



## IV-011 - HIDROSSEDIMENTAÇÃO DA BACIA DO RIO PEQUENO MUNICÍPIO DE SINIMBU - RS

**Carlos Roberto dos Santos<sup>(1)</sup>**

Graduando em Engenharia Ambiental na Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC/RS). Técnico Agrícola formado no Centro Federal de Educação Tecnológica de Bento Gonçalves (CEFET-BG/RS).

**Dionei Minuzzi Delevati<sup>(2)</sup>**

Professor do Departamento de Engenharia, Arquitetura e Ciências Agrárias da UNISC, e vice-presidente do Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo. Atua nas áreas de gestão ambiental e de recursos hídricos.

**Juliano Pinto Urach<sup>(3)</sup>**

Formação em Engenheiro Ambiental, pela Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC/RS). Perito Judicial Ambiental, formado pela Fundação Conesul de Desenvolvimento (CONESUL/RS).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Antonio Batista da Silva Filho, 80 - Maieron - Sobradinho - RS - CEP: 96900-000 - Brasil - Tel: (51) 3742-1653 - e-mail: [carlosunisc@yahoo.com.br](mailto:carlosunisc@yahoo.com.br)

**Endereço<sup>(2)</sup>:** Av. Independência, 2293, Bloco 1, Sala 105B, Bairro Universitário, Santa Cruz do Sul – RS, CEP 96815-900. Telefone (51) 3717 7460. Fax. (51) 3717 7470. E-mail: [dionei@unisc.br](mailto:dionei@unisc.br).

**Endereço<sup>(3)</sup>:** Rua, Tiradentes, Ed. 109, Apt. 301, Centro, Santa Cruz do Sul – RS, CEP 96815-140. Telefone (51) 9619-4643. E-mail: [juli39774@yahoo.com.br](mailto:juli39774@yahoo.com.br).

### RESUMO

Este trabalho que teve durabilidade de aproximadamente 30 dias, foi dividido em cinco coletas, cada coleta feita semanalmente, o ponto de coleta demarcado por GPS (latitude: 29°30'47'' S e longitude: 52°31'35'' W) situa-se na bacia do Rio Pequeno, que se caracteriza por ser uma sub-bacia do Rio Pardo. O Rio Pequeno tem sua nascente no município de Boqueirão do Leão (RS) e se estende até a cidade de Sinimbu - RS, sua área de drenagem é 243.615 km<sup>2</sup> com densidade de drenagem de 1,277 km/km<sup>2</sup> o mesmo possui as coordenadas geográficas latitudinais 29°14'20'' a 29°32'19'' S e longitudinais 52°32'37'' a 52° 23'13'' W. Tem como objetivo geral Monitorar a sub-bacia hidrográfica do Rio Pequeno, e analisar o seu comportamento durante o mês de Maio e a primeira semana de Junho de 2007, utilizando método de medição de vazão e coleta da água para se obter resultado sobre a produção de sedimentos; e específicos Pesquisar e monitorar a bacia do Rio Pequeno para fins de estudo, tal como o transporte de carga de sedimentos ao longo do rio; Analisar parâmetros de qualidade da água como a turbidez, sólidos totais, sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos totais, sólidos totais dissolvidos, fósforo e nitratos após a coleta de amostragem; Analisar a relação entre a produção de sedimentos e vazão do rio. Considerando os resultados do projeto, constatou-se que o fósforo apresentou resultados fora dos parâmetros estabelecidos pela Resolução nº 357 do CONAMA, para as demais análises, todas ficaram com seus índices adequados para águas de classe 1 – doces. Porém é interessante ressaltar que no período da realização do projeto, os meses de maio e junho de 2007, não são épocas predominantes de plantio, no caso a do fumo, pois é a principal cultura da região. Analisando os cálculos estimados da erosão da bacia, ressalta-se que é preciso no mínimo 10 anos de coleta de dados e monitoramento da bacia, pois antes disso poderá ter variações semanais, mensais e anuais, comprometendo a estimativa dos cálculos. Sendo que independente dos resultados, os objetivos do trabalho foram alcançados com êxito, já que a proposta inicial foi realizada e concluída dentro do prazo determinado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Hidrossedimentação, bacia hidrográfica, uso do solo

### 1 INTRODUÇÃO

Aproximadamente 71% da superfície da Terra é ocupada pela água. No entanto, apenas uma pequena parte dela encontra-se potencialmente disponível para consumo, já que 95,5% são águas salgadas e 2,2% estão imobilizados nas calotas polares e geleiras. Restam, portanto, 2,3% de água doce utilizável, incluindo lagos, cursos d'água e atmosfera, mas sobre tudo água do solo e subsolo (FUNASA, 2006).

No que se refere ao nível de consumo mundial, praticamente 75% da água são utilizados na agricultura; a indústria e a mineração utilizam 21% e somente 4% são utilizados para o consumo doméstico nas cidades.



Nos últimos 60 anos, a população mundial dobrou, enquanto que o consumo de água multiplicou-se por sete (VASCONCELOS et al., 2004).

Segundo Vasconcelos (2004), o Brasil é um país parcialmente privilegiado em recursos hídricos, possuindo 14% da reserva de água doce do mundo. No entanto, apesar dessa vantagem em relação à maioria dos países, essa água doce não está igualmente distribuída no território brasileiro: do total disponível, 80% encontram-se na Amazônia, que, apesar de conter uma das mais extensas redes fluviais do mundo, é a região menos habitada do país. As demais regiões, que concentram a grande maioria da população brasileira, dividem os 20% restantes.

A exploração desordenada dos recursos naturais, o uso inadequado dos solos, o desmatamento irracional e o uso indiscriminado de fertilizantes, corretivos e agrotóxicos vêm provocando, inúmeros problemas ambientais, principalmente em áreas de nascentes e ribeirinhas, alterando a qualidade e quantidade de água drenada pela bacia hidrográfica.

A quantidade e qualidade de água numa bacia hidrográfica podem ser alteradas por diversos fatores, destacando-se a declividade, o tipo de solo e o uso da terra, principalmente das áreas de recarga, pois influenciam no armazenamento da água subterrânea e no regime da nascente e dos cursos d'água. Assim, faz-se necessário o estudo das interações dos recursos e das ações antrópicas na bacia hidrográfica uma vez que a conservação da água não pode ser conseguida independentemente da conservação dos outros recursos naturais (PINTO et al., 2004).

O solo é um recurso natural, renovável encontrado em diferentes posições na paisagem, formado pela ação humana. A diversidade geológica, climática e de relevo no Estado do Rio Grande do Sul originou-se uma grande variedade de tipos de solos, em variações a curta distância decorrem dos defeitos; do relevo condicionando os fluxos de água superficial (efeito erosivo) e subsuperficial (lixiviação, drenagem e oxirredução) e por ação humana através do manejo (STRECK et al., 2002).

Dentro deste contexto, este trabalho que teve durabilidade de aproximadamente 30 dias, foi dividido em cinco coletas, cada coleta feita semanalmente, o ponto de coleta demarcado por GPS (latitude: 29°30'47'' S e longitude: 52°31'35'' W) situa-se na bacia do Rio Pequeno, que se caracteriza por ser uma sub-bacia do Rio Pardinho.

O Rio Pequeno tem sua nascente no município de Boqueirão do Leão (RS) e se estende até a cidade de Sinimbu - RS, sua área de drenagem é 243.615 km<sup>2</sup> com densidade de drenagem de 1,277 km/km<sup>2</sup> o mesmo possui as coordenadas geográficas latitudinais 29°14'20'' a 29°32'19'' S e longitudinais 52°32'37'' a 52°23'13'' W.

## **2 JUSTIFICATIVA**

Ao promover alguma forma de desenvolvimento pra região, a sociedade humana seja em áreas rurais ou urbanas, deixam de lado o meio ambiente, tal como controle da qualidade das águas do nosso planeta, fundamental para forma de vida a todos os seres vivos na terra, a água é usada direta e indiretamente no dia-a-dia de todos os seres vivos como uma forma de vida, as áreas rurais e urbanas, possíveis causadoras de impactos ambientais, são visto no mau uso do solo e da água, com conseqüências disso freqüentemente notícias, como desmatamentos, erosão, poluição e contaminações de lençóis freáticos e dos demais corpos d'água além de acúmulo de matérias tóxicas e ou nocivos à saúde humana e aos demais seres vivos que compõem a comunidade biótica do ecossistema.

As principais causas da degradação também podem ser por: desmatamentos das áreas de preservação permanentes (topos de morros, nascentes e margens dos cursos hídricos); a falta de conservação dos solos nas bacias, erosões, assoreamentos, expansão e drenagem urbana; extração mineral; fontes poluidoras (difusas e pontuais); a falta de conscientização da população e do descumprimento da Legislação Ambiental em vigor.

Em algumas bacias, é necessário preservar a floresta natural e reflorestar aqueles locais em que a floresta foi devastada. Há legislação Estadual e Federal sobre esses aspectos, em projetos de ocupação de solo, determina-se uma porcentagem da área para ser florestada.



A deterioração dos cursos hídricos representa o comprometimento qualitativo e quantitativo das águas destinadas ao tratamento para o abastecimento público ou irrigação, além de afetar outros usuários das águas nas bacias hidrográficas, há um aumento dos custos operacionais nos sistemas de captação e tratamento.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 Geral

Monitorar a sub-bacia hidrográfica do Rio Pequeno, e analisar o seu comportamento durante o mês de Maio e a primeira semana de Junho de 2007, utilizando método de medição de vazão e coleta da água para se obter resultado sobre a produção de sedimentos.

#### 3.2 Específicos

- a) Pesquisar e monitorar a bacia do Rio Pequeno para fins de estudo, tal como o transporte de carga de sedimentos ao longo do rio.
- b) Analisar parâmetros de qualidade da água como a turbidez, sólidos totais, sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos totais, sólidos totais dissolvidos, fósforo e nitratos após a coleta de amostragem.
- c) Analisar a relação entre a produção de sedimentos e vazão do rio.

### 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O Brasil é um país rico em recursos hídricos e na maioria das propriedades rurais existem nascentes, essas nascentes são pontos de afloramento da água subterrânea na superfície do solo, a qual pode ter um regime de escoamento perene, intermitente ou até mesmo efêmero, refletindo de forma clara, os efeitos do manejo praticado em sua área de recarga associado ao regime pluvial e a evaporação da água. Constituem-se geralmente no início dos drenos naturais e o seu entorno dentro de um raio de 50 metros considerado área de preservação permanente, distância estabelecida pelo Código Florestal de 1965.

Segundo o Código Florestal Brasileiro (Lei Federal 4.771/65), as áreas de preservação permanente (APPs), são áreas com funções específicas de proteção aos cursos d'água, lagoas, lagos ou reservatórios, naturais ou artificiais, nascentes, topos de morro, montes, montanhas e serras, encostas com declividade superior a 45%, bordas de tabuleiros ou chapadas, em altitudes superiores a 1.800 metros.

É vedada a intervenção ou supressão de vegetação em APPs, salvo nos casos de utilidade pública dispostos no inciso I do art 2 da Resolução CONAMA 369/2006, e para acesso de pessoas e animais para obtenção de água, nos termos do § 7o, do art 4o, da Lei no 4.771, de 15 de setembro de 1965

#### 4.1 Conceito de bacia hidrográfica

A noção de bacia hidrográfica aparece na França em 1644 quando L. Coulon descreve os rios franceses e relaciona com o relevo. Em 1752 Philippe Buache observa que há uma ligação forte entre o relevo montanhoso de uma região e seus rios, como se fosse um negativo do outro. Em 1762 o autor define bacia hidrográfica como "o conjunto de todas as vertentes de água que se reúnem em um rio" e traça o divisor de águas sobre os mapas.

O movimento das placas continentais e as correntes marinhas, são responsáveis pela formação dos rios e relevos, concedendo à erosão hídrica e eólica um papel secundário de retoque. Bravard e Petit (1997) também citam J. Darcet como o primeiro a reconhecer a importância da erosão hídrica em formação do relevo e rios, as águas percorrem este caminho porque elas o encontraram aberto anteriormente; foram elas mesmas que escoando pouco a pouco desde o alto do relevo abriram as paisagens no relevo: e/ou abriram desde a antiguidade e continuam a abrir caminho ainda no. v dia. v atuais.

Hoje a bacia hidrográfica é amplamente conhecida, o conceito atual é que a bacia hidrográfica compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar um leito único no exutório.



Segundo Bravard e Petit, (1997), a definição espacial de uma bacia hidrográfica depende da área de contribuição ao escoamento da bacia. Esta área é delimitada pelo divisor de águas, que é traçado em função do relevo superficial, quando se trata de escoamento superficial. O escoamento subterrâneo de uma bacia depende do relevo superficial, mas também é influenciado pela geologia, ficando muitas vezes difícil de estabelecermos o divisor de águas com precisão

#### 4.1.1 Elementos de uma bacia hidrográfica

Uma bacia hidrográfica é composta por vários elementos, dependendo da formação do observador o enfoque será dado a distintos elementos, o geógrafo dará mais atenção à paisagem ao relevo, divisor de águas e talvegue. O geólogo às rochas das quais derivam o solo, que por sua vez é mais observado e estudado pelo agrônomo. Já o biólogo se atentarà à vegetação e a fauna da bacia. O engenheiro dará mais atenção ao rio preocupado com a quantidade e a qualidade da água, assoreamento e aproveitamento energético. Apesar de existir uma visão separada dos diversos elementos que compõe a bacia, ela é única e todos esses elementos atuam de forma integrada. Uma alteração em um desses elementos causará uma interferência na bacia (BRAVARD E PETIT, 1997).

#### 4.1.2 Bacia hidrográfica e uso do solo

Uma bacia hidrográfica pode ser urbana ou rural, em uma bacia urbana teremos casas, edifícios, ruas asfaltadas, calçadas impermeabilizadas, zona comercial como shopping center, zona industrial, parques, praças, eventualmente rios que passam dentro da cidade com pontes. Dependendo do uso do solo na bacia, há vários fatores que são afetados. Mesmo em diferentes bacias rurais, há grandes diferenças nestes fatores depende do uso do solo, corno tipo de cultura cultivada, tipo de preparo do solo, localização das estradas etc (SCHIAVETTI, 2002).

#### 4.1.3 Drenagem da bacia

Segundo Schiavetti (2002), em uma bacia rural tem-se uma área impermeabilizada bem menor pelo menor número de residências, e pela grande área com uso de agricultura e pecuária, além de florestas, açudes, etc. Consequentemente após uma chuva o escoamento superficial é muito menor nas bacias rurais do que nas bacias urbanas, havendo uma maior infiltração da água da chuva no solo onde há agricultura, pecuária e floresta. Esta água também contribui para a formação do rio, mas ela primeiro infiltra e contribui para o escoamento de base do rio, levando um maior tempo que no caso de bacias urbanas, onde ocorrem mais cheias.

#### 4.2 Rio

Rio é um curso de água natural que se desloca de nível mais alto para o mais baixo, aumentando progressivamente (em largura e vazão) até desaguar no mar, num lago ou em outro rio. Esse aumento progressivo de largura e vazão se dá na grande maioria dos casos, mas eventualmente pode ocorrer um estrangulamento de uma seção transversal de montante para jusante e até uma diminuição de vazão, um exemplo é no caso de regiões muito planas (SILVA, 2003-2004).

Segundo Silva (2003-2004) em épocas de cheia quando ocorre extravasamento da vazão em um ponto acontecem grandes inundações e dentro do rio em um ponto a jusante a vazão toma-se menor que no ponto onde houve o extravasamento, pois a água parte da água que deveria estar dentro da calha do rio foi desviada de seu curso. Outro exemplo de diminuição da vazão é quando em alguns pontos do rio ocorrem infiltração e percolação da água devido a fraturas geológicas, a água que se esperava contribuir para o ponto mais a jusante do rio não chega até lá devido a essa percolação.

A água chega até o rio através de escoamento superficial, subsuperficial ou subterrâneo. A água pode escoar superficialmente no solo até chegar o rio se a taxa de precipitação é menor que a capacidade de infiltração de água no solo. A água da chuva também pode infiltrar-se até encontrar uma camada de solo menos permeável, como a argila ou uma rocha e pode ocorrer o escoamento subsuperficial chegando até a calha do rio, a água da chuva que infiltrou até o lençol freático também contribui para a vazão.

A disponibilidade hídrica do rio é medida através da vazão de um rio, ou seja, o volume de água que passa em uma seção transversal de um rio em determinado ponto a vazão dos rios é medida de várias formas das mais simples as mais sofisticadas. No país o órgão que é responsável pela medição de vazão, consistência de dados



e armazenamento dos dados é a Agência Nacional da Água (ANA). Em geral os dados disponíveis correspondem a rios de grande e médio porte, já para os pequenos rios é necessário medir a vazão ou trabalhar-se com regionalização de vazões.

A fisionomia que um rio exibe ao longo de seu curso é descrita como retilínea anastomosada<sup>1</sup> e meândrica<sup>2</sup>, constituindo o chamado padrão de canais. Essa geometria do sistema fluvial resulta do ajuste do canal à sua seção transversal e reflete o inter-relacionamento entre as variáveis: descarga líquida, carga sedimentar, declive, largura, profundidade do canal, velocidade do fluxo, rugosidade do leito (Guerra e Cunha, 1989).

A calha de um rio é o local por onde o rio escoar, é o eixo de drenagem da bacia, e é delimitada pela margem esquerda e direita do rio. A margem direita é aquela que quando estamos posicionados no sentido montante - jusante (sentido de escoamento do rio) está localizada a nossa direita. E a esquerda, aquela que está localizada a nossa esquerda. A forma da calha do rio pode ser parabólica, triangular ou retangular. A calha pode ser encaixada ou não encaixada uma calha é denominada encaixada quando as margens são bem delimitadas.

A largura da calha varia ao longo do rio, começando com rios estreitos e aumentando de tamanho conforme aumenta o aporte de água ao rio. A profundidade da calha do rio é a profundidade de suas margens e aumenta também em direção jusante, mas menos que a largura (BRAVARD E PETIT, 1997).

#### 4.2.1 Divisor de águas

Quando se observa o mapa topográfico e hidrográfico de uma região, podem-se delimitar as bacias hidrográficas correspondentes aos pontos considerados no rio. Essa delimitação corresponde ao divisor de águas ou divisor topográfico. Observando-se o mapa podemos localizar a cabeceira das bacias, a região da planície aluvial, a calha do rio, a mata ciliar o divisor de águas é uma linha imaginária que delimita a bacia hidrográfica de determinado rio ou trecho do rio. A água da chuva que cai entre o divisor de águas da bacia e o rio é escoada superficialmente ou subsuperficialmente ou profundamente para formar o rio desta bacia (MATTOS, 1975).

Segundo Mattos (1975), a água da chuva que cair fora deste divisor de águas, vai contribuir para a formação de outro rio de outra bacia. Este divisor de águas é definido pelo relevo da bacia, geralmente o divisor de águas fica na parte mais alta da bacia, mas podem ter cotas mais altas no interior da bacia, como montanhas, por exemplo. Esta delimitação da área de drenagem da bacia é feita através do mapa do relevo da bacia com suas respectivas curvas de nível (pontos de igual cota) e com o mapa da rede de drenagem. Existem métodos manuais e automáticos para realizar esta tarefa.

#### 4.2.2 Poluição física nos rios

Os sedimentos provenientes da bacia hidrográfica que chegam ao rio e ficam em suspensão causam uma poluição física no rio devido a maior turbidez da água, que pode prejudicar a flora e fauna aquática que necessitam de luz para viver. Além disso, os sedimentos que são depositados no fundo do rio causam problemas de assoreamento do rio, diminuindo sua área útil, podendo causar extravasamento da calha e enchentes. Um exemplo deste problema é o caso do arroio Dilúvio em Porto Alegre, que é dragado frequentemente, anualmente são retirados 35 mil metros cúbicos de material sólido (sedimentos), o que equivale a 5.000 viagens de caminhões caçamba (GRASSO, 1999).

Segundo Grasso (1999), assoreamento também prejudica o transporte fluvial, pois diminui o calado, profundidade entre o casco das embarcações e o fundo do rio, podendo haver danos às embarcações; sendo necessárias dragagens periódicas para a remoção destes sedimentos, que representa um custo de manutenção das vias marítimas bastante altas. Os sedimentos que se deslocam em suspensão e por arraste no fundo do rio podem vir a ser depositados, nos reservatórios de barragens causando assoreamento, prejudicando a área útil destes.

<sup>1</sup> O rio corre por vários canais que se abrem em dois ou mais e confluem mais adiante com os mesmos ou com outros canais, ([www.unb.br/ig/glossário](http://www.unb.br/ig/glossário)).

<sup>2</sup> Como um rio que vai para cá e para lá, hesitando em seu caminho, buscando a inclinação mais agradável, ([www.unb.br/ig/glossário](http://www.unb.br/ig/glossário)).



#### 4.2.3 Poluição química nos rios

Em bacias rurais os sedimentos a qual chegam aos rios, açudes, lagos e reservatórios podem carregar consigo material químico proveniente de áreas agrícolas como agrotóxicos. Esses poluentes são adsorvidos em torno das partículas e são transportados juntamente com elas, causando uma poluição química nos corpos da água (GRASSO, 1999).

#### 4.3 Relevo

As partes mais altas da bacia são chamadas de cabeceira da bacia e geralmente são planas. Justamente devido a esse relevo plano a água tem facilidade de infiltrar-se no perfil do solo, formando solos bem desenvolvidos e profundos, dentro desse grupo de solos podemos destacar os latossolos e os argissolos, a Tabela 01 apresenta as principais classes de solo identificadas no Rio Grande do Sul (STRECK et. al, 2002).

As partes intermediárias da bacia entre a cabeceira e a planície aluvial apresentam acentuadas, apresentando solos pouco profundos e pouco desenvolvidas. Em alguns locais mal manejados o solo já foi totalmente erodido e encontra-se na superfície a rocha. Os neossolos e os cambissolos são alguns representantes desse grupo. As partes mais baixas da bacia possuem relevo bastante plano, por isso são zonas de depósito de sedimentos que foram erodidos das encostas. Os solos que são formados nessa região possuem drenagem deficiente devido ao lençol freático alto. Eles podem ser profundos ou pouco profundos. Os planossolos e os gleissolos são exemplos desse grupo de solos (STRECK et. al, 2002).

Segundo Streck (2002), principais classes de solo identificadas no Rio Grande do Sul

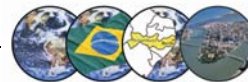
- Alissolos
- Cambissolos
- Latossolos
- Plintossolos
- Organossolos
- Neossolos
- Argissolos
- Gleissolos
- Vertissolos
- Nitossolos
- Panossolos
- Luvisolos

É na planície aluvial onde se encontra a calha do rio com ou sem a mata galeria ou vegetação ciliar, esta região de planície aluvial é sujeita à cheias quando há o extravasamento da vazão para fora da calha do rio. Deve-se planejar o uso do solo nesta região para evitar danos devido às cheias, não se devem colocar instalações fixas nesta área como habitações, uma alternativa é o uso da área para agricultura ou pecuária, havendo um planejamento estratégico para eventuais enchentes (STRECK et. al, 2002).

#### 4.4 Solo

O solo é um recurso natural que sustenta a flora e fauna, a agricultura, a pecuária, o armazenamento da água e as construções do homem. Além de ser um meio insubstituível para a agricultura, é também um componente vital do ecossistema no qual ocorrem processos e ciclos de transformações físicas, biológicas e químicas (STRECK et. al, 2002).

Segundo Streck (2002), os solos são constituídos por um conjunto de partículas de água e ar, no entanto a água é o meio onde os minerais do solo estão dissolvidos e ocupam 25%, o ar ocupa o espaço entre as partículas permitindo a respiração dos microorganismos e das raízes das plantas ocupando 25%. Porém o que



predomina com 45% são partículas de minerais originadas da desintegração e decomposição das rochas e apenas 5% são de matéria orgânica, que são partículas formadas por restos de seres vivos ou produtos eliminados por estes.

#### 4.4.1 Uso do solo

O uso do solo, principalmente agrícola, tem grande consequência na preservação e/ou degradação de nascentes. Assim, em áreas íngremes, onde segundo o Manual de Conservação do Solo e Água têm como classe de uso VII<sup>3</sup> e VIII<sup>4</sup>, não deveriam ser utilizadas práticas agrícolas, que acabam afetando as nascentes nestes solos.

Por ser a declividade do solo um dos fatores que condicionam o uso deste, é de fundamental importância conhecer sua classe de declividade, as classes de declividade são conhecidas pelas cartas de declividade que, segundo Granell-Perez (2001), é elaborada a partir da carta topográfica quando, a efeito de análise do conjunto do território, interessa visualizar como se distribui a superfície topográfica segundo intervalos de declividade previamente estabelecidos. Dois procedimentos simples possibilitam a construção de uma carta de declividade do terreno: interpolação de isolinhas com valor constante de declividade e fragmentação do território em áreas de igual declividade unitária utilizando-se um ábaco de declividades construído ao efeito. A Tabela 02 apresenta algumas das relações que podem ser estabelecidas entre a declividade com a morfologia, processo de erosão e atividades do solo.

---

<sup>3</sup> Classe VII – Compreende terras onde as restrições, além de tornarem inviável a realização de cultivos anuais, impõem-se severamente até mesmo em relação a certas culturas permanentes, tidas como protetoras do solo (pastagem e silvicultura). São terras altamente susceptíveis de degradação pela erosão, exige medidas de controle à erosão e conservação da água.

<sup>4</sup> Classe VIII – Terras não utilizáveis para agricultura, pecuária ou silvicultura, nem para a produção de qualquer vegetação com significação econômica. São áreas adaptadas para refúgio da flora ou fauna, para recreação ou turismo. São representadas por áreas extremamente acidentadas, pedregosas, arenosas, áridas etc.



**Tabela 01: Relação entre declividade, morfologia, processo de erosão e atividades.**

Classes de declividade (%)	Morfologia	Processo de Erosão	Atividades
0 - 3,5	Planície aluvial (várzea), terraço fluvial, superfície de erosão.	Sem paredes de solos e escorregamentos.	Agricultura mecanizada, urbanização, infra-estruturas viárias.
3,5 – 8,7	Ondulações suaves, fundos de vale, superfícies tabulares.	Início de solifluxão, escoamento difuso e laminar. Sulcos.	Agricultura com conservação ligeira. Aceitável para urbanização.
8,7 - 26,8	Encostas de morros, relevos estruturais monoclinais do tipo costa.	Movimentos de massa, escoamento laminar, escorregamentos. Sulcos, ravinas.	Agricultura com conservação moderada a intensiva. Mecanização impossível. Pouco apto para urbanização e infra-estrutura.
26,8 – 46,6	Encostas serranas, escarpas de falha e de terraços.	Erosão linear muito forte, destruição de solos, escorregamentos, queda de blocos.	Pecuária, florestamento. Não apto para urbanização e infra-estrutura
46,6 – 70	Relevos estruturais tipo hogback, alcantilados costeiros, cristas.	Erosão linear muito forte, escorregamentos, queda de blocos, avalanches.	Uso florestal.
>70	Paredões e escarpas em canhões ou vales muito encaixados.	Quedas em massa, escorregamentos, colapsos.	Limite para uso florestal.

Fonte: Granell-Pérez, (2001).

#### 4.4.2 Poluição do solo

A poluição do solo pode ser entendida como qualquer alteração provocada nas suas características, pela introdução de produtos químicos ou resíduos, de forma que ele se torne prejudicial ao homem e a outros organismos, ou tenha os seus usos prejudicados. As principais fontes de poluição do solo são (MOTA, 2000):

- Utilização de fertilizantes artificiais;
- Aplicação de pesticidas;
- Lançamento de resíduos sólidos (lixo);
- Disposição de esgotos no solo;

#### 4.5 Erosão

Erosão dos solos é o processo de desagregação das partículas do solo e transporte dessas partículas para locais a jusante do ponto de origem, com eventual depósito. A erosão pode ser laminar (difusa) ou linear (concentrada como sulcos e voçorocas). O primeiro processo, o de desagregação das partículas do solo ocorre através do impacto das gotas da chuva no solo, quando este está descoberto ou através do escoamento



superficial. O segundo processo, o de transporte ocorre através do efeito salpico, o próprio impacto das gotas da chuva que desagregaram as partículas provoca um deslocamento das partículas como um salpico, mas o transporte ocorre principalmente através do escoamento superficial da água da chuva, que transporta consigo parte do material desagregado previamente enquanto a capacidade do transporte do fluxo for maior que a carga de sedimentos (SILVA, 2003-2004).

Segundo Silva (2003-2004), a compreensão do processo erosivo-sedimentológico é complexa, pois envolve vários fatores de ordem física, meteorológica e antrópica/cultural. A passagem da erosão como um processo físico degradador do meio para a percepção da erosão como um problema, uma ameaça a sustentabilidade das relações homem e meio ambiente, é, certamente uma passagem do mundo complicado para o mundo complexo. Os principais fatores que influenciam a erosão é o embasamento geológico, topografia, cobertura do solo e o clima.

A suscetibilidade de um solo a erosão é conhecida como erodibilidade, alguns solos (por exemplo, siltosos) são naturalmente mais erodíveis do que os outros. Em geral o aumento do conteúdo orgânico e do tamanho da fração da argila de um solo diminui a sua erodibilidade. Ela também depende de parâmetros, tais como textura do solo, teor de umidade antecedente, troca de íons, pH e composição ou força iônica da água que causa a erosão (SILVA, 2003-2004).

#### **4.5.1 Perdas através da erosão**

Segundo a Secretaria da Agricultura (1985), na maioria dos países da América Latina, os problemas de uso, manejo e conservação das terras não foram no passado e não são atualmente considerados com a importância e a prioridade de vida. Esse fato deveu-se, em parte, à disponibilidade de terras para a implantação da agricultura e pecuária, o que permitiu aquele conjunto de países, no passado, a incorporarem cada vez mais novas terras à medida que as anteriores denotavam sinais de degradação.

As erosões do solo vêm, há muitos anos, causando graves prejuízos ao homem. Estima-se que nos EUA a erosão cause um prejuízo anual de cerca de US\$ 9 bilhões por ano. Enquanto, no Brasil estes valores estariam próximos de US\$ 4,2 bilhões anuais (SILVA, 2003-2004).

Estes prejuízos estão relacionados não apenas aos custos relativos à reposição de corretivos e fertilizantes, à menor produtividade e aos maiores custos de produção, como também ao tratamento de água, à manutenção de estradas e ao maior consumo de energia.

Segundo Silva (2003-2004), trabalhos recentes mostram que a ação antrópica tem contribuído de forma muito significativa, tanto para aumentar o fluxo de sedimentos para os rios através da erosão do solo (cerca de 2,3 bilhões de toneladas por ano), como para reduzir o fluxo de sedimentos nas zonas costeiras (cerca de 1,4 bilhões de toneladas ano) devido a construção de reservatórios ao longo dos rios.

De forma semelhante tem-se observado que, em relação ao outro lado do ciclo sedimentológico, que é a deposição de sedimentos (a erosão é vista como remoção), a humanidade também tem, conforme o caso, sofrido severas consequências, como enchentes e assoreamentos, ou conseguido tirar proveito desse fenômeno. É o caso em alguns locais onde a população ribeirinha aproveita as terras “fertilizadas” pelos sedimentos e nutrientes depositados pelo rio após a cheia. Após o rio baixar, essas populações provem a agricultura nessas áreas fertilizadas (D’AGOSTINI, 1999).

#### **4.5.2 Tipos de erosão**

A erosão acelerada ou induzida é muito mais rápida que a natural primariamente como resultado da influência das atividades do homem, ou, em alguns casos, de animais. Embora o processo de erosão do solo ocorra mesmo em ecossistemas naturais, seu considerável aumento, que acontece em muitos sistemas agrícolas, é sempre sintoma de declínio da fertilidade do solo e de graves avarias e destruição total de grandes áreas anteriormente férteis (SILVA, 2003-2004).

- Eólica: É controlada pelos mesmos fatores básicos que controlam a erosão pluvial;
- Clima: temperatura, distribuição das chuvas, velocidade do vento;
- Solo: superfície, textura, tamanho da partícula, conteúdo de umidade;
- Vegetação: tipo, altura e densidade da cobertura, distribuição sazonal;
- Geológica: Pode ser um processo natural capaz de alterar a paisagem, num longo espaço de tempo;



- Erosão urbana: Causada pelo homem durante o período construção quando a uma grande quantidade de solo exposto, e perturbações produzidas pelas escavações;
- Erosão Rural: A abertura de clareiras no deslocamento do cultivo ocorre principalmente ao crescimento populacional, através do aumento nas necessidades de alimentos. Também tem sua ação antrópica, pôr se diferenciar nas causas com relação à erosão urbana;
- Erosão Pluvial: Controlada por cinco fatores básicos que são o clima, tipo de solo, topografia, cobertura vegetal e uso e manejo do solo;
- Erosão Hídrica: Pode acontecer de quatro maneiras;
- Splash: que resulta do impacto das gotas caindo diretamente sobre as partículas de solo expostas ou finas superfícies de água cobrindo o solo;
- Efeito laminar: acontece quando a ressecamento e a lavagem da encosta o primeiro ocorre quando camadas superficiais de solo com textura grosseira secam e perdem sua coesão aparente, a ultima acontece quando a chuva rode sem causar ravinamento ou voçorocas;
- Ravinamento: Acontece quando a remoção de solo pela água por canais visíveis ou canaletas muito pequenas, mas bem definidas. Exemplo disso é um local de construção urbana;
- Voçorocas: Tendem a se formar onde grandes volumes de escoamento superficial são concentrados e descarregados em encostas com solos erodíveis. As voçorocas são comuns em pastagens e é, provavelmente, a principal forma de erosão em bacias hidrográficas.

Segundo D'Agostini (1999), ao contrário da erosão pluvial a rugosidade da superfície e a presença de barreiras baixas agem como quebra-ventos e retentores de sedimentos que fazem diferença no processo.

#### 4.5.3 Controle da erosão do solo

A princípio básico no controle da erosão é planejar o uso e a ocupação do solo em comum acordo com a preservação das características topográficas, de solo, de drenagem da água e da vegetação natural do local (D'AGOSTINI 1999).

Segundo Agostini (1999), o controle da erosão está, portanto, associado ao manejo adequado do solo, da vegetação e da água. A redução da erosão é conseguida através das seguintes medidas de controle:

- Proteção da vegetação;
- Disciplinamento do uso / ocupação do solo;
- Práticas agrícolas adequadas;
- Proteção do escoamento das águas;
- Controle dos movimentos de terra em obras de engenharia;
- Reflorestamento de áreas degradadas.

Conforme Mota (2000), a proteção da vegetação é a medida mais eficaz de controle da erosão. Os diversos tipos de uso e/ou ocupação do solo pelo homem, seja no meio rural ou urbano, são feitos à custa da remoção da vegetação.

No entanto, o desmatamento deve ocorrer de forma controlada, procurando-se preservar a vegetação em áreas onde a sua manutenção é indispensável, tais como: em terrenos com grandes declividades (encostas); nas margens de recursos hídricos; nos terrenos de solos desagregáveis (erodíveis); em ecossistemas como as florestas, as dunas e os manguezais; nas áreas de recarga de aquíferos. (MOTA, 2000).

#### 4.6 Indicadores de qualidade física

*Água Potável:* entende-se como aquela que pode ser bebida sem causar danos à saúde, por exceção, aquela que pode ser usada no preparo de alimentos. Ao contrário do que muitos pensam água potável não é água pura, na realidade a água potável é uma solução de uma infinidade de substâncias, algumas das quais ela trouxe consigo da natureza, outras que lhe são introduzidas ao longo dos processos de tratamento. Os limites em que estas substâncias podem estar presentes na água potável são estabelecidos pelos padrões de potabilidade (VIANA, 2002).

*Turbidez:* presença de matéria em suspensão na água, como argila, silte, substâncias orgânicas finamente divididas, organismos microscópicos e outras partículas (MOTA, 2000).



**Nitrogênio:** Segundo Mota (2000), este pode estar presente na água sob várias formas: molecular, amônia, nitrito, nitrato; é um elemento indispensável ao crescimento de algas, mas, em excesso, pode ocasionar um exagerado desenvolvimento desses organismos, fenômeno conhecido como eutrofização; o nitrato na água pode causar doenças; a amônia é tóxica aos peixes; são causas do aumento do nitrogênio na água: esgotos domésticos e industriais, fertilizantes, excrementos de animais.

**Condutividade elétrica:** Depende da quantidade de sais dissolvidos na água e é aproximadamente proporcional à sua quantidade. Sua determinação permite obter uma estimativa rápida do conteúdo de sólidos de uma amostra (MOTA, 2000).

**Fósforo:** encontra-se na água nas formas de ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico, é essencial para o crescimento de algas, mas, em excesso, causa a eutrofização. Suas principais fontes são: dissolução de compostos do solo, decomposição da matéria orgânica, esgotos domésticos e industriais, fertilizantes, detergentes e excrementos de animais (MOTA, 2000).

**Matéria Orgânica:** a matéria orgânica da água é necessária aos seres heterótrofos, na sua nutrição, e aos autótrofos, como fonte de sais nutrientes e gás carbônico; em grandes quantidades, no entanto, pode causar alguns problemas, Como cor, odor, turbidez, consumo do oxigênio dissolvido, pelos organismos de compositores (MOTA, 2000).

#### 4.7 Indicadores de qualidade biológica

**Coliformes:** são indicadores da presença de microrganismos patogênicos na água; os coliformes fecais existem em grande quantidade nas fezes humanas e, quando encontrados na água, significa que a mesma recebeu esgotos domésticos, podendo conter microrganismos causadores de doenças (MOTA, 2000).

**Algas:** as algas desempenham um importante papel no ambiente aquático, sendo responsáveis pela produção de grande parte do oxigênio dissolvido do meio; em grandes quantidades, como resultado do excesso de nutrientes (eutrofização), trazem alguns inconvenientes; sabor e odor; toxidez; turbidez e cor; formação de massas de matéria orgânica que, ao serem decompostas, provocam a redução do oxigênio dissolvido; corrosão; interferência nos processos de tratamento da água; aspecto estético desagradável (MOTA, 2000).

#### 4.8 Consequências da poluição da água

Segundo Mota (2000), as poluições dos recursos hídricos provocam muitos problemas, os quais tendem a se agravar, como resultado do uso incorreto que o homem faz da mesma e das atividades que desenvolve em suas margens e na bacia hidrográfica como um todo. As consequências negativas da poluição da água podem ser de caráter sanitário, ecológico, social ou econômico, podendo-se enumerar:

- Prejuízos ao abastecimento humano, tornando-se veículo de transmissão de doenças;
- Prejuízo a outros usos da água, tais como, industrial, irrigação, pesca, recreação etc;
- Agravamento dos problemas de escassez de água de boa qualidade;
- Elevação do custo do tratamento da água, refletindo-se no preço a ser pago pela população;
- Assoreamento dos mananciais, resultando em problemas de diminuição da oferta da água e de inundações;
- Desvalorização das propriedades marginais;
- Prejuízos aos peixes e a outros organismos aquáticos;
- Proliferação excessiva de algas e de vegetação aquática;
- Degradação da paisagem;
- Impactos sobre a qualidade de vida da população;
- Elevação da temperatura tendo como principal fonte água de resfriamento e despejos industriais;
- Aumento das reações químicas e biológicas, podendo ocorrer à elevação da ação tóxica de alguns elementos e compostos químicos;
- Redução do teor de oxigênio dissolvido, com reflexos sobre a vida aquática aeróbia;
- Diminuição da viscosidade da água, ocasionando o afundamento de organismos aquáticos.



#### 4.8.1 Luz

A presença de luz é condição necessária para a existência de algas, que são a fonte básica de alimento do meio aquático. Além disso, elas são responsáveis pela produção endógena de oxigênio. A luz extingue-se muito rapidamente na água em função da profundidade, limitando a ocorrência da fotossíntese apenas à camada superficial, o aumento da turbidez diminui a transparência e, portanto, a penetração de luz (BRAGA, 2002).

#### 4.8.2 Sólidos em suspensão

Segundo Braga (2002), os sólidos em suspensão aumentam a turbidez da água, isto é, diminuem sua transparência, o aumento da turbidez reduz as taxas de fotossíntese e prejudica a procura de alimento para algumas espécies, levando os desequilíbrios na cadeia alimentar, sedimentos podem carregar pesticidas e outros tóxicos e sua deposição no fundo de rios e lagos prejudica as espécies bentônicas e a reprodução de peixes.

#### 4.9 Medição de vazão

Segundo Mattos (1975), a vazão de um determinado trecho de um rio é o volume de água que passa neste trecho em um intervalo de tempo. Existem várias formas de medir a vazão, a seguir são abordadas as principais.

a) Forma volumétrica: utiliza-se para pequenos córregos. Mede-se o volume do córrego em um intervalo de tempo determinado. Obtém-se a vazão em  $m^3/s$ .

b) Através de um flutuador: coloca-se um objeto flutuador em um; ponto no rio e marca-se com cronômetro o tempo que ele levou para chegar até um outro ponto. Mede-se a distância entre esses dois pontos e mede-se também a área molhada da seção transversal do rio. Obtém-se a velocidade do objeto se dividido a distância entre os dois pontos pelo tempo do percurso. Multiplicando-se essa velocidade pela área molhada da seção transversal, obtém-se a vazão. Esse método é bastante simplificado e tende a superestimar a vazão, pois a velocidade na superfície do rio geralmente é maior que no fundo.

c) Através de medição de velocidade da água com molinete: número de revoluções da hélice assim utilizam-se várias verticais ao longo da seção transversal e vários pontos ao longo de cada vertical. Medem-se também as áreas de influência de cada ponto e obtém-se a vazão média de trecho do rio. A soma da vazão de cada trecho é a vazão do rio nesse ponto considerado. Para essa medição pode-se acessar o rio de diversas formas:

- *A vau*: caso o rio seja de pequeno porte, nesse caso o técnico entra no rio e faz as medições;
- *Teleférico*: para rio profundo em que não cabe uma pessoa dentro do rio para realizar as medições. Nesse caso é instalado um cabo de aço transversalmente ao rio com dois guinchos, um para o movimento de deslocamento lateral do molinete e outro para o deslocamento vertical. Dessa maneira as medições de velocidade são realizadas normalmente com o técnico instalado nas margens do rio;
- *Ponte*: o teleférico é instalado em uma ponte com a ajuda de um guincho para deslocamento vertical. O técnico realiza a medição em uma vertical e se desloca para a próxima;
- *Barco*: em rios muito largos utilizam-se barcos com guinchos para deslocamento vertical do teleférico. A medição da distância entre verticais é feita através de um cabo de aço instalado transversalmente no rio com a ajuda de uma trena ou através de medição com teodolito ou GPS;
- *Efeito Doppler*: A velocidade da água é medida através de sinal sonoro, emitido pelo aparelho que reflete nas partículas sólidas da água. O sinal retorna ao aparelho e é registrado o tempo de resposta que é transformado em velocidade. Os aparelhos mais modernos utilizam essa técnica já mede a área de influência e dão valores calculados de vazão, concentração de sedimentos, parâmetros de qualidade da água em cada faixa de profundidade do rio;

## 5 METODOLOGIA

Para realização do projeto o ponto de coleta foi demarcado por GPS. Ele situa-se na bacia do Rio Pequeno como pode-se observar no ANEXO A. Foram utilizados materiais e seguido alguns parâmetros, pois são estes que estruturam o trabalho apresentado, após análise dos dados obtidos a campo.



### 5.1 Materiais utilizados para coletas e análise das amostras

- Molinete medidor de velocidade (m/s), marca; Global Water – ANEXO B
- Régua de alumínio (150 cm) – ANEXO B
- Trena de nylon revestida por bocha (50 metros) – ANEXO B
- Bombona Plástica 40 litros - ANEXO B
- GPS Garmin Etrex Venture - ANEXO B
- Frasco vidro 500 mL
- Sonda – Multipâmetro, Tratamento de Efluente - ANEXO B
- Cone Imhoff – ANEXO B
- Estufa (200 °C modelo; Quimis)
- Dessecador
- Condutivímetro (Digimed, modelo; DM-3)

### 5.2 Medição a vau

A vazão da bacia foi medida com molinete, trena e régua.

#### 5.2.1 Medição por molinete

Segundo Mattos (1975), o modelo por molinete é definido pra medição de vazão. Este método foi utilizado para medir a vazão do presente trabalho, o mesmo segue os seguintes princípios de utilização:

- Divide-se a secção do rio em certo número de posições para levantamento do perfil de velocidades;
- Levanta-se o perfil de velocidades;
- Acha-se a velocidade média para cada perfil e a área da secção;
- A vazão será a somatório do produto de cada velocidade média por sua área de influência.

### 1. Análise das amostras

Logo após a coleta todas as amostras foram analisadas em seu respectivo método de pesquisa. Para as amostras de sólido sedimentáveis foi utilizado o método do cone Imhoff mencionado pelo APHA em mg L<sup>-1</sup>, conforme ANEXO B, o procedimento foi realizado no laboratório da limnologia.

Para os sólidos totais foi utilizada a metodologia de determinação dos sólidos totais, com o auxílio de uma estufa a 110 °C e um dessecador, já para os sólidos totais dissolvidos foi utilizado um condutivímetro no parâmetro STD.

O fósforo foi analisado pelo Laboratório de Águas da Central Analítica - Unisc, a turbidez, pH, nitratos e sólidos suspensos totais, foram analisados no Laboratório da Engenharia Ambiental – Unisc, pelo equipamento Sonda<sup>5</sup>, em ANEXO B.

### 2. Área da secção

Para calcular a área da secção do rio após levantamento de dados, foi utilizado a equação 1, conforme Viana (2002). Como exemplo área da secção dois:

$$A_2 = \left[ \frac{P_1 + P_2}{2} \right] \times \frac{(d_2 - d_1)}{2} + \frac{P_2 + \left[ \frac{P_4 + P_2}{2} \right]}{2} \times \frac{(d_4 - d_2)}{2} = m^2 \quad (1)$$

Onde: A<sub>2</sub>: Área da secção dois.

P: Profundidade referente a cada ponto sendo de 1, 2 e 4, para este caso.

d: Distância de cada secção sendo de 1, 2 e 4, para este caso.

<sup>5</sup> Equipamento analítico referente a tratamento de efluentes configurado aos seguintes parâmetros; temperatura, turbidez, SST, NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, DQO, COT, DBO.



### 3. Vazão e estimativa de erosão do Rio Pequeno

Segundo Viana (2002), usa-se pra calculo de vazão a seguinte equação 2:

$$Q = A \times V \quad (2)$$

Onde: Q: Vazão em  $m^3 s^{-1}$ .

V: Velocidade do escoamento.

A: Área da secção

Segundo Nagel (1990), para calcular a estimativa de erosão do Rio Pequeno em quilograma por dia, utilizou-se a equação 3

$$E = STS \times Q \quad (3)$$

Onde: E: Erosão

STS: Sólidos Totais em Suspensão

Q: Vazão

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 6.1 Perfil do rio

Após levantamento de dados do rio pequeno, foi construído um perfil, objetivando-se facilitar a visualização e construção dos cálculos como mostra figura 08;

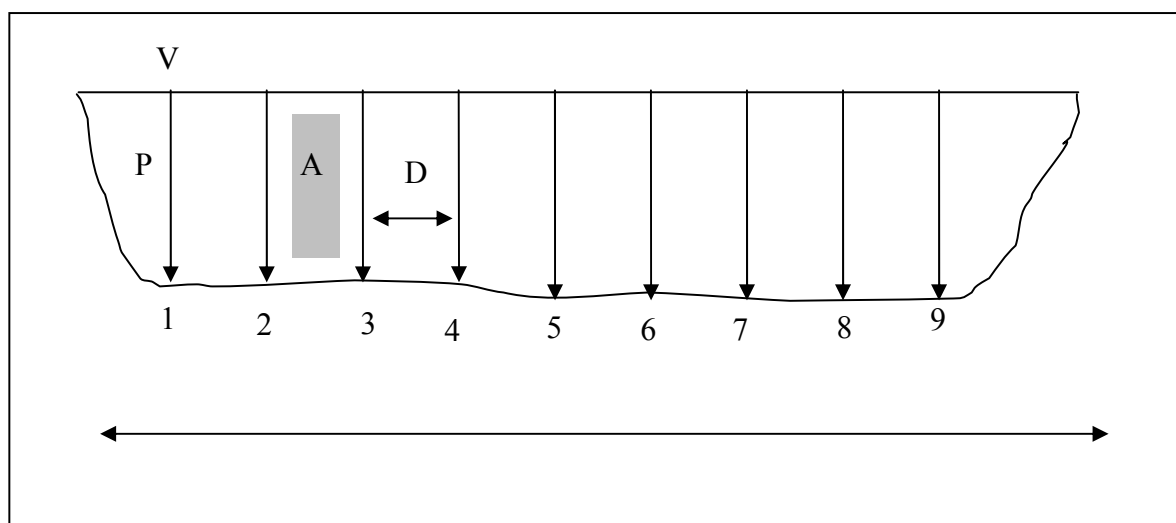


Figura 08: Perfil do Rio Pequeno

Onde: L: largura do leito (m)

P: profundidade (m)

V: velocidade (m/s)

A: área ( $m^2$ )

D: distância entre as secções (m)

### 6.2 Resultados das análises realizadas em laboratório

Após a amostragem e realização das análises, foram coletados dados conforme Tabela 02.

**Tabela 02 - Análises realizadas em amostras do Rio Pequeno.**

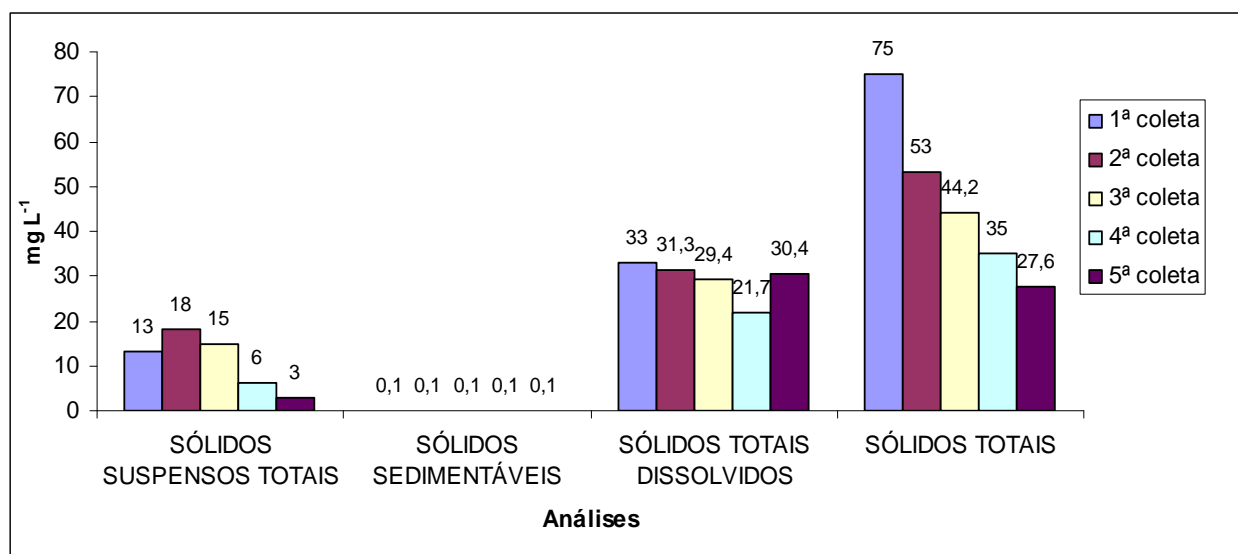
	1ª coleta	2ª coleta	3ª coleta	4ª coleta	5ª coleta
ANÁLISE					
	07/05/07	15/05/07	22/05/07	29/05/07	06/06/07
Nitrato ( $\text{mg L}^{-1}$ )	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Nitrogênio-nitrato ( $\text{mg L}^{-1}$ )	0,3	0,1	0,5	0,1	0,1
Amônio ( $\text{mg L}^{-1}$ )	0,1	0,1	0,2	0,1	1,4
Nitrogênio amoniacal ( $\text{mg L}^{-1}$ )	0,1	0,1	0,2	0,1	1,0
Sólidos suspensos totais ( $\text{mg L}^{-1}$ )	13	18	15	6	3
Sólidos sedimentáveis ( $\text{mg L}^{-1}$ )	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Sólidos totais dissolvidos ( $\text{mg L}^{-1}$ )	33	31,3	29,4	21,7	30,4
Sólidos totais ( $\text{mg L}^{-1}$ )	75	53	44,2	35	27,6
Fósforo total ( $\text{mg L}^{-1}$ )	0,25	0,14	0,16	0,14	0,32
pH	7,1	6,4	6,9	7,06	7,2
Turbidez (NTU)	15,9	21,4	19,1	7,7	6,0

Fonte: tabela elaborada pelo autor a partir de dados obtidos após as análises.

Ao observar a tabela acima, correspondente as análises realizadas nas amostragens conforme o dia da semana nota-se que a concentração de sólidos sedimentáveis se manteve constante, destacando que o valor encontrado foi bastante baixo, o que também é bastante visível na Figura 09, à seguir.

Para os sólidos totais dissolvidos, houve uma constante variação da concentração nas quatro primeiras semanas, sendo que a última coleta apresentou um aumento considerável de STD em relação aos demais dias, porém se pode constatar que houve precipitação pluviométrica nos dias anteriores as três primeiras coletas, alterando assim os resultados das análises.

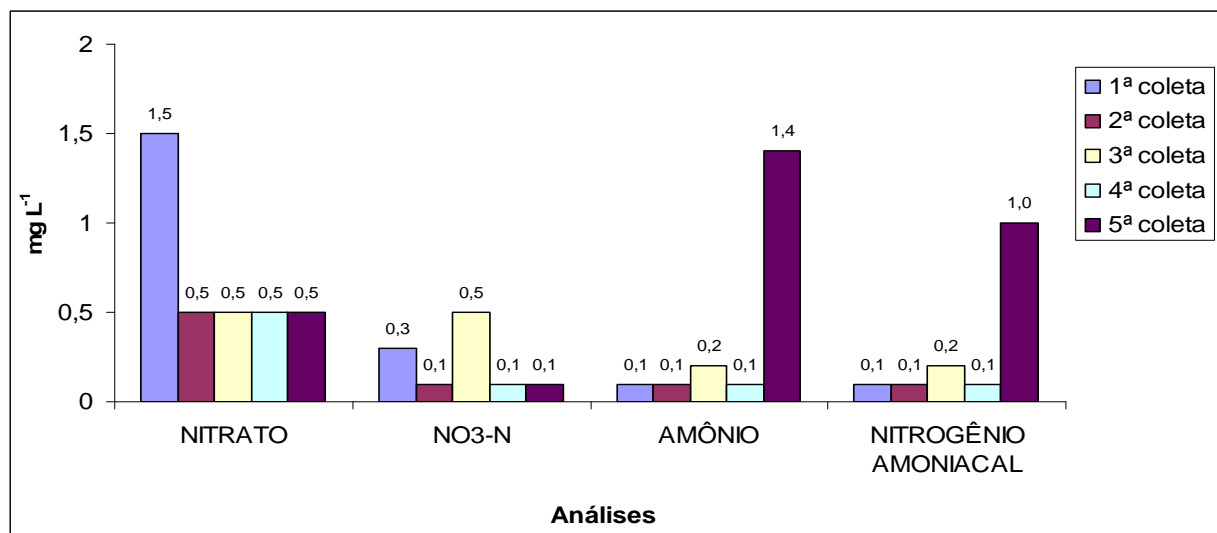
Já a análise de sólidos suspensos totais se destaca com valor mais elevado a amostra coletada na segunda semana e a com valor inferior a amostra coletada na última semana, em relação à segunda coleta, conforme Figura 09.

**Figura 09 – Resultados das análises de SST, SS, STD e ST.**



No entanto, ao observarmos a figura 09, para sólidos totais (fixos e voláteis), pode-se destacar que na primeira coleta a amostra apresentou um valor bastante elevado deste componente, e que a partir da segunda semana, houve uma constante diminuição na sua concentração, lembrando que todas as coletas estão ligadas a dados pluviométricos, que estão apresentados no ANEXO C.

Referente à resolução nº 357 – 17/03/2005, CONAMA, diz que o parâmetro sólidos totais dissolvidos exige valor máximo de  $500 \text{ mg L}^{-1}$ , para classe 1 (águas doces). E para as análises dos sólidos sedimentáveis todas as amostras ficaram  $< 0,1 \text{ mg L}^{-1}$ .



**Figura 10** - Resultados das análises de  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{NH}_4$  e  $\text{NH}_4\text{-N}$ .

De acordo com a resolução nº 357 de 17 de março de 2005 do CONAMA, os parâmetros para nitrato devem ficar com valores máximos de  $10,0 \text{ mg L}^{-1}$ , os parâmetros de nitrogênio amoniacal irão variar entre 0,5 e  $3,7 \text{ mg L}^{-1} \text{ N}$ , conforme for o valor de pH, como podemos ver na Tabela 03.

**Tabela 03 – Parâmetros de  $\text{NH}_4\text{-N}$  conforme variação de pH.**

Valores de pH	Parâmetros de nitrogênio amoniacal
$\leq 7,5$	$3,7 \text{ mg L}^{-1}$
$\geq 7,5$ e $< 8,0$	$2,0 \text{ mg L}^{-1}$
$\geq 8,0$ e $< 8,5$	$1,0 \text{ mg L}^{-1}$
$\geq 8,5$	$0,5 \text{ mg L}^{-1}$

Fonte: Resolução 357, CONAMA – 17/03/2005.

Também se pode destacar uma elevada concentração de amônio na última coleta, o que pode ser justificado pelo fato de não haver precipitações pluviométricas nas duas semanas anteriores, influenciando assim no resultado das análises.

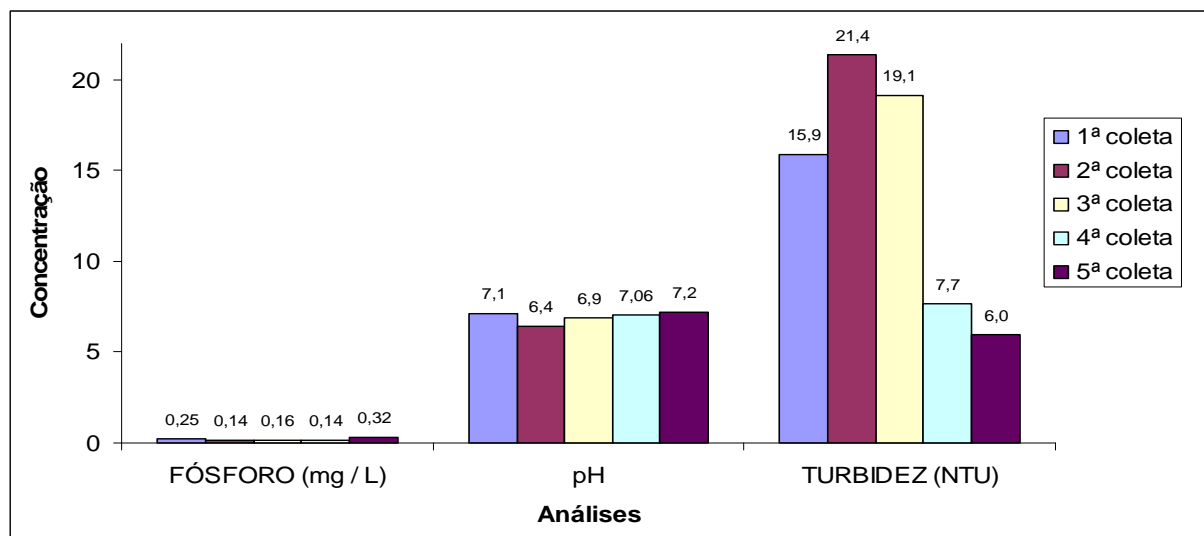


Figura 11 – Resultados das análises de fósforo, pH e turbidez.

Conforme a resolução 357 de 17/03/2005 do CONAMA, o parâmetro do fósforo total deve apresentar valor máximo de  $0,015 \text{ mg L}^{-1} \text{ P}$ , para águas de classe 1. Para o pH, os resultados apresentados foram os esperados, isto é, sempre em torno de 7,0. Já para turbidez, foi observado um aumento da primeira para a segunda semana e uma diminuição da segunda para a quinta, o que também foi esperado, já que os sólidos suspensos totais também apresentaram este comportamento e é este parâmetro que caracteriza a turbidez das águas.

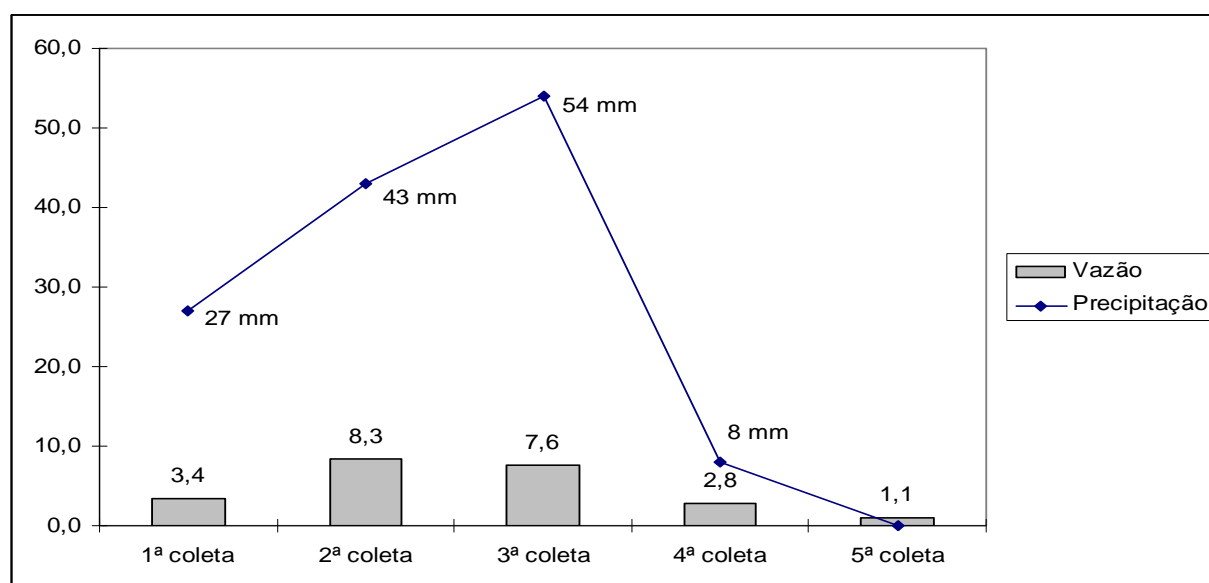
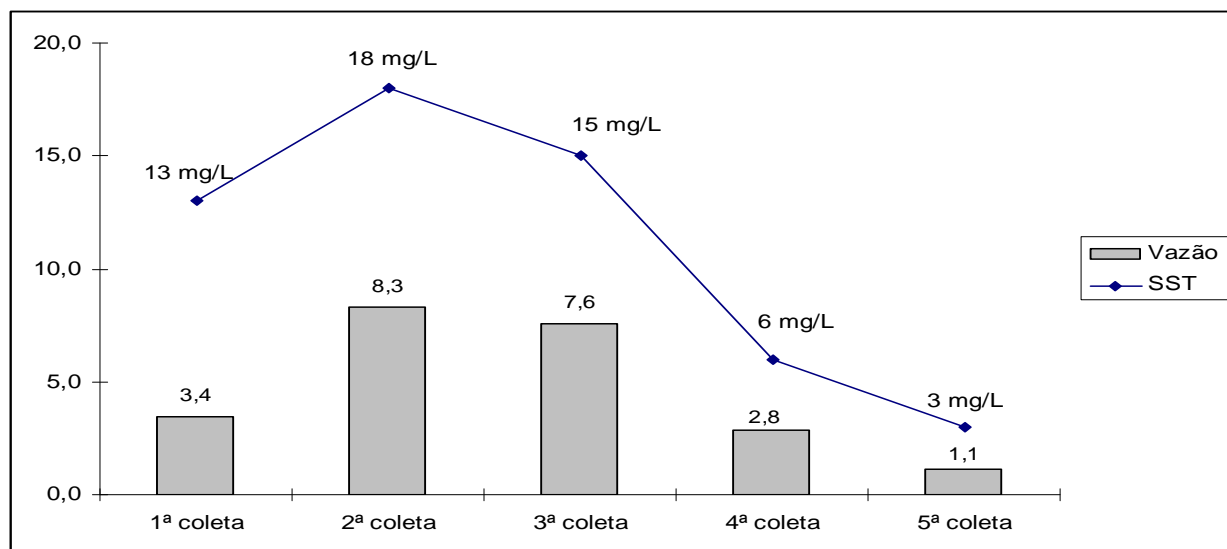


Figura 12 - Relação da vazão e precipitação.

Conforme a figura 12 pode ser feita uma relação da vazão com a precipitação, onde se observa que à medida que a vazão aumenta consequentemente aumentará a vazão do rio.

No entanto na 3ª coleta a precipitação pode ter ocorrido em um pequeno período de tempo neste caso a chuva foi intensa, mas com pouca duração ocasionando assim diferença em relação às demais coletas. Todas as precipitações estão relacionadas e comentadas em um período de 6 dias antes da coleta e também durante a coleta como mostra o ANEXO C.



**Figura 13** – Relação entre vazão e concentração de Sólido Suspensos Totais (SST).

Na figura 13 se faz um comparativo entre vazão e concentração de SST, com isso pode-se observar que quanto maior a vazão do rio, maior será a concentração de SST, isto é a variação é diretamente proporcional, onde se pode destacar a 2ª coleta com maior vazão e consequentemente com a maior concentração de SST.

### 6.3 Resultados obtidos após avaliação à campo

**Tabela 04** – Dados do perfil do rio conforme a figura 08 para a 1ª coleta.

	Secção 1	Secção 2	Secção 3	Secção 4	Secção 5	Secção 6	Secção 7	Secção 8	Secção 9
<b>L</b>	19,7	19,7	19,7	19,7	19,7	19,7	19,7	19,7	19,7
<b>P</b>	0,32	0,30	0,35	0,35	0,35	0,25	0,26	0,35	0,45
<b>V</b>	0,08	0,11	0,52	0,52	0,11	0,35	1,11	1,18	1,58
<b>D</b>	19,7	16	14	12	10	8	6	4	2
<b>A</b>	0,56	0,65	0,70	0,70	0,60	0,51	0,61	0,80	0,45

Fonte: tabela elaborada pelo autor a partir de informações obtidas à campo.

Utilizando a Tabela 04, pode-se calcular a vazão utilizando como referência a área de cada secção, no dia da primeira coleta a vazão era de  $3.4415 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , através desta pode-se estimar a erosão para este dia, sendo que está seria de  $0.0447 \text{ kg L}^{-1}/\text{s}$ , então temos  $160.9 \text{ kg L}^{-1}/\text{h}$ .

**Tabela 05** – Dados do perfil do rio conforme a figura 08 para a 2ª coleta.

	Secção 1	Secção 2	Secção 3	Secção 4	Secção 5	Secção 6	Secção 7	Secção 8	Secção 9
<b>L</b>	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2
<b>P</b>	0,73	0,60	0,68	0,60	0,60	0,75	0,60	0,65	0,85
<b>V</b>	0,10	0,13	0,13	0,20	0,22	1,12	1,43	1,73	1,97
<b>D</b>	20,2	17	15	13	11	9	7	5	3
<b>A</b>	1,53	1,33	1,28	1,28	1,35	1,35	1,25	1,50	0,85

Fonte: tabela elaborada pelo autor a partir de informações obtidas à campo.



Conforme Tabela 05, a vazão no dia da segunda coleta era de  $8.3046 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , e a estimativa de erosão  $538,7 \text{ kg L}^{-1}/\text{h}$ .

**Tabela 06 – Dados do perfil do rio conforme a figura 08 para a 3ª coleta.**

	Secção 1	Secção 2	Secção 3	Secção 4	Secção 5	Secção 6	Secção 7	Secção 8	Secção 9
<b>L</b>	20	20	20	20	20	20	20	20	20
<b>P</b>	0,68	0,55	0,60	0,53	0,53	0,72	0,55	0,62	0,82
<b>V</b>	0,10	0,11	0,11	0,20	0,20	1,07	1,28	1,63	1,9
<b>D</b>	18	16	14	12	10	8	6	4	2
<b>A</b>	1,23	1,15	1,13	1,06	1,25	1,27	1,17	1,44	0,82

Fonte: tabela elaborada pelo autor a partir de informações obtidas à campo.

Através da Tabela 06, obteve-se a vazão para a terceira coleta, igual a  $7.5543 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  e a estimativa de erosão sendo  $407.88 \text{ kg L}^{-1}/\text{h}$ .

**Tabela 07 – Dados do perfil do rio conforme a figura 08 para a 4ª coleta.**

	Secção 1	Secção 2	Secção 3	Secção 4	Secção 5	Secção 6	Secção 7	Secção 8	Secção 9
<b>L</b>	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5
<b>P</b>	0,30	0,28	0,32	0,30	0,32	0,26	0,26	0,30	0,42
<b>V</b>	0,07	0,10	0,48	0,46	0,13	0,28	1,01	1,10	1,45
<b>D</b>	18	16	14	12	10	8	6	4	2
<b>A</b>	0,60	0,62	0,62	0,58	0,52	0,52	0,56	0,72	0,42

Fonte: tabela elaborada pelo autor a partir de informações obtidas à campo.

Já na quarta coleta, a vazão do rio era de  $2.8308 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  e a estimativa de erosão  $61.14 \text{ kg L}^{-1}/\text{s}$ .

**Tabela 08 – Dados do perfil do rio conforme a figura 08 para a 5ª coleta.**

	Secção 1	Secção 2	Secção 3	Secção 4	Secção 5	Secção 6	Secção 7	Secção 8	Secção 9
<b>L</b>	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8
<b>P</b>	0,32	0,28	0,31	0,30	0,35	0,28	0,28	0,30	0,30
<b>V</b>	0,5	0,5	0,9	1,3	2,8	2,0	1,8	5,2	6,3
<b>D</b>	18	16	14	12	10	8	6	4	2
<b>A</b>	0,60	0,59	0,61	0,65	0,63	0,56	0,58	0,60	0,30

Fonte: tabela elaborada pelo autor a partir de informações obtidas à campo.

Na quinta coleta a vazão apresentada pelo rio era de  $1.0987 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , sendo a estimativa de erosão de  $11.86 \text{ kg L}^{-1}/\text{h}$ .



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na região da sub-bacia hidrográfica do Rio Pequeno, município de Sinimbu-RS, maior parte da população que vive na região, algumas às margens do rio, fazem uso direto e indiretamente da bacia, destacando-se a atividade agrícola como a mais importante, pois é nesta que adquirem seu sustento e para isto, em alguns casos, avançam os limites estabelecidos por lei.

Destacando-se como exemplo, os desmatamentos próximos a cursos d'água causando o assoreamento do rio, também a agricultura em área de declive desprotegendo o solo e possibilitando o arraste de sedimentos com as chuvas, enfraquecendo assim o solo e lixiviando os nutrientes. Todos esses exemplos citados são formas de impacto ambiental, causado principalmente por falta de conhecimento do agricultor.

Considerando os resultados do projeto, constatou-se que o fósforo apresentou resultados fora dos parâmetros estabelecidos pela Resolução nº 357 do CONAMA, para as demais análises, todas ficaram com seus índices adequados para águas de classe 1 – doces. Porém é interessante ressaltar que no período da realização do projeto, os meses de maio e junho de 2007, não são épocas predominantes de plantio, no caso a do fumo, pois é a principal cultura da região.

Analizando os cálculos estimados da erosão da bacia, ressalta-se que é preciso no mínimo 10 anos de coleta de dados e monitoramento da bacia, pois antes disso poderá ter variações semanais, mensais e anuais, comprometendo a estimativa dos cálculos. Sendo que independente dos resultados, os objetivos do trabalho foram alcançados com êxito, já que a proposta inicial foi realizada e concluída dentro do prazo determinado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

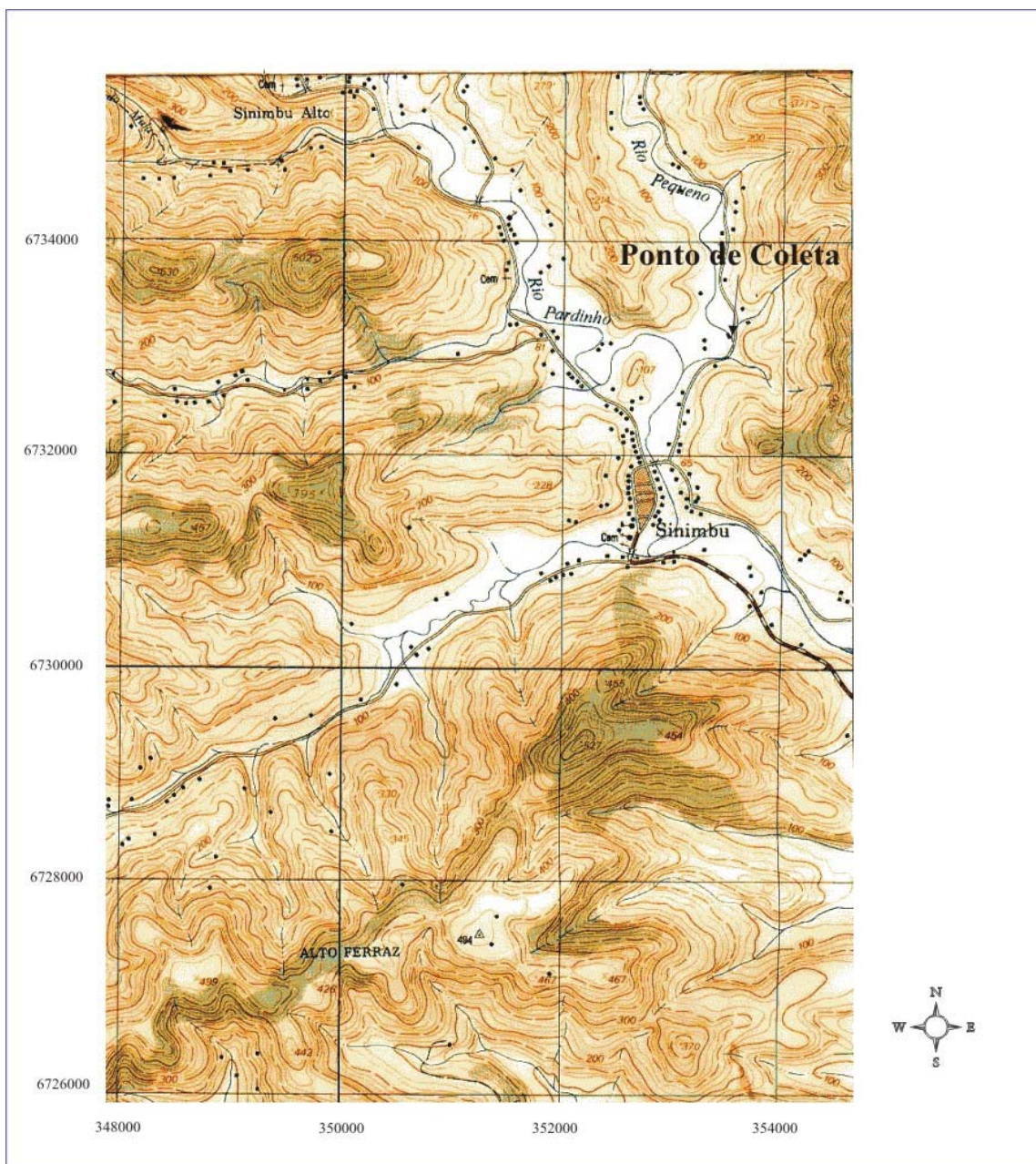
1. APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 20 ed. Washington, 1999.
2. BACIA HIDROGRAFICA: *Banco de dados do Comitê Pardo*. Disponível em: <[http://www.comitepardo.com.br/plano\\_pardo/.htm](http://www.comitepardo.com.br/plano_pardo/.htm)>. Acesso em: 15 mai. 2007.
3. BRAGA, Benedito et al. *Introdução à Engenharia Ambiental*- São Paulo: Prentice Hall, 2002.
4. BRASIL. Lei n. 4.771, de 15 de setembro de 1965. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.lei.adv.br/4771-65.htm>>. Acesso em: 10 mai 2007.
5. BRAVARD, J-P. E F. PETIT (1997). *Les cours d'eau. Dynamique du systeme Ouvial*. Paris: ed. Annand Colin, Masson. 221 p.
6. D'AGOSTINI, Luiz R. *Erosão, o problema mais que o processo*: Ed. Da UFSC, 1999 131p.
7. FUNASA, *Fundação Nacional de Saúde. Manual de Saneamento*. Brasília, 2006.
8. GRASSO (1999). *Dados fornecidos pela arquiteta do Departamento de Esgotos Pluviais (DEP) do município de Porto Alegre*, Mirella Giuliano Grasso.
9. GRANELL-PÉREZ, Maria del C. *Trabalhando Geografia com as Cartas Topográficas*. Ijuí UNIJUI, 2001.
10. GUERRA A. J. T. E S. B. DA CUNHA (1989). *Geomorfologia. Uma atualização de bases e conceitos*. 38 00. Rio de Janeiro: BertTand Brasil. 472 p.
11. MATTOS, Arthur, Swami Marcondes e Villela. *Hidrologia aplicada*, São Paulo, ed Mc Graw-Hill do Brasil, 1975.
12. MOTA Suetônio / 2 ed. Aum – *Introdução à Engenharia Ambiental* – Rio de Janeiro: ABES, 2000.
13. NAGEL, Rosângela R; *Determinação de Descarga Sólida total do Rio Pardinho*. MPG Ex 1 bc Unisc - 1990
14. PINTO, Lillian V. A et al. *Estudo das Nascentes da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz. Lavras, MG*: Revista Scientia forestalis – Edição 65 junho de 2004.
15. RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura. *Manual de conservação do solo*. 3ª ed. Atualizada. Porto Alegre, 1985.
16. SCHIAVETTI, Alexandre; Antonio F. M. Camargo. *Conceito de Bacias Hidrográficas; teorias e aplicações* - 2002
17. SILVA, Alexandre M; SCHULTZ, Harry E; CAMARGO, Plínio B, *Erosão e Hirossedimentologia em Bacias Hidrográficas*. 2003, 2004.
18. STRECK, Edemar Valdir – *Solos do Rio Grande do Sul* et al. – Porto Alegre: EMATER/RS; UFRGS, 2002.
19. TUCCI, Carlos E. M. *Hidrologia: Ciência e aplicações/organizações* – Porto Alegre. UFRGS, 1993.



20. VALENTE, Osvaldo F.; GOMES, Marcos A. *Conservação de Nascentes: Hidrologia e Manejo de Bacias Hidrográficas de Cabeceira*. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2005.
21. VASCONCELOS, Marcelo S. A.; STÜTZER, Gottfried. Jr; BOHNE, Gerhard *Projeto Águas, Manual de Orientação*. Bayer CropScience. 2004.
22. VIANA, Marcos Rocha. *Hidráulica aplicado às estações de água Belo Horizonte*: Imprimatur Artes Ltda, 2002



## ANEXO A – PONTO DE COLETA



### PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

**Local:** Rio Pequeno

**Município/Estado:** Sinimbu/RS

**Coordenadas :** 29°30'15.74" S 52°31'35.00" W

**Datum:** Córrego Alegre

**Localização da Área de**

Carta Base - Vera Cruz - Folha SH.22-V-C-VI-2 Escala 1:50.000



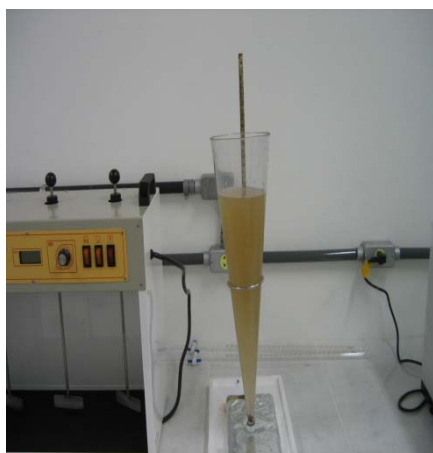
## ANEXO B – FOTOS



Sonda – equipamento analítico.



Bombona plástica.



Método de análise do cone Imhoff.

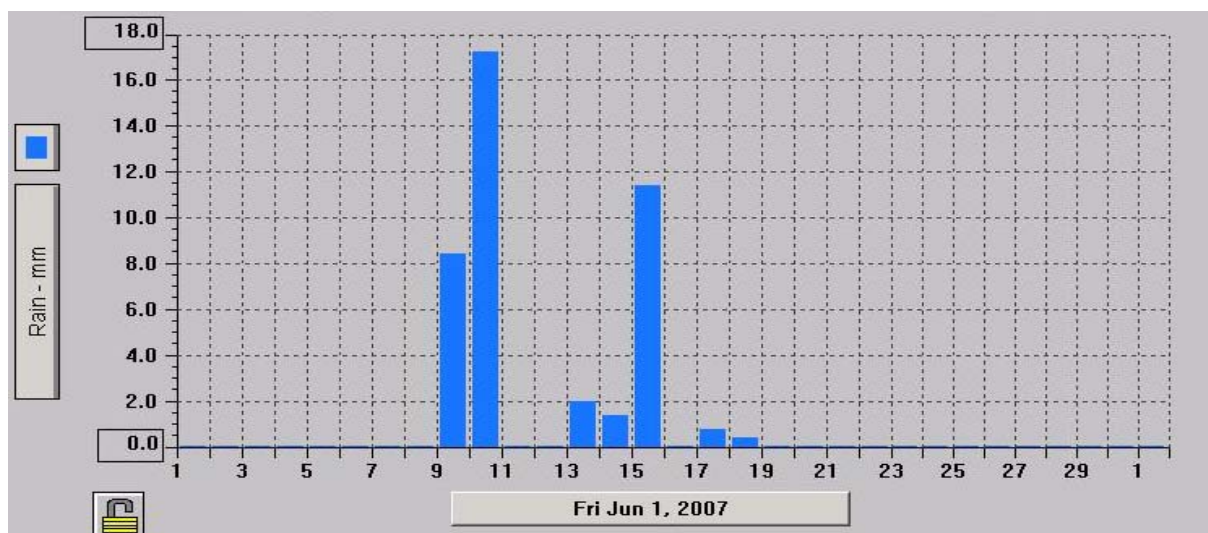
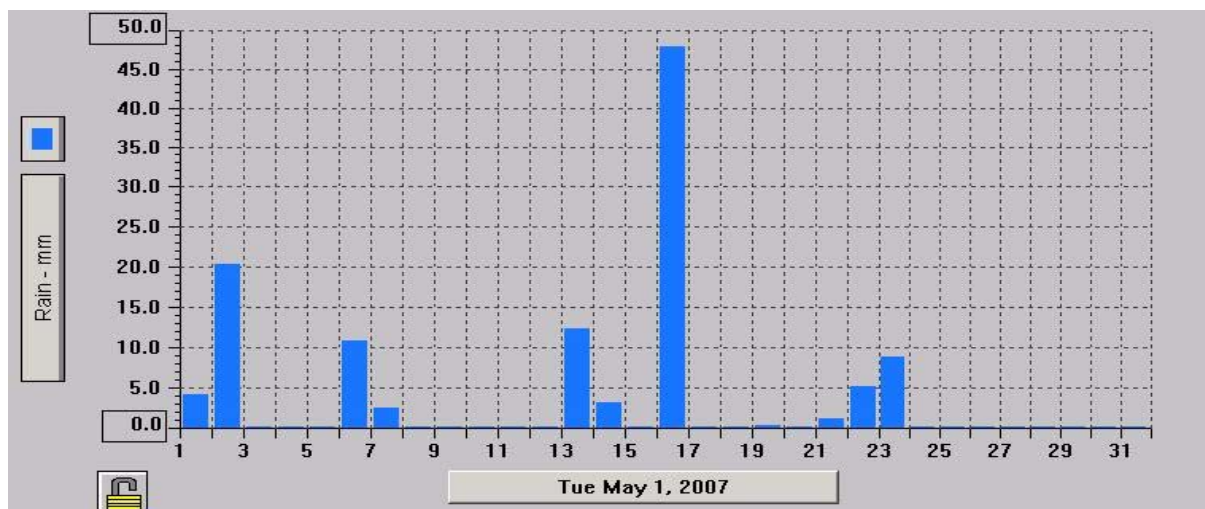


Vareta sonda pra análise.



## ANEXO C - DADOS PLUVIOMÉTRICO DOS MESES DE MAIO E JUNHO

ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA UNISC





## ANEXO D – MAPA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PEQUENO

