



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS
EXATAS**



Trabalho de Graduação
Curso de Graduação em Geografia

**AVALIAÇÃO DAS TAXAS DE EROÇÃO QUÍMICA E FÍSICA NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO JACUTINGA (SP)**

Gustavo Rodrigues de Moraes

Prof. Dr. Fabiano Tomazini da Conceição

Rio Claro (SP)

2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

Gustavo Rodrigues de Moraes

**AVALIAÇÃO DAS TAXAS DE EROÇÃO QUÍMICA E FÍSICA NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO JACUTINGA (SP)**

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

Rio Claro - SP

2012

551.302 Moraes, Gustavo Rodrigues de
M827a Avaliação das taxas de erosão química e física na bacia
 hidrográfica do ribeirão Jacutinga / Gustavo Rodrigues de
 Moraes. - Rio Claro : [s.n.], 2012
 45 f. : il., figs., gráfs., tabs., quadros, fots., mapas

 Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Geografia)
 - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e
 Ciências Exatas
 Orientador: Fabiano Tomazini da Conceição

 1. Erosão. 2. Processos erosivos. 3.
 Hidrossedimentologia. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

GUSTAVO RODRIGUES DE MORAES

AVALIAÇÃO DAS TAXAS DE EROSÃO QUÍMICA E FÍSICA NA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO JACUTINGA (SP)

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

Comissão Examinadora

FABIANO TOMAZINI DA CONCEIÇÃO (orientador)

CENIRA MARIA LUPINACCI DA CUNHA

EDER PAULO SPATTI JÚNIOR

Rio Claro, 07 de dezembro de 2012.

GUSTAVO RODRIGUES DE MORAES

Assinatura do aluno

FABIANO TOMAZINI DA CONCEIÇÃO

assinatura do orientador

***Aos meus pais Valdir e Ana Maria e meu irmão Eduardo.
Que sempre acreditaram em mim e estiveram
presentes nas horas que mais precisei.***

AGRADECIMENTOS

Viver uma universidade pública fora da cidade de seus pais durante quatro, cinco anos é um experiência transformadora, de muita mudança, evolução, auto conhecimento e descoberta de uma nova família, de novas pessoas muito diferente das que você estava acostumado, que farão parte da sua vida e quando você menos perceber irão fazer falta... Já que amigos são a família que escolhemos seria uma grande injustiça não relembrar da tão calorosa, eloquente e unida 50ª turma de Geografia – a minha querida sala, meu muito obrigado!

Primeiramente agradeço aos meus pais Ana Maria e Valdir e ao meu irmão Eduardo pelo incentivo, esforço e coragem que sempre me deram, nas horas boas e ruins, nos momentos difíceis que hoje se transformam em alegria. À minha mãe que nunca desistiu de mim e que nunca mediu esforços para que eu tivesse a melhor educação, educação de qualidade, que me permitiu cursar uma Universidade Estadual, a qual me trouxe conhecimento de vida e permitiu ser quem sou.

Agradeço também a Deus, ao Cosmo ou Força Suprema que está acima de nós, nos guiando e ajudando em todos os momentos de nossa vida e por ter me ajudado e guardado nos momentos de angustia.

À minha família, meus tios, tias, primos e primas. Em especial meus avós Anésio e Júlia (in memoriam) por todo carinho, amor e compreensão, ao meu avô Benedito (in memoriam) pelas histórias e causos que permitiram com que eu visse a vida e a minha família com outros olhos, minha avó Durvalina, a qual sempre esteve ao meu lado, me apoiando e me incentivando cada dia mais e minha tia Neli, minha segunda mãe, a qual tenho grande amor e que sempre me ajudou e me ajuda até agora.

Agradeço a toda minha turma e amigos que passaram e que estiveram sempre presentes, acompanhando a minha caminhada durante a vida. Os meus amigos são pedrenses que com o humor ácido sempre me divertiram e

me apoiaram em minha jornada geográfica, quando precisei me animaram e fizeram rir das coisas boas que a vida tem a oferecer: Carla (Carlinha), Luís Fernando (Luisinho), Renata (Rena), Ana Beatriz (Bebê), Raquel, Marília (Capeta), Guilherme (Guimus), Ângelo, Joanna (Jows – O Mundo é um bafão). Também agradeço os meus amigos que conquistei na cidade azul (Hell Craro), que fizeram minha vida muito mais alegre, mais louca e mais intensa, onde pude achar o aconchego, quando me senti desamparado e perdido num novo lugar: Grazielle (A eterna Grauben Horst), Juliana (Kacyumara) (APS's), Bruna (Pancets), Leide (Dilene), Yuri, Edmar (Ed), Alan Peterson (Perdigão), Renato Saldanha (Paizão - Caverna), Monica (Mokina) e toda a turma de sala. Além das meninas da Rep Jack Tequila: Amanda (Pedrita), Carol (Danada, Pança de Porco), Imaira, Bia e Vlamir (Sam), além da Britney e Madonna. As veteranas e amigas Emanuelle (Manu pedrera), Mireille (Mireilla japa), Karen (Kárente). Aos integrantes da Rep Derrota. À Larissa Ikeda, amiga de ano (Geografia Integral), Natasha Roberta, Rafaela Bressan, Elisa Carlini e todos os outros que contribuíram nessa caminhada.

Ao Professor Fabiano Tomazini da Conceição, orientador e amigo, agradeço pela orientação, paciência e pela grande ajuda durante a realização do presente trabalho.

Ao mestre e geógrafo Eder Spatti Junior, pelos dados disponibilizados, pois sem eles não poderia desenvolver a pesquisa.

Aos meus professores, nos quais tenho me espelhado até agora para chegar aonde cheguei. A querida Suzi, Gi, Rejane, Nilza funcionárias da biblioteca, as quais sempre estiveram dispostas a me ajudar nas consultas bibliográficas.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para que essa etapa fosse concluída, meu grande e eterno abraço e meu muito obrigado!

Devia ter amado mais
Ter chorado mais
Ter visto o sol nascer
Devia ter arriscado mais
E até errado mais
Ter feito o que eu queria fazer...

(EPITÁFIO)

RESUMO

Atualmente com o crescente avanço tecnológico e mundial, novas áreas vêm sendo devastadas, por consequência processos erosivos se tornam mais frequentes, fazendo com que ocorra perda de solo, de capacidade de infiltração superficial e o intemperismo das rochas. Assim, estudos ambientais são cada vez mais frequentes para entender o meio em que vivemos, como também para que não haja a degradação do mesmo e dos recursos naturais finitos, que são imprescindíveis para a vida humana. A partir disso, esse trabalho tem como objetivo principal analisar as taxas erosivas químicas e mecânicas da bacia hidrográfica do Ribeirão Jacutinga, na sua foz, no município de Rio Claro, a fim de subsidiar estudos ambientais que permitam um desenvolvimento sustentável. Para que se chegasse nesses valores foram medidos os sólidos totais dissolvidos e em suspensão neste ribeirão durante os meses de janeiro a julho de 2012. Como resultados obtidos constam as maiores taxas de intemperismo tanto físico como químico nos meses chuvosos, em especial o mês de janeiro.

PALAVRAS CHAVE: Processos erosivos; Erosão química e mecânica, Ribeirão Jacutinga.

ABSTRACT

Currently with the growing technological advancement and global, new areas are being devastated, and as a result, the erosion became more frequent causing loss of soil, infiltration capacity of the surface and weathering of rocks. In this way, environmental studies are increasingly frequent to understand the environment in which we live, but also to avoid any degradation of the same and of finite natural resources, which are essential for human life. From this, this work has as main goal, analyzing the rates of chemical and mechanical erosive watershed of Ribeirão Jacutinga, at its mouth, in the city of Rio Claro, supporting environmental studies and sustainable development today. Order to reach these values were measured and total dissolved solids in suspension in

the stream during the months from January to July 2012. As results included higher rates of both physical and chemical weathering in the rainy months, especially january.

KEYWORDS: Erosive processes, quimical erosion, mechanical erosion, Ribeirão Jacutinga.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	11
2 OBJETIVOS.....	13
3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	14
4 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS.....	23
4.1 Erosão e intemperismo.....	23
4.2 Processos erosivos fluviais e seus componentes.....	25
5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	33
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
REFERÊNCIAS.....	45

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Com o aumento significativo da população mundial, novas áreas estão sendo habitadas, havendo também o aumento das áreas de pastagens e produção agrícola, para que essa população possa manter-se viva. Cada vez mais o solo é usado e sua cobertura vegetal é retirada, gerando um aumento nos processos erosivos, fazendo com que haja perda do solo e até mesmo uma mudança brusca na paisagem e na topografia.

Para Christofolletti (1980), os processos são definidos por um conjunto de ações regulares, contínuas e bem desenvolvidos, gerando um resultado. Os processos erosivos podem ser tanto físicos ou mecânicos como também químicos. Podemos exemplificar como físicos a erosão laminar e linear e a movimentos de massa. Os processos de erosão química devem-se as solubilizações dos minerais que compõem as rochas, através de processos intempéricos.

Nesse contexto, a Geografia tem se preocupado com o esgotamento e a destruição dos recursos naturais, que são finitos, justamente pela grande necessidade dos mesmos para o desenvolvimento da sociedade pós-moderna. Sendo assim, a geomorfologia, a pedologia, sedimentologia, tornam-se responsáveis para o entendimento destes processos erosivos, pois os mesmos acarretam problemas maiores, tais como: o assoreamento, a perda de solo, a diminuição da capacidade de infiltração nas vertentes, entre outros, como descrito por Christofolletti (1980).

A água, como sendo um desses recursos naturais finitos, também tem sofrido com a atuação humana. Os rios tornam-se poluídos pelas efluentes gerados por nós, tanto os industriais, domiciliares ou agrícolas. O solo acaba por ser contaminado, além da mudança na dinâmica pedogenética, podendo ocasionar verdadeiras catástrofes como escorregamentos e deslizamentos.

Dessa maneira, na tentativa de preservar esses dois recursos naturais de grande valia e entender o comportamento dos mesmos, surgem trabalhos que tem como objeto de estudo as bacias hidrográficas, em especial as bacias de pequena área (microbacias hidrográficas) e, conseqüentemente, as maiores

em um segundo momento. Unidade estas que são ideais para se entender a dinâmica erosiva e pedogenética, como da erosão, transporte e sedimentação dos materiais removidos desses locais.

Carvalho (2008) em sua obra já elucidava que as pequenas bacias merecem uma atenção especial, pois se encontram em áreas de declive acentuado, havendo assim uma necessidade no controle erosivo, pois há lugares que estão sujeitos à deposição desses sedimentos, assim com o assoreamento dos canais, as planícies marginais sofreriam com as enchentes, as quais devastariam culturas, habitações ou outros usos.

Portanto, foi escolhida como área de estudo a bacia do Ribeirão Jacutinga (SP), afluente do Rio Corumbataí, localizado na área rural dos municípios de Ipeúna, Rio Claro e Corumbataí. A finalidade do trabalho é analisar e quantificar as taxas erosivas dessa drenagem para que se possa saber a quantidade de sedimentos carregados pelo mesmo, fazendo uma análise geomorfológica desta bacia. Esse estudo conta com técnicas de Hidrossedimentologia e Geomorfologia Fluvial, para o entendimento dos processos que ocorrem na calha e no território que esse ribeirão percorre. Dessa forma entende-se a necessidade do estudo da bacia do Córrego Jacutinga, o qual pode subsidiar estudos posteriores de cunho ambiental.

2 OBJETIVOS

Esse trabalho tem como objetivo geral, avaliar as taxas de erosão química e física da bacia hidrográfica do Ribeirão Jacutinga (SP), em épocas de chuvas e secas do ano de 2012.

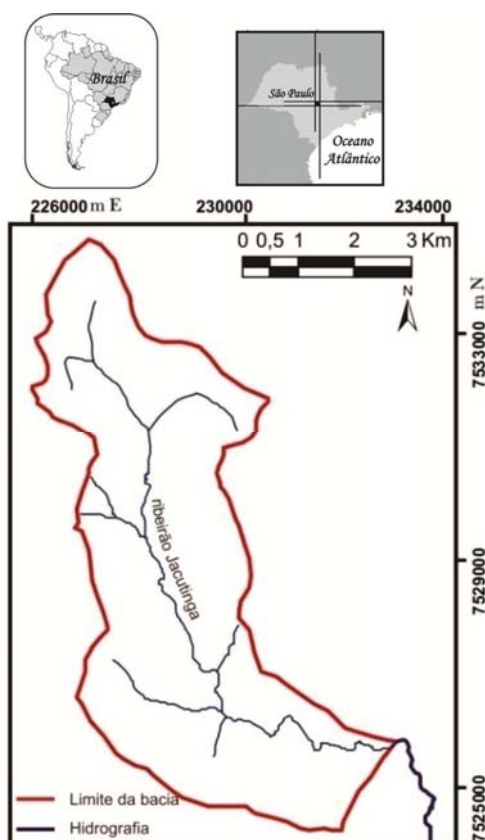
Como objetivos específicos o trabalho visa:

- Caracterização da área de estudo, para que sejam conhecidos os fatores fisiográficos da área como o uso da terra;
- Quantificar as taxas de erosão física e química, levantando alguns indicadores como condutividade, temperatura, pH, oxigênio dissolvido, os sólidos totais em suspensão e os dissolvidos e a vazão;
- Fazer uma correlação entre esses indicadores.

3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A bacia do Ribeirão Jacutinga a ser estudada tem seu curso localizado nas áreas rurais das cidades de Rio Claro e Corumbataí. Essas cidades encontram-se na porção centro-leste do estado de São Paulo, na confluência das regiões administrativas de São Carlos e Campinas. Estas estão inseridas na bacia do Rio Tietê, no médio curso entre as coordenadas $47^{\circ} 41'$ e $47^{\circ} 34'$ W e $22^{\circ} 17'$ e $22^{\circ} 22'$ S (Figura 1).

Figura 1 – Localização da área de estudo



Fonte: Spatti Junior, 2011.

A área de estudo está localizada na província geomorfológica denominada Depressão Periférica Paulista, área de circundenudação da bacia sedimentar do Paraná. Denominada como uma área de idade paleozoica por

Almeida (1974) e área limítrofe entre o Planalto Cristalino Atlântico a sudeste e a Província de Cuestas arenítico-basálticas a noroeste (PENTEADO, 1976).

Esse processo de circundesnudação se dá pela subsidência central das camadas sedimentares sub-horizontalizadas da bacia, ocorrendo exposição e contatos entre diferentes litologias na borda dessa estrutura. Dessa maneira através de erosão radial por um longo período nas diferentes litologias permitiu o surgimento de uma grande área planificada, que foi denominado por Ab'Sáber & Bernardes como Depressão Periférica Paulista (ALMEIDA, 1974). Com esse processo surgiu também outra grande unidade estrutural presente no Estado de São Paulo, denominada como Cuestas arenítico-basálticas. Que são fruto de intrusões basálticas que recobrem arenitos da Formação Serra Geral que são altamente estruturados e possuem grande resistência aos processos erosivos.

Para Almeida (1974), o município de Rio Claro encontra-se na III Província Geomorfológica do estado de São Paulo (Figura 2), a qual se divide em três zonas: 1 – Zona do Médio Tietê; 2 – Zona do Paranapanema e 3 – Zona do Mogi-Guaçu. Dessa maneira, a área em questão está inserida na primeira zona, do Médio Tietê, já que seus cursos d'água que são afluentes do Rio Corumbataí, afluente do Piracicaba e conseqüentemente do Rio Tietê, drenagem está que transpassa as Cuestas basálticas e forma apreciáveis boqueirões nos limites da cidade de Botucatu e Barra Bonita, fato esse que pode ser observado durante viagens de campo para a região.

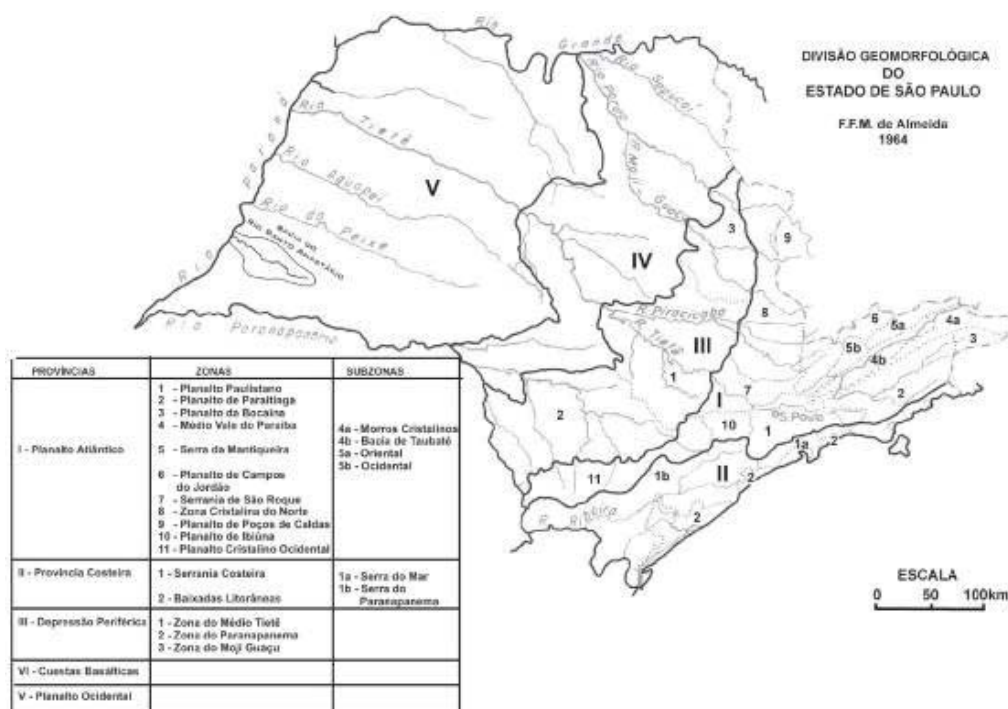


FIGURA 2. Divisão geomorfológica do Estado de São Paulo, segundo Almeida (1964).

As altitudes médias da região variam entre 550 a 650 metros em relação ao nível do mar. O relevo apresenta pouca movimentação devido à erosão periférica da bacia, a qual também expôs os sedimentos paleozoicos, do Grupo Tubarão e do Grupo Passa Dois e as intrusões magmáticas, na forma de sills e diques de diabásio e basalto (ALMEIDA, 1974). Além de apresentar perturbações, as quais se devem a falhamentos ou descontinuidades geológicas relacionadas às intrusões magmáticas (PENTEADO, 1976). Especificamente o município de Rio Claro apresenta também as formações Corumbataí e Botucatu sobrepostas aos Grupos Tubarão e Passa Dois, como também a Formação Rio Claro, de idade Neo Cenozóica. (PENTEADO, 1976). Segundo Zaine (1994):

“O sistema de relevo dominante na área estudada é abrangido pela Depressão Periférica, e definido por PENTEADO (1971), como composto por Colinas Tabuliformes, características das áreas do sítio urbano, Distrito Industrial e Campo do Cocho, ou seja, interflúvios extensos e aplainados, sem divisor de águas ou linha de cumeeada bem definido (ZAINÉ & PENTEADO-ORELLANA, 1994), vertentes

com perfis retilíneos a convexos, baixa densidade de drenagem e é comum a presença de lagoas, ligadas às cabeceiras ou isoladas nos topos planos (P. 16)".

O autor op. cit. elucida que a geologia da área é composta por rochas vulcânicas e sedimentares de idade Paleozoica como o Grupo Itararé; (formações Tatuí, Irati Corumbataí), Mesozoica (formações Pirambóia, Botucatu e Serra Geral) e Cenozoica (Formação Rio Claro e depósitos Recentes), as quais permitiram o desenvolvimento de espodossolos vermelho-amarelo com texturas média/argilosa, latossolo vermelho-escuro de textura argilosa e muito argilosa, latossolo vermelho amarelado e latossolo roxo, como também solos hidromórficos e litólicos (OLIVEIRA *et al.*, 1987a).

Monteiro (1973) classifica a região com um clima tropical com duas estações bem marcadas, do tipo Cwa, na classificação de Köppen, onde a letra **w** significa seca no inverno e a letra **a** significa que o mês mais quente do ano possui temperatura superior a 22 °C. As temperaturas anuais médias estão em torno de 18°C e períodos mais quentes com médias acima de 22°C (INÁCIO & SANTOS, 1988; apud SPATTI JUNIOR, 2011).

Segundo Ab'Sáber (2003), a cobertura vegetal original era composta por florestas tropicais atlânticas dos relevos mamelonares, com faixas de transição entre Mata Atlântica e Cerrado. A floresta é caracterizada por uma grande variedade de espécies vegetais e muitas espécies animais. Por causa dos vários ciclos agrários brasileiros, entre eles o café, o qual foi responsável por grande parte do desmatamento da cobertura vegetal do estado de São Paulo, atualmente a área de estudo não possui mais a vegetação original em sua totalidade e sim muita pastagens e algumas áreas florestadas. Atualmente a paisagem é caracterizada numa grande parte por cana-de-açúcar, ou seja, interferência antrópica.

A cidade de Rio Claro e a sua microrregião administrativa originaram-se através de emancipações de fazendas doadas a sesmeiros. Com o avanço populacional para o oeste paulista e a expansão da cana-de-açúcar, a cidade de Rio Claro e toda a região começa apresentar maior importância no estado. Em 1850, a cana perde forças e abre espaço para os cultivos de café, o qual se mostrava mais lucrativo. Além dessa variável outra se mostra como muito

importante no povoamento e desenvolvimento da região: a ferrovia, esta que pode aumentar os fluxos de matérias, como de pessoas, além do aumento da velocidade na troca de informações e tecnologias (GARCIA, 2012).

Com a queda na produção de café, a indústria começou a se desenvolver, para suprir as demandas locais, principalmente ligadas a produtos manufaturados. Destacam-se também olarias e algumas explorações de argilominerais. Com o passar das décadas e o aumento da industrialização no interior paulista outros setores industriais se fixam na região, com realce para Rio Claro. Indústrias do setor alimentício merecem destaque, como a Skoll – Caracu e empresas da área energética como a Usina Sant’Ana de Açúcar e Álcool. Posteriormente, complexos industriais surgem na produção de matérias primas e manufaturados, como indústrias de plástico e mecânicas, na década de 1970 (GARCIA, 2012).

Atualmente a produção industrial da região destaca-se pela exploração de argilominerais e multinacionais na área de montagem e produção de manufaturados. Além do setor industrial desenvolvido na área de estudo encontra-se o setor agropecuário com forte relevância econômica para a região. Esse setor produtivo caracteriza-se pela forte presença de monoculturas, entre elas a cana-de-açúcar com maior destaque, como também as produções familiares de feijão, arroz, algodão, milho e citros. O café apresenta pequena expressão, porém há uma produção considerável e até mesmo marca própria com nome regional. Outra grande produção econômica de grande porte é a exploração de argilominerais na bacia do Jacutinga, decorrente da formação Corumbataí a qual compõe o exutório do canal.

O aumento do contingente populacional urbano da bacia do Rio Corumbataí se dá a partir da análise do quadro 1. Através da análise do quadro pode-se perceber que em sua maioria os municípios apresentaram taxa positiva de crescimento populacional na série histórica de 1990 a 2010. Outra variável relevante a ser discutida são as taxas de uso e ocupação do solo, apresentado na Tabela 1. Como se podem perceber as áreas de pastagens e monoculturas são de grande valia, já que apresentam os maiores percentuais e uso e cobertura da terra, presente na bacia do Rio Corumbataí.

Quadro 1 – Aumento da população urbana na bacia do Rio Corumbataí.

Municípios	População Urbana				
	1990	%	2000	%	2010
Analândia	1.572	21	1.236	21	1.248
Charqueada	9.976	6	10.614	10	10.972
Corumbataí	1.560	23	1.915	47	2.294
Ipeúna	1.856	18	1.525	15	1.572
Piracicaba	281.819	23	347.857	45	409.636
Rio Claro	133.971	34	179.228	57	209.827
Santa Gertrudes	9.519	24	11.778	42	13.499
Total	440.273		554.153		649.048

Fonte: Bacia do Rio Piracicaba, Diretrizes para o Planejamento. Rel. 01 SMA/CPLA – Out/97

(Baseado nos censos do IBGE) apud Garcia (2012).

Tabela 1 – Percentual do uso e cobertura do solo na bacia do Rio Corumbataí.

Uso e cobertura do solo	Área (ha)	Área (%)
Pastagem	72228,48	42,29
Cana-de-açúcar	47431,92	27,77
Floresta nativa	19234,84	11,26
Cerrado	1217,20	0,71
Floresta plantada	9713,84	5,69
Fruticultura	6848,81	4,01
Cultura anual	1575,48	0,92
Mineração	323,92	0,19
Área Urbana	4937,72	2,89
Rede hidrográfica e malha viária	7263,40	4,25

Fonte: Garcia (2012).

Figura 3 – Atividades agropecuárias na bacia do Jacutinga



. Foto: Eder Spatti Junior.

A litologia da bacia do Ribeirão Jacutinga é basicamente composta pela Formação Pirambóia em sua nascente e mais a jusante pela Formação Corumbataí. A Formação Pirambóia (Figura 4) é constituída basicamente por arenitos esbranquiçados, avermelhados e amarelados, granulométricamente finos e médios, com algumas camadas intercaladas por argilitos e siltitos. Há também estratificações cruzadas de grande e médio porte nas estruturas sedimentares (ZAINE, 1994).

Já a Formação Corumbataí (Figura 5) caracteriza-se por ser uma formação mais argilosa, pois sua litologia é composta por argilitos, folhelhos arroxeados e marrom-avermelhados e siltitos. Esses folhelhos podem apresentar intercalações de arenitos, coquinas e leitos carbonáticos. A formação apresenta alto potencial econômico para a extração de argilas. Schneider *et al* (1974) acredita que essa formação teve sua gênese em ambiente marinho tanto redutor quanto oxidante em determinados momentos, dessa forma são encontrados fósseis bivalves, peixes cartilaginosos, entre outros crustáceos (ZAINE, 1994).

Figura 4 – Foto de afloramento da Formação Pirambóia



. Foto: Eder Spatti Junior

Dessa maneira os solos que são encontrados na região vão de uma granulometria arenosa a uma argilosa, como espodossolos até latossolos vermelho-amarelos a roxos, os quais possuem uma grande fertilidade tanto mecânica como química, permitindo o cultivo de diversas culturas (ZAINÉ, 1994). O ribeirão em sua extensão percorre áreas rurais do seu alto curso até seu baixo curso, por esse motivo foi escolhido para o desenvolvimento do trabalho, pois não sofre tanto com a interferência antrópica.

Figura 5 – Foto de afloramento da Formação Corumbataí.



Foto: Eder Spatti Junior

Apesar de estar na área rural o ribeirão entre em contato com diversas atividades socioeconômicas, ou seja, destruição da mata ciliar em diversas propriedades rurais para o plantio familiar de subsistência e monoculturas (cana-de-açúcar, Figura 6), além do recebimento de rejeitos por causa das áreas de pastagem.

Figura 6 – Solo descoberto por causa do plantio de cana-de-açúcar.



Foto: Eder Spatti Junior.

4 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

4.1 Erosão e intemperismo

Segundo o dicionário online de português para o significado da palavra erosão encontram-se várias denominações, dentre as quais:

- ação de uma substância ou elemento que corrói ou desgasta;
- conjunto dos processos de degradação do relevo;
- conjunto de fenômenos constituídos pela redução do relevo, pelo transporte e pela acumulação dos materiais arrancados;
- sistema de erosão, combinação relativamente constante, em uma zona do globo, de diversos processos de erosão.

Essas definições permitem entender um pouco desse processo tão frequente e essencial para a esculturação do relevo. Percebe-se que a compreensão dos processos erosivos é imprescindível aos estudos geomorfológicos, pois estes vão dar formas às vertentes, erodindo em um local e depositando em outro, fazendo com que sejam criados vários sistemas geomorfológicos e pedológicos. Para a geomorfologia interessam a degradação do relevo, ou seja, os modelos topográficos que os processos erosivos ocasionarão ou ocasionaram. Os processos erosivos podem ser amenizados ou até mesmo evitados com auxílio da vegetação ou planejamento adequado para o uso e ocupação das vertentes. A vegetação tem grande papel na compactação do solo, formando como se fosse um talude, amenizando a ocorrência destes processos. Porém a uma acentuação dos processos erosivos de ordem química, influenciados pela presença das raízes vegetais que liberam ácidos acelerando o processo de degradação das rochas, ou pela presença de microrganismos como fungos e bactérias que vivem em conjunto com essas plantas.

Esses processos morfogenéticos são representados pela ação da dinâmica externa sobre as vertentes (CHRISTOFOLETTI, 1980). Entre os processos morfogenéticos encontramos o intemperismo (erosão química), a

erosão laminar e linear e a movimentação de massa (erosão mecânica), conforme descreveu Christofolletti (1980) em sua obra *Geomorfologia*:

“Meteorização é a responsável pela produção de detritos a serem erodidos, constituindo etapa na formação do regolito; representa pré-requisito necessário para a movimentação de fragmentos rochosos ao longo das vertentes; pode-se distinguir entre meteorização química e bioquímica, responsável pela decomposição das rochas, e a meteorização física, responsável pela fragmentação das rochas”. (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 27).

Segundo Christofolletti (1980), o intemperismo químico consiste na solubilização dos substratos rochosos gerando assim outros componentes, através da combinação dos vários materiais existentes na solução. O clima e a rocha são os principais agentes para que esse tipo de intemperismo aconteça. Lepsch (2002) aborda que a grande maioria das rochas tem sua origem em grandes profundidades, sob condições de temperatura e pressão diferentes da nossa atmosfera, assim quando são expostas à atmosfera tornam-se instáveis e mais frágeis, uma vez que estão sujeitas a outra pressão, temperatura e umidade. De tal modo com a dilatação e contração desse mineral, começam surgir fendas, nas quais a água, ar e microrganismos começam a se instaurar, solubilizando esse material.

Lepsch (2002) ainda elucidada que o intemperismo químico é formado principalmente pela água e o gás carbônico nela dissolvido e a sua intensidade de ação é diretamente proporcional ao aumento da temperatura. Portanto, quanto mais úmido e quente for o clima, maior será a decomposição química dos substratos rochosos. Sendo que nos lugares onde o clima é mais quente e seco, as rochas sofrem muito mais com o intemperismo físico ou a desagregação mecânica.

Essa água que auxilia na meteorização química nunca é pura, pois sempre contem gases nela dissolvidos, como também substâncias orgânicas provenientes dos organismos. Esses compostos auxiliam na degradação dos minerais que se processa através de reações químicas, gerando assim novos minerais, denominados secundários. As reações que ocorrem por causa do processamento desses minerais são: dissolução, hidratação, hidrólise e

oxidação. Dentre os principais minerais que são liberados nessas reações encontramos os metais básicos, quimicamente falando, como o cálcio, sódio, potássio e magnésio (LEPSCH, 2002).

O autor faz menção que o intemperismo produz detritos e constitui etapa na formação do regolito; assim entende-se por regolito ou manto de alteração toda a camada superficial que foi ou está sofrendo intemperismo, desde a camada mais superficial, como a matéria orgânica ou solo até a camada mais subsuperficial (LEPSCH, 2002). Logo após a constituição do regolito com o processo de formação de solos denominado pedogênese os horizontes pedogenéticos começam a se constituir com maior relevância, permitindo assim o uso do solo ou da terra.

4.2 Processos erosivos fluviais e seus componentes

Os processos erosivos além de ocorrerem de uma forma geral nas vertentes, também ocorrem com os cursos d'água que se formam e que se formaram, como em seu curso, os quais são responsáveis pelo transporte e sedimentação dos sedimentos carregados.

Para Carvalho (2008) sedimento:

“é a partícula derivada da rocha, ou de materiais biológicos, que pode ser transportada por fluido; é a partícula derivada da fragmentação das rochas, por processo físico ou químico, e que é transportada pela água ou pelo vento do lugar de origem aos rios e aos locais de deposição; é o material sólido em suspensão na água ou depositada no leito” (CARVALHO, 2008, p. 3).

Assim a Geomorfologia, em especial a Geomorfologia Fluvial, e a Sedimentologia, ou melhor, a Hidrossedimentologia são responsáveis pelos estudos desses processos erosivos que ocorrem no leito das drenagens. Portanto, cabe a Geografia estudar esses fenômenos, tendo como unidade de estudo ideal uma bacia hidrográfica, pois com a análise e balanço desses processos permitirá aferir se predominam os processos de formação ou perda de solo.

Ao mencionar o processo de erosão fluvial não se pode analisar esse fenômeno isoladamente, já que existe todo um sistema ou rede, a qual permite que essa lixiviação ocorra. Dentre esses fatores deve-se considerar além da drenagem o clima, fator muito importante, pois o mesmo controla todo o balanço hídrico do sistema. Esse balanço é dinâmico ao longo do tempo, já que a Terra se movimenta ao redor do sol, permitindo mudanças na temperatura e no regime pluviométrico, os quais variam de um local para o outro, conforme as diferenças latitudinais.

O clima pode ser considerado um dos fatores mais importante, se não o mais importante nesse contexto, pois quanto mais altas as temperaturas e maior o regime pluviométrico maior será o intemperismo químico e, conseqüentemente, maior pedogênese e maior desenvolvimento da fitogeografia. Caso as temperaturas sejam altas e a quantidade de chuva seja reduzida haverá predominância dos processos mecânicos e uma menor pedogênese. Dessa maneira, haverá mais ou menos material que possa ser levado aos cursos de água pelas chuvas ou vento. Essas duas situações climáticas são encontradas nas zonas tropicais e irão definir a tipologia do sedimento que chega ao longo do curso, que pode ser um fragmento de rocha, de solo ou uma solução.

Outro fator que deve ser analisado durante o processo intempérico será a fitogeografia que ocupa a área a ser estudada. A vegetação desempenha um importante papel quanto aos processos intempéricos, pois a mesma ajuda no desenvolvimento dos solos, porém é fator determinante no processo de erosão laminar, linear e movimentos de massa, ajudando na contenção destes. Fato este que pode ser comprovado com a análise de duas vertentes isoladas, uma com presença de fitomassa e outra sem a presença vegetal, conforme as intemperes climáticas há de se perceber que na primeira a lixiviação será muito menor que na segunda, conseqüência do sistema radicular que a vegetação possui, formando uma camada de contenção, enquanto que na segunda o escoamento será livre.

O terceiro fator que deve ser considerado será a vertente, a forma e a declividade que esta apresenta. Ou seja, vertentes convexas são dispersoras de água e de matéria, vertentes côncavas são concentradoras de água e

matéria e vertentes retilíneas que apresentam um regime diferenciado. A declividade irá influenciar diretamente na pedogênese, como na laterização, portanto quanto maior a declividade maior os processos erosivos e menor o desenvolvimento dos solos.

O quarto fator corresponde ao tipo de solo, já que solos mais arenosos apresentam um potencial de erodibilidade maior que solos mais argilosos geralmente. Isso não pode ser considerado via de regra, porque há outros componentes envolvidos no processo como a coesão dos grãos, ou a estrutura e a quantidade de chuva, vento ou fator intempérico recorrente.

Outro grande fator influenciador nos processos erosivos é o uso da terra, ou a atividade antrópica presente na área. A presença humana gera grandes impactos ao meio ambiente, por causa de suas atividades para a sobrevivência com certo conforto. As obras de engenharia são capazes de devastar o meio biótico e abiótico, causando grandes desequilíbrios ambientais. Sendo assim, é de grande valia considerar esse componente.

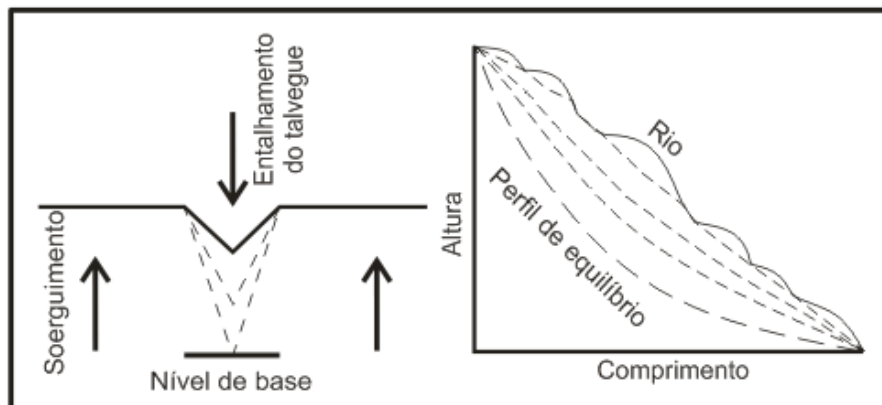
Todos esses fatores devem ser considerados ao tratar do assunto intemperismo, pois todos os sedimentos que são carregados acabam por se depositar nas partes mais baixas do relevo, os vales, os quais sempre são demarcados pela presença de uma drenagem, depressões ou planícies.

Muitos são os problemas que esses processos erosivos causam. Com a perda desses sedimentos nos diversos lugares pode haver a perda gradual da fertilidade agrícola desses solos erodidos e deposição desses sedimentos em outros lugares, aumentando assim fertilidade (CARVALHO, 2008). Carvalho (2008) faz menção também que os sedimentos em suspensão na calha dos cursos d'água prejudicam a qualidade para o consumo humano.

Os transportes de sedimentos nas drenagens se dão pela energia cinética que estes possuem, dessa maneira haverá os trechos de erosão, como de sedimentação. Pois, a drenagem busca seu nível de base, cujo é caracterizado pelo entalhamento do talvegue, havendo assim erosão linear. Esse entalhamento ocorre até que o rio alcance seu perfil de equilíbrio, ou seja, não possa mais erodir linearmente e comece incidir nas suas laterais e cabeceira, denominada erosão remontante ou de cabeceira. Pode se constatar

esse modelo através da análise da imagem abaixo proposta por Davis em seu postulado (CASSETI, 2001).

Figura 7 – Entalhamento de um talvegue, proposta de Davis (CASSETI, 2001).



- a) Corte transversal mostrando o entalhamento do talvegue pelo forte gradiente, responsável pela elaboração de gargantas ou *canyons*.
 b) Corte longitudinal mostrando a evolução do sistema fluvial até o estabelecimento do suposto perfil de equilíbrio (fim da juventude).

A quantidade total dos sedimentos que são erodidos dentro de uma bacia hidrográfica é conhecida como erosão bruta ou erosão total (CARVALHO, 2008), que inclui tanto os sólidos em suspensão, como os sólidos totais dissolvidos. Dessa forma muitos são os problemas que essa erosão fluvial pode causar; Carvalho (2008) traz alguns deles:

- “- A erosão nas cabeceiras dos rios provoca a destruição das nascentes.
- Aumenta o risco de desertificação.
- Em zonas agrícolas, promove a remoção da camada fértil, com o empobrecimento do solo.
- O desprendimento e escorregamento de terras e taludes podem provocar danos gerais, incluindo morte e, às vezes, a destruição de obras.
- Altera as condições de escoamento da água na superfície e na calha dos rios.
- Desbarrancamentos em rios modificam a calha e provocam depósitos no leito.

- Trabalhos de mineração em cursos d'água prejudicam sobremaneira a calha do rio, provocando à degradação local e agradação a jusante.
- A erosão nas terras devido a enxurradas produz sulcos em locais indesejáveis.
- A erosão em torno de estruturas pode provocar danos irreversíveis”.

A erosão fluvial causa diversas preocupações, pois pode modificar brutalmente a vida do ser humano, como até mesmo levar a morte em alguns casos, sendo assim vale ressaltar a necessidade da preservação da mata ciliar e o uso consciente dos recursos hídricos de forma sustentável. Outro grande problema que pode ocorrer nas drenagens é o assoreamento, o qual faz com que o nível de base do curso d'água se altere, gerando grande desequilíbrio e problemas como mudança na dinâmica da energia fluvial, mudanças na percolação e escoamento das águas, erosão remontante e, conseqüentemente, muitos outros problemas, às vezes até o desaparecimento da drenagem. Esse problema pode ocorrer tanto por influência antrópica como naturalmente através de eventos extremos.

Além dos problemas devidos à erosão Carvalho traz também problemas inerentes ao transporte desses sedimentos:

- “As partículas em suspensão degradam o uso consumptivo da água, aumentando o custo de tratamento.
- O sedimento degrada a água especificamente para o abastecimento, recreação, consumo industrial, resfriamento, em hidrelétricas e vida aquática.
- O aumento de turbidez na água reduz a qualidade estética do curso d'água.
- O sedimento em suspensão impede a penetração da luz e do calor, reduzindo a atividade da fotossíntese necessária à salubridade dos corpos d'água.
- Quando aumenta o sedimento fino em suspensão, diminui a população de peixes nos rios, sobrevivendo somente aqueles de espécies resistentes.
- O sedimento atua como portador de outros poluentes, tais como nutrientes químicos, inseticidas, herbicidas e metais pesados.
- Atua como portador de bactérias e vírus.
- A carga sólida provoca perturbação na forma do canal.

- O sedimento do leito dos rios, mesmo ainda em movimento, mas com redução das profundidades, pode prejudicar a navegação ou elevar o nível d'água, provocando enchentes locais mais frequentes.
- Colisão de areia em suspensão produz abrasão em turbinas e máquinas diversas e comportas, quando as partículas se movem em alta velocidade, produzindo redução de eficiência ou inutilizando a peça.
- Durante enchentes, as pedras e seixos rolados danificam encontros e pilares de ponte, suporte de fundações de cais e canais pavimentados.
- Enchentes torrenciais deslocam matacões e pedras que prejudicam, por colisão, obras hidráulicas, árvores, cercas, linhas telefônicas, edifícios e outros objetos em sua passagem”.

O problema com transporte de sedimentos é muito relevante, pois os mesmos causam grande destruição. Na maioria das vezes a dinâmica fluvial é alterada por conta da degradação do meio ambiente natural para sanar necessidades antrópicas, atitudes estas que são realizadas sem um planejamento prévio fazendo com que os impactos sejam abruptos.

Posteriormente, os problemas causados frente à erosão, o transporte dos sedimentos erodidos, há o problema com a deposição destes, os quais causam grandes complicações, pois não é fácil contê-los por causa da grande energia cinética contida nestes. Assim, os sedimentos podem depositar-se proximamente ao lugar que foram erodidos, como longinquamente, principalmente se forem ligados a um forte processo intempérico como um evento extremo. Sendo assim Carvalho (2008) também enumerou esses problemas:

- “O depósito em reservatórios pode provocar o seu assoreamento, reduzindo o volume d'água, a regularização do curso d'água e a vida útil do lago.
- Pode assorear obras de arte, tomadas d'água e outras estruturas fluviais; pode assorear as calhas dos rios prejudicando a navegação pela redução da profundidade, ou aumentar os riscos de enchente pela redução da capacidade do canal.
- Riachos assoreados prejudicam os animais, incluindo o gado que vai beber água, terminando por ingerir sedimento, prejudicando a saúde.

- Em cursos d'água assoreados, a água em nível mais elevado provoca erosão de margens.
- Materiais danosos depositados em terras de fazendas, no pé dos declives ou em terraços férteis podem reduzir a fertilidade dos solos se a cobertura de sedimentos não contiver nutrientes, algumas vezes soterrando valiosos cultivos.
- O sedimento depositado em algumas áreas reduz a drenagem superficial.
- Sedimentos depositados em canais de irrigação e de drenagem, em canais de navegação e de escoamento de enchentes, em reservatórios e portos, em ruas, estradas e edificações não somente criam transtornos, mas também impõem altos custos públicos de serviços de manutenção (Vanoni, 1977).
- Quando o sedimento se deposita em áreas produtivas, diminui ou paralisa, temporária ou permanentemente, o crescimento das plantas.
- O sedimento fino, depositado com lama, em portos, áreas de recreação, locais de pescadores ou outros locais onde pode haver uma concentração e uso do curso d'água, lago ou reservatório, por pessoas, afasta os usuários devido à aversão à lama; o depósito no leito, sem nutrientes, afasta peixes e microrganismos.
- O sedimento, em ocasião de enchentes, pode cobrir rodovias, danificar seriamente propriedades, áreas urbanas, ruas, gramados e jardins.
- Os diques naturais que se formam pouco a pouco nas margens dos rios costumam apresentar um depósito de material fino na sua base, tirando a permeabilidade do solo e favorecendo a formação de área encharcada na zona da várzea, tanto devido ao dique quanto à impermeabilidade (Subcommittee on Sedimentation, 1963).
- O sedimento que se deposita em canais é constituído de material fino, permitindo o crescimento de vegetação, prejudicando o escoamento.
- O sedimento que se deposita em canais de irrigação cria sérios problemas devido à elevação do nível d'água, redução do volume d'água e danos às plantações; a obstrução de desvios e escoadouros com sedimento também reduz a quantidade de água disponível (Vanoni, 1977).
- Inundação com sedimento grosso em área irrigadas reduz a fertilidade dos solos, enquanto o sedimento coloidal reduz a permeabilidade, sendo que os dois casos reduzem a fertilidade das terras irrigadas.

- O assoreamento de lagos dificulta ou impede totalmente o pouso de hidroaviões”.

Dessa maneira, os estudos voltados a hidrossedimentologia cada vez mais têm se tornado frequentes. Para o auxílio dos órgãos públicos e gestores municipais, nas medidas de planejamento ambiental e urbano. Com o planejamento o uso consciente e manejo dos recursos naturais tornam-se possível, não permitindo o esgotamento e o caos na vida contemporânea. Através de análises e estudos alguns autores concordam que a interferência antrópica se não for pensada pode ser um fator de maior degradação e aceleração dos processos intempéricos entre eles Carvalho (2008), Bega (2010), Guerra & Mendonça (2004).

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o desenvolvimento do trabalho foi realizada a coleta de amostras de águas fluviais no exutório da bacia do Ribeirão Jacutinga (Figura 7). As coletas de águas fluviais tiveram frequência mensal abrangendo os meses de janeiro a julho de 2012. As águas fluviais foram caracterizadas físico-quimicamente através de equipamento com eletrodos de leitura direta no próprio local de coleta, marca YSI modelo 556, previamente calibrado no LAGEA - Laboratório de Geoquímica Ambiental do Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da UNESP de Rio Claro, sendo analisadas as seguintes variáveis: temperatura ($^{\circ}\text{C}$), pH, condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), oxigênio dissolvido (mg/L) e sólidos totais dissolvidos (mg/L). As amostras de águas fluviais, após suas coletas, foram armazenadas em vasilhames de polietileno e levadas ao LAGEA para quantificação dos sólidos totais em suspensão (método fotométrico de 1 a $750 \pm 0,5 \text{ mg}/\text{L}$), através do espectrofotômetro DR 2800 da Hach Company (Hach, 1992).

Figura 7 – Ponto de amostragem de águas pluviais na bacia do Ribeirão Jacutinga



Foto: Eder Spatti Júnior

A quantidade total de material alterado removido pela erosão química pode ser determinada pelo uso da equação de Moreira-Nordemann (1980 e 1984):

$$F_w = 0,0864.Q.STD$$

Onde:

F_w = descarga dissolvida total diária, em ton/dia;

Q = descarga líquida média diária, em m³/dia;

STD = concentração média diária de sólidos totais dissolvido, em mg/L;

A quantidade total de material removido pela erosão química, Wq (ton/km²/dia), por unidade de área e tempo pode ser determinada pelo uso da equação:

$$Wq = F_w / S$$

Onde:

F_w = fluxo diário de sólidos dissolvidos nas águas dos rios oriundos da erosão química (ton/dia);

S = área da bacia (km²).

As taxas de erosão mecânica foram quantificadas através do transporte de sedimentos. A descarga sólida total em curso de água pode ser obtida através do método simplificado de Colby (1957) (CARVALHO, 2008), que usa basicamente três ábacos e dados de descarga líquida, velocidade média, profundidade média, largura da seção e concentração medida de sedimentos em suspensão, sendo ela calculada pela seguinte equação:

$$F_s = 0,0864.Q.STS$$

Onde:

F_s = descarga sólida total diária, em ton/dia;

Q = descarga líquida média diária, em m³/dia;

STS = concentração média diária de sólidos totais em suspensão, em mg/L;

A quantidade total de material removido pela erosão mecânica, WS (ton/km²/dia), por unidade de área e tempo pode ser determinada pelo uso da equação:

$$Ws = Fs/S$$

Onde:

F_s = fluxo diário de sólidos em suspensão nas águas dos rios oriundos da erosão química (ton/dia);

S = área da bacia (km²).

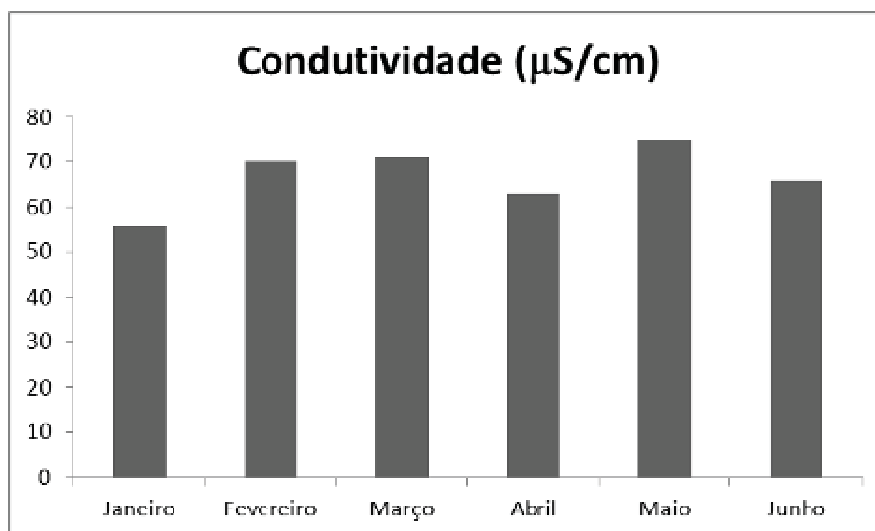
Finalmente, a quantidade total de material removido na bacia do Ribeirão Jacutinga pode ser obtida pela equação:

$$Wt = Wq + Ws$$

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro parâmetro levantado foi à condutividade elétrica, sendo os resultados apresentados na Figura 8. Pode-se notar que a condutividade é ligada diretamente a quantidade dos sólidos totais dissolvidos, se for feita análise do gráfico de STD logo abaixo. Ou seja, quanto maior a quantidade de sólidos dissolvidos maior a condutividade elétrica das águas fluviais, já que estas são responsáveis pela ionização das águas (SPATTI JUNIOR, 2008).

Figura 8 – Resultados de condutividade elétrica.



O segundo parâmetro obtido foi à temperatura da água (Figura 9), o qual pode ser observado que os maiores valores foram quantificados na época de chuva em relação à época seca. O terceiro parâmetro foi o pH das águas do Ribeirão Jacutinga (Figura 10). O pH é um indicador muito importante nas águas fluviais, já que estas permitem a existência de uma flora e fauna específica que necessitam de uma condição neutra para a sobrevivência. Como se pode analisar, este parâmetro oscilou pouco e se manteve entre as faixas de 5,5 em janeiro e 7 em fevereiro, valores neutros ou levemente ácidos.

Figura 9 – Resultados de temperatura.

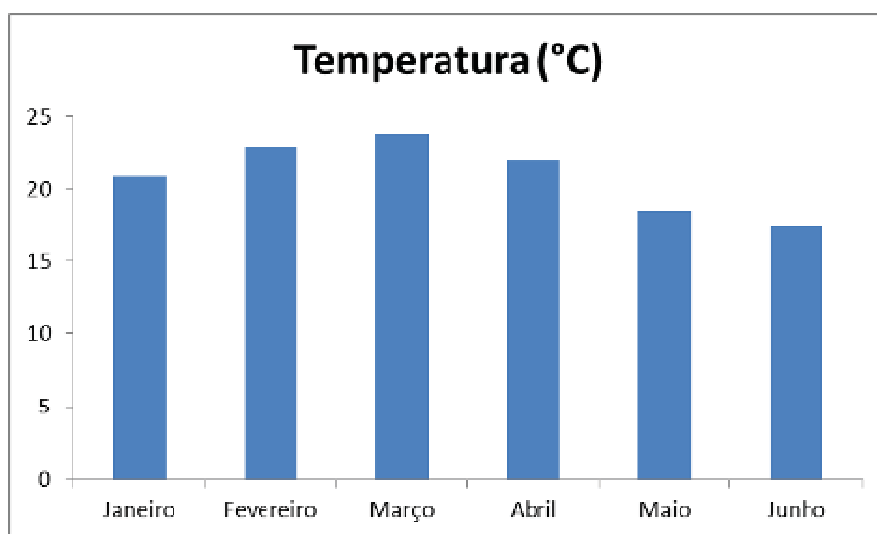
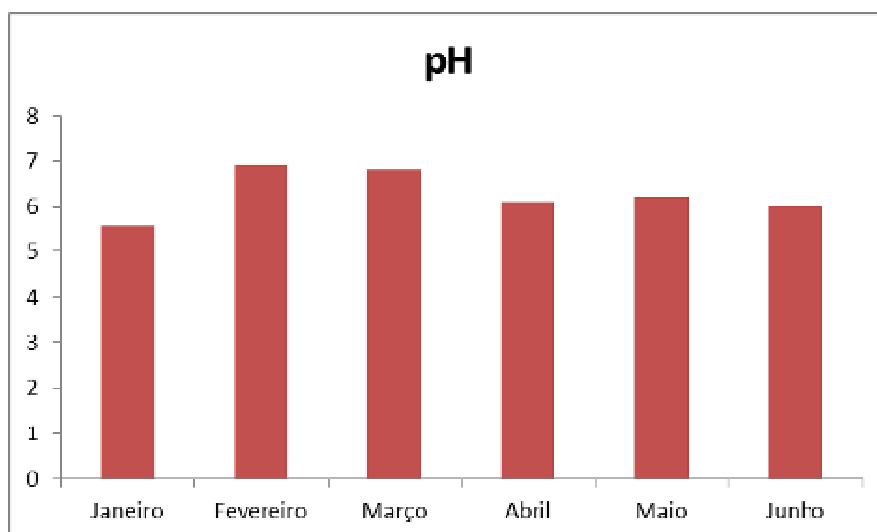
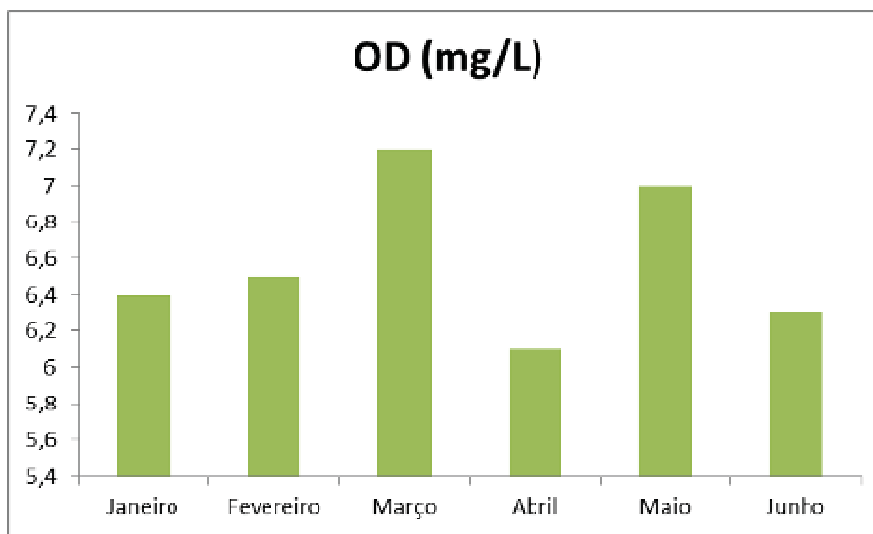


Figura 10 – Resultados de pH.



O quarto parâmetro quantificado foi a variável oxigênio dissolvido (Figura 11). Os valores de oxigênio dissolvido oscilaram entre 6,1 e 7,2 mg/L para as águas pluviais do Ribeirão Jacutinga, entre os meses de janeiro e junho de 2012.

Figura 11 – Resultados de oxigênio dissolvido.



O quinto, sexto e sétimo parâmetros são os mais relevantes para essa pesquisa em si, pois são norteadores na avaliação da quantificação das taxas de erosão mecânica e química, ou seja, sólidos totais dissolvidos (Figura 12), sólidos totais em suspensão (Figura 13) e vazão (Figura 14).

Figura 12 – Resultados de sólidos totais dissolvidos.

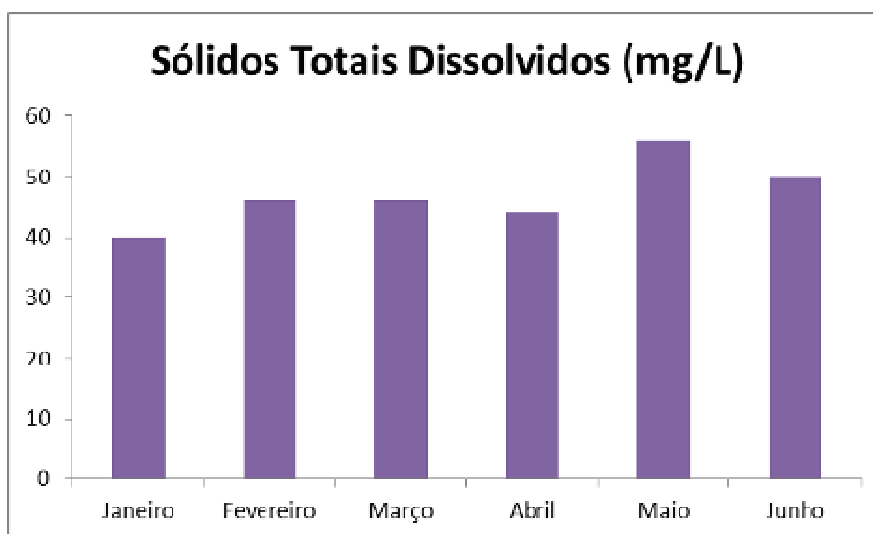


Figura 13 – Resultados de sólidos totais em suspensão.

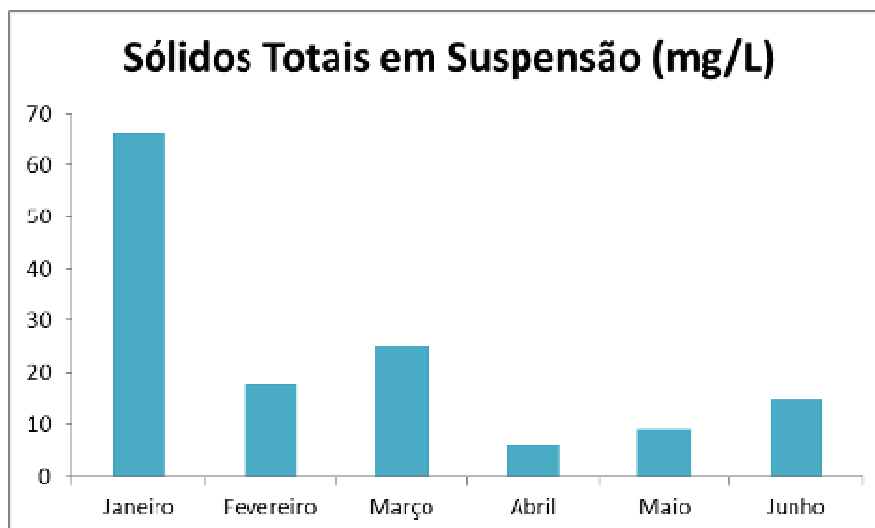
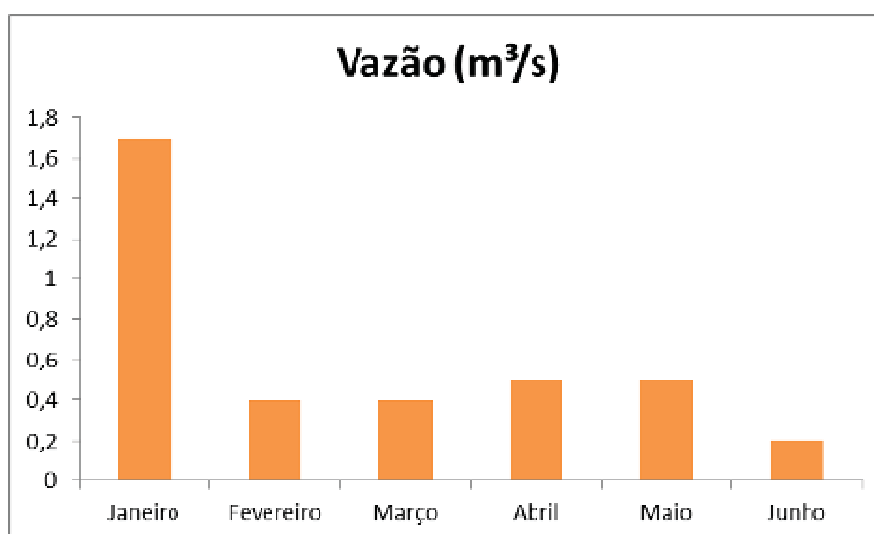


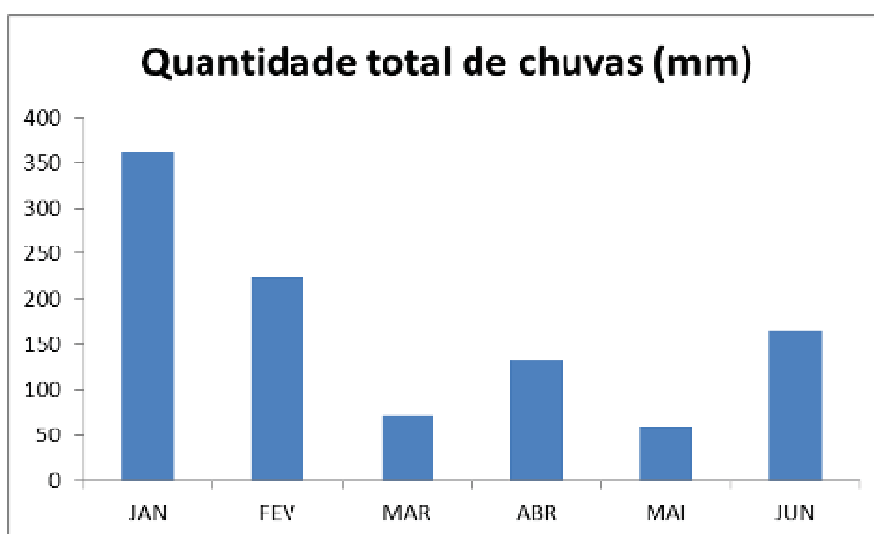
Figura 14 – Resultados de vazão.



No mês de janeiro foram obtidos os maiores valores de vazão e sólidos totais em suspensão. Já para os sólidos totais dissolvidos, junho foi o mês que apresentou maior concentração. Todos os dados acima mensurados não podem ser analisados sem que haja uma interpolação com os dados climáticos

na bacia, pois a pluviosidade interfere diretamente na quantificação dos parâmetros obtidos. Dessa forma, segue a tabela de dados pluviométricos através da estação meteorológica do CEAPLA, localizada no Campus da UNESP em Rio Claro (Figura 15), distante cerca de 7 quilômetros em linha reta da bacia. Os dados climáticos permitem a confirmação de que a maior vazão ocorreu no mês com maior precipitação e, conseqüentemente os sólidos totais em suspensão devido à quantidade e a intensidade dos processos de erosão.

Figura 15 – Total de precipitação entre janeiro e junho de 2012.

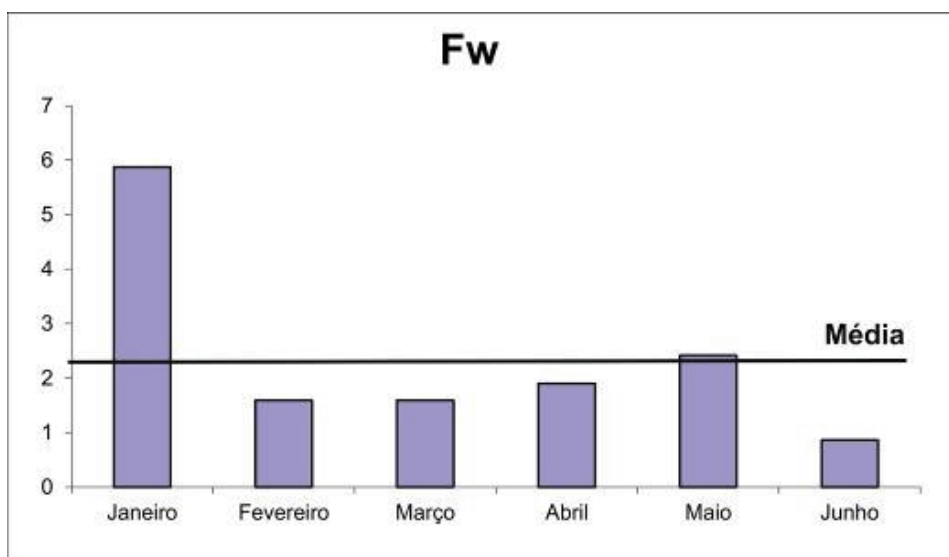


A Tabela 3 mostra os valores obtidos para F_w (Figura 16). Assim, o maior transporte de material dissolvido ocorre em janeiro com 5,88 ton/dia e o menor em junho com 0,86 ton/dia, com média de 2,34 ton/dia. Dividindo-se esse resultado pela área da bacia, é possível estimar uma perda de material dissolvido devidos aos processos de intemperismo na bacia do Ribeirão Jacutinga de 0,08 ton/km²/dia. Multiplicando-se este valor pelo número de dias de um ano, obtêm-se um transporte anual de material dissolvido de 29,61 ton/km² ou 855,68 ton.

Tabela 2 – Quantidade de sedimentos dissolvidos transportados pelo Ribeirão Jacutinga entre os meses de janeiro e junho de 2012.

Mês	Fw
Janeiro	5,88 ton/dia
Fevereiro	1,59 ton/dia
Março	1,59 ton/dia
Abril	1,90 ton/dia
Mai	2,42 ton/dia
Junho	0,86 ton/dia
Média/ dia	2,34 ton/dia

Figura 16 – Material dissolvido transportado pelo Ribeirão Jacutinga entre os meses de janeiro e junho de 2012.

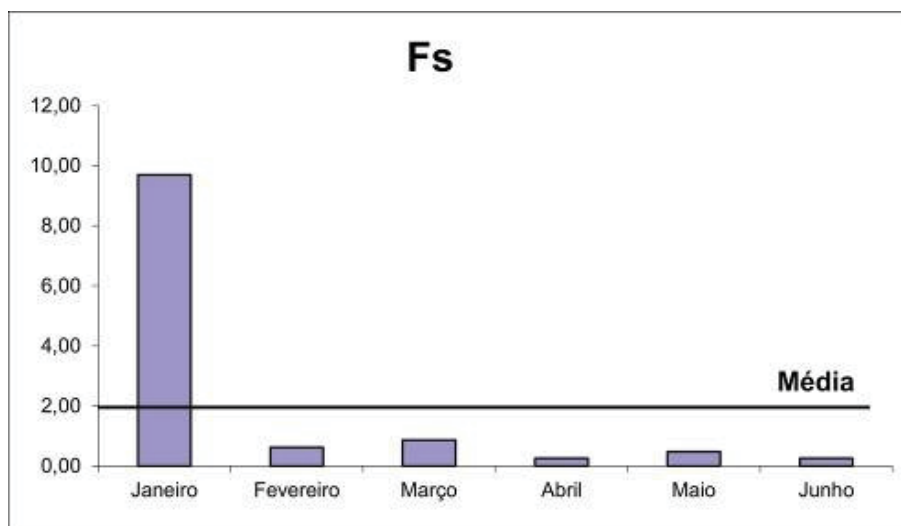


Em relação ao material transportado em suspensão pelo Ribeirão Jacutinga, os valores de F_s pode ser observados na Tabela 4 e Figura 17. Há um grande transporte de material em suspensão no mês de janeiro, ou seja, 9,69 ton/dia, permanecendo os valores de F_s menores que 0,9 ton/dia para os demais meses. Os valores de sedimentos erodidos por área foi de 0,07 ton/dia/km², sendo este muito próximo ao obtido para o transporte de material dissolvido. Considerando este valor, pode-se obter uma taxa anual de erosão mecânica de 25,58 ton/km² ou 739,37 ton.

Tabela 3 - Quantidade de sedimentos em suspensão transportados pelo Ribeirão Jacutinga entre os meses de janeiro e junho de 2012.

Mês	Fs
Janeiro	9,69 ton/dia
Fevereiro	0,62 ton/dia
Março	0,86 ton/dia
Abril	0,26 ton/dia
Mai	0,48 ton/dia
Junho	0,26 ton/dia
Média/dia	2,02 ton/dia

Figura 16 – Material em suspensão transportado pelo Ribeirão Jacutinga entre os meses de janeiro e junho de 2012.

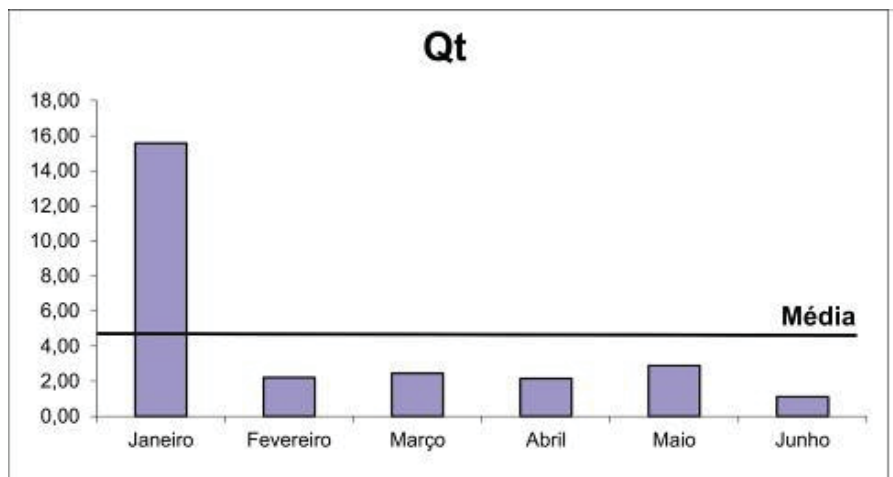


Finalmente, a quantidade total de material removido na bacia do Ribeirão Jacutinga pode ser visualizada na Tabela 5 (Figura 17). O valor médio de material removido foi de 4,37 ton/dia ou 0,15 ton/ km²/dia. Já em relação ao transporte total anual, conclui-se que o mesmo foi de 55,19 ton/km² ou 1595,05 ton, sendo o transporte de material dissolvido e em suspensão responsável por 54% e 46% do total de material transportado anualmente pelo Ribeirão Jacutinga.

Tabela 4 - Quantidade total de sedimentos transportados pelo Ribeirão Jacutinga entre os meses de janeiro e junho de 2012.

Mês	Qt
Janeiro	15,57 ton/dia
Fevereiro	2,21 ton/dia
Março	2,45 ton/dia
Abril	2,16 ton/dia
Mai	2,89 ton/dia
Junho	1,12 ton/dia
Média/dia	4,37 ton/dia

Figura 17 – Material total transportado pelo Ribeirão Jacutinga entre os meses de janeiro e junho de 2012.



7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando as taxas obtidas pode concluir que as taxas de remoção de material são muito maiores nos meses de chuva, em especial no mês de janeiro, pois a área de estudo encontra-se em um país de clima tropical, o qual é comandado pelo regime pluviométrico e de temperatura. As taxas de remoção em janeiro correspondem a praticamente sessenta por cento da erosão total que ocorreu durante esse ano no Ribeirão Jacutinga.

Além dos fatores naturais para que a erosão ocorra, há a interferência antrópica, ou seja, o uso do solo e da terra de uma maneira sem planejamento algum, que aceleram os processos erosivos. No caso da bacia do Jacutinga como pode ser percebido as áreas ocupadas por habitações, pastagens e cultivos são de relevância. Portanto, o que se pode concluir é que os processos erosivos na bacia ocorrem naturalmente, devido à dinâmica tropical, podendo os processos ser acelerados advindos da ocupação humana e suas atividades agropastoris.

O período de estudo na bacia do Ribeirão Jacutinga foi um período pequeno, para que o trabalho tivesse maior exequibilidade seria necessário o estudo de um ano e a coleta de dados durante todos os dias do ano e não apenas durante um dia. Outra variável de grande valia para complementar o estudo seria a densidade dos materiais, tanto dos transportados como dos presentes nas rochas do fundo do canal e materiais adjacentes, para fazer uma correlação e obter valores de maior pedogênese ou erosão. Porém apesar desses pontos o presente trabalho é introdutório na questão da quantificação das taxas de erosão química e física nesta bacia hidrográfica.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N. *Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas*. Atêlie Editorial, São Paulo, 2003.

ALMEIDA, F. F. M.de. *Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista*. São Paulo: Instituto de Geografia da USP, 1974 (99 p. Série Teses e Monografias,14).

ALMEIDA, F. F. M.de Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista. 1964. Disponível em:
<http://www.google.com.br/imgres?q=fundamentos+geologicos+do+relevo+paulista&um=1&hl=pt-PT&biw=1241&bih=606&tbm=isch&tbnid=mxisceZs5ME0xM:&imgrefurl=http://papegeo-local.igc.usp.br/scielo.php%3Fscript%3Dsci_arttext%26pid%3DS0101-90822009000400001%26lng%3Dpt%26nrm%3Diso&docid=XNaTGg4f-bc5ZM&imgurl=http://papegeo-local.igc.usp.br/img/revistas/geosp/v28n4/html/4a01f02.jpg&w=935&h=702&ei=ZYFeUNSIeoyM0QHArYCQAg&zoom=1&iact=hc&vpx=944&vpy=4&dur=3116&hovh=194&hovw=260&tx=208&ty=123&sig=100951209179527370037&page=1&tbnh=128&tbnw=170&start=0&ndsp=20&ved=1t:429,r:6,s:0,i:86>. Acesso em: 25 set. 2012.

BACIA do rio Corumbataí: mapa de solos. Disponível em:
<<http://ceapla.rc.unesp.br/atlas/solos/viewer.htm>>. Acesso em: 13 out. 2011.

BEGA, V. C. *Avaliação do transporte de sedimentos na alta bacia do córrego cachoeirinha/SP*. Trabalho de conclusão de curso (TCC), IGCE, UNESP Rio Claro/SP, 2010.

CARVALHO, N.O. *Hidrossedimentologia Prática*. 2ª Edição. Rio de Janeiro. Ed. Interciência, 2008.

CASSETI, V. *Elementos de geomorfologia*. Editora da UFG, Goiânia, 2001.

CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. Edgar Blüecher, São Paulo, 1980, 2ª ed.

DICIONÁRIO ONLINE DE PORTUGUÊS. *Significado de erosão*. Disponível em: <<http://www.dicio.com.br/erosao/>>. Acesso em 15 jul. 2012.

GARCIA, L. B. R. *Ocupação e desenvolvimento econômico da bacia do Corumbataí - séculos XVIII a XX*. Disponível em:
<http://ceapla2.rc.unesp.br/atlas/des_economico.php>. Acesso em: 01 ago. 2012.

- GUERRA, A. J. T.; MENDONÇA, J. K. S. *Erosão dos solos e a questão ambiental*. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (Org.). Reflexões sobre a geografia física no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 225-256.
- HACH. *Water Analysis Handbook*. 2nd ed. Hach Company, Loveland, Colorado, USA. 1992.
- LEPSCH, I. F. *Formação e Conservação dos Solos*. Oficina de Textos, São Paulo, 2002.
- MONTEIRO, C.A.F. *A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo*. Instituto de Geografia - USP, São Paulo, 1973, 130p.
- MOREIRA-NORDEMANN L.M. Salinity and weathering rate of rocks in a semi-arid region. *Journal of Hydrology*, v.71, p. 131-147, 1984.
- MOREIRA-NORDEMANN L.M. Use of $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ disequilibrium in measuring chemical weathering rate of rocks. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v.44, p.103-108, 1980.
- MOVIMENTOS gravitacionais de massa. Disponível em:
<<http://www.meioambiente.pro.br/baia/mov.htm>>. Acesso em: 11 out. 2011.
- OLIVEIRA, E.G. (1987a) - *Formação Rio Claro - caracterização de uma área para utilização na indústria de vidro e fundição*. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 6., Rio Claro, 1987. Atas... Rio Claro, SBG, v.2, p.401-412.
- SPATTI JUNIOR, E. P. *Avaliação e comparação das taxas de erosão química e mecânica entre arenitos e argilitos: implicações na evolução geomorfológica da bacia do Rio Corumbataí (SP)*. Projeto de Doutorado (Relatório interno), IGCE, 2011.
- PENTEADO, M. M. *Geomorfologia do setor centro-ocidental da depressão periférica paulista*. São Paulo: Instituto de Geografia da USP, 1976 (Série Teses e Monografias, 22).
- RESENDE, M. et al. *Pedologia: base para distinção de ambientes*. NEPUT, Viçosa, 1995.
- ZAINE, J. E. *Geologia da Formação Rio Claro na folha Rio Claro (SP)*. Dissertação de Mestrado, IGCE, UNESP Rio Claro, 1994.