,5181	361	0,0327	0,4	0,87	7030	0,045	0,011	1	3,011462544	18	0,545	0,133	12,118	29,206	148272,5	5,40	23859,4		12,12	12,2	18	12,12	12,2
19	9,45	5,19	1,1702		1,6905	3,0700	423	0,1335	0,5	8,00	7030	0,005	0,003	1	0,843802272	19	0,051	0,070	10,106	81,843	271427,4	10,38	46283,0		10,11	26,9	19	22,22	12,2
20	23,99	13,93	1,8124		1,2912	10,7884	323	0,0825	0,5	3,37	7030	0,045	0,011	1	11,72828063	20	1,333	0,326	29,618	223,588	630403,8	24,86	126237,8		29,62	21,3	20	51,84	12,2
21	13,80	10,96	1,1755		2,4201	4,5295	605	0,1304	0,5	9,23	7030	0,045	0,1	1	291,8401055	21	0,586	1,119	13,020	103,714	4023865,7	141,34	943265,4		13,02	309,0	21	340,32	11,8
22	13,41	4,42	1,7976		0,7354	6,0171	184	0,0636	0,5	1,78	7030	0,045	0,011	1	6,185871795	22	0,441	0,108	9,805	34,479	119214,7	5,32	20951,0		9,80	12,2	22	9,80	12,2
23	10,60	1,60	2,3611		0,32	5,0195	80	0,0901	0,5	1,90	7030	0,045	0,1	1	60,22308674	23	0,155	0,181	3,451	10,222	160261,7	7,19	29267,0		3,45	46,4	23	13,26	12,1
24	23,98	14,66	1,7661		1,3692	10,7047	342	0,0824	0,5	3,47	7030	0,045	0,003	1	3,289743736	24	1,226	0,182	27,241	115,583	332250,9	13,80	63430,6		27,24	12,2	24	27,24	12,2
25	23,63	15,04	1,7185		1,4371	10,4629	359	0,1297	0,5	7,04	7030	0,005	0,011	1	2,722928528	25	0,408	0,188	22,429	137,166	5109967,0	182,73	1245107,5		22,43	227,8	29	438,43	11,7
26	16,86	12,54	1,3428		1,9036	6,5881	476	0,1339	0,5	8,53	7030	0,045	0,001	1	2,699704231	26	0,576	0,037	14,786	116,371	180798,4	6,85	30467,9		14,79	12,2	25	14,79	12,2
27	10,85	3,02	1,7617		0,6232	4,8407	156	0,1425	0,5	5,40	7030	0,016	0,1	1	60,68852123	27	0,129	0,317	8,062	31,830	98074,8	4,32	16716,5		8,06	12,2	26	8,06	12,2
28	12,83	5,36	1,5628		0,9771	5,4817	244	0,1069	0,5	4,30	7030	0,005	0,003	1	0,453240569	28	0,036	0,022	7,235	28,133	87903,7	3,92	14894,8		7,23	12,1	27	7,23	12,1
29	9,24	3,06	1,4896		0,7928	3,8612	198	0,1206	0,5	4,67	7030	0,005	0,003	1	0,492095166	29	0,025	0,015	5,099	20,923	246880,3	10,99	47273,1		5,10	48,4	28	20,40	12,1
30	14,40	2,77	2,4389		0,4048	6,8446	101	0,1088	0,5	2,84	7030	0,045	0,003	1	2,697867007	30	0,401	0,076	8,915	24,511	108345,3	4,82	18797,5		8,91	12,2	30	8,91	12,2
31	15,37	9,14	1,4337		1,4541	6,2855	364	0,1026	0,5	4,93	7030	0,032	0,011	1	12,19740006	31	0,491	0,169	15,356	56,184	5301660,0	189,90	1298751,3		15,36	345,3	31	462,70	11,5
32	27,67	15,95	1,9533		1,2588	12,6728	315	0,0917	0,5	3,88	7030	0,032	0,003	1	2,619790788	32	0,830	0,158	25,931	101,639	315511,4	13,50	80847,9		25,93	12,2	32	25,93	12,2
33	3,09	0,36	1,4584		0,2798	1,2766	70	0,1026	0,5	2,16	7030	0,005	0,011	1	0,83573759	33	0,031	0,067	6,113	7,740	5661328,0	201,34	1392255,4	7642,2	6,11	926,1	33	494,74	11,4
exemplo	19,21	18,42	1,2622		2,6064	7,0672	652	0,2264	0,5	24,03						Valores médios na bacia	0,031	0,045	0,834	4,833		MUSLE para toda a bacia							
						20,00	0,3000	0,5	6,92		596	0,03																	
										R	K			CP	A														

Retangulo Equivalente Direito																	
											Lado Direito			USLE			MUSLE
Bacia	Perimetro	Área	Kc	le	Le	L (m)	DeclMedia	m	LS	R	K	C	P	A	Subbacia	Q	
1	19,76	6,73	2,1478	0,7300	9,2206	183	0,0255	0,3	0,42	7030	0,016	0,1415	0,2	1,336782429	1		
2	6,75	2,67	1,1639	1,2365	2,1610	309	0,0719	0,5	2,72	7030	0,016	0,1415	0,2	8,65916073	2		
3	4,72	1,08	1,2801	0,6133	1,7651	153	0,0699	0,5	1,84	7030	0,016	0,1415	0,2	5,867221293	3		
4	21,95	8,85	2,0801	0,8693	10,1816	217	0,0467	0,4	1,05	7030	0,016	0,1415	0,2	3,327255722	4		
5	20,48	8,72	1,9557	0,9295	9,3853	232	0,0789	0,5	2,69	7030	0,016	0,1415	0,2	8,546948363	5		
6	14,73	3,55	2,2063	0,5136	6,9062	128	0,0590	0,5	1,35	7030	0,016	0,1415	0,2	4,291683409	6		
7	8,71	3,63	1,2893	1,1072	3,2805	277	0,0669	0,5	2,34	7030	0,016	0,1415	0,2	7,434638088	7		
8	8,77	2,40	1,5973	0,6336	3,7816	158	0,1265	0,5	4,50	7030	0,016	0,011	1	5,564940229	8		
9	8,09	1,95	1,6333	0,5544	3,5198	139	0,1535	0,5	5,75	7030	0,005	0,001	1	0,201973309	9		
10	8,83	1,54	2,0103	0,38	4,0714	94	0,1354	0,5	3,87	7030	0,045	0,001	1	1,22302686	10		
11	12,76	6,09	1,4585	1,1547	5,2708	289	0,0682	0,5	2,45	7030	0,045	0,011	1	8,50862296	11		
12	15,04	4,92	1,9126	0,7174	6,8586	179	0,0899	0,5	2,85	7030	0,005	0,011	1	1,100049233	12		
13	13,84	9,79	1,2474	1,9504	5,0190	488	0,1130	0,5	6,62	7030	0,005	0,011	1	2,558325969	13		
14	11,46	7,81	1,1560	2,1698	3,5989	542	0,1271	0,5	8,38	7030	0,005	0,011	1	3,241609286	14		
15	17,47	6,26	1,9694	0,7806	8,0172	195	0,1153	0,5	4,32	7030	0,045	0,011	1	15,02547138	15		
16	20,92	27,01	1,1353	4,4058	6,1301	1101	0,0599	0,5	4,03	7030	0,045	0,011	1	14,01224596	16		
17	17,14	13,64	1,3088	2,0832	6,549633198	521	0,0256	0,3	0,58	7030	0,045	0,1	1	18,25276581	17		
18	11,42	5,60	1,3617	1,2404	4,5121	310	0,0974	0,5	4,21	7030	0,045	0,011	1	14,65080919	18		
19	9,27	4,92	1,1791	1,6046	3,0638	401	0,1378	0,5	8,20	7030	0,005	0,011	1	3,170725172	19		
20	24,32	15,69	1,7313	1,4537	10,7914	363	0,1723	0,5	11,26	7030	0,045	0,011	1	39,18183509	20		
21	9,77	2,06	1,9208	0,4616	4,4595	115	0,0583	0,5	1,26	7030	0,045	0,011	1	4,374782321	21		
22	13,73	5,38	1,6692	0,8936	6,0202	223	0,1205	0,5	4,95	7030	0,045	0,011	1	17,21442183	22		
23	10,50	1,85	2,1790	0,38	4,9129	94	0,1358	0,5	3,88	7030	0,045	0,011	1	13,50330709	23		
24	23,59	12,58	1,8750	1,1759	10,7011	294	0,1132	0,5	5,15	7030	0,045	0,011	1	17,91331715	24		
25	22,16	7,39	2,2980	0,7075	10,4499	177	0,1175	0,5	4,23	7030	0,045	0,003	1	4,014678255	25		
26	13,70	2,25	2,5775	0,3426	6,5545	86	0,1461	0,5	4,16	7030	0,005	0,011	1	1,609887603	26		
27	11,70	5,05	1,4684	1,0404	4,8495	260	0,0836	0,5	3,08	7030	0,016	0,003	1	1,040292819	27		
28	11,54	1,88	2,3750	0,3435	5,4698	86	0,1115	0,5	2,72	7030	0,005	0,003	1	0,286901242	28		
29	8,71	2,04	1,7197	0,5286	3,8556	132	0,1090	0,5	3,26	7030	0,005	0,003	1	0,343409208	29		
30	15,39	6,14	1,7509	0,8965	6,8532	224	0,0804	0,5	2,71	7030	0,045	0,011	1	9,421425769	30		
31	14,43	6,22	1,6320	0,9906	6,2752	248	0,0570	0,5	1,79	7030	0,032	0,011	1	4,432639951	31		
32	26,71	9,98	2,3849	0,7879	12,6648	197	0,1091	0,5	3,98	7030	0,032	0,011	1	9,848252723	32		
33	11,64	5,76	1,3686	1,2467	4,6167	312	0,0468	0,4	1,21	7030	0,005	0,011	1	0,46805868	33		
exemplo	19,21	18,42	1,2622	2,6064	7,0672	652	0,2264	0,5	24,03								
						20,00	0,3000	0,5	6,92	596	0,03		1	123,7766574			
										R	K		CP	A			

Sub-bacia	Adir	Aesq	Total Usle		
1	1,336782	1,564748	2,90153		Baixa
2	8,659161	8,192875	16,85204		
3	5,867221	12,3341	18,20132		Moderada
4	3,327256	2,896386	6,223642		
5	8,546948	3,297604	11,84455		Alta
6	4,291683	7,014802	11,30649		
7	7,434638	5,815526	13,25016		Muito Alta
8	5,56494	3,926273	9,491213		
9	0,201973	0,591466	0,793439		
10	1,223027	0,693108	1,916135		
11	8,508623	20,47719	28,98582		
12	1,100049	15,25818	16,35823		
13	2,558326	22,00575	24,56408		
14	3,241609	3,0171	6,258709		
15	15,02547	6,478547	21,50402		
16	14,01225	2,776797	16,78904		
17	18,25277	356,0901	374,3429		
18	14,65081	3,011463	17,66227		
19	3,170725	0,843802	4,014527		
20	39,18184	11,72828	50,91012		
21	4,374782	291,8401	296,2149		
22	17,21442	6,185872	23,40029		
23	13,50331	60,22309	73,72639		
24	17,91332	3,289744	21,20306		
25	4,014678	2,722929	6,737607		
26	1,609888	2,699704	4,309592		
27	1,040293	60,68852	61,72881		
28	0,286901	0,453241	0,740142		
29	0,343409	0,492095	0,835504		
30	9,421426	2,697867	12,11929		
31	4,43264	12,1974	16,63004		
32	9,848253	2,619791	12,46804		
33	0,468059	0,835738	1,303796		
Total	250,6275	934,9602	1185,588	586557,6	1,30289

0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,04	0,27	22,49	0,34	55,05	0,34	66,97	0,37	34,91	0,31	26,04	0,29	31,67	0,42	36,72	0,46	28,90	0,20	2,29	0,26	0,31	0,26	7,58
1,56	0,74	46,20	0,98	120,90	1,07	173,62	1,01	75,48	0,89	64,93	0,77	70,63	1,85	157,67	2,11	184,89	0,97	40,92	0,99	3,89	0,67	17,30
2,08	1,34	67,11	1,82	185,72	2,11	287,06	1,83	114,87	1,70	110,01	1,39	110,20	4,40	325,56	5,72	486,75	3,51	237,05	2,67	49,92	1,19	27,43
2,60	2,03	84,71	2,80	245,89	3,34	392,83	2,77	151,06	2,67	154,43	2,09	147,99	7,52	482,63	10,68	801,21	8,56	596,32	6,52	265,36	1,78	37,25
3,12	2,80	100,24	3,89	302,46	4,69	491,86	3,82	184,55	3,75	194,67	2,84	183,60	10,92	619,97	16,16	1069,88	14,92	948,30	13,01	662,44	2,43	46,33
3,64	3,63	114,54	5,06	356,58	6,12	586,56	4,95	215,49	4,90	228,87	3,59	216,70	14,48	739,54	21,83	1301,26	21,49	1228,64	20,54	1056,79	3,13	54,25
4,16	4,51	127,72	6,29	408,32	7,60	677,57	6,12	243,34	6,04	255,86	4,31	247,05	18,04	841,27	27,51	1504,63	27,94	1455,47	27,83	1358,80	3,82	60,70
4,68	5,41	139,58	7,55	457,18	9,10	764,32	7,28	267,49	7,07	275,43	4,99	274,44	21,41	924,79	33,00	1682,48	34,12	1646,25	34,60	1586,25	4,46	65,58
5,20	6,29	149,90	8,79	502,71	10,58	846,03	8,39	287,70	7,92	288,50	5,64	298,61	24,46	991,03	38,11	1835,99	39,84	1808,16	40,80	1766,49	5,01	69,04
5,72	7,12	158,56	9,96	544,62	11,99	922,05	9,41	304,01	8,56	296,60	6,25	319,20	27,09	1041,99	42,68	1967,03	44,97	1944,97	46,34	1913,85	5,45	71,36
6,24	7,88	165,58	11,04	582,88	13,32	991,92	10,31	316,72	9,01	301,31	6,82	335,96	29,27	1080,10	46,66	2077,99	49,40	2059,96	51,16	2035,53	5,77	72,83
6,76	8,54	171,06	12,01	617,52	14,54	1055,24	11,06	326,28	9,31	303,91	7,32	348,95	31,04	1107,75	50,01	2171,25	53,14	2156,19	55,24	2136,31	6,00	73,73
7,28	8,26	134,96	11,73	540,83	14,29	949,59	10,54	266,49	8,46	245,98	6,90	295,76	29,48	952,90	48,52	1976,31	52,40	2039,99	54,81	2085,29	5,41	59,17
7,80	7,68	109,79	11,04	482,25	13,54	854,01	9,67	219,47	7,35	193,22	6,28	250,38	26,64	784,55	44,77	1713,53	48,86	1805,94	51,50	1904,37	4,71	47,01
8,32	7,03	92,13	10,26	434,97	12,67	772,71	8,73	183,38	6,26	151,34	5,64	213,25	23,62	644,84	40,48	1479,86	44,36	1565,62	46,96	1676,12	4,05	37,41
8,84	6,37	78,41	9,47	394,17	11,77	700,55	7,82	154,21	5,30	118,77	5,04	181,92	20,76	532,57	36,28	1284,72	39,81	1357,06	42,21	1457,85	3,47	29,77
9,36	5,73	66,96	8,70	357,48	10,89	634,63	6,95	129,83	4,45	93,31	4,48	155,03	18,15	441,19	32,36	1119,90	35,53	1181,35	37,70	1268,23	2,95	23,66
9,88	5,13	57,16	7,97	323,88	10,04	573,73	6,15	109,21	3,73	73,27	3,96	131,89	15,80	365,90	28,78	978,25	31,60	1031,91	33,56	1107,04	2,50	18,78
10,40	4,56	48,71	7,28	292,95	9,22	517,41	5,42	91,75	3,11	57,46	3,50	111,99	13,72	303,53	25,54	855,26	28,04	903,14	29,83	969,33	2,11	14,87
10,92	4,05	41,43	6,63	264,48	8,44	465,46	4,76	76,96	2,58	44,96	3,08	94,91	11,88	251,73	22,61	747,96	24,84	791,21	26,47	850,52	1,77	11,75
11,44	3,58	35,17	6,02	238,32	7,71	417,74	4,17	64,46	2,14	35,09	2,70	80,28	10,26	208,68	19,99	654,13	21,96	693,48	23,47	747,21	1,49	9,26
11,96	3,15	29,80	5,46	214,33	7,02	374,06	3,64	53,90	1,76	27,29	2,37	67,78	8,85	172,87	17,64	572,00	19,40	607,95	20,79	656,95	1,24	7,27
12,48	2,77	25,20	4,94	192,41	6,38	334,25	3,17	45,00	1,45	21,13	2,07	57,10	7,61	143,08	15,55	500,05	17,11	532,98	18,40	577,85	1,03	5,69
13,00	2,42	21,27	4,45	172,43	5,79	298,08	2,75	37,49	1,18	16,27	1,80	47,99	6,53	118,29	13,69	437,01	15,08	467,23	16,28	508,42	0,85	4,43
13,52	2,12	17,91	4,01	154,26	5,24	265,31	2,38	31,16	0,95	12,45	1,57	40,24	5,59	97,67	12,03	381,78	13,27	409,54	14,39	447,41	0,70	3,43
14,04	1,84	15,05	3,61	137,78	4,73	235,72	2,05	25,84	0,77	9,46	1,36	33,64	4,78	80,52	10,56	333,37	11,67	358,91	12,71	393,77	0,58	2,64
14,56	1,60	12,61	3,24	122,86	4,26	209,06	1,77	21,37	0,61	7,14	1,18	28,04	4,07	66,27	9,26	290,98	10,25	314,48	11,21	346,58	0,47	2,02
15,08	1,38	10,53	2,90	109,39	3,83	185,09	1,51	17,62	0,48	5,33	1,02	23,28	3,46	54,44	8,10	253,84	8,99	275,48	9,89	305,08	0,38	1,53
15,60	1,19	8,77	2,59	97,24	3,44	163,58	1,29	14,48	0,37	3,94	0,88	19,26	2,93	44,63	7,08	221,31	7,88	241,27	8,72	268,56	0,30	1,15
16,12	1,03	7,28	2,31	86,31	3,08	144,31	1,10	11,85	0,29	2,89	0,76	15,86	2,47	36,51	6,18	192,84	6,89	211,24	7,67	236,43	0,24	0,86
16,64	0,88	6,01	2,06	76,48	2,76	127,09	0,93	9,67	0,22	2,09	0,65	13,00	2,08	29,80	5,39	167,92	6,03	184,90	6,75	208,16	0,19	0,64
17,16	0,75	4,95	1,83	67,67	2,47	111,73	0,78	7,85	0,16	1,49	0,55	10,60	1,74	24,26	4,69	146,12	5,26	161,80	5,94	183,27	0,14	0,47
17,68	0,63	4,06	1,63	59,77	2,20	98,03	0,66	6,34	0,12	1,05	0,47	8,59	1,45	19,70	4,08	127,06	4,59	141,54	5,21	161,39	0,11	0,34
18,20	0,53	3,31	1,45	52,71	1,96	85,84	0,55	5,10	0,09	0,73	0,39	6,92	1,21	15,95	3,54	110,39	4,00	123,79	4,58	142,14	0,08	0,24
18,72	0,45	2,69	1,28	46,40	1,74	75,02	0,46	4,08	0,06	0,50	0,33	5,53	1,00	12,88	3,06	95,83	3,48	108,23	4,02	125,20	0,06	0,17
19,24	0,37	2,17	1,13	40,76	1,54	65,43	0,38	3,24	0,04	0,34	0,27	4,40	0,83	10,36	2,65	83,11	3,03	94,59	3,52	110,31	0,05	0,12
19,76	0,31	1,74	1,00	35,74	1,36	56,93	0,31	2,56	0,03	0,23	0,22	3,46	0,68	8,31	2,29	72,00	2,63	82,65	3,09	97,21	0,03	0,08
20,28	0,26	1,38	0,88	31,27	1,20	49,42	0,25	2,00	0,02	0,15	0,18	2,71	0,55	6,64	1,98	62,31	2,28	72,18	2,70	85,69	0,02	0,06
20,80	0,21	1,09	0,77	27,29	1,06	42,79	0,20	1,56	0,01	0,10	0,15	2,10	0,45	5,28	1,70	53,85	1,98	63,01	2,37	75,54	0,02	0,04
21,32	0,17	0,86	0,68	23,76	0,93	36,96	0,16	1,21	0,01	0,06	0,12	1,62	0,36	4,18	1,46	46,48	1,72	54,98	2,07	66,61	0,01	0,03
21,84	0,14	0,67	0,60	20,64	0,82	31,84	0,13	0,92	0,01	0,04	0,09	1,23	0,29	3,29	1,26	40,06	1,48	47,94	1,81	58,75	0,01	0,02
22,36	0,11	0,52	0,52	17,88	0,72	27,35	0,10	0,70	0,00	0,03	0,07	0,93	0,23	2,58	1,08	34,47	1,28	41,79	1,58	51,83	0,01	0,01
22,88	0,09	0,40	0,46	15,44	0,62	23,43	0,08	0,53	0,00	0,02	0,06	0,70	0,18	2,01	0,92	29,62	1,11	36,40	1,38	45,73	0,00	0,01
23,40	0,07	0,30	0,40	13,29	0,54	20,01	0,06	0,40	0,00	0,01	0,04	0,52	0,14	1,56	0,78	25,40	0,95	31,68	1,20	40,35	0,00	0,00
23,92	0,05	0,23	0,34	11,41	0,47	17,03	0,05	0,29	0,00	0,01	0,03	0,38	0,11	1,20	0,67	21,74	0,82	27,55	1,05	35,62	0,00	0,00

tempo (h)	Vaz(m3/s)	Se(kg/min)	Bac 02	Bac 03	Bac 04	Bac 05	Bac 06	bac 07	bac 08	bac 09	bac 10	bac 11
Soma =	125,46		198,17	247,55	156,25	114,14	104,50	418,82	729,92	777,65	813,74	74,95
Volume =	234823,187		370927,4749	463355,42	292464,6016	213646,5126	195605,8789	783918,1876	1366219,523	1455568,647	1523119,796	140287,8289
Qp =	8,54		12,01	14,54	11,06	9,31	7,32	31,04	50,01	53,14	55,24	6,00

Bacia	Volume	Qp
1	234823,2	8,54
2	370927,5	12,01
3	463355,4	14,54
4	292464,6	11,06
5	213646,5	9,31
6	195605,9	7,32
7	783918,2	31,04
8	1366219,5	50,01
9	1455568,6	53,14
10	1523119,8	55,24
11	140287,83	6,00

0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,04	0,29	5,93	0,50	12,86	0,30	3,15	0,28	11,03	0,45	13,80	0,65	252,68	0,22	6,92	0,32	3,43	0,41	14,02	0,17	9,81	0,25	5,87
1,56	0,79	14,59	1,60	39,55	1,17	17,66	0,84	29,95	1,55	42,20	2,36	886,92	0,55	14,04	0,91	10,90	1,34	42,67	0,89	107,50	0,67	13,41
2,08	1,43	24,33	3,26	76,57	2,89	51,45	1,61	52,25	3,68	96,01	5,96	2014,32	0,95	20,85	1,68	19,93	2,87	87,20	3,48	681,27	1,21	21,14
2,60	2,18	34,13	5,29	116,21	5,34	97,51	2,50	72,75	7,11	179,76	12,70	3469,52	1,39	27,45	2,56	28,67	4,97	141,94	10,23	2162,20	1,83	28,41
3,12	3,01	43,55	7,56	154,20	8,19	144,21	3,42	88,62	11,61	279,47	23,80	4879,65	1,88	33,81	3,54	36,78	7,49	198,26	22,58	4174,79	2,51	34,84
3,64	3,87	52,24	9,99	189,09	11,24	186,44	4,24	99,28	16,63	375,21	38,59	5968,97	2,41	39,74	4,59	44,23	10,27	249,88	40,17	5953,76	3,21	40,08
4,16	4,72	59,92	12,48	220,14	14,37	223,18	4,89	105,63	21,70	457,29	54,39	6699,83	2,96	45,02	5,70	50,85	13,20	293,71	60,46	7119,11	3,85	43,96
4,68	5,50	66,35	14,93	246,80	17,47	254,31	5,35	109,06	26,61	525,39	69,09	7169,44	3,52	49,50	6,82	56,47	16,13	328,58	80,38	7769,77	4,38	46,57
5,20	6,19	71,44	17,23	268,83	20,41	279,84	5,64	110,75	31,22	582,13	82,11	7480,16	4,06	53,12	7,90	60,98	18,88	354,53	98,33	8135,32	4,78	48,19
5,72	6,75	75,24	19,30	286,33	23,07	300,03	5,82	111,52	35,45	629,97	93,52	7699,40	4,56	55,92	8,87	64,42	21,30	372,57	114,01	8364,43	5,05	49,13
6,24	7,19	77,92	21,06	299,70	25,37	315,38	5,92	111,84	39,28	670,69	103,44	7864,60	5,01	58,02	9,70	66,97	23,30	384,34	127,48	8524,83	5,22	49,65
6,76	7,50	79,72	22,49	309,55	27,27	326,62	5,98	111,97	42,68	705,58	111,97	7995,28	5,40	59,56	10,38	68,78	24,86	391,62	138,88	8645,92	5,32	49,92
7,28	6,84	67,58	21,47	274,37	26,57	301,94	5,11	86,17	42,81	670,67	112,19	6805,75	5,12	48,43	9,82	59,33	24,04	345,53	141,34	7875,49	4,64	38,54
7,80	6,00	56,01	19,55	233,77	24,53	262,47	4,14	62,75	40,70	607,68	106,56	5464,34	4,72	40,07	8,97	49,27	22,07	289,21	135,89	6589,93	3,91	29,47
8,32	5,18	46,27	17,48	197,30	22,11	223,11	3,29	45,12	37,68	539,71	97,93	4327,06	4,31	33,41	8,08	40,93	19,77	237,22	125,92	5306,28	3,25	22,60
8,84	4,45	38,15	15,48	166,15	19,69	188,49	2,60	32,40	34,49	477,52	88,45	3438,82	3,90	27,88	7,22	34,09	17,48	193,26	114,30	4236,01	2,68	17,35
9,36	3,80	31,40	13,63	139,73	17,42	158,97	2,05	23,29	31,42	423,76	79,29	2762,02	3,51	23,22	6,42	28,39	15,36	157,11	102,67	3399,41	2,20	13,30
9,88	3,23	25,78	11,94	117,35	15,33	133,97	1,60	16,74	28,58	377,91	70,88	2248,57	3,14	19,32	5,67	23,63	13,42	127,60	91,78	2757,33	1,80	10,17
10,40	2,74	21,12	10,42	98,43	13,44	112,80	1,25	12,01	26,00	338,68	63,33	1856,73	2,80	16,05	4,99	19,64	11,69	103,55	81,90	2264,39	1,47	7,76
10,92	2,32	17,26	9,07	82,43	11,75	94,90	0,97	8,59	23,65	304,81	56,61	1554,10	2,48	13,31	4,38	16,30	10,15	83,95	73,05	1882,80	1,19	5,90
11,44	1,96	14,07	7,87	68,93	10,24	79,76	0,75	6,11	21,54	275,30	50,65	1316,88	2,20	11,03	3,83	13,52	8,78	67,98	65,16	1583,87	0,96	4,46
11,96	1,64	11,44	6,81	57,55	8,91	66,96	0,57	4,32	19,64	249,34	45,37	1128,04	1,94	9,12	3,34	11,19	7,58	54,97	58,16	1346,55	0,77	3,35
12,48	1,38	9,27	5,88	47,97	7,73	56,15	0,43	3,03	17,93	226,32	40,69	975,37	1,71	7,53	2,90	9,25	6,53	44,37	51,95	1155,56	0,61	2,50
13,00	1,15	7,48	5,06	39,90	6,69	47,03	0,33	2,10	16,39	205,77	36,53	850,12	1,50	6,20	2,52	7,64	5,61	35,74	46,44	999,81	0,48	1,85
13,52	0,95	6,01	4,34	33,11	5,77	39,32	0,24	1,44	14,98	187,30	32,84	745,89	1,31	5,10	2,18	6,29	4,80	28,72	41,54	871,18	0,38	1,36
14,04	0,79	4,80	3,72	27,41	4,97	32,83	0,17	0,97	13,71	170,63	29,55	658,00	1,14	4,18	1,88	5,17	4,10	23,01	37,20	763,66	0,29	0,98
14,56	0,65	3,82	3,17	22,63	4,26	27,36	0,13	0,65	12,55	155,52	26,62	582,96	0,99	3,42	1,61	4,24	3,49	18,39	33,33	672,77	0,22	0,70
15,08	0,53	3,02	2,69	18,62	3,65	22,75	0,09	0,43	11,49	141,79	24,00	518,22	0,86	2,79	1,38	3,47	2,96	14,65	29,88	595,15	0,17	0,50
15,60	0,43	2,36	2,28	15,27	3,11	18,87	0,06	0,28	10,53	129,27	21,65	461,84	0,75	2,27	1,18	2,84	2,50	11,64	26,81	528,25	0,12	0,34
16,12	0,35	1,84	1,92	12,48	2,64	15,62	0,04	0,18	9,64	117,84	19,54	412,39	0,64	1,84	1,00	2,31	2,10	9,21	24,07	470,16	0,09	0,23
16,64	0,28	1,42	1,61	10,15	2,24	12,90	0,03	0,11	8,82	107,39	17,65	368,76	0,55	1,49	0,85	1,88	1,76	7,27	21,61	419,37	0,06	0,16
17,16	0,22	1,08	1,34	8,22	1,88	10,62	0,02	0,07	8,07	97,84	15,94	330,10	0,47	1,20	0,71	1,52	1,46	5,73	19,42	374,74	0,04	0,10
17,68	0,17	0,82	1,11	6,62	1,58	8,71	0,01	0,04	7,39	89,09	14,40	295,74	0,40	0,97	0,60	1,23	1,21	4,50	17,45	335,36	0,03	0,07
18,20	0,13	0,61	0,91	5,31	1,31	7,13	0,01	0,02	6,75	81,08	13,01	265,14	0,34	0,78	0,50	0,99	1,00	3,52	15,69	300,49	0,02	0,04
18,72	0,10	0,45	0,74	4,23	1,09	5,81	0,00	0,01	6,17	73,75	11,76	237,85	0,29	0,62	0,41	0,80	0,82	2,76	14,11	269,56	0,01	0,03
19,24	0,08	0,33	0,60	3,35	0,90	4,72	0,00	0,01	5,64	67,04	10,63	213,47	0,24	0,49	0,34	0,64	0,67	2,15	12,70	242,05	0,01	0,02
19,76	0,06	0,24	0,48	2,63	0,73	3,82	0,00	0,00	5,15	60,90	9,60	191,68	0,20	0,39	0,28	0,51	0,55	1,68	11,43	217,56	0,00	0,01
20,28	0,04	0,17	0,38	2,05	0,59	3,07	0,00	0,00	4,70	55,27	8,68	172,19	0,17	0,31	0,23	0,41	0,44	1,31	10,29	195,72	0,00	0,01
20,80	0,03	0,12	0,30	1,59	0,48	2,46	0,00	0,00	4,28	50,13	7,84	154,74	0,14	0,25	0,19	0,32	0,36	1,02	9,27	176,22	0,00	0,00
21,32	0,02	0,08	0,24	1,22	0,38	1,96	0,00	0,00	3,90	45,42	7,09	139,11	0,12	0,19	0,15	0,26	0,29	0,79	8,36	158,80	0,00	0,00
21,84	0,01	0,06	0,18	0,93	0,30	1,56	0,00	0,00	3,56	41,12	6,40	125,10	0,10	0,15	0,12	0,20	0,23	0,62	7,53	143,20	0,00	0,00
22,36	0,01	0,04	0,14	0,71	0,24	1,23	0,00	0,00	3,24	37,19	5,79	112,53	0,08	0,12	0,10	0,16	0,18	0,48	6,80	129,24	0,00	0,00
22,88	0,01	0,03	0,11	0,53	0,18	0,96	0,00	0,00	2,95	33,60	5,23	101,26	0,06	0,09	0,08	0,12	0,15	0,37	6,14	116,71	0,00	0,00
23,40	0,00	0,02	0,08	0,40	0,14	0,74	0,00	0,00	2,68	30,32	4,72	91,13	0,05	0,07	0,06	0,10	0,12	0,29	5,54	105,47	0,00	0,00
23,92	0,00	0,01	0,06	0,29	0,11	0,57	0,00	0,00	2,44	27,33	4,27	82,03	0,04	0,05	0,05	0,07	0,09	0,22	5,01	95,37	0,00	0,00
tempo (h)	Va(m3/s)	Se(kg/min)	Bac 13		Bac 14		Bac 15		Bac 16	Bac 17		bac 18		bac 19		bac 20		bac 21		bac 222		

Bacia	Volume	Qp
12	177749,2	7,50
13	574146,2	22,49
14	707611,2	27,27
15	131738,3	5,98
16	1361597,1	42,81
17	3264819,1	112,19
18	148272,5	5,40
19	271427,4	10,38
20	630403,8	24,86
21	4023865,7	141,34
22	119214,7	5,32

2,60	2,57	31,11	3,61	57,91	2,07	6,63	1,57	38,66	1,55	0,94	3,68	34,62	2,36	27,79	1,88	16,81	1,07	12,91	3,73	28,66	3,56	30,40
3,12	3,59	40,08	4,99	74,26	2,74	8,44	2,12	46,15	2,07	1,13	5,26	44,91	7,56	333,08	2,52	20,51	2,22	27,17	5,28	37,25	6,19	52,19
3,64	4,53	46,95	6,49	89,01	3,38	10,13	2,65	51,27	2,55	1,27	6,74	51,98	22,61	1707,56	3,11	23,61	5,48	118,86	6,91	44,52	10,41	113,41
4,16	5,35	51,91	8,05	101,52	4,00	11,71	3,13	54,39	2,96	1,38	8,02	56,31	48,78	4222,00	3,63	26,04	16,43	820,86	8,52	50,19	20,33	552,99
4,68	6,00	55,21	9,59	111,40	4,62	13,15	3,52	56,10	3,30	1,45	9,05	58,64	79,68	6690,33	4,04	27,81	43,15	3012,43	9,99	54,27	44,39	2290,84
5,20	6,49	57,21	10,99	118,63	5,23	14,42	3,83	56,95	3,56	1,49	9,83	59,73	109,36	8276,83	4,36	29,02	80,75	5964,82	11,24	56,99	82,49	5213,95
5,72	6,83	58,31	12,18	123,57	5,82	15,48	4,06	57,33	3,74	1,52	10,38	60,12	135,15	9016,96	4,58	29,79	117,01	8222,74	12,24	58,69	122,03	7803,70
6,24	7,06	58,88	13,11	126,73	6,37	16,32	4,22	57,48	3,85	1,53	10,75	60,19	156,58	9276,44	4,73	30,25	146,84	9398,37	12,98	59,69	155,07	9298,89
6,76	7,19	59,15	13,80	128,65	6,85	16,95	4,32	57,52	3,92	1,54	10,99	60,13	174,07	9340,53	4,82	30,52	170,34	9817,45	13,50	60,25	180,88	9898,58
7,28	6,34	48,92	12,81	107,93	6,40	14,82	3,77	42,40	3,38	1,17	9,80	49,86	182,73	9053,01	4,16	23,76	185,13	9711,46	12,43	50,37	196,43	9866,31
7,80	5,27	37,93	11,41	87,72	5,79	12,69	3,16	30,36	2,78	0,87	8,24	37,56	181,17	8301,49	3,44	18,40	189,90	9188,09	10,90	40,18	201,34	9384,09
8,32	4,31	28,99	10,01	70,81	5,18	10,82	2,63	21,71	2,27	0,65	6,80	27,47	171,79	7215,10	2,82	14,35	185,52	8326,23	9,37	31,59	196,85	8557,45
8,84	3,51	22,18	8,70	57,05	4,61	9,21	2,18	15,53	1,85	0,49	5,58	19,99	158,19	6034,24	2,30	11,22	174,80	7262,94	7,99	24,77	185,74	7518,45
9,36	2,84	17,02	7,53	45,89	4,09	7,82	1,80	11,11	1,50	0,37	4,56	14,55	143,18	4942,15	1,87	8,78	160,80	6155,35	6,78	19,41	171,08	6416,26
9,88	2,31	13,10	6,48	36,85	3,62	6,63	1,48	7,93	1,21	0,28	3,72	10,60	128,37	4020,22	1,52	6,86	145,79	5122,78	5,72	15,21	155,26	5370,47
10,40	1,87	10,08	5,55	29,52	3,19	5,60	1,21	5,64	0,98	0,22	3,03	7,72	114,56	3278,18	1,23	5,35	131,10	4227,17	4,82	11,91	139,70	4449,25
10,92	1,51	7,77	4,74	23,60	2,81	4,72	0,99	3,99	0,79	0,16	2,47	5,62	102,04	2693,19	0,99	4,16	117,40	3484,25	4,04	9,32	125,15	3675,56
11,44	1,21	5,98	4,03	18,81	2,46	3,97	0,81	2,80	0,64	0,12	2,00	4,07	90,83	2234,26	0,80	3,23	104,93	2883,19	3,38	7,28	111,90	3043,91
11,96	0,98	4,60	3,42	14,94	2,16	3,34	0,66	1,95	0,51	0,09	1,62	2,95	80,87	1872,81	0,64	2,49	93,75	2402,40	2,82	5,67	99,99	2535,62
12,48	0,78	3,53	2,89	11,83	1,88	2,79	0,53	1,34	0,41	0,07	1,30	2,12	72,05	1585,76	0,51	1,91	83,77	2018,67	2,34	4,41	89,37	2128,57
13,00	0,62	2,70	2,43	9,32	1,64	2,33	0,43	0,91	0,32	0,05	1,05	1,52	64,24	1355,44	0,41	1,46	74,91	1711,35	1,93	3,41	79,94	1802,10
13,52	0,50	2,06	2,04	7,30	1,43	1,94	0,34	0,61	0,25	0,04	0,84	1,08	57,34	1168,57	0,32	1,10	67,04	1463,54	1,59	2,63	71,57	1538,82
14,04	0,39	1,56	1,69	5,69	1,24	1,61	0,27	0,41	0,20	0,03	0,66	0,76	51,22	1015,25	0,25	0,83	60,06	1261,99	1,30	2,01	64,14	1324,88
14,56	0,31	1,18	1,40	4,40	1,07	1,33	0,22	0,27	0,15	0,02	0,53	0,53	45,81	888,09	0,20	0,62	53,87	1096,52	1,06	1,54	57,55	1149,48
15,08	0,24	0,89	1,15	3,38	0,92	1,10	0,17	0,17	0,12	0,02	0,41	0,37	41,01	781,53	0,15	0,45	48,36	959,36	0,85	1,16	51,69	1004,36
15,60	0,18	0,66	0,94	2,58	0,79	0,90	0,13	0,11	0,09	0,01	0,32	0,26	36,75	691,36	0,12	0,33	43,47	844,61	0,68	0,88	46,49	883,18
16,12	0,14	0,49	0,76	1,95	0,68	0,73	0,10	0,07	0,07	0,01	0,25	0,18	32,96	614,37	0,09	0,23	39,11	747,73	0,54	0,65	41,86	781,09
16,64	0,10	0,36	0,61	1,46	0,57	0,59	0,08	0,05	0,05	0,01	0,19	0,12	29,59	548,10	0,06	0,17	35,23	665,23	0,42	0,48	37,73	694,33
17,16	0,08	0,26	0,48	1,08	0,48	0,48	0,06	0,03	0,03	0,00	0,14	0,08	26,59	490,64	0,05	0,12	31,77	594,43	0,33	0,36	34,05	620,04
17,68	0,05	0,19	0,38	0,79	0,41	0,38	0,04	0,02	0,02	0,00	0,11	0,06	23,92	440,49	0,03	0,08	28,68	533,22	0,25	0,26	30,77	555,94
18,20	0,04	0,13	0,29	0,57	0,34	0,30	0,03	0,01	0,02	0,00	0,08	0,04	21,54	396,46	0,02	0,05	25,92	479,96	0,19	0,19	27,83	500,26
18,72	0,03	0,09	0,23	0,41	0,28	0,24	0,02	0,01	0,01	0,00	0,06	0,03	19,41	357,63	0,02	0,04	23,45	433,33	0,14	0,13	25,21	451,59
19,24	0,02	0,06	0,17	0,29	0,23	0,19	0,02	0,00	0,01	0,00	0,04	0,02	17,50	323,24	0,01	0,02	21,24	392,29	0,11	0,09	22,86	408,83
19,76	0,01	0,04	0,13	0,21	0,18	0,15	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	15,80	292,68	0,01	0,01	19,26	356,00	0,08	0,07	20,75	371,05
20,28	0,01	0,03	0,09	0,14	0,15	0,11	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	14,28	265,44	0,00	0,01	17,48	323,77	0,05	0,05	18,86	337,55
20,80	0,00	0,02	0,07	0,10	0,12	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	12,92	241,10	0,00	0,01	15,88	295,04	0,04	0,03	17,16	307,71
21,32	0,00	0,01	0,05	0,07	0,09	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	11,70	219,30	0,00	0,00	14,45	269,35	0,03	0,02	15,63	281,04
21,84	0,00	0,01	0,03	0,04	0,07	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	10,60	199,73	0,00	0,00	13,16	246,31	0,02	0,01	14,26	257,13
22,36	0,00	0,00	0,02	0,03	0,05	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,62	182,14	0,00	0,00	12,00	225,59	0,01	0,01	13,02	235,63
22,88	0,00	0,00	0,02	0,02	0,04	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,74	166,29	0,00	0,00	10,95	206,91	0,01	0,01	11,90	216,25
23,40	0,00	0,00	0,01	0,01	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,94	151,99	0,00	0,00	10,01	190,04	0,01	0,00	10,89	198,75
23,92	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,23	139,06	0,00	0,00	9,15	174,77	0,00	0,00	9,97	182,91

tempo (h)	Va(m3/s)	Se(kg/min)	bac 24	bac 25	bac 26	bac 27	bac 28	bac 29	bac 30	bac 31	bac 32	bac 33
Soma =	85,62		177,51	96,59	52,40	46,96	131,90	2730,05	57,88	2832,46	168,57	3024,62
Volume =	160261,7147		332250,9069	180798,44	98074,84575	87903,70745	246880,3266	5109967,014	108345,3035	5301659,958	315511,3877	5661327,998
Qp =	7,19		13,80	6,85	4,32	3,92	10,99	182,73	4,82	189,90	13,50	201,34

Bacia	Volume	Qp
23	160261,7	7,19
24	332250,9	13,80
25	180798,4	6,85
26	98074,8	4,32
27	87903,7	3,92
28	246880,3	10,99
29	5109967,0	182,73
30	108345,3	4,82
31	5301660,0	189,90
32	315511,4	13,50
33	5661328,0	201,34