

**MAPEAMENTO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA  
DO CORREGO DA ONÇA EM JATAÍ (GO), UTILIZANDO TECNICAS DE  
GEOPROCESSAMENTO**

Iza Carla Oliveira SILVA<sup>1</sup>, João Batista Pereira CABRAL<sup>2</sup>, SCOPEL<sup>2</sup>, Iraci (1- Mestranda em Geografia – IESA/UFG, Goiânia – GO, E-mail: [Iza\\_ufg@yahoo.com.br](mailto:Iza_ufg@yahoo.com.br), 2 -Prof. Dr. – Curso de Geografia – UFG/Campus Jataí, Rua Riachuelo, Nº 1530 Bairro Samuel Graham – Jataí – GO- CEP 75800-000, E-mail: [Jbcabral2000@yahoo.com.br](mailto:Jbcabral2000@yahoo.com.br); [iraciscopel@gmail.com](mailto:iraciscopel@gmail.com))

**Resumo**

O objetivo deste estudo foi caracterizar e avaliar a fragilidade ambiental da área da bacia hidrográfica do córrego da Onça, situada no município de Jataí (GO). Para isto, utilizou-se o método proposto por Ross (1994), baseado em classes de declive. Para aplicação do método, utilizou-se como indicadores da fragilidade ambiental, os fatores declividade, erodibilidade, erosividade e uso e ocupação das terras. Do cruzamento dos fatores declividade, erodibilidade e erosividade gerou-se o mapa de fragilidade potencial. Do cruzamento do mapa de fragilidade potencial com o fator uso da terra foi gerado o mapa de fragilidade emergente. De acordo com os resultados, a área de estudo, quanto aos índices de fragilidade ambiental, foi classificada como Muito Fraca (1), para o ano de 1975 e Fraca (2) para o ano de 2006. As diferenças verificadas entre os índices de fragilidade ambiental para os períodos distintos devem-se às mudanças ocorridas no uso e manejo da terra, pelo avanço nas fronteiras agrícolas e pelas variações no índice de precipitação.

**Palavras-chave:** fragilidade ambiental; declividade; cobertura vegetal; uso do solo.

**Abstract**

**MAPPING OF ENVIRONMENTAL FRAGILITY OF “CORREGO DA ONÇA”  
WATERSHED, LOCATED IN JATAÍ (GO), USING GEOPROCESSING  
TECHNIQUES**

The aim of this study was to characterize and evaluate environmental fragility of “Corrego da Onça” watershed, located in the municipality of Jataí (GO), by using the method proposed by Ross (1994), based on slope classes. The method uses, as indicators of the environmental fragility, slope factors, erodibility, erosivity, use and occupancy of the land. By crossing slope factors, erodibility and erosivity resulted in the map of potential weakness. By crossing the

map of potential fragility factor with the use of the land was created the map of emerging weakness. According to the results, the study area, on the bases of environmental fragility was classified as Very Low for the year of 1975(1) and Low for the year of 2006(2). The differences between the indices of environmental fragility for the two periods should be due to the changes in use and management of the land, by advances border in agricultural areas and by alteration of the precipitation rates.

**Key - words:** environmental fragility; slope, vegetation, soil use.

## 1 - Introdução

O homem mantém relação com a natureza a partir das suas diferentes formas de ocupação e utilização do ambiente natural e a partir das intervenções humanas, os sistemas ambientais apresentam maior ou menor fragilidade em função de suas características “genéticas”. E qualquer alteração nos diferentes componentes da natureza (relevo, solo, vegetação, clima e recursos hídricos) acarreta o comprometimento da funcionalidade do sistema, quebrando o seu estado de equilíbrio dinâmico (SPÖRL, 2004).

Neste sentido, o uso sustentável dos recursos naturais, especialmente do solo, tem-se constituído em tema de relevância, em razão do aumento da pressão das atividades antrópicas. Contudo, conseqüentemente, cresce a preocupação com o uso e a qualidade desses recursos (ARAÚJO, 2007).

Na perspectiva de planejamento ambiental um sistema ambiental se define como um complexo de elementos em interação ordenada, e a partir desse conceito da dinâmica dos ambientes, é possível determinar suas fragilidades e as potencialidades para o uso humano (ROSS, 2006).

Os estudos relativos à fragilidade dos ambientes são de extrema importância ao Planejamento Ambiental, onde a identificação dos ambientes naturais e suas fragilidades potenciais e emergentes proporcionam uma melhor definição das diretrizes e ações a serem implementadas no espaço físico-territorial, servindo de base para o zoneamento e fornecendo subsídios à gestão do território (SPÖRL, 2004).

Desta forma, o trabalho tem como objetivo mapear a fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do córrego da Onça, na perspectiva de uma unidade integradora, constituída de elementos naturais (relevo, solo e clima) e sociais (usa da terra), na intenção de identificar o

maior ou menor grau de fragilidade dos ambientes, indicada pelo mapa de fragilidade potencial e emergente.

A escolha da área parte da idéia de se contribuir com os estudos relativos às fragilidades dos Ambientes, considerado de extrema importância ao planejamento ambiental, pois sua identificação proporciona uma melhor definição das ações a serem implantadas em um espaço físico-territorial, bem como apreender no decorrer do trabalho as técnicas aplicadas pelo modelo proposto por Ross (1994), baseado em classes de declive, que propõem resultados no âmbito de integração dos elementos naturais, permitindo hierarquizar a fragilidade dos ambientes naturais, além de considerar as intervenções humanas no comprometimento de um sistema ambiental.

Nessa perspectiva o mapeamento do grau de fragilidade da área foi obtido, através do método proposto por Ross (1994), apoiado no modelo de classes de declive, que reúnem uma análise das classes de fragilidade de declividade, de solo, de erosividade e do uso e ocupação da terra que ocorre na área da bacia, sendo estes os principais elementos que indicaram o comportamento da bacia, indicando assim, quais as condições ambientais de fragilidade dentro do perímetro de estudo através da carta síntese de Fragilidade Potencial e Emergente dentro do período de 1975 a 2006.

## **2 - Material E Métodos**

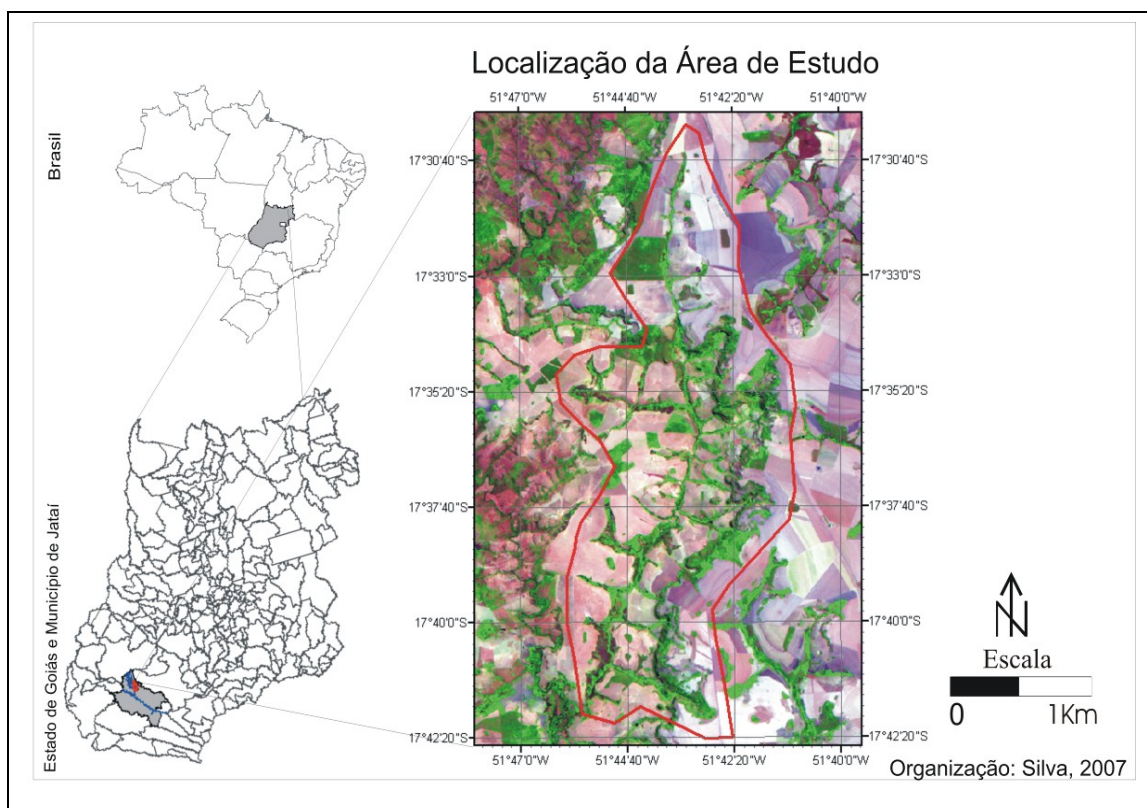
### **2.1 - Localização da área de estudo**

A pesquisa foi realizada na bacia hidrográfica do córrego da Onça, localizada no Sudoeste de Goiás, município de Jataí entre os paralelos 8064000 e 8036000 latitude Sul e 432000 e 408000 longitude W, correspondendo a uma área de 124,3 km<sup>2</sup> (Figura 1).

Na área de estudo é possível verificar a presença de rochas pertencentes ao grupo São Bento, formações Botucatu (Jb), Serra Geral (JKsg) e cobertura detrito-lateríticas terciárias e quaternárias indiferenciadas (Tqdl) (RADAMBRASIL, 1983).

O clima apresenta características de área tropical de continentalidade pronunciada, dotada de um longo período chuvoso durante o ano, opondo-se a um outro, mais seco. De acordo com Assunção et al. (1999), de novembro a meados de abril há um forte excedente hídrico responsável pelo abastecimento dos lençóis subterrâneos e recarga hídrica das bacias hidrográficas no município de Jataí. Entre meados de abril e meados de setembro, o solo entra em processo de deficiência e perda de água, desencadeando 5 meses de período seco, sendo classificado como Awa, conforme a proposta de Köppen (1901). Os índices de precipitação

variam entre 1200 a 2000 mm, com uma média anual de 1600 mm, onde 90% das chuvas ocorrem de outubro a abril (ASSUNÇÃO E SCOPEL, 1998).



**Figura 1** - Localização regional da área de estudo.

Os solos Predominantes na área de estudo são os Latossolos Vermelho de textura média e os Neossolos Quartzarênicos (EMBRAPA, 1999), ambos distróficos, isto é, solos cuja saturação de bases é inferior a 50%. Os Latossolos são profundos, bem drenados, com alto grau de intemperização e ocorrem nos relevos plano e suave-ondulado, possuindo propriedades físicas favoráveis à utilização agrícola. Os Neossolos Quartzarênicos distróficos são profundos, originados do produto da meteorização física do arenito Botucatu. Apresentam baixa fertilidade natural (distróficos), sendo moderado a fortemente ácidos, com baixa retenção de umidade e excessivamente drenados, com indicação restrita para pecuária, com aproveitamento das espécies nativas (no passado) ou plantio de pastagens com capim braquiária (atualmente).

A vegetação observada no campo é composta por fragmentos de mata de galeria e mata ciliar. Segundo Sano e Almeida (1998), mata de ciliar é a vegetação florestal que

acompanha o rio de médio e grande porte da região do cerrado, onde a vegetação arbórea não forma galerias. Em geral, essa mata é relativamente estreita em ambas as margens, dificilmente ultrapassando 100 metros de largura em cada um dos lados dos rios. É comum a largura em cada margem ser proporcional ao leito do rio, embora em áreas planas a largura possa ser maior. Porém, a mata ciliar ocorre geralmente sobre terrenos acidentados, podendo haver uma transição, nem sempre evidente, para outras fisionomias florestais como mata seca e Cerradão.

Por mata de galeria entende-se a vegetação florestal que acompanha os rios de pequeno porte como os córregos dos planaltos do Brasil Central, formando corredores fechados (galeria) sobre o curso de água. Geralmente localiza-se nos fundos dos vales ou nas cabeceiras de drenagem onde os cursos de água ainda não escavaram um canal definitivo.

### 3 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

#### 3.1- Bases cartográfica, pedológica e imagem de satélite.

A primeira etapa do trabalho consistiu na digitalização das curvas de nível e da rede de drenagem, oriundas da carta topográfica de Jataí (Folha SE- 22-V-D-V) na escala 1:100.000 do IBGE (1975) (ampliada para escala 1:50.000 pelo SGE). Nos trabalhos de campo, efetuou-se registros fotográficos e observações do uso do solo. O georreferenciamento foi executado no programa *SURFER* 8.0, sendo então gerado o mapa altimétrico. Posteriormente delimitou-se a área da bacia do córrego da Onça, através das curvas de nível e pelos divisores de água da bacia. O mapa da declividade foi elaborado a partir do mapa altimétrico, sendo dividido nas seguintes classes, de acordo com a proposta de Ramalho Filho & Beek (1995), onde se adotam os seguintes valores de declividade: 0 -3%; de 3 - 8%; de 8 - 13%; de 13 a 20% e acima de 20% (Quadro 1).

**Quadro 1:** Classificação das classes de declividade para a bacia hidrográfica do córrego da Onça.

CLASSES DE FRAGILIDADE	CLASSES DE DECLIVE	TIPO DE RELEVO	GRAUS DE LIMITAÇÃO
1 - Muito fraco	0 - 3%	Plano/praticamente plano	Apto a qualquer uso agrícola.
2 - Fraco	3 - 8%	Suave ondulado	Depende da subclasse, pois será preciso ações de controle erosivo ou de melhoria na fertilidade do solo.
3 - Médio	8 - 13%	Moderadamente ondulado	Restrita a agricultura, mas apta para agricultura moderna desde que use técnicas de manejo e conservação do solo.

4 - Forte	13 - 20%	Ondulado	Susceptibilidade a erosão e perda de potencial produtivo do solo. Permite pastoreio, reflorestamento e a manutenção da vegetação natural.
5- Muito forte	- > 20	Forte ondulado	Não permite uso agrícola, somente manutenção da vegetação original.

Fonte: Elaborado com base em Ramalho Filho & Beek (1995).

### 3.2 - Mapa de solos

Os solos da área de estudo foram classificados de acordo com proposta da EMBRAPA (1999), e adaptados para o método proposto por Ross (1994), considerando-se a sua fragilidade ou suscetibilidade à erosão. Dessa forma, dois tipos de solo principais foram encontrados, sendo os Latossolos, enquadrados na classe muito fraco (1) e os Neossolos, enquadrados na classe muito forte (5). Na carta de solos, cada classe de solo foi classificada de acordo com sua fragilidade (Quadro 2) ao processo de erosão, de acordo com a proposta de Ross (1994).

**Quadro 2:** Fragilidade dos tipos de solo

VALOR	CLASSES DE FRAGILIDADE	TIPOS DE SOLO
1	Muito fraco	Latossolo Vermelho Distrófico - Led
5	Muito forte	Neossolo Quartzarênico distrófico - RQd

Fonte: Elaborado com base em Ross (1994).

### 3.3 - Mapa de uso da terra

O mapeamento de uso do solo foi realizado a partir da interpretação visual na tela do computador, utilizando uma composição colorida do Landsat 5TM, na escala 1:100.000, órbita-ponto 161\121 de 20/11/2006, com resolução espacial de 30m, obtida no Google Earth, disponível no site: ([www.googleearth.com.br](http://www.googleearth.com.br)), no formato RGB.

As classes de uso do solo (Quadro 3), foram adaptadas para as situações presenciadas na bacia do córrego da Onça, segundo classes apresentadas por ROSS (1994).

**Quadro 3:** Fragilidade dos Tipos de Cobertura do solo.

CLASSES DE FRAGILIDADE	TIPOS DE COBERTURA	VALOR
Muito fraca	Vegetação	1
Média	Pastagem	3
Muito forte	Cultura	5

Fonte: Elaborado com base em Ross (1994).

### 3.4 - Pluviometria e Erosividade da bacia

Sobre a obtenção do comportamento das chuvas, utilizou-se séries históricas do ano de 1998 e 2006, devido à não existência de um banco de dados com série com mais de 20 anos de registros pluviométricos, conforme os sete pluviômetros (Quadro 4), instalados pelo projeto “Variabilidade pluviométrica e sua distribuição espacial no município de Jataí-(GO), sendo a aferição da precipitação realizada diariamente pelos proprietários rurais.

**Quadro 4:** Nome e localização dos postos pluviométricos.

LOCALIDADE	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE (m)
Uva	8053971	402775	779
Torres	8037288	400059	756
Rio Doce II	8061510	423932	900
Paraíso	8007871	437198	774
Bom Sucesso	8038070	425641	810
Boa Vista	8080568	417405	998
bem-te-vi	8042191	413669	735

As falhas nos registros pluviométricos mensais existentes foram preenchidas pelo método da ponderação regional. Para obtenção do dado (preenchido), adotou-se a seguinte

equação: 
$$Y = \frac{1}{3} \left[ \frac{X1}{Xm1} + \frac{X2}{Xm2} + \frac{X3}{Xm3} \right]$$

onde:

$Y$  = é a precipitação do posto  $Y$  a ser estimada;  $X1$ ,  $X2$  e  $X3$  = são as precipitações correspondentes aos meses (ou anos) que se deseja preencher, observada em três estações vizinhas;  $Ym$  = é a precipitação média do posto  $Y$ ;  $Xm1$ ,  $Xm2$  e  $Xm3$  = são as precipitações médias mensais nas três estações circunvizinhas. Portanto, esta equação considera as precipitações registradas que ocorreram nos postos mais próximos, além dos registros do próprio posto pluviométrico.

Os valores de erosividade da chuva (fator  $R$ ) foram obtidos por intermédio do método proposto por Wischmeier e Smith (1978), e adaptados para as condições brasileiras por Lombardi Neto e Moldenhauer (1977), citados por Bertoni e Lombardi Neto (1999), que propuseram a seguinte equação.

$EI_{30} = 67,355 (r^2 / P)^{0,85}$  onde:

$EI_{30}$  = média mensal do índice de erosividade, em MJ.mm/(ha.h);  $r$  = média dos totais mensais de precipitação, em mm;  $P$  = média dos totais anuais de precipitação, em mm. Para determinação do “R” local, soma-se o resultado dos valores mensais do índice de erosividade da estação pluviométrica, obtidos em mais de vinte anos de observações, da seguinte forma:

$$R = \sum_{i=1}^{i=12} EI$$

Sendo que “i” até “j” representam os dozes meses do ano (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999). O fator chuva (R) é um índice numérico que expressa a capacidade da chuva de causar erosão em um solo desnudo (sem cobertura vegetal). Os valores quantitativos de erosividade em MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> foram convertidos para tm mm ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, isto é, do sistema métrico internacional para o sistema métrico decimal, onde os valores em megajoules foram divididos por 9,81 e adotando-se as classes definidas por Ross (1994) (Quadro 5).

**Quadro 5** - Classes de erosividade da chuva média anual em tm mm ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

VALORES	CLASSES DE EROSIVIDADE	VALORES DE R (ton.m.mm/ha.h.ano)
1	Muito fraca	R < 250
2	Fraca	250 < R < 500
3	Média	500 < R < 750
4	Forte	750 < R < 1000
5	Muito forte	R > 1000

Fonte: Elaborado com base em Ross (1994).

#### 4.2.2.5 Geração dos mapas de Fragilidade Potencial e Emergente pelo método da Krigagen.

A fragilidade potencial considera a fragilidade natural a que uma determinada área está submetida, ou seja, a partir do cruzamento do tipo de solo, declividade do relevo, índice de pluviosidade, este local poderá ou não apresentar um equilíbrio natural (SANTOS, 2005).

A fragilidade emergente, além de considerar os elementos naturais, já constantes na fragilidade potencial, acrescenta-se o elemento humano, ou seja, uso e ocupação da terra, que se caracteriza pela maneira como o ser humano utiliza o solo.

Desta forma, as cartas sínteses de Fragilidade Potencial e Emergente resultaram do cruzamento das variáveis: **declividade**, índices de **erosividade**, obtidos a partir de valores de precipitação, **tipos de solos**, caracterizados pelos seus índices de erodibilidade e, pelos tipos de **uso e ocupação da terra** em função do seu grau de proteção do solo, através da cobertura vegetal, sendo cada uma destas variáveis, classificadas em cinco graus diferentes de fragilidade: (1)Muito fraca, (2) fraca, (3) Médio, (4) Forte e (5) Muito forte. (Figura 2).



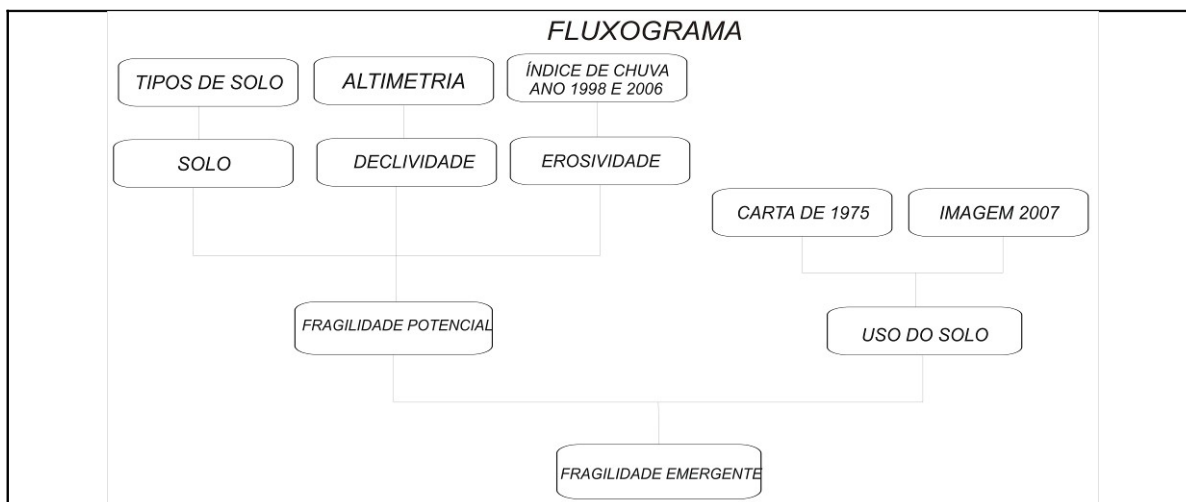


Figura 2 – Fluxograma dos cruzamentos das classes de fragilidade (declividade, solo, pluviometria e uso e ocupação da terra) para gerar a Cartas de fragilidade Emergente.

As cartas síntese foram geradas para os períodos: 1975 e 2006, pelo *software SURFER 8.0*, utilizando-se o método de “Kringing”. Aplicando-se a seguinte equação:

$$C = (A + B)/2$$

Onde:

**C** = fragilidade Emergente; **A** = fragilidade potencial (Declividade + solo + erosividade); **B** = análise do uso do solo.

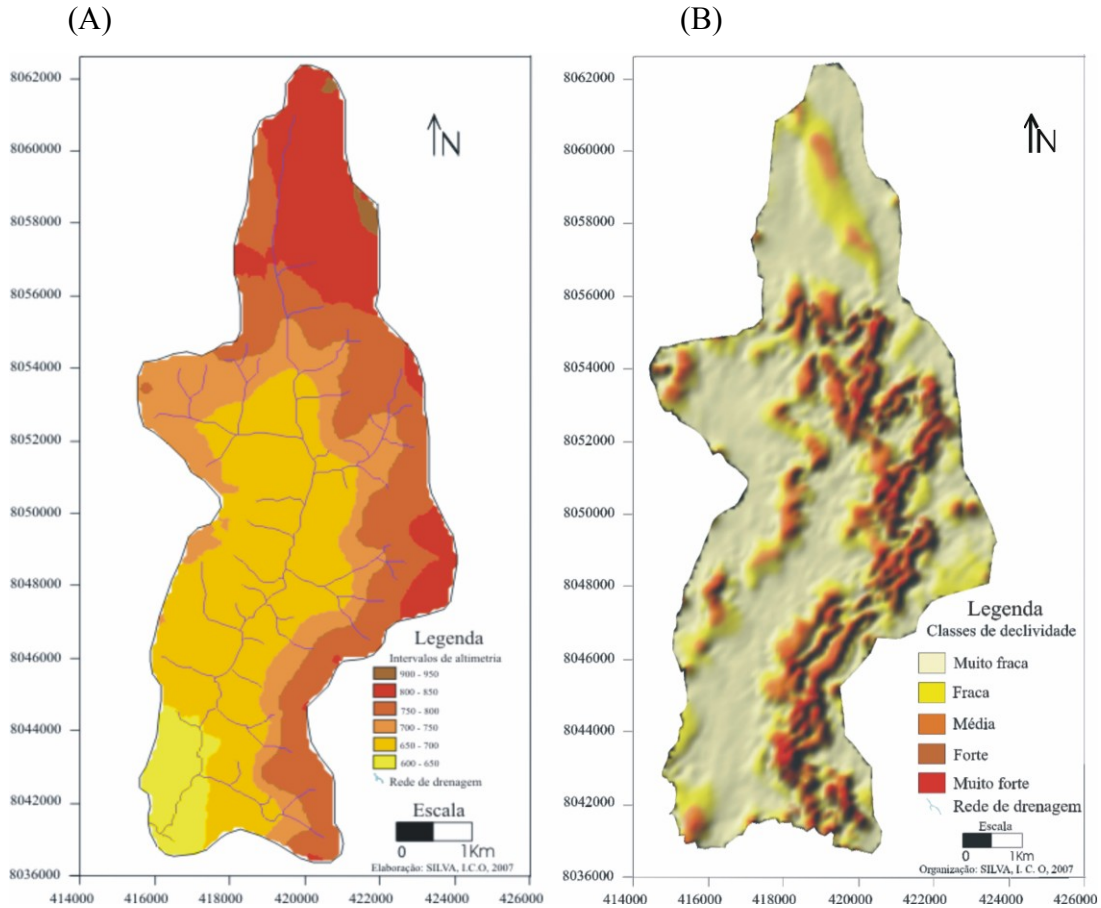
## 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 - Declividade do terreno

A hipsometria da bacia caracteriza-se por apresentar altitudes de até 950 metros. As altitudes entre 650 até 750m ocupam a maior parte da extensão territorial da bacia. Nas áreas próximas à foz as altitudes estão entre 600 e 650 metros,, inclusive apresentando um degrau em relação às áreas próximas, o que possivelmente provoca uma aceleração nas águas fluviais, contribuindo para o rápido escoamento pluvial. Em função das altitudes máximas e mínimas, a diferença de declividade é de 350 m, determinando um gradiente de 35 m/km. As classes de declividade de 0 a 3%, definidas por Ramalho Filho & Beek (1995), são predominantes.(Figura 03 (A)).

Analisando-se a Figura 3 (B), verifica-se que ocorre o predomínio dos relevos do tipo plano (0 – 3%) e suave ondulado (0 – 8%), aptos ao uso agrícola intensivo, desde que se adotem práticas conservacionistas, conforme sugerem Ramalho Filho & Beek (1995).

A predominância destas duas classes de declividade confere ao relevo, sobretudo no médio curso, uma ondulação suave, não ocorrendo desta maneira a quebra abrupta do relevo, tornando o mesmo favorável à mecanização.



**Figura 3** - Mapa hipsométrico (A) e mapa das classes de declividade em 3D da bacia hidrográfica do córrego da Onça.

Do ponto de vista da fragilidade do relevo, a bacia do córrego da Onça foi classificada em cinco classes: 1- Muito fraca, 2 – Fraca, 3 – Média, 4 – Forte e 5 – Muito forte, onde sua localização, além de representadas na Figura 3 (B), encontram-se especificadas em percentagem relativa à área total no Quadro 6.

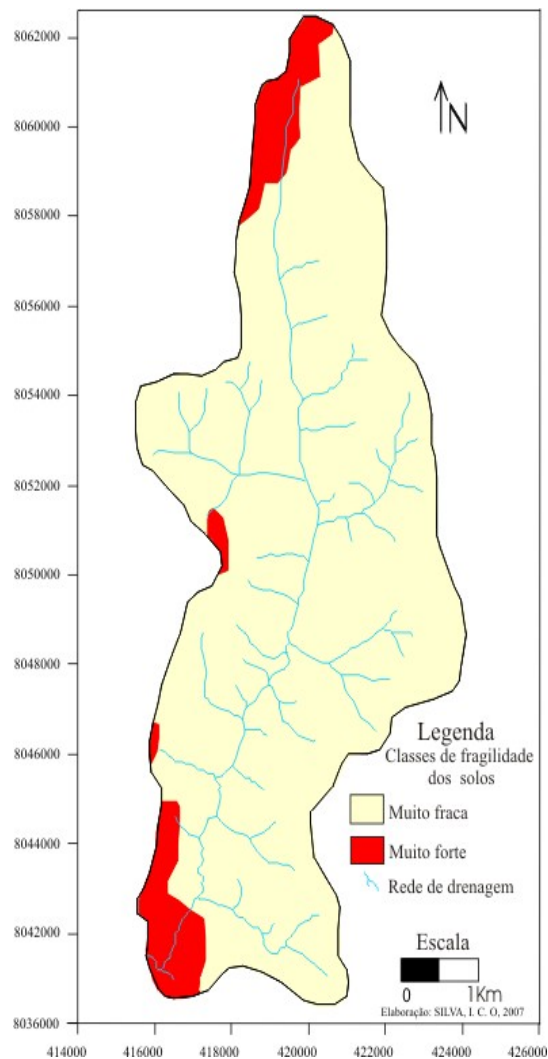
**Quadro 6** - Fragilidade da declividade da bacia hidrográfica do córrego da Onça.

<i>FRAGILIDADE DA DECLIVIDADE</i>		
VALORES	CLASSES	ÁREA (%)
1	Muito fraca	65,3%
2	Fraca	21,3%
3	Média	7,5%
4	Forte	4,5%
5	Muito forte	1,4%



#### 4.2 - Solos

A elaboração do mapa de classes de fragilidade do solo possibilitou realizar os cruzamentos desta informação com as de outros mapas de fragilidade (Figura 4).



**Figura 4** - Mapa de fragilidade dos tipos de solo da bacia hidrográfica do córrego da onça.

O grau de fragilidade dos tipos de solo ou erodibilidade varia naturalmente, conforme as características físicas intrínsecas ao solo (textura, plasticidade, estrutura, grau de coesão das partículas e profundidade/espessura dos horizontes superficiais, subsuperficiais, matéria orgânica, permeabilidade, etc) (ROSS, 1994). As classes de solos presentes na área de estudo apresentam as seguintes características:

*LEd – Latossolo Vermelho distrófico.* Os Latossolos são solos em geral bastante profundos, bem drenados a fortemente drenados. São solos em avançado estágio de

intemperização e, portanto, bastante velhos. Os Latossolos, geralmente, são fortemente ácidos, e sua distribuição na bacia está associada a áreas de relevo plano a suave ondulado (RADAMBRASIL, 1984).

Na área de estudo, este solo está representado pela classe de fragilidade Muito fraca, ocupando 90,6% da bacia. (Quadro7).

**Quadro 7** – Fragilidade do solo da bacia hidrográfica do córrego da Onça.

<i>FRAGILIDADE DO SOLO</i>			
SOLOS	VALOR	CLASSES DE FRAGILIDADE	ÁREA (%)
LEd – Latossolo Vermelho distrófico	1	Muito Fraca	90,6%
RQo – Neossolo Quartzarênico órtico	5	Muito Forte	9,4%

Entretanto, algumas considerações são feitas, onde os 90,6% de LEd possuem predominância na bacia, mas algumas áreas possuem Associação de Latossolo Vermelho distrófico, mais Neossolo Quartzarênico órtico e outras como Associação de Latossolo, mais Cambissolo e Neossolo Litólico, recobrando relevo ondulado. Estas características são referenciadas pelo Radambrasil (1983), mas, dado o nível de detalhamento, a localização fica prejudicada na carta de solos na escala de 1:250.000. Diante da não existência de dados em nível de detalhamento das características de solo, seguiu utilizando a carta de solos Radambrasil (1983) para geração das classes de fragilidade, conforme ROSS (1994).

- *RQo – Neossolo Quartzarenico órtico*. Os Neossolos Quartzarênicos são solos com seqüência de horizontes A-C ou A, AC, C sem contato lítico dentro dos primeiros 50 cm de profundidade, apresentando textura de areia ou areia franca nos horizontes até, no mínimo, a profundidade de 150 cm a partir da superfície do solo ou até um contato lítico (EMBRAPA, 1999).

Os Neossolos Quartzarênicos órticos foram encontrados em áreas associadas à ruptura do relevo, relacionados à superfície de dissecação, em relevo plano a suave ondulado, nas altitudes médias e baixas, associados à classe de fragilidade Muito forte (Quadro 7), com um percentual de 9,4% da área de estudo.

#### 4.3 - Erosividade

O clima é uma variável de hierarquia considerável para caracterização e ordenação das paisagens, considerando-se que os dados em larga escala temporal permitem reconhecer a influência do clima sobre o solo, sobre a fauna e flora, auxiliando desta forma na

compreensão do cenário atual (SANTOS, 2004). Os dados utilizados nesta pesquisa compreendem apenas os anos de 1998 a 2006.

A Tabela 1 apresenta os valores das médias mensais e anuais da precipitação pluviométrica para os postos no entorno da bacia. A partir da soma das precipitações mensais de cada ano, obteve-se a precipitação média anual que ficou em torno de 1.316,1 mm para 1998 e de 1.349,4 mm para 2006.



**Tabela 1** – Índice das médias pluviométricas dos pontos da Microbacia do córrego da Onça.

PONTO	ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
Uva	1998	165,5	264,9	278,2	142,9	0,0	0,0	0,0	34,7	100,0	144,2	147,6	192,1	1470,1
Torres	1998	176,8	187,6	153,6	35,3	9,8	0,0	0,0	21,2	21,9	147,4	182,1	172,4	1108,2
Rio Doce II	1998	306,4	370,7	186,3	171,1	36,4	0,0	0,0	53,9	63,6	158,4	247,8	198,4	1793,0
Paraíso	1998	109,8	159,9	105,4	61,9	92,0	0,0	0,0	95,2	77,0	164,2	72,0	76,8	1014,2
Bom sucesso	1998	266,7	176,3	238,3	151,6	49,2	0,0	0,0	92,5	147,3	151,0	119,2	195,4	1587,5
Boa vista	1998	178,5	72,4	56,8	80,5	33,1	0,0	0,0	62,2	174,1	118,4	89,4	183,3	1048,7
Bem-ti-vi	1998	202,0	162,1	163,8	62,1	70,0	0,0	0,0	35,8	63,4	87,0	170,0	175,0	1191,2
<b>MÉDIA TOTAL</b>	-	200,8	199,1	168,9	100,7	41,5	0,0	0,0	56,5	92,4	138,6	146,8	170,4	1316,1
Uva	2006	133,0	182,2	117,4	183,0	56,0	0,0	0,0	53,8	160,0	253,6	150,6	186,8	1476,4
Torres	2006	183,3	134,8	119,8	89,1	72,4	0,0	0,0	43,8	66,6	138,5	164,9	150,6	1163,8
Rio Doce II	2006	121,5	234,5	238,0	196,0	92,5	0,0	0,0	80,5	118,5	121,0	133,0	218,0	1553,5
Paraíso	2006	126,4	118,8	165,9	215,8	80,5	0,0	0,0	72,5	92,5	70,6	88,5	191,6	1223,1
Bom sucesso	2006	214,3	160,0	171,3	191,0	60,1	0,0	0,0	72,5	186,4	174,1	134,3	179,8	1543,8
Boa vista	2006	221,5	94,9	50,9	101,5	52,1	0,0	0,0	56,3	157,4	121,3	140,5	206,0	1202,3
Bem-ti-vi	2006	228,0	269,0	180,9	180,0	21,8	0,0	0,0	62,4	10,3	127,8	113,5	89,4	1283,1
<b>MÉDIA TOTAL</b>	-	175,4	170,6	149,1	165,2	62,2	0,0	0,0	63,1	113,8	143,8	132,1	174,6	1349,4

As médias das chuvas anuais, obtidas, apresentam alguns meses com volumes mais expressivos, como novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, que totalizaram uma média de 1.793 mm em 1998 e 1.163 mm em 2006 mm.

Constata-se que os maiores índices de precipitação (1.793,0 mm) para 1998 e (1553,5mm) para 2006, ocorrem ao norte da bacia, próximo ao Rio Doce II, em altitudes de 950m, onde existe considerável área de Neossolos Quartzarênicos órticos.

De acordo com Assunção et al. (1999), de novembro a meados de abril há um forte excedente hídrico, responsável pelo abastecimento dos lençóis subterrâneos e recarga hídrica das bacias hidrográficas no município de Jataí. Entre meados de abril e meados de setembro, o solo perde muita água, caracterizando um período de deficiência hídrica.

Em geral, os produtores iniciam o plantio da soja no final do mês de outubro e, após a colheita da soja, iniciam o plantio do milho, mais ou menos no mês de fevereiro, muitas vezes o solo é desprovido de cobertura vegetal, o que determina a ocorrência de erosão.

A fragilidade ambiental da área aumenta quando se consideram a concentração de chuvas em alguns meses, associada ao solo descoberto.

Na Tabela 2 são apresentados respectivamente os dados de estimativa anual de erosividade para 1998 e 2006, em conjunto com as classes de fragilidade Ross (1994).

Para a área de estudo a média da erosividade total anual (Tabela 2) calculada para o período de 1998 foi de 711,2  $\text{tm mm ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ . e 696,6  $\text{tm mm ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$  para 2006.

A estação chuvosa (outubro a março), período em que ocorre a maior contribuição de pluviosidade (de acordo com a proposta de Assunção *et al.* 1999), com médias mensais superiores a 80 mm, contribuiu com 4490,1  $\text{tm mm ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$  para o ano de 1998 e 4265,7 para o ano de 2006.

Na estação seca (maio a setembro), a contribuição de erosividade ficou em torno de com 488,9  $\text{tm mm ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ , para o ano de 1998 e de 611,9  $\text{tm mm ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$  para o ano de 2006.

De acordo com os dados obtidos é possível verificar, ainda, que o período de maior erosividade na bacia coincide com o início do preparo dos solos para semeadura e estabelecimento das culturas anuais, como a soja e o milho.

Quando se utiliza o preparo convencional do solo, corre-se o grave risco de perdas de solo por erosão, daí a necessidade de se adotar medidas conservacionistas que procurem minimizar essas perdas de solos, pois caso contrário contribuir-se a com os processos de erosão e assoreamento dos leitos de água.



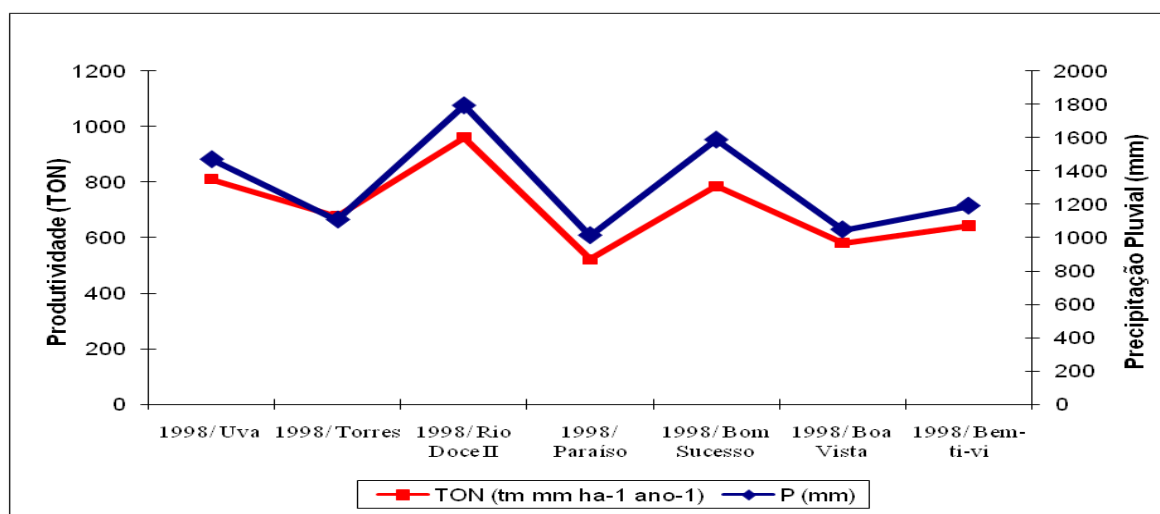
**Tabela 2:** Dados de erosividade nos pontos de coleta de dados pluviométricos.

PONTO	ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TON	ROSS
Uva	1998	82,6	183,8	199,7	64,4	0,0	0,0	0,0	5,8	35,1	65,3	68,0	106,3	810,1	4
Torres	1998	117,5	130,0	92,4	7,6	0,9	0,0	0,0	3,2	3,4	86,2	123,6	112,6	676,6	3
Rio Doce II	1998	198,7	274,8	85,3	73,8	5,3	0,0	0,0	10,4	13,7	64,7	138,6	94,9	959,3	4
Paraíso	1998	56,3	106,8	52,6	21,3	41,7	0,0	0,0	44,2	30,8	111,7	27,5	30,7	523,2	3
Bom sucesso	1998	174,1	86,1	143,7	66,7	9,8	0,0	0,0	28,8	63,5	66,2	44,3	102,6	784,9	4
Boa vista	1998	125,1	27,0	17,9	32,3	7,1	0,0	0,0	20,8	120,0	62,3	38,6	130,9	581,4	3
Bem-ti-vi	1998	138,5	95,4	97,0	18,7	22,9	0,0	0,0	7,3	19,3	33,1	103,4	108,6	643,5	3
MÉDIA TOTAL	-	127,5	129,1	98,4	40,6	14,5	0,0	0,0	17,2	40,8	69,9	77,7	98,1	711,2	-
Uva	2006	56,7	96,9	45,9	97,6	13,0	0,0	0,0	12,2	77,7	170,0	70,1	101,1	740,4	3
Torres	2006	119,9	71,1	58,1	35,2	24,7	0,0	0,0	10,5	21,4	74,4	100,1	85,8	600,5	3
Rio Doce II	2006	46,6	142,5	146,1	105,0	29,3	0,0	0,0	23,1	44,7	46,3	54,3	125,9	763,0	4
Paraíso	2006	61,1	54,9	96,9	151,6	28,4	0,0	0,0	23,7	35,9	22,7	33,3	123,8	631,8	3
Bom sucesso	2006	122,9	74,8	84,0	101,1	14,2	0,0	0,0	19,5	97,0	86,3	55,5	91,2	745,7	3
Boa vista	2006	160,8	38,1	13,2	42,7	13,7	0,0	0,0	15,7	89,9	57,8	74,1	142,1	647,4	3
Bem-ti-vi	2006	159,8	211,7	107,8	106,9	3,0	0,0	0,0	17,7	0,8	59,7	48,8	32,5	748,0	3
MÉDIA TOTAL	-	103,9	98,5	78,8	15,2	18,0	0,0	0,0	17,4	82,4	73,8	62,3	100,3	696,6	-

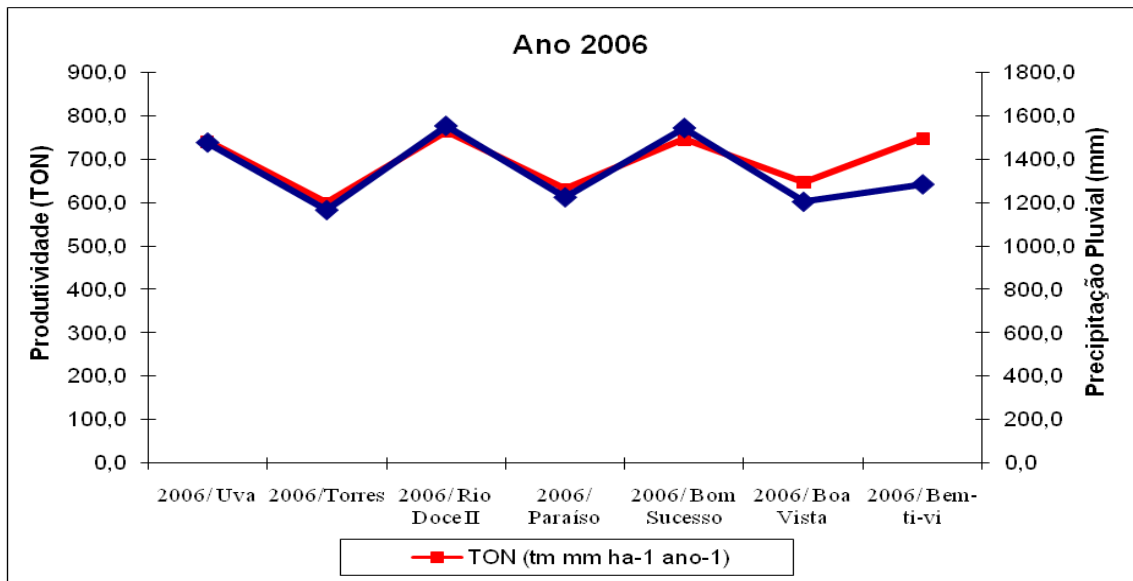
\* TON - Total de perda de solo em toneladas.

\* ROSS - Classificação dos valores de perda de solo, conforme Ross (1994).

Os valores de erosividade na área de estudo, foram comparados com os totais de precipitação pluviométrica, onde se verificou que os maiores índices de erosividade entre 1998 a 2006 acompanham os índices de precipitação (Figura 12 e 13).



**Figura 12** – Médias anuais da precipitação pluviométrica (P) de 1998, correlacionadas com os totais de perdas de solo (Ton) para cada ponto de coleta pluviométrica.



**Figura 13** – Totais das médias anuais de 2006 da precipitação pluviométrica (P), correlacionada com os totais de perda de solo (TON) para cada ponto pluviométrico.

Os valores de comparação indicaram que na parte norte da bacia encontra-se a maior concentração de perda de solo, indicada pelo posto Rio Doce II com 959,3  $\text{tm mm ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  e 763,0  $\text{tm mm ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , para os anos de 1998 e 2006, ocorrendo em os Neossolos quartizarenico distrófico, que são considerados solos suscetíveis à erosão.

Os Neossolos apresentam textura de areia ou areia franca nos horizontes até, no mínimo, à profundidade de 150 cm a partir da superfície do solo ou até um contato lítico (EMBRAPA, 1999).

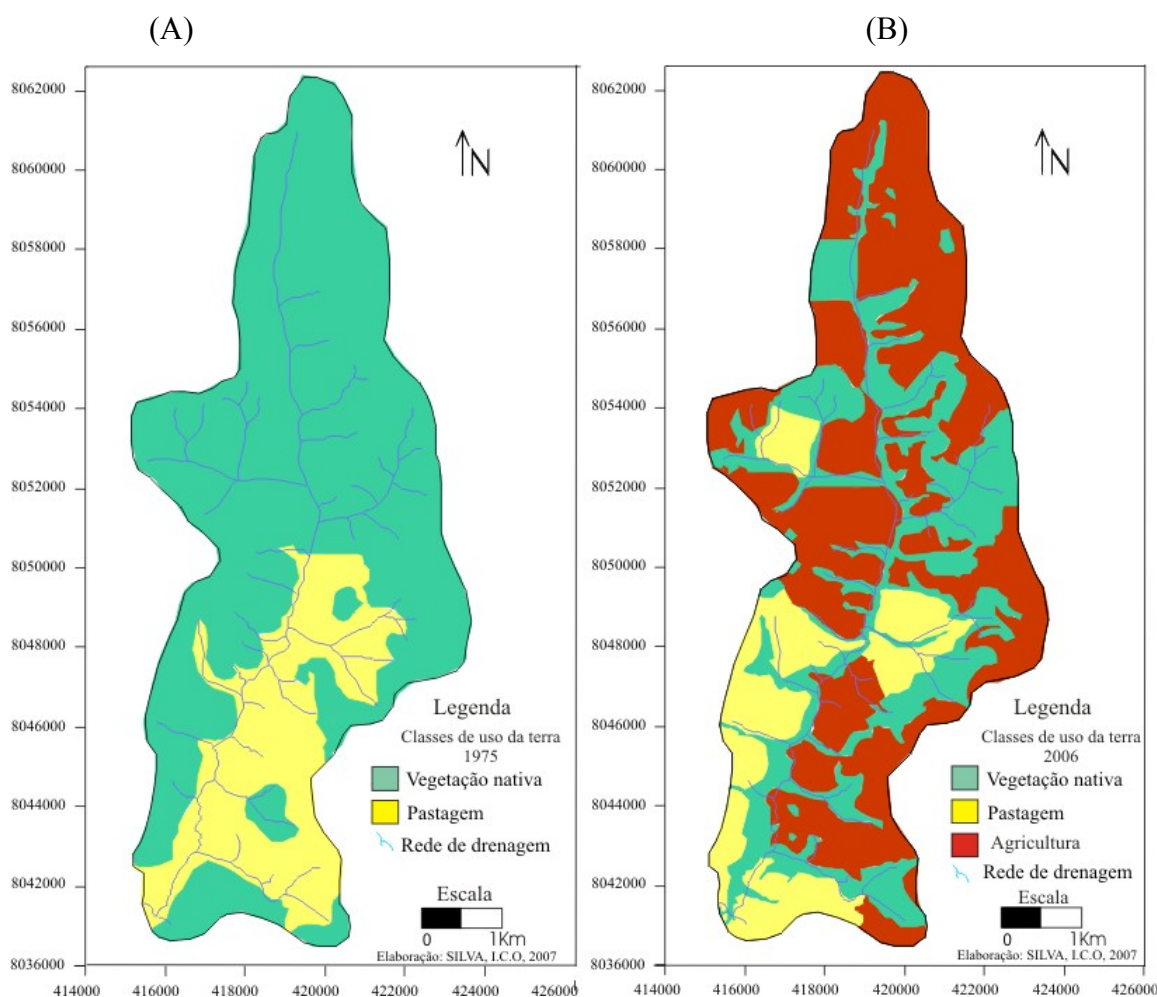
#### 4.4 - Uso e ocupação da terra de 1975 e 2006

O uso sustentável dos recursos naturais, especialmente do solo, tem-se constituído em tema de relevância, em razão do aumento da pressão das atividades antrópicas. Contudo, conseqüentemente, cresce a preocupação com o uso e a qualidade desses recursos (ARAÚJO *et al.* 2007).

Nesse sentido, a sociedade no papel de transformação da paisagem, faz mais do que ocupar seu território, na verdade ela produz na medida em que projeta sobre ele significados que são, necessariamente, resultantes de processo complexos. (GONÇALVE *et al.* 1995, apud SANTOS, 2005).

Em função das diferentes formas de utilização do solo na bacia hidrográfica do córrego da Onça, a última variável a ser integrada na análise do modelo é a carta de uso e ocupação da terra.

A partir das interpretações de dados cartográficos para a área de estudo de 1975 revelarão uma vegetação, praticamente original, da qual pouco resta . Essa fisionomia foi cedendo lugar ao uso e ocupação da terra, em um primeiro momento por predominância de pastagem, e conseqüentemente implantação da agricultura (Figuras 15 (1975; A) e (2006; B).



**Figura 14** - Mapas de uso e ocupação da Terra na bacia hidrográfica do córrego da Onça, em 1975 (A) e em 2006 (B).

A classe mais representativa na bacia hidrográfica no ano de 1975 é a vegetação nativa, que aparece em 77 % da área da bacia (Quadro 8), seguida de pastagem, que ocupava 23 % da área.

**Quadro 8** – Fragilidade do uso e ocupação da terra da bacia do córrego da Onça.

CLASSES	1975 (%)	2006 (%)	PORCENTAGEM DE
---------	----------	----------	----------------

*MODIFICAÇÃO*

Vegetação Nativa	77,0%	34,7%	- 42,3%
Pastagem	23,0%	29,6%	+ 6,6%
Agricultura	0,0%	35,7%	+ 35,7%

Para o período de 2006, as análises do uso e ocupação do solo mostraram uma expressiva diminuição da vegetação nativa em 42 %, cedendo lugar para agricultura na maior parte da bacia, o que representou um aumento percentual de 36 %, sendo que este tipo de atividade econômica desenvolve-se ao longo de todo o alto e médio curso do Córrego, com gêneros agrícolas classificados como de ciclo curto, ou seja, que possuem um período de desenvolvimento menor do que um ano. A pecuária, que representava 23% em 1975 passou para 30 % em 2006

De acordo com Fockink (2007), o uso e ocupação da terra passa pelas características de produção e formação de pequenos, médios e grandes produtores rurais. O uso agrícola é identificado como predominante de lavouras comerciais sobre o topo da chapada, e pastagens nas vertentes medianamente dissecadas, com declive variando de 0% a 13%. Dessa maneira, as características de uso e ocupação da terra passam pela influência da expansão do agronegócio, sobretudo a partir da década de 80.

As áreas favoráveis à mecanização passaram a serem ocupadas, cada vez mais, por monoculturas, como soja e milho, e de outro lado, áreas de maior declive foram absorvidas pelas pequenas propriedades (FOCKINK, 2007).

Nessa perspectiva, considerando as áreas e os índices de cada uso e ocupação de 1975 e 2006 da bacia do córrego da Onça, foram geradas as classes de fragilidade Ambiental (Figura 17) para os tipos de uso ocupação da terra de acordo com a proposta de Ross (1994).



(A)

(B)

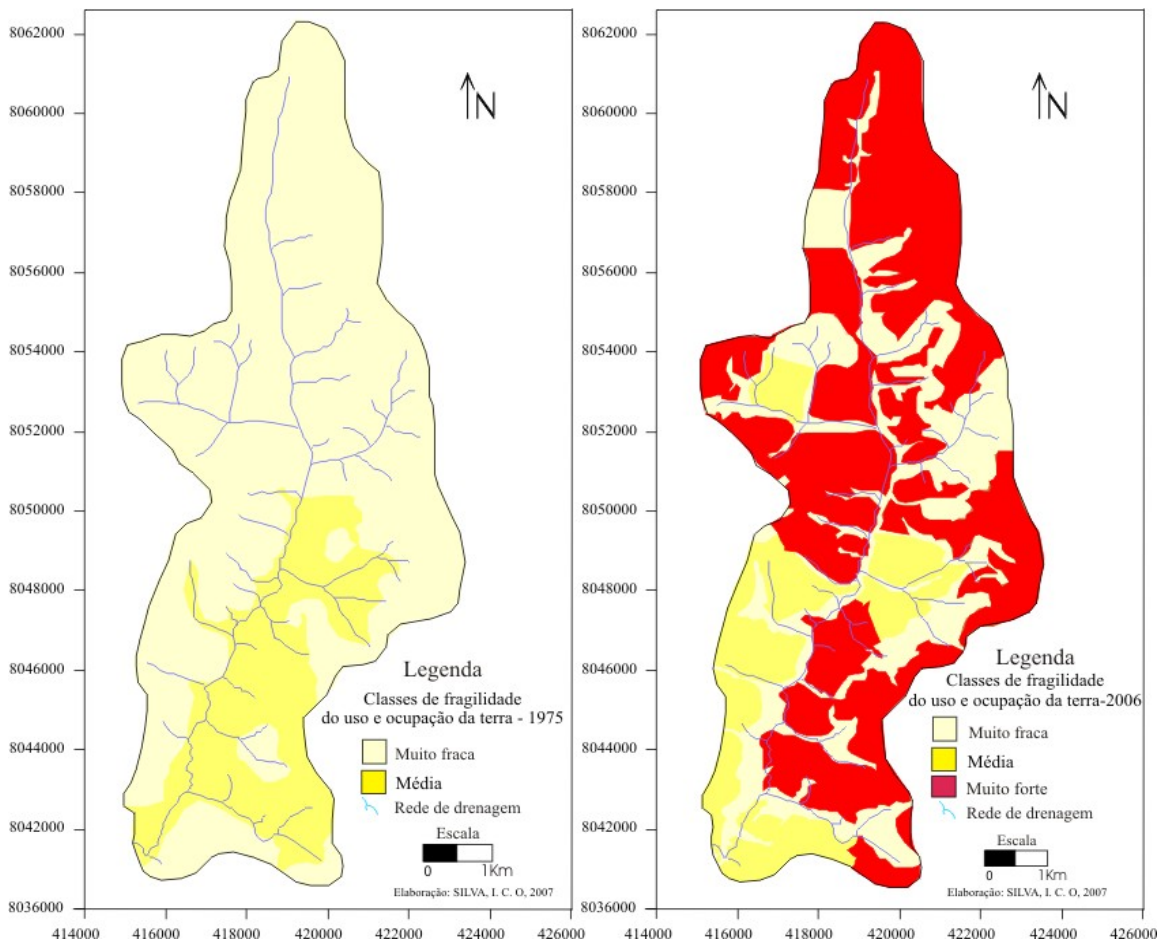


Figura 17 - Mapas de fragilidade dos tipos de uso e ocupação das Terras da bacia hidrográfica do córrego da Onça nos anos de 1975 (A) e 2006 (B).

Foram identificadas três classes de fragilidade: Muito fraca, Média e Muito forte. Destas três, duas foram para o ano de 1975, correspondendo a Muito fraca para vegetação nativa, localizada na parte norte, e Média para pastagem na parte sudeste do mapa. Para o ano de 2006 acrescentou-se a fragilidade Muito forte para expressiva presença da agricultura em quase toda a bacia.

## 5 - A Fragilidade Potencial

A fragilidade ambiental é vislumbrada a partir de duas situações distintas: a fragilidade ambiental chamada de potencial e emergente. O potencial se caracteriza pela fragilidade natural que uma determinada área representa, ou seja, a partir do tipo de solo, declividade e, índice de erosividade, entre outros, este local poderá ou não apresentar um equilíbrio (SANTOS, 2005).

Para a bacia do córrego da Onça a fragilidade potencial foi obtida a partir do cruzamento dos mapas de declividade, tipos de solos e índices pluviométricos para os anos de 1998 e 2006.

A fragilidade potencial chegou à classificação dos três diferentes níveis que são: fragilidade muito fraca (1), Fraca (2), Média (3).

As figuras 18 A e B, apresentam as respectivas áreas de fragilidade potencial para os anos de 1975 e 2006.

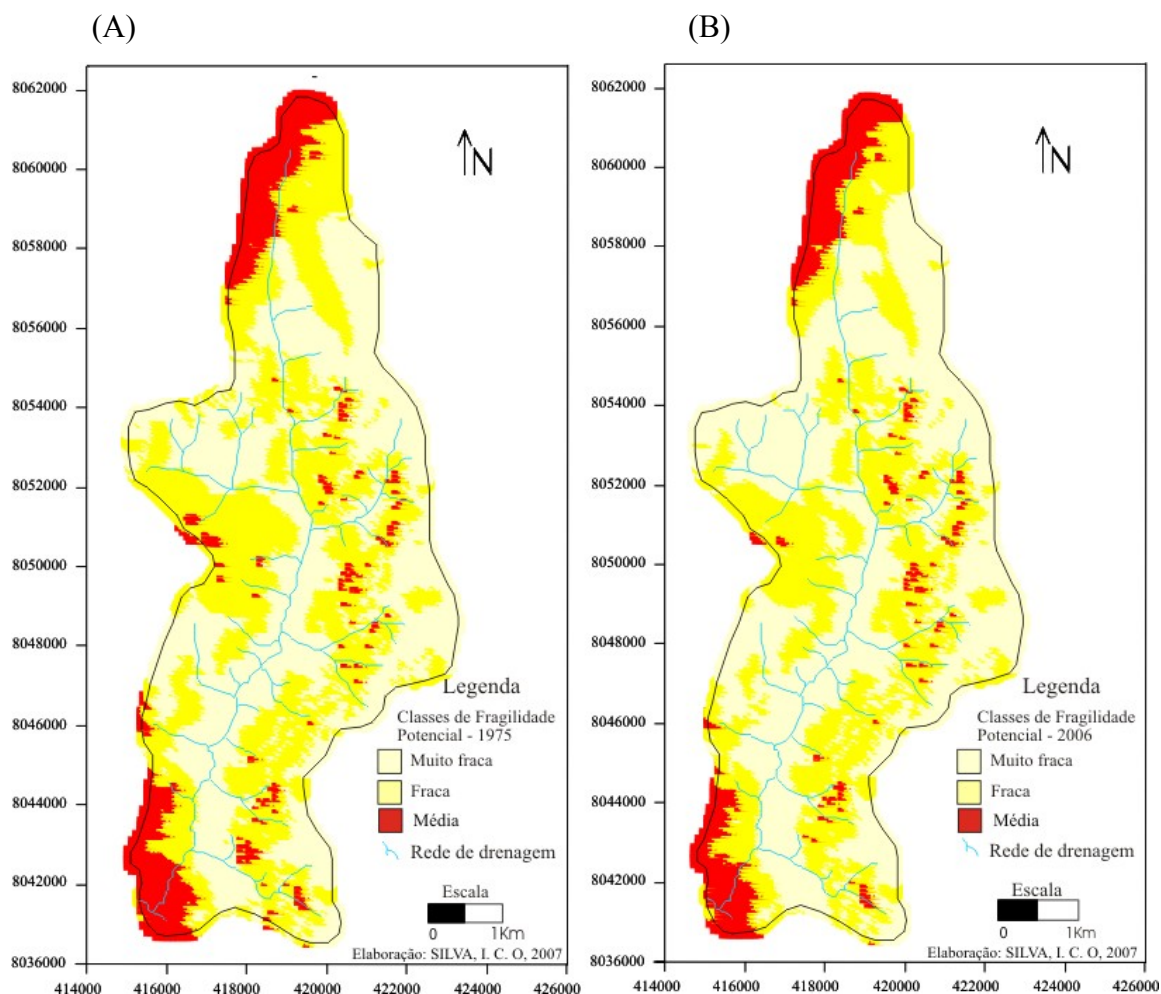


Figura 18 – Mapa da Fragilidade Potencial da bacia hidrográfica do córrego da Onça, entre os anos 1975 (A) e 2006 (B).

Conforme pode ser observado no Quadro 9, a classe de fragilidade potencial de maior representatividade é aquela que é expressa como Muito fraca. Esta classe ocorre em 40,6% da área da bacia no ano de 1975, e 52,2 % para ano de 2006.

**Quadro 9** - Fragilidade Potencial de 1975 e 2006 da bacia hidrográfica do córrego da Onça.

<b>FRAGILIDADE POTENCIAL</b>				
VALOR	CLASSES	1975 (%)	2006 (%)	PERCENTAGEM DE MODIFICAÇÃO
1	Muito Fraca	40,6 %	52,2%	11,6 %
2	Fraca	38,9%	40,5%	1,6 %
3	Média	20,5%	7,3%	13,6%

Devido à não existência de dados pluviométricos para o ano de 1975, os índices de 1998 foram utilizados para se fazer uma estimativa da erosividade. Desta forma, as variações verificadas entre as classes de fragilidade potencial se explicam pela influência das variações de erosividade, onde em 1975 foi de 4.979,0 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>. e para 2006 ocorreu uma diminuição da erosividade para 4.876,8 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>. A fragilidade potencial de Muito fraca a Fraca estão associadas às áreas onde predominam declividades de 0 a 8%. Neste gradiente de declividade do relevo, desenvolve-se em geral o Latossolo Vermelho distrófico. Outros valores de mudança abrupta está na fragilidade Média, onde em 1975 a fragilidade Média era de 20,9% da área, diminuindo para 13,6 % em 2006.

Os valores expressivos de Média fragilidade, 7,3% para o ano de 2006, estão associados às variações dos índices de erosividade entre os anos, bem como destes índices associados ao relevo moderadamente ondulado (8 - 13% de declividade), assim como pela presença dos Neossolos Quartzarênicos, considerado um solo mais suscetível a erosão.

## **6 - A Fragilidade Emergente**

A Fragilidade Emergente de 1975 e 2006 reúne de forma integrada os elementos naturais e sociais, como sendo os indicadores ambientais para se chegar mais próximo da realidade da fragilidade ambiental, permitindo avaliar as potencialidades do meio ambiente de

forma integrada, bem como compatibilizar suas características naturais com suas restrições encontradas para a bacia do córrego da Onça.

A fragilidade emergente, além de considerar os elementos naturais já constantes na fragilidade potencial (tipo de solo e declividade), acrescenta o elemento humano, ou seja, o uso e ocupação da terra, que se caracteriza pela maneira como o ser humano utiliza o solo. No que diz respeito à bacia do córrego da Onça o solo possui três usos e ocupações distintas: a vegetação nativa, o uso agrícola e o uso pastoril.

### 6.1 – Fragilidade emergente de 1975 e fragilidade emergente de 2006.

Para fins de comparações com a verdadeira realidade do mapa de fragilidades de 2006, foi gerada a fragilidade emergente para 1975. O resultado demonstrou que a bacia possui três classes de fragilidade para esse período que são: Muito fraca (1), Fraca (2) e Média (3).

No caso de 1975 os resultados demonstraram que a maior parte da bacia encontra-se sobre a classe de fragilidade Muito fraca e fraca, ocupando 99,0 % da área da bacia. A maior parte desta classe está associada ao Latossolo, ao relevo plano e suave ondulado (0 – 13%), e principalmente à expressiva cobertura vegetal nativa, que aumenta o nível de proteção ao solo.

**Quadro 10** – Fragilidade Emergente de 1975 na bacia hidrográfica do córrego da Onça.

<i><b>FRAGILIDADE EMERGENTE</b></i>			
CLASSES	1975 (%)	2006 (%)	PORCENTAGEM DE MODIFICAÇÃO
1 - Muito Fraca	75,0%	26,3%	48,7%
2 – Fraca	24,0%	65,7%	41,7%
3 – Média	1,0%	8,0%	7,0%

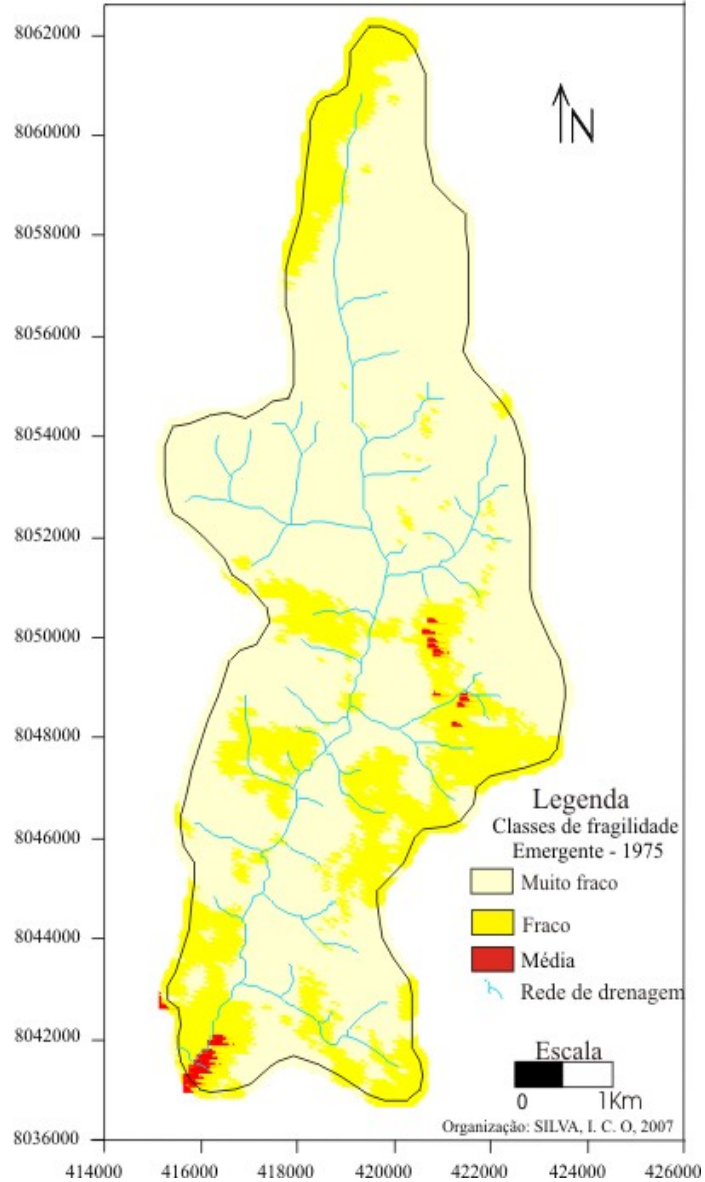
A fragilidade Média está presente predominantemente nas porções oeste e noroeste da bacia (Figura 20), associada ao relevo plano a moderadamente ondulado (0 – 13%), e áreas de Neossolos Quartzarênicos.

No que se refere à classe de fragilidade fraca, a área ocupada em 1975, correspondia a 24,0 %, ocorrendo predominantemente Latossolos e classes de declividade de médio a forte declividade (8 a 20%), com uso predominantemente de vegetação nativa.

Em suma, para o período de 1975, a bacia classificada, de acordo com a proposta de Ross (1994), apresenta uma fragilidade Muito fraca, onde os indicadores ambientais se



apresentaram bastantes estáveis com a pouca alteração das formas de uso e ocupação da terra, mantendo a proteção de cobertura vegetal em 77,0 % da área.



**Figura 20** - Fragilidade Emergente em 1975 da nacia hidrográfica do córrego da Onça.

Avaliando-se a mapa de fragilidade emergente de 2006 é possível detectar para este período três classes de fragilidade, variando entre fragilidade Muito fraca a Média. A classe média concentra-se ao norte, noroeste, sudoeste e ao centro da bacia.

Esta classe de média fragilidade ocorre predominantemente nos solos classificados como Neossolos Quartzarênico e na parte central sobre os Latossolos, em forma de pequenas manchas. No caso do Latossolo as manchas recobrem área de relevo moderadamente ondulado, (8 – 13%), correspondendo às variações altimétricas entre 750 a 800m para a parte

norte da bacia, e 600 a 650 m para a porção sudoeste, ocorrendo principalmente sobre áreas de agricultura e pastagem. (Figura 21).

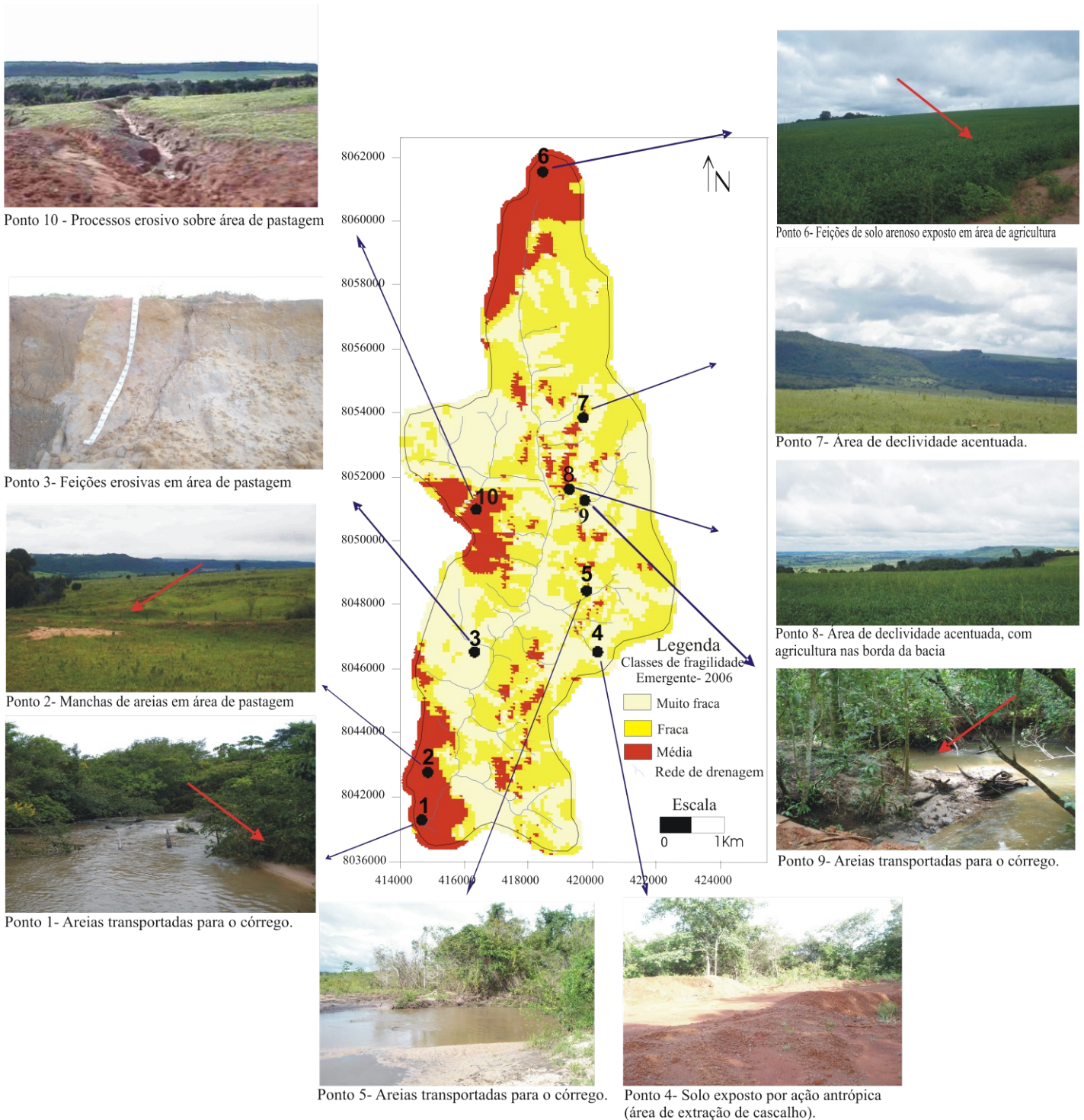


Figura 21- Fragilidade Emergente de 2006 da bacia hidrográfica do córrego da Onça (Fotos: Iza Carla Silva, 23/01/2008).

A maior parte da bacia foi classificada entre as classes de fragilidade Muito fraca e Fraca, (Quadro10, Figura 21), ocupando um percentual de 82 %. A predominância das

fragilidades Muito fraca a fraca na bacia deve-se ao predomínio do Latossolo, relevo plano a suave ondulado (0 - 8%), e em especial à vegetação nativa ainda existente, de 34,7%, que minimiza as possibilidades de aumento da fragilidade.

Entretanto, podem ser feitas algumas ressalvas sobre as diferenças vistas entre os períodos de 1975 e 2006.

Para 1975, a variável de maior influência foi a erosividade sobre os Neossolos Quartzarênicos, entretanto os índices de vegetação eram expressivos, minimizando os valores de fragilidade.

Já para 2006 o fator uso do solo faz as características das áreas vulneráveis ficarem mais expressivas devido ao aumento das áreas de pastagem e em especial à agricultura, e diminuição da porcentagem de vegetação nativa.

Esta análise é visível no mapa de fragilidade emergente de 2006 (Figura 21), ao constatar que o fator uso do solo modificou o padrão de proteção da cobertura do solo, demonstrado pela passagem das áreas de Média fragilidade de 1975 para áreas de forte fragilidade em 2006, bem como, ocorrendo uma diminuição das áreas de fragilidade Muito fraca presente no período de 1975 e a um aumento das áreas de fraca fragilidade em 2006.

Ainda, conforme a Figura 21, alguns processos de degradação do solo foram registradas, como resultado da fragilidade ambiental em que se encontra a bacia.

Desta forma, pontos de fragilidade ambiental são constatados onde atuam processos de erosão ou ravinamento e deposições de sedimentos nos leitos dos córregos, exemplificados nas fotos, dos (pontos: 1, 2, 3, 9 e 10), onde em função tanto da sazonalidade da produção agrícola como do manejo inadequado dos solos (em áreas de Neossolos Quartzarênicos ou até mesmo em Latossolos), podem se agravar se não for compatibilizado o uso do solo com a declividade do terreno, visto os altos índices pluviométricos no período de chuva.

## **7 - Conclusões**

Os mapeamentos feitos entre 1975 e 2006, permitiram visualizar as grandes mudanças na cobertura da terra causadas pelas ocupações agrícolas e, assim, verificar o cenário histórico e atual de fragilidade da bacia, concluindo-se que:

### **a) Mapa de Fragilidade Potencial:**

1. Variou dentro do período de 1975 e 2006, mantendo para 1975 valores expressivos para as classes de fragilidade Muito Fraca e Média (40,6% e 38,6%), somando juntas

79,2% da área da bacia. Já em 2006 a bacia apresenta um aumento da fragilidade Muito fraca chegando a 52,2% e uma diminuição da Média para 7,5%;

2. As variações de classes de fragilidade potencial entre 1975 e 2006 podem ser explicadas pelos valores de erosividade, que influenciam a perda de solo, tendo em 1975 um valor de 763,0 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> e, em 2006, 696,6 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>;

Portanto, a intensidade das chuvas e a energia cinética da gota (como fator determinantes no processo erosivo), as condições físicas do solo e a declividade do terreno estão reunidas no mapa de fragilidade potencial, auxiliando o produtor a adequar as práticas de conservação, como o cultivo do solo em contorno e outros;

b) Mapa de Fragilidade Emergente:

1. O resultado da fragilidade emergente para 1975 mostrou que a maior parte da bacia classifica-se como Muito fraca e fraca, com 99,0 % da área da bacia. A maior parte desta classe está associada ao latossolo, com relevo plano e suave ondulado (0 – 13%) e, principalmente, à expressiva cobertura vegetal nativa de 77,0%, o que aumenta o nível de proteção do solo;
2. Para 2006, as classes compreendem fragilidade Muito fraca e Fraca, passando de 99% para 82 %. Isto devido ao predomínio de Latossolos, ao relevo plano a suave ondulado (0 - 8%).e à permanência ainda de 34,7% de vegetação nativa;

O mapa de fragilidade emergente mostra áreas com necessidade de práticas conservacionistas.

O mapeamento da fragilidade ambiental parece ser satisfatório para diagnosticar o uso inadequado do solo. O modelo proposto por Ross (1994), baseado em classes de declive, proporcionou resultados favoráveis para a compreensão do grau de influência dos componentes naturais (relevo, solo, vegetação, uso da terra e clima), permitindo hierarquizar a fragilidade dos ambientes naturais, além de considerar as intervenções humanas no comprometimento do sistema ambiental.

## 8 - Referências Bibliográficas

ARAÚJO, R; GOEDERT, W. J; LACERDA, M. P. C. *Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo*. Revista Brasileira de Ciências do Solo, Viçosa – MG, v. 31, n. 5, p 1.099 - 1.108, set/out. 2007.

- ASSUNÇÃO, I. C.; SCOPEL, I. *Potencial natural à erosão em solos do município de Jataí - GO*. 1999. 61 f. Monografia (Bacharelado em Geografia). Jataí/GO. Universidade Federal de Goiás, Campus Jataí, 1999.
- ASSUNÇÃO. H. F.; SCOPEL, I. *Caracterização espacial do clima no município de Jataí-GO*. In: Congresso brasileiro de agrometeorologia, 11, Florianópolis. Anais..., CD-ROM. p 159 - 164. 1998.
- BERTONI; J.; LOMBARDI NETO, F. *Conservação do solo*. 4. ed. São Paulo: Ícone, p 355. 1999,
- BOTELHO , R. G. M; SILVA, A. S. da. *Bacia hidrográfica e qualidade ambiental*. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T (Orgs.). Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 153-101. 2004.
- BOIKO, J.D. *Mapeamento geomorfológico e fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Curralinho – Região metropolitana de Curitiba/PR* 104 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia do Setor de Ciências da Terra. Universidade Federal do Paraná, 2004.
- CHISTOFOLETTI, A. *Modelagem de sistemas ambientais*. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.
- EMBRAPA/CNPS. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: Embrapa Produção de Informação/Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. p 412.
- FOCKINK, E. R. *Produção rural familiar em Jataí-GO: a comunidade Rural da Onça*. 2007. 147 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia do Setor de Geografia e Gestão do Território. Universidade Federal de Uberlândia, 2007.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística *Carta Topográfica SE 22 Y B IV, Folha Jataí*, Rio de Janeiro: Diretoria de Serviço Geográfico, Mapa color, 73,5 x 61,5 cm. Escala 1: 150.000. 1975
- ROSS, J. L. S. *Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antrópicos*. In: Revista Departamento de Geografia. São Paulo – SP, nº 8 . FFLCH-USP, 1994.
- PROJETO RADAMBRASIL, *Folha SE. 22. Goiânia*, Ministério das Minas e Energia, Rio de Janeiro: (Levantamento de Recursos Naturais; 31). 1983.
- RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. *Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras*. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa/CNPS, p 65. 1994.
- SANO, M. S.; ALMEIDA, S. P. *Cerrado Ambiente e Flora*. Planaltina DF. EMBRAPA-CPAC, 556p. 1998.

- SANTOS, E. *Mapeamento da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio jirau município de dois vizinhos – Paraná*. 140 f. Dissertação (mestrado em geografia). Departamento de Geografia, setor de Ciências da Terra. Universidade Federal do Paraná, 2005.
- SPÖL, C. *Análise da fragilidade ambiental relevo-solo com aplicação de três modelos alternativos nas altas bacias do rio Jaguarim- Mirim, Ribeirão do Quartel e Ribeirão da Prata*. 165 f. Dissertação (Mestrado em Geografia física). – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. USP, 2001.
- WISCHIMEIR, W. H; SMITH, D. D. *Predicting rainfall Erosion losses of guide to conservation planning*. Washington: USDA., p 58. 1998.