

USO E COMPARAÇÃO DO MÉTODO DE ESTAQUEAMENTO, O MÉTODO DGPS E GEOPROCESSAMENTO NO MONITORAMENTO DE UMA ÁREA EROSIVA NA FAZENDA DO GLÓRIA – UBERLÂNDIA, MG.

Pedro Carignato Basilio Leal*
Dr. Silvio Carlos Rodrigues**

RESUMO:

As áreas de agricultura e pecuária geram impactos ambientais, principalmente em países de climas tropicais. Dentre os impactos estão os processos erosivos que podem ser mensurados em diferentes escalas de espaço e tempo, considerando sempre o contexto. O objetivo é fazer a mensuração com diferentes métodos e compará-los para avaliar e orientar uma futura reabilitação. Entre os meses de agosto de 2007 e dezembro de 2008 foram utilizados o método de estaqueamento, o geoprocessamento e o método DGPS para mensuração de um processo erosivo na Fazenda Experimental do Glória, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia e localizada no Domínio Morfoclimático do Cerrado. Os três métodos foram eficazes em diferentes escalas de tempo e espaço. O primeiro para medições em meses, o segundo medições semestrais ou até bimestrais e o último medições anuais de grandes intervalos. O trabalho de monitoramento auxilia no trabalho de contenção de processos erosivos, pois estabelece prioridades e tempos de trabalhos.

Palavras-Chave: Mensuração, Processos Erosivos, Estaqueamento, SIG, DGPS.

ABSTRACT:

The agriculture and cattle-breeding areas generate environmental impacts especially in countries with tropical climates. Among the impacts is the erosion process that can be measured in different scales of space and time, considering the context. The goal is to take the measurements using different methods and compare them to evaluate and guide future rehabilitation. Between the months of August 2007 and December 2008, the staking, the geoprocessing (GIS) and the DGPS methods were used to measure the erosion process in the Experimental Farm of Glory owned by the Federal University of Uberlandia, located at the morphoclimatic domains of the Cerrado. The three methods were effective in different scales of time and space. The first one were effective for monthly measurements, the second one were effective for semiannual or even bimonthly measurements and the last one for annual measurements of large intervals. The monitoring work helps the curb erosion job, because it establishes priorities and working timelines.

Keywords: Measurement, Erosive processes, Staking, GIS, DGPS.

INTRODUÇÃO

A área de estudo está localizada em um agroecossistema, isto é, onde os impactos

ambientais agrários se deram sobre os ecossistemas naturais. A ampliação da agricultura em solos tropicais, através de técnicas cada vez mais

*Universidade Federal de Uberlândia – UFU, e-mail: pedrocarignato@yahoo.com.br

**Universidade Federal de Uberlândia – UFU, email: silgel@ufu.br

potentes, fez com que a supressão da vegetação e de animais fosse regra para a implantação de espaços agrários. Dentre os diversos tipos de impactos que o agroecossistema traz, estão: perda da fauna e da flora, poluição de mananciais e lençóis d'água (AB'SABER, 1998). Na área em questão (*área core*), existem ainda processos erosivos que auxiliam no impacto ambiental.

Os processos erosivos se tornam um grande problema para os países tropicais, onde os índices pluviométricos são elevados e, em algumas regiões as chuvas se concentram em certas estações do ano acelerando ainda mais tais processos (GUERRA, 2005). A perda de cobertura vegetal gerada pelos agroecossistemas somadas às chuvas intensas dos trópicos, resulta em uma condição ideal para o início e evolução de um processo erosivo.

A erosão envolvendo o sistema água, solo e cobertura vegetal é denominada erosão hídrica. Após a supressão da cobertura vegetal, a perda da camada superficial e fértil do solo (erosão) é iniciada. Logo em seguida, outras camadas mais profundas do solo sofrem o mesmo processo erosivo. A perda desse material em áreas topográficas altas pode representar o ganho em outras áreas mais baixas (MAFRA, 2005). Essas transferências aceleradas de matérias e fluxos de energia em um sistema natural (OLIVEIRA, 1999) ocasionam perda da produtividade agrícola e, quando o processo erosivo está conectado a uma rede hidrográfica ainda se corre o risco de assoreamento da rede.

A mensuração de uma feição erosiva (voçoroca), quer dizer, seu monitoramento, é trabalhado em grande escala. GUERRA (2005) diferencia monitoramento de experimento, sendo o primeiro a mensuração sistemática de um processo erosivo em intervalos de tempos fixos ou não, enquanto que o experimento não necessariamente precisa de trabalhos de campo e nem de coletas de dados. O monitoramento da evolução das bordas de voçoroca já pressupõe mensurações periódicas em campo, como apontam SALA (1988) e GUERRA (2005), buscando detectar os pontos de maior avanço da erosão através do tempo.

Considerando o processo erosivo como um processo multidimensional, diversos elementos

de um sistema natural ao interagir geram efeitos. Portanto, é coerente saber *a priori* que causa e efeito não seguem uma linearidade e que as casualidades são analisadas em diferentes níveis, dependendo do contexto. (SANTOS, 2004).

OBJETIVOS

A pesquisa tem por objetivo avaliar processos erosivos areolares e lineares utilizando-se para isto de técnicas de estaqueamento, sensoriamento remoto e geoprocessamento associadas a controle de campo através de mensuração e acompanhamento da evolução dos processos. Pretende também avaliar o potencial do uso de dados obtidos por Sistemas de Posicionamento Global (GPS), utilizando o método diferencial (DGPS), para a mensuração dos processos erosivos.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende um processo erosivo localizado na bacia hidrográfica do Córrego do Glória, afluente do rio Uberabinha. Localiza-se entre as coordenadas 7.902.600 e 792.600 UTM e, 7.898.000 e 795.600 UTM, no município de Uberlândia (figura 1). O domínio morfoclimático e fitogeográfico ao qual pertence à área estudada é o dos Chapadões recobertos por cerrados e penetrados por florestas-galerias (AB'SABER, 1977).

O clima regional é de inverno seco e verão chuvoso. Na classificação de Köppen este clima é de tipo Aw. Dominado por sistemas intertropicais e polares que contém precipitações concentradas (MENDES, 2001). Esses sistemas são derivados da sazonalidade marcante das massas de ar que dão a dinâmica climática nesta área do cerrado. A causa das chuvas concentradas se deve ao encontro da Frente Polar Atlântica com a Massa Tropical Continental.

Segundo BACCARO (1989), Uberlândia se divide em três categorias de unidades geomorfológicas: área de relevo dissecado, área de relevo intensamente dissecado e área de relevo com topo plano. Dentre os três compartimentos geomorfológicos, o de relevo dissecado é onde os

processos erosivos são mais intensos.

Uberlândia está localizada dentro da bacia hidrográfica do Paraná e segundo NISHIYAMA (1989) as litologias são formadas em sua maioria pelo Grupo São Bento, composto pela Formação Serra Geral e Formação Botucatu e pelo Grupo Bauru composto pela Formação Adamantina e

Formação Marília. Existem ainda no município as litologias do Complexo Goiano, Grupo Araxá e sedimentos da idade do cenozóico. No fundo do vale da área de estudo afloram Basaltos e na média e alta vertente do processo erosivo há recobrimento por conglomerados de rochas e Arenito.

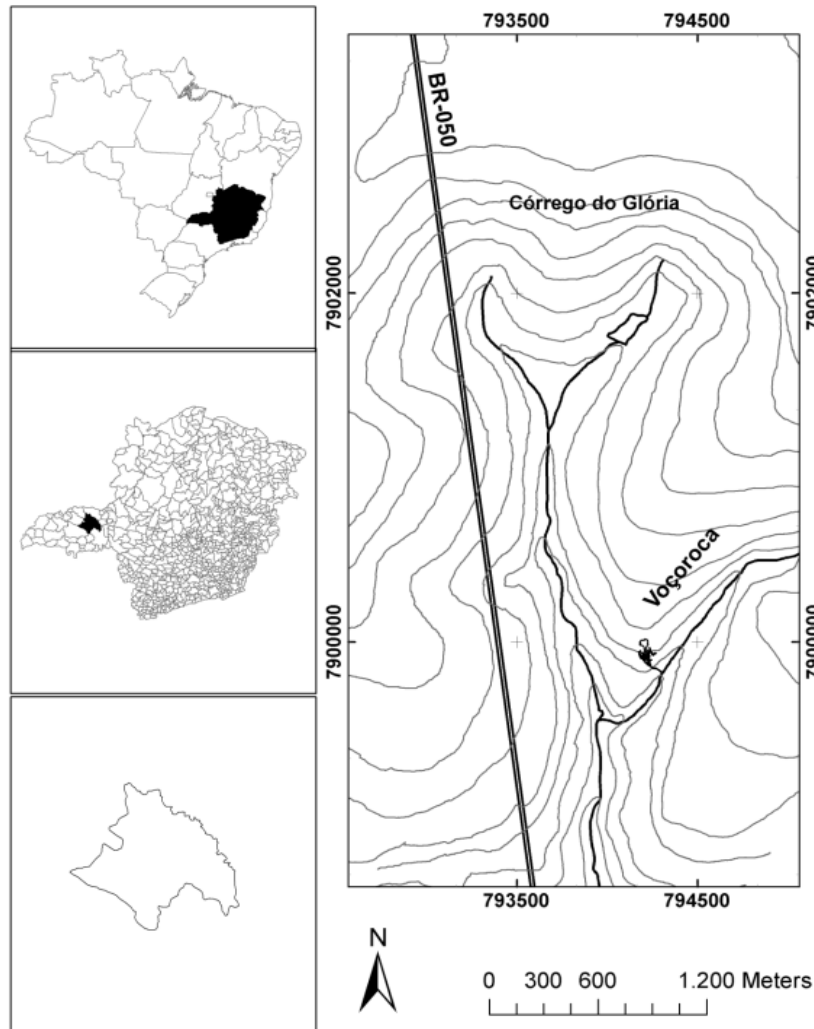


Figura 1 - Localização da área de estudo.

De maneira geral predominam nas regiões tabulares do município de Uberlândia o Latossolo Vermelho. Há uma crosta ferruginosa resistente nestes Latossolos que caracterizam extensas crostas lateríticas (BACCARO,1989).

Nas baixas vertentes predominam Cambissolos e Argissolos (ambos derivados do intemperismo do basalto). Um mais novo e o outro mais desenvolvido, respectivamente. Nas veredas (fundos de vale) encontramos solos hidromórficos, tais como Organossolos e Gleissolos.

O local de estudo se localiza na unidade geomorfológica de área de relevo dissecado e encontra-se na mesma declividades médias entre 5 e 15%. Na alta e baixa vertente da área de voçorocamento, a declividade fica entre 5 e 15%, enquanto que na média vertente a mesma se acentua, ficando entre 15 e 25%. O comprimento da vertente em que se encontra o processo erosivo é de aproximadamente 400 metros e a área de contribuição do fluxo superficial é de 21.000 m².

Na área de estudo se encontra o local com a ocorrência de processos erosivos e cascalheira em processo de recuperação. A textura Franco Arenosa deste solo pôde ser medida até o nível de 60 cm, pois os cascalhos impediram perfuração mais profunda. Percebe-se o alto grau de areia no solo (em média 76%), material friável e com alto potencial erosivo.

PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS.

Estaqueamento:

De acordo com Sala (1988), os pioneiros a utilizarem essa técnica foram Schumm (1956) e Leopold (1966). O estaqueamento mede a distância da estaca até a borda de uma feição erosiva, acompanhando o crescimento da mesma e criando taxas médias de evolução. "Os pinos de erosão são uma outra técnica barata e simples de se monitorar o processo erosivo, relacionado, nesse caso, ao escoamento superficial difuso, que provoca erosão em lençol (*sheet erosion*)" (GUERRA, 2005, p. 34).

Para utilizar a técnica do estaqueamento no monitoramento das bordas da voçoroca, utilizaram-se estacas metálicas com 20 cm de comprimento, pintadas individualmente com tinta

esmalte branco a cada 5 cm. Conforme observações de campo, marcaram-se 16 pontos na área (Figura 2) e a maioria dos pontos foram escolhidos na margem direta da voçoroca, pois é ali a ocorrência de maior fluxo de escoamento superficial e,consequentemente, de maior erosão. Para alocação das estacas foram medidos dois metros em relação à borda da voçoroca, sendo fincadas duas estacas na perpendicular a um metro da borda e a outra a dois metros (Figura 3). O mesmo procedimento foi adotado nos dezesseis pontos. A periodicidade na qual as medições foram realizadas foi mensal.

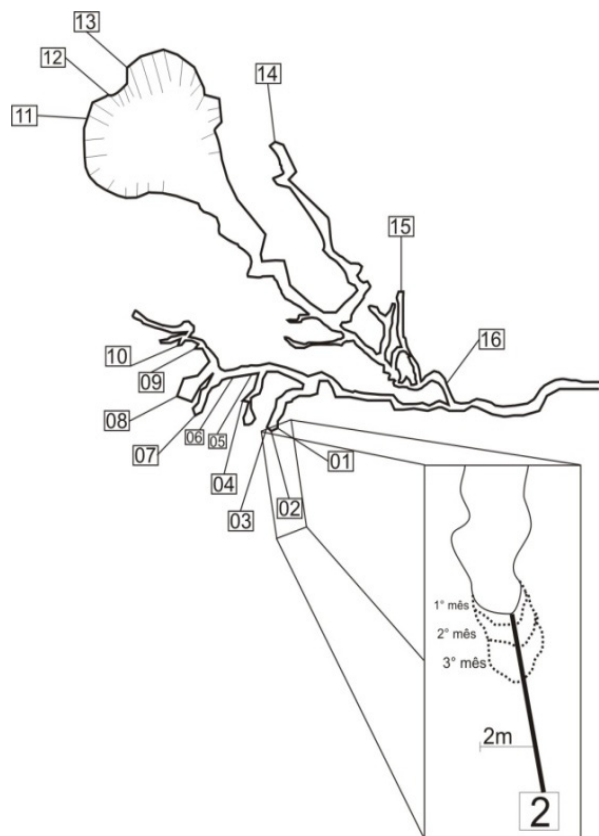


Figura 2 – Localização dos pontos. Em detalhe (ponto 2) : forma de evolução da voçoroca (modelo de GUERRA, 2005 adaptado por LEAL, 2008)



Figura 3 - Distância da borda até as estacas.

Feita a estruturação do banco de dados partiu-se para a construção dos gráficos e tabelas com base nas quais foram feitas as análises dos dados.



Figura 4 - Esquema de capturas dos pontos.

Outro cuidado que se tem que tomar é a escolha de onde posicionar o GPS na borda. Adaptou-se um dispositivo de mensuração composto por uma barra de metal com furo e uma vareta de ferro para que servisse de referência em todas as medidas. Na figura 5 é possível observar como foi feito em

Método DGPS

Segundo ROSA (2003) existem cinco grupos de GPS que variam conforme precisão e investimento. Dentre eles está o método DGPS, em que um GPS diferencial (estação móvel) possui link de rádio para fazer conexão diferencial com outro receptor (estação de referência) e assim eliminar erros.

Na técnica utilizou-se o GPS geodésico (fase portadora L1), foram necessários três aparelhos de GPS. Dois GPS's servindo para a coleta de dados da evolução erosiva da borda do canal e um servindo como estação de controle. Esta estação foi gerada perto da área degradada para que servisse de base para a coleta de pontos no entorno do canal e ajudasse no pós-processamento dos outros dados.

Na figura 4 é possível observar como se deve fazer a captura. É necessário, assim como no levantamento topográfico, escolher os pontos onde haja vértice, para que o desenho no software fique o mais parecido possível com o real e, assim, a área erodida corresponda a mais fiel realidade.

todos os pontos coletados.

Por fim, depois de configurar o receptor, escolher os pontos de coleta e usar o dispositivo de mensuração e se precaver de acidentes é só apertar o botão de coletar dados e em cada ponto coletar 15 minutos.

O software onde os dados são analisados

segue passos que vão direcionando o usuário e, sendo assim, é necessário passar pelas instâncias: novo projeto, descarregar dados, processamento

de dados, geração de relatórios, transformação de coordenadas e alocação dos pontos no SIG.

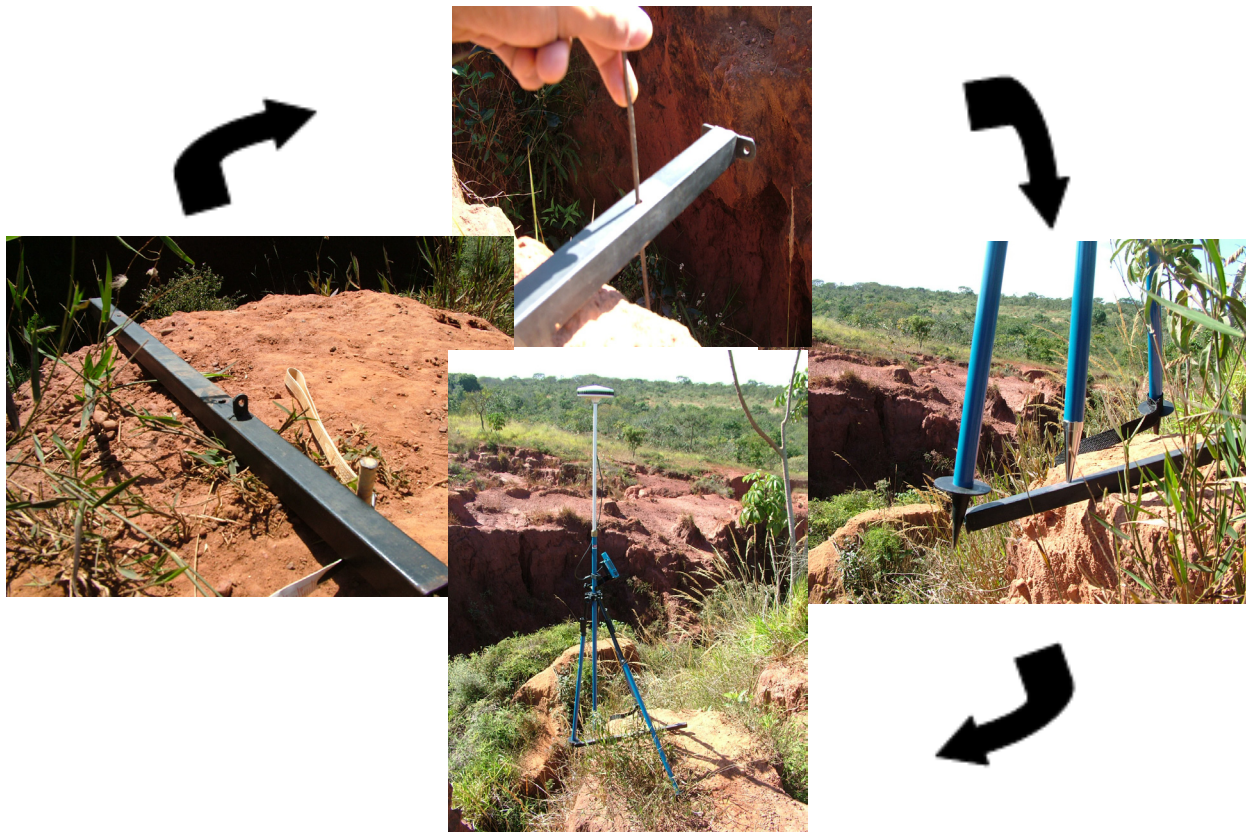


Figura 5- Utilização do dispositivo de mensuração.

O pós-processamento (feito em laboratório) é uma das partes mais importantes, pois é a parte em que os vetores que ligam os pontos de coleta podem ser observados. Ao se detectar um erro é possível melhorar a qualidade desses vetores retirando satélites que estão com ruídos (figura 6). Além disso, é necessário testar a conectividade da rede, fazer o teste *chi* quadrado e ajustar todos os pontos.

A precisão dos dados vai depender do objetivo do trabalho. Aqui se quer encontrar precisão milimétrica (mm), pois se sabe que a evolução mensal da borda da voçoroca avança em

centímetros (cm) (LEAL & RODRIGUES, 2008). Por esse motivo, o processamento tem que ser muito detalhado, sempre identificando todos os pontos, vetores e seus satélites respectivos para identificar erros e ruídos.

Depois de obter as coordenadas geográficas em sua devida precisão é necessário transformá-las em coordenadas planas (UTM). Com as coordenadas transformadas de geográficas para UTM é só ir ao Spring (SIG) e digitalizar os pontos. Com os pontos criados é possível ligá-los com uma linha em ordem de coleta e verificar a área do canal.



Geoprocessamento

Na avaliação espaço-temporal utilizou-se também a ferramenta de geoprocessamento para mensurar a área degradada (área de voçorocamento). O software utilizado para o desenvolvimento do trabalho foi o Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING 4.2).

Utilizaram-se fotos aéreas de 1979, 1997 e 2004 para identificar os diversos tipos de uso de solo e o aumento da área da voçoroca. O primeiro passo foi o georreferenciamento das fotografias com saídas ao campo para a coleta dos pontos de controle utilizando o GPS de navegação. Nesse momento a dificuldade foi achar pontos de controle homogêneos nas três fotografias, pois a intervenção antrópica na área havia sido grande no decorrer dos 30 anos e, além disso, um bom georreferenciamento requer boa distribuição dos pontos de controle na fotografia, o que gerou trabalhos de campo onerosos por conta das distâncias percorridas para a coleta. "O número de Pontos de Controle (PC) mínimo para determinação de um polinômio de grau n é dado pela seguinte regra: N° pontos de controle $= (n^2 + 3n + 2)/2$ "

(INPE apud UMMUS, 2006, p. 12). Assim, como o grau de polinômio utilizado foi dois e o número mínimo de Pontos de Controle foi seis.

Após o georreferenciamento fez-se a fotointerpretação para generalizar e classificar as diversas áreas de uso e cobertura vegetal. Segundo LOCH (2001) é de fundamental importância o levantamento do uso do solo, principalmente para análises de áreas deterioradas fruto do uso desordenado. As classes utilizadas para a confecção dos mapas temáticos foram hierarquizadas em áreas antropizadas, áreas naturais e voçoroca.

Com o objetivo de mensurar a voçoroca espaço-temporalmente optou-se por determinar a área de contribuição onde o processo erosivo estava se dando. Mais uma vez com o GPS de navegação caminhou-se ao redor da erosão para coletar os pontos onde a precipitação atua no escoamento superficial que é drenado para a voçoroca. Observou-se dentro da área de contribuição os diversos usos neste local e como esses influenciaram na evolução da voçoroca.

RESULTADOS

Após a realização do trabalho pode-se esquematizar um mapa conceitual (figura 7)

através do programa Cmaptools versão 5.4 Lite. Os mapas conceituais foram desenvolvidos por Joseph Novak na década de 1970 (Wikipédia, 2010). Segundo Novak, os mapas conceituais organizam e representam o conhecimento. Para leitura de um mapa conceitual é necessário saber que um conceito (que está dentro de um quadro) é ligado

a outro (que também está dentro de um quadro) por uma proposição ligada através de um arco. No mapa conceitual a seguir tem-se um conceito principal (processos erosivos) e todos os outros conceitos do trabalho de forma a relacioná-los através de proposições ligadas com arcos. Dessa forma é possível verificar e avaliar de forma sucinta como se deu a elaboração do trabalho.

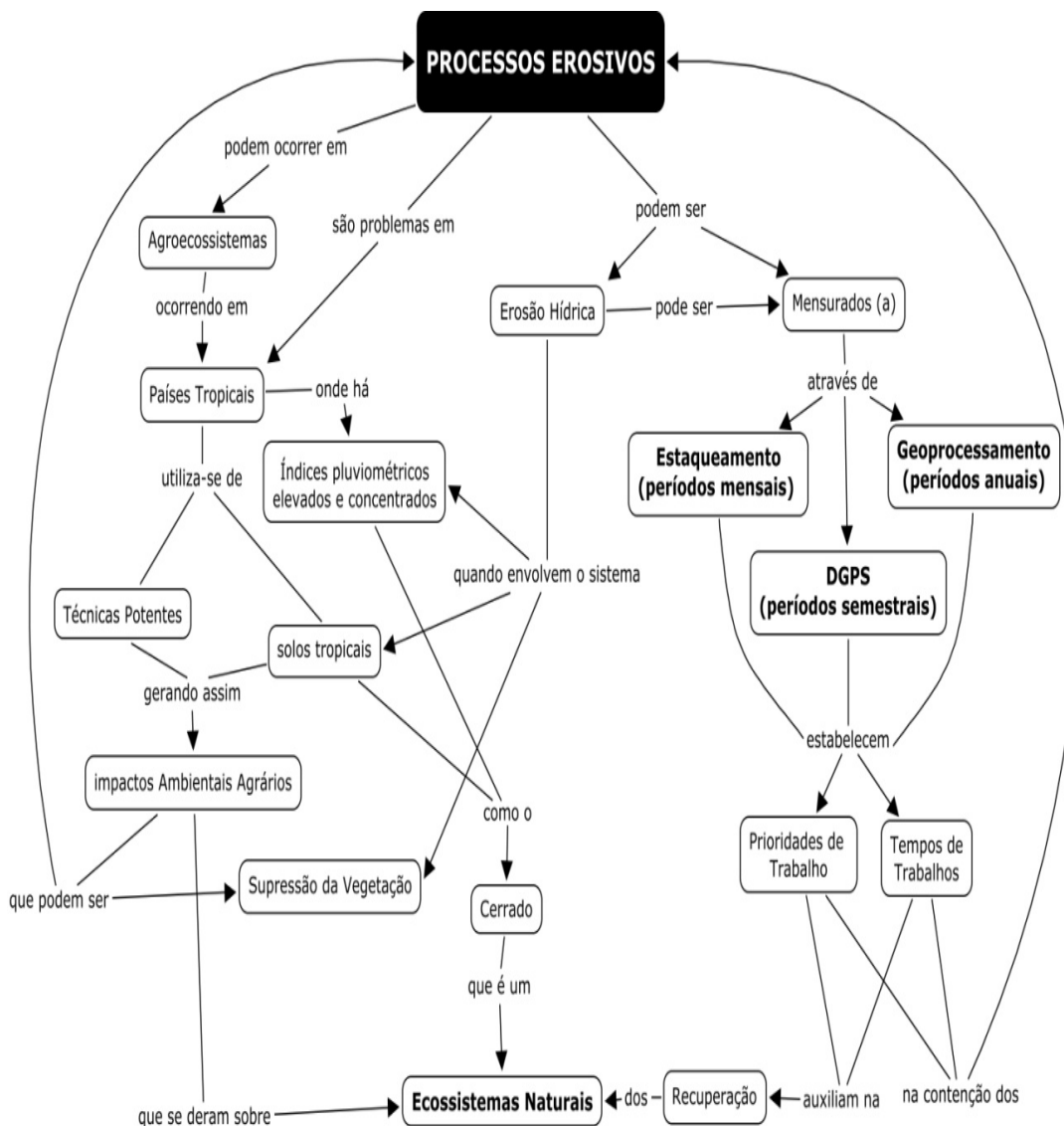


Figura 7 - Mapa conceitual do trabalho

Estaqueamento

A tabela 2 mostra a evolução longitudinal de canais da voçoroca ao longo dos meses de coleta dos dados. O que é interessante destacar na tabela é que a evolução erosiva se deu basicamente nos canais da margem direita da voçoroca. Outro aspecto é a evolução destoante do ponto 4. Esse fenômeno pode ser explicado por um aterro que ali

foi feito na década de 1980 e por conta do material não ter coesão, o material inconsolidado se torna mais suscetível a erosão. O que nos leva à essa conclusão é que à montante do caminho que a evolução toma tem-se uma feição aparecendo e evidenciando a ponta de uma alcova de regressão. Porém é importante salientar que o aterro não se deu apenas no canal 4, porém é o que apresenta maiores evidências físicas.

Dados Evolutivos da Voçoroca (erosão das bordas) - Por Estaqueamento														
D A T A P o n t o s	2007				2008									
	12/09	11/10	8/11	13/12	10/01	8/02	20/03	10/04	8/05	12/06	3/07	10/08	18/09	14/10
	Dist. est. A/B (cm)	Dist. est. A/B (cm)	dist. est. A/B (cm)	dist. est. A/B (cm)	dist. est. A/B (cm)	dist. est. A/B (cm)	dist. est. A/B (cm)	dist. est. A/B (cm)	dist. est. A/B (cm)	dist. est. A/B (cm)	dist. est. A/B (cm)	dist. est. A/B (cm)	dist. est. A/B (cm)	dist. est. A/B (cm)
Pt 1	200	200	200	200	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185
Pt 2	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	195
Pt 3	200	200	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	196
Pt 4	200	190	176	152	106	90	90	90	90	90	90	90	79	70
Pt 5	200	200	200	200	200	199	198	198	198	198	198	198	198	196
Pt 6	200	200	200	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199	198
Pt 7	198	198	198	192,5	189,5	184,5	178	173,5	169,5	169,5	168	168	167	166
Pt 8	198	198	197	196	196	194,5	190	184	180	180	180	180	180	172
Pt 9	197	197	192	190	189	189	189	189	189	189	189	189	189	184
Pt 10	197	197	197	193	176	165	165	165	165	164	164	164	162	162
Pt 11	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Pt 12	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Pt 13	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Pt 14	200	200	200	200	200	199	199	199	199	199	199	199	199	199
Pt 15	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Pt 16	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200

Tabela 1 – Dados evolutivos mensais da voçoroca.

Por meio de Taxa de Evolução Média e Precipitação- Média Mensal (figura 7) pode-se acompanhar temporalmente a relação entre precipitação e taxa de evolução. Além disso, o gráfico mostra que a relação precipitação e taxa de evolução não é diretamente proporcional. Em um primeiro momento (junho a janeiro) precipitação e taxa de evolução andam relativamente juntas e já em um segundo (fevereiro a maio) as

mesmas variáveis se distanciam. Enquanto que a precipitação segue com índices mensais de 250 a 300 mm a taxa de evolução cai drasticamente para uma média mensal de menos de 1 cm. A variação da taxa de evolução do processo erosivo pode estar ligada ao volume de precipitação por dia. Supomos que erosões superficiais estariam condicionadas pela intensidade da chuva, enquanto que erosões subsuperficiais condicionadas pela chuva acumulada.

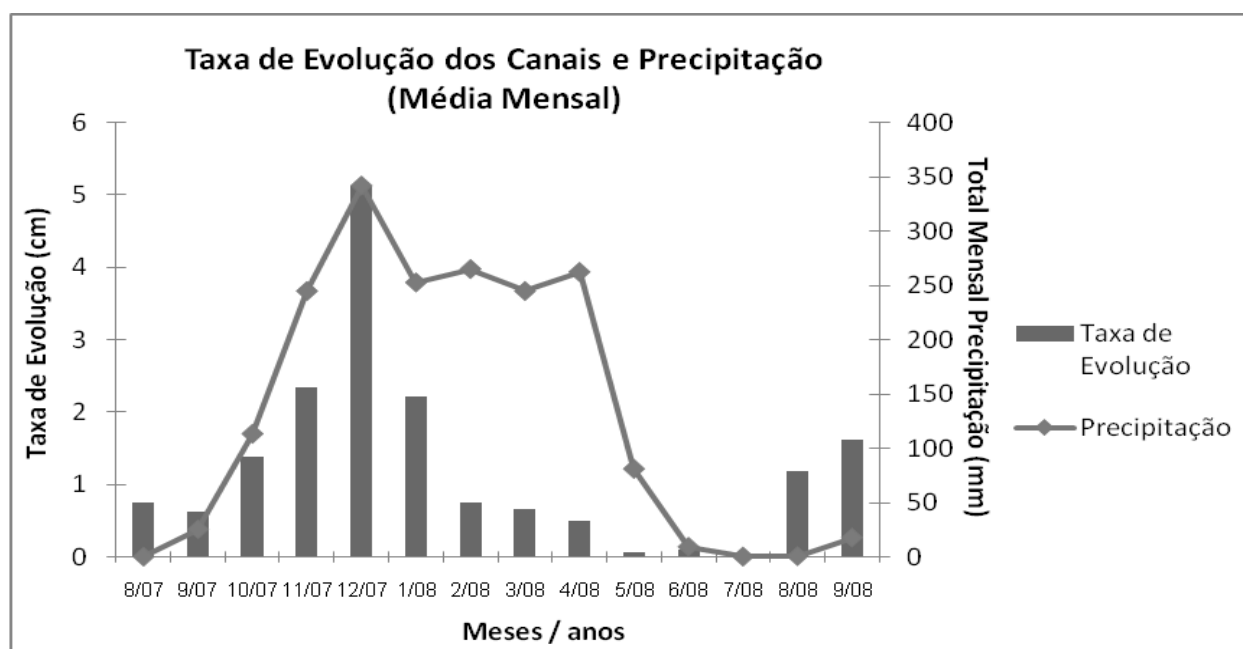


Figura 8 –Gráfico da taxa de evolução dos canais e precipitação (média mensal) (LEAL & RODRIGUES, 2008).

Mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal

Nos mapas de escalas menores em que as áreas de impactos indiretos também entraram, foi necessário atribuir mais classes ao mapeamento de uso do solo, pois o entorno teve grande modificação antrópica. No caso da vegetação (cerradão, cerrado, mata e vereda), entre 1979 e 1997 a mesma se reduziu em aproximadamente 170.000m², enquanto que em 2004 voltou a

se reabilitar aumentando sua área média em 280.000m². A área antropizada (pasto, cultura, área degradada, solo exposto e estrada de terra) era de 602.852 m² em 1979, sofre um aumento de 180.000m² em 1997 e volta a ficar próxima à casa dos 500.000m² em 2004. Já o processo erosivo em questão sofreu apenas uma evolução contínua. Na tabela 3 (branca) observa-se os tipos de uso do solo da área mais abrangente. É possível observar também as modificações

do uso do solo dentro da área de contribuição entre os anos de 1979 e 2004, causalidades que auxiliaram a evolução do processo erosivo.

Nos mapas de escalas maiores, pretendeu-se, através da área de contribuição da voçoroca colhida em campo, avaliar o "contexto" do crescimento espacial da mesma. Aqui, apenas foi mensurada a *core área*, isto é, o impacto direto sobre o ambiente estudado. Constatou-se que a vegetação (cerradão, cerrado e mata) em 1979 cobria uma área muito maior do que os anos de 1997 e 2004. Ao mesmo tempo em que a área antropizada (pasto, área degradada e estrada de terra) em 1979 somava 13.931,78 m², aumentando em mais

4.500m² em 1997 e reduzindo 2.000m² em 2004.

A tabela 3 também demonstra a área de escala maior (preta) e apresenta em um primeiro momento, em 1979, um desequilíbrio entre paisagem natural e paisagem antrópica (AB'SABER, 1998), visto que a primeira é metade da segunda. Esse desequilíbrio é sentido com violência em 1997, quando a vegetação dentro da área de contribuição é praticamente zero com apenas 1,55% da área total. O que segue em 2004 é uma leve retomada da paisagem natural. Não obstante, a área de voçorocamento só vem aumentando ao longo desse período.

Escala Menor	1979 (área m ²)	1997 (área m ²)	2004 (área m ²)	Escala Maior	1979 (área m ²)	1997 (área m ²)	2004 (área m ²)
Vegetação	638538,8	482120	739800,2	Vegetação	6312,93	459,27	988,68
Área Antropizada	602852	776129,1	497150,9	Área Antropizada	13931,78	18643,60	16818,21
Voçoroca	1381,57	2523,40	4021,38	Voçoroca	1381,57	2523,40	4021,38
Total	1240772	1240773	1240772,48	Total	21828,28	21626,27	21828,27

Tabela 2 - Mudanças de tipos de uso da terra na área de estudo em escala menor (branca) e maior (preta).

Pode-se notar no mapeamento de 1979 (figura 8) que a área degradada cujo uso do solo era para extração de cascalho em sua maioria já possibilitava o surgimento e evolução da voçoroca. Juntamente com essa ação antrópica a erosão acelerada se agrava ainda mais, pois a área "é formada por um material superficial pouco consolidado, friável e extremamente susceptível aos processos erosivos" (ALVES, 2006, p. 61). Porém ainda é possível perceber a montante da área de contribuição e na margem direita uma cobertura vegetal (cerradão e cerrado) significativa

que ajuda conter a compactação do solo e consequentemente escoamento superficial.

No mapeamento de 1997 (figura 8) já se percebe a supressão da cobertura vegetal quase que total, e consequentemente o aumento da erosão hídrica (MAFRA, 2005). Além da retirada da paisagem natural, os tipos de uso da terra como pasto e a continuação da exploração do cascalho para manutenção das estradas são causalidades desse processo multidimensional. Ainda é possível notar a supressão de estradas, mostrando um possível abandono de usos anteriores na área

degradada.

Já no mapeamento de 2004 (figura 8) pode ser visto uma tímida retomada da cobertura vegetal e um processo erosivo bastante evoluído. Não obstante a pastagem se mantém e estradas voltam a aparecer à montante da voçoroca dando a impressão da retomada do uso. A área erodida impossibilitou a continuação da retirada de cascalho na área de contribuição, porém a exploração ainda é feita em áreas adjacentes.

Apesar da afirmação de Loch (2001) de

que o uso desordenado causa deteriorização do ambiente, acreditamos que o uso não foi sem ordem, mas desenfreado e desmedido. Podemos ver nos mapeamentos de uso do solo/cobertura vegetal que em 1979 (Figura 9) a estabilidade entre cobertura vegetal e área antropizada. Em 1997 (Figura 9) a não estabilidade da área de estudo, sendo que a paisagem antrópica se sobressai sobre a paisagem natural. E finalmente em 2004 (Figura 9) quando a área de vegetação é superior à área antropizada.

Uso da Terra na Área de Contribuição da Voçoroca.

Córrego do Glória - Uberlândia - MG

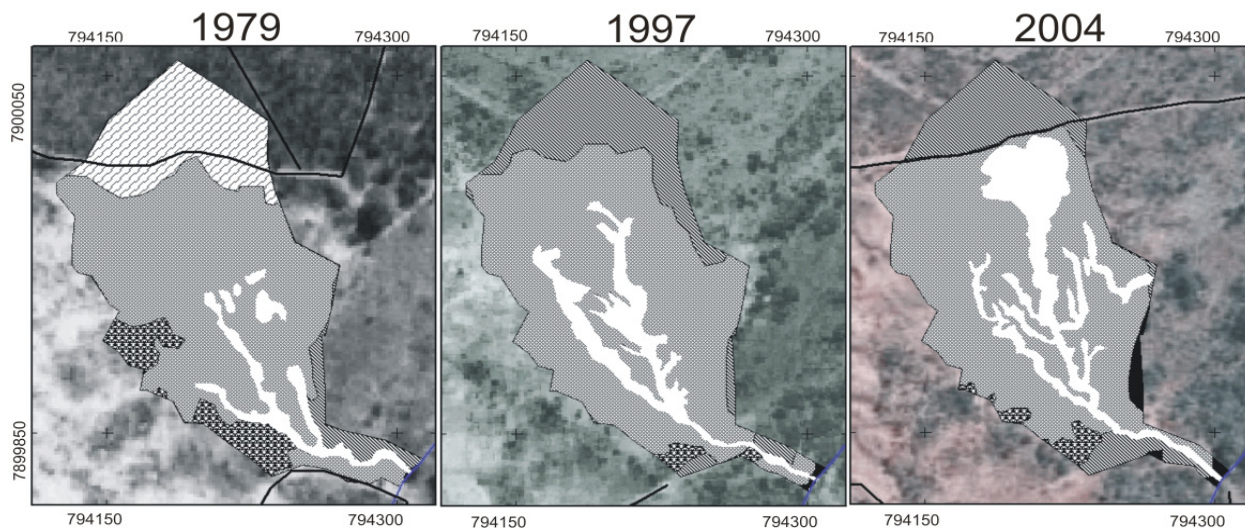
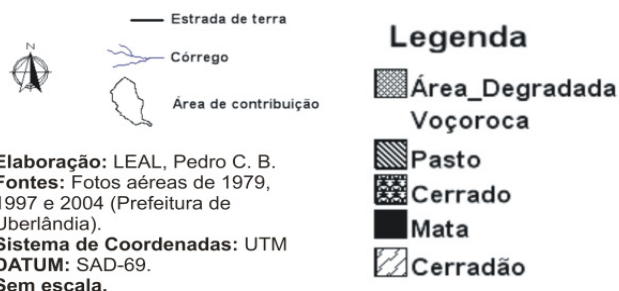
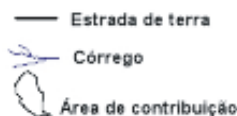


Figura 9 – Mapeamento comparativo na área de contribuição da voçoroca entre os anos de 1979, 1997 e 2004.

Uso da Terra no entorno da Área de Contribuição da Voçoroca

Córrego do Glória
Uberlândia - MG



Legenda



Elaboração: LEAL, Pedro C. B.
Fontes: Fotos aéreas de 1979,
1997 e 2004 (Prefeitura de
Uberlândia).
Sistema de Coordenadas: UTM
DATUM: SAD-69.
Sem escala.

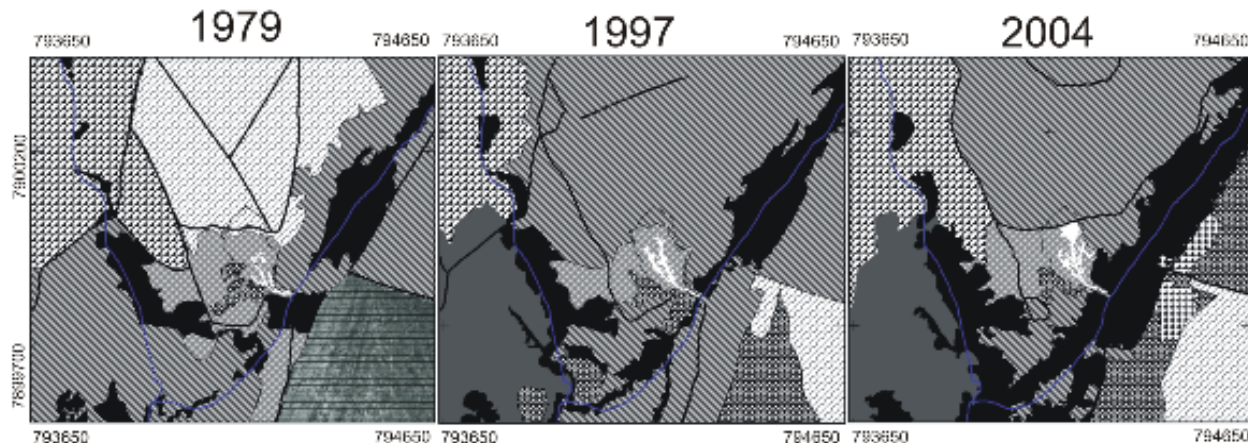


Figura 10 – Mapeamento comparativo no entorno da área de contribuição da voçoroca entre os anos de 1979, 1997 e 2004.

Levantamento Com Método DGPS

Com o levantamento utilizando-se do método DGPS foi possível avaliar a evolução erosiva entre os meses de março a julho de 2008. O resultado obtido com a mensuração de um canal da voçoroca em 05 de março de 2008 foi de 40.98 m² de área. Já em 15 de maio de 2008 a área estava com 41.40 m². Ou seja, neste período de dois meses a área da voçoroca evoluiu cerca de 0.42 m².

Em julho ocorreu um fato inesperado: a

voçoroca perdeu área e somou 39.63 m² de área. Como sabemos, não é possível que uma erosão perca área naturalmente. No dia 10 de julho de 2008 (dia da captura dos dados) a estação de controle da Companhia de Energia de Minas Gerais - CEMIG (UBER) utilizada no processamento dos dados dos outros meses não estava disponível no sítio do IBGE na internet. Portanto o processamento só foi feito com os dados da estação de controle própria e a da UFU (MGUBER), ocasionando um erro na precisão comparado com os outros meses. A seguir é possível verificar o mapa gerado (Figura 10) com os dados obtidos com o método DGPS:

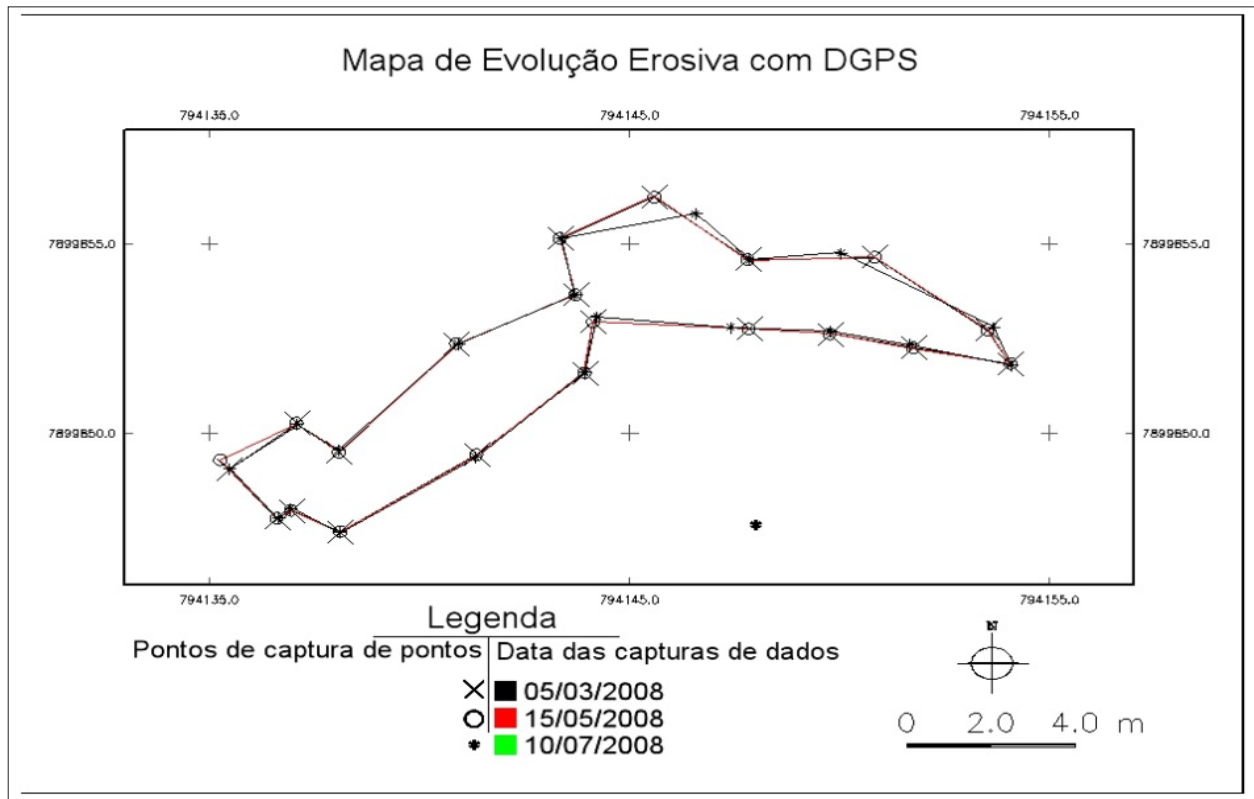


Figura 11 - Área com todas as datas de coleta de dados.

DISCUSSÃO

As campanhas em campo ocorrem semanalmente e é de fundamental importância fazê-las já que auxiliam nos procedimentos operacionais que forem realizados. Durante os dezoito meses de pesquisa poucas foram as vezes que se puderam acompanhar os mecanismos dos processos erosivos, por outro lado o testemunho deixado por eles, isto é feições erosivas, ficou clara a distinção entre elas e também a qual mecanismo cada qual está associada. Seja para o estaqueamento, geoprocessamento ou levantamentos com GPS a visita periódica a área de estudo é no mínimo obrigatória para se compreender a evolução de um processo erosivo e assim tendo instrumentos e *know-how* para eventual recuperação de uma área degradada.

Pode-se atribuir pelo menos dois fatores

para a retirada em 1979/ 1997 e o retorno da cobertura vegetal no ano de 2004. O primeiro foi o ordenamento dado por planos governamentais para a expansão da produção agrícola, em que a ordem era a derrubada da vegetação natural para o uso da agricultura e pecuária. Inclusive esta mentalidade é vista até hoje por alguns governantes, é só observarmos o discurso do governador do Mato Grosso no dia 21/05/2008 segundo o que "não se faz agricultura sem retirar a floresta" (AMBIENTE BRASIL, 2008). Essa afirmação não é falsa, realmente para se plantar é necessário o solo para tal atividade, porém o que se discute desde 1972 com a conferência de Estocolmo são soluções mais inteligentes na relação das atividades antrópicas com o meio ambiente, entre elas, o manejo e conservação do solo são vistos como fundamentais. Portanto, a

conscientização ecológica a qual a humanidade viu-se obrigada a aderir desde a década de 1970, talvez tenha refletido no aumento da cobertura vegetal no ano de 2004. Além do mais, a atividade da fazenda diminuiu nesse período, segundo o funcionário da UFU, Malaquias José de Souza que acompanha a área desde a década de 1980. O segundo fator pode estar relacionado ao abandono do uso da área degradada. Apesar de sofrer alguns usos ainda, a área hoje passa por uma atenção maior de um grupo de pesquisa, cujo objetivo é a recuperação da área deteriorada. Com o abandono do uso intensivo da área a própria natureza tem a condição de retornar e o que se pode fazer é acelerar a volta da estabilidade. A discussão de que processo erosivo tenha se tornado um canal fluvial também é coerente, visto que o canal principal está conectado a uma rede de drenagem e tem exudação do lençol o ano todo. Se pensarmos dessa forma, a recuperação da mata ciliar em torno desse canal seria fundamental.

Contudo vimos que as ações diretas na *core área* são fundamentais para compreender a evolução espaço-temporal de um processo erosivo, porém não se pode esquecer os impactos indiretos que a área sofre. O ordenamento desenfreado e desmedido foram causalidades da área degradada. Esse ordenamento é um processo multidimensional em que é preciso estar atento aos diferentes contextos e níveis de análises do uso do solo e suas conseqüências.

O contexto da área estudada se dá em diferentes níveis. Primeiramente com os planos de expansão das fronteiras agrícolas na década de 1970, quando as vegetações naturais foram retiradas dando lugar às áreas de culturas e pastos. Em segundo, Alves (2006, p. 61) diz que: "sabe-se que a região onde ocorrem os canais estudados é formada por um material superficial pouco consolidado, friável e extremamente susceptível aos processos erosivos". E por fim, as construções de estradas também levaram a uma deterioração do local. Inclusive em estudos prévios de Alves (2006) uma das hipóteses para o aparecimento da erosão foi uma estrada já desativada que passava onde hoje é a foz da voçoroca, isto claro, quando se considera apenas a *core área*.

É complexo o trabalho de mensuração

de uma área degradada para a compreensão de sua dinâmica e conseqüentemente sua possível recuperação. Esta afirmação é feita, pois depois do tempo que se teve contato com essa pesquisa ficou claro que não há uma regra absoluta (modelo) de evolução (direção e profundidade) erosiva. Os modelos de evolução são complexos, pois variam de acordo com os fatores geomorfológicos, fatores geológicos, fatores pedológicos, fatores climáticos e fatores antrópicos (BACELLAR, 2006).

O que se pode ver como regra foi a sazonalidade do domínio morfoclimático do cerrado (fator climático). Este domínio influencia a erosão hídrica, pois com a característica de precipitar seis meses sim e seis meses não, determina os meses de maior erosão. Portanto, os meses que vão de outubro a janeiro é o período em que a erosão se dá com maior intensidade. Mesmo essa regra não é absoluta, pois os meses de fevereiro a abril também seguiram com índices altos de chuvas médias mensais enquanto que o índice de taxa de erosão caiu.

Na área de estudo há muitas exceções que fogem à regra. A exploração de cascalho praticada nesta área também influencia na dinâmica erosiva. A construção de estrada e a utilização para pastagem também (fator antrópico). O fato de o material de cobertura ser bastante friável e pouco consolidado também tem seu peso (fatores geológicos e pedológicos). Outros fatores como declividade e forma da vertente (fatores geomorfológicos) também são determinantes. O fato é que podemos dizer que há uma regra para os processos erosivos e essa é uma para cada área erodida.

Quanto à mensuração do processo erosivo é muito pertinente saber quanto cada fator acima influência no processo, pois assim saberá que metodologia utilizar. Ter a compreensão de quanto é a perda da área degradada (espaço) e em quanto tempo isso ocorre é fundamental para um bom resultado de monitoramento. Frisamos tal fato, pois todos os métodos utilizados para o monitoramento neste trabalho se mostraram eficazes para tal objetivo.

O método de estaqueamento é muito útil para mensurações mensais. É uma ferramenta simples e muito eficiente, pois o próprio pesquisador

está em contato direto (no mínimo mensal) com a área erodida, podendo assim avaliar com mais precisão a dinâmica do processo erosivo. Não obstante, quanto mais pontos instalar ao redor da área erodida mais precisos serão seus resultados.

O método *DGPS* é útil para mensurações semestrais. É um método que, se bem utilizado, pode gerar excelentes resultados. O método *DGPS* se mostrou eficaz, porém muito oneroso. A captura de dados em campo não é tão onerosa, porém cansativa já que demanda muito tempo para coletas em pequenas áreas. Em contraponto, o pós-processamento para a obtenção de precisão milimétrica se dá de forma laboriosa exigindo um bom tempo do pesquisador nesta parte. Por este motivo cremos não ser válido utilizá-lo com uma constância menor de seis meses, exceto em casos especiais ou em uma determinada área. Um caso especial que poderia ser usado mensalmente ou bimestralmente seria em épocas de muita precipitação onde se obteriam dados evolutivos rigorosos.

Já o método de fotointerpretação e cartografia digital (geoprocessamento) é útil para períodos anuais. Um dos motivos disto é que as próprias fotografias aéreas são tiradas em períodos seria possível trabalhar com imagens de satélites em períodos mensais, porém o fato de os processos erosivos serem identificados em sua maioria em grande escala, inviabiliza um pouco tal tarefa relacionada com a mensuração. Já em casos de grandes erosões seria possível. Todavia as fotos são úteis anualmente, pois é possível observar evoluções em anos distantes em que não se tenha conhecimento de dados e inclusive

é possível identificar as casualidades do processo, dando respostas como o motivo de sua origem e evolução no tempo e espaço.

Finalmente saber que condições temporais e espaciais estão submetidos os processos erosivos é de suma importância para identificar a dinâmica de transferências aceleradas de matérias e fluxos de energia em um sistema natural dos mesmos e, assim saber em quais períodos fazer as mensurações. Outro fator importante de ser frisado é que uma metodologia não exclui a outra, pelo contrário, se somam e ajudam-se mutuamente nas dúvidas quanto à evolução erosiva.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos ver ao final da pesquisa que as metodologias utilizadas no trabalho para mensuração da área erodida foram eficazes. Além disso, ter um banco de dados com a identificação de processos erosivos e suas dinâmicas nas áreas agroecossistêmicas é de fundamental importância para um país como o Brasil, em grande parte agrícola, em especial para a região onde se localizou o estudo. Sabe-se ainda que a expansão de atividades agropecuárias auxiliam no surgimento dessas áreas erosionadas.

Contudo o objetivo final, que é a recuperação da área, está avançando com este trabalho em conjunto com outros que trabalham na mesma área. O trabalho de monitoramento auxilia no trabalho de contenção de processos erosivos, pois estabelece prioridades e tempos de trabalhos, justamente porque mensura espaço-temporalmente.

Bibliografia

AB'SABER, A. N. Bases Conceptuais e Papel do Conhecimento na Previsão de Impactos. In: AB'SABER, A.N. e MULLER- PLANTENBERG, C. (orgs.) Previsão de Impactos. São Paulo: Edusp, 1998. p. 27-49.

AB'SÁBER, A. N. Potencialidades Paisagísticas Brasileiras. Geomorfologia. São Paulo, 55: 1-27, 1977.

ALVES, R. R.; RODRIGUES, S. C. Monitoramento

dos Processos Erosivos e da Dinâmica Hidrológica e de Sedimentos de uma Voçoroca: Estudo de Caso na Fazenda Experimental do Glória na Zona Rural de Uberlândia-MG. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

- AMBIENTE BRASIL. Não há agricultura sem devastação, diz governador de MT. Disponível em < <http://noticias.ambientebrasil.com.br/clipping/2008/05/26/38387-nao-ha->

[agricultura-sem-devastacao-diz-governador-de-mt.html](#).> Acesso em: 10 jul. 2010.

-BACCARO, Claudete A. D. Estudos Geomorfológicos do Município de Uberlândia. Sociedade e Natureza. Uberlândia, 1 (1): 17-21, junho de 1989.

BACELLAR, Luis de A. P. Curso: Processos de Formação de Voçorocas e Medidas Preventivas e Corretivas. Simpósio Mineiro de Engenharia Ambiental, II, 2006, Viçosa. Apresentações. Viçosa: UFV/ Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas – CCE/ Departamento de Engenharia Civil, 2006. 48 slides.

CENTRO DE ESTUDOS, PESQUISAS E PROJETOS ECONÔMICOS-SOCIAIS (CEPES). Boletim De Dados Demográficos – I. Uberlândia – MG. Disponível em: <http://www.ie.ufu.br/cepes/tabelas/Pesquisas/populacao.pdf>. Acesso em: 03 de Junho de 2009.

GUERRA, A. T. GUERRA, A. J. T. Novo Dicionário Geológico – Geomorfológico – 5ª edição – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. 652p.

GUERRA, A. J. T. Experimentos e Monitoramentos em Erosão dos Solos. In: Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, nº 16, p. 32-37, 2º sem. 2005.

GUERRA, A. J. T. O início do processo erosivo. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (org). Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações. 2ª edição. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2005. p. 17-55.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Contagem da População de 2007. Disponível em < http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/contagem_final/tabela1_1_17.pdf.> Acesso em: 03 jun. 2009 - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Introdução ao Spring: Teórica. São José dos Campos, SP: 2006.

LEAL, P. C. B.; SILVA, A. H.; PINESE JÚNIOR, J. F.; ANDRADE, I. F. de; BEICHER, E. J.; RODRIGUES, S. C. Monitoramento Erosivo Através

de Estaqueamento. Fazenda Experimental do Glória. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA (SINAGEO) e ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE GEOMORFOLOGIA, VII e II, 08/2008, Belo Horizonte. Anais do VII SINAGEO e II Encontro Latino-americano de Gemorfologia, Belo Horizonte: UFMG/ instituto de Geociências, 2008.

LEAL, P. C. B.; SILVA, A. H.; PINESE JÚNIOR, J. F.; ANDRADE, I. F. de; RODRIGUES, S. C. Monitoramento e Análise Espaço-Temporal de Evolução de Voçoroca no Período entre 1979, 1997 e 2004. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA (SINAGEO) e ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE GEOMORFOLOGIA, VII e II, 08/2008, Belo Horizonte. Anais do VII SINAGEO e II Encontro Latino-americano de Gemorfologia, Belo Horizonte: UFMG/ instituto de Geociências, 2008.

LOCH, C. A interpretação de imagens aéreas: noções básicas e algumas aplicações nos campos profissionais. 4ª edição. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001. 118 p.

MAFRA, N. M. C. Erosão e planificação do uso do solo. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (org). Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações. 2ª edição. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2005. p. 301-322.

MENDES, Paulo C. Gênese e Estrutura Espacial das Chuvas na Cidade de Uberlândia – MG. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2001.

NISHIYAMA, Luiz. Geologia do município de Uberlândia e Áreas Adjacentes. Sociedade e Natureza. Uberlândia, 1 (1): 9-16, junho de 1989.

OLIVEIRA, Marcelo, A. T. – Processos Erosivos e Preservação de áreas de risco de Erosão por Voçorocas. In: GUERRA, J. T., SILVA A. S. da, BOTELHO R. G. M. (organizadores). Erosão e Conservação de solos: conceitos, temas e aplicações. 2ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. p. 57 – 99.

ROSA, Roberto. Global Positioning System (GPS). In: Introdução ao Sensoriamento Remoto. 5ª edição. Uberlândia: Edufu, 2003. p. 199-218.

SILVEIRA, Augusto C. Tutorial passo a passo do receptor GPS Promark 2. São Paulo: Não tem editora, 2002. 24p.

SILVEIRA, Augusto C. Tutorial passo a passo software Ashtech Solutions. São Paulo: Não tem editora, 2002. 28p.

SALA, M. Los clavos de erosión. In: SALA, M. e GALLART, F. (editores) Metodos y Tecnicas para la Medicion en el Campo de Procesos Geomorfologicos. Sociedade Española de Geomorfologia, Barcelona: 20-24. 1988.

- SANTOS, M. Por uma Geografia Nova. 6ª edição. São Paulo: Edusp, 2004. 285p.

UMMUS, M. E. Caracterização espacial e temporal das áreas mineradas para saibro e rocha ornamental no município de ubatuba, são paulo. Trabalho de Graduação Individual. Departamento de Geografia - FFLCH Universidade de São Paulo. 2006.

WIKIPÉDIA. Imagem de Minas Gerais. Disponível em <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d1/MinasGerais_MesoMicroMunicip.svg/350px-MinasGerais_MesoMicroMunicip.svg.png> Acesso em: 03 jun. 2009

WIKIPÉDIA. Mapa Conceitual. Disponível em <http://pt.wikipedia.org/wiki/Mapa_conceitual> Acesso em: 10 jul. 2010.