

JOSENILSON BERNARDO DA SILVA

**AVALIAÇÃO DA PERDA DE SOLO POR FLUXO SUPERFICIAL
UTILIZANDO PARCELAS EXPERIMENTAIS:
Estudo de caso na bacia hidrográfica do Córrego do Glória em
Uberlândia – MG**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial a obtenção do título de Mestre em Geografia.

**Área de concentração: Geografia e Gestão
do Território**

Linha de pesquisa: Análise, Planejamento e
Gestão Ambiental.

**Orientador: Prof. Dr. Silvio Carlos
Rodrigues**

Uberlândia/MG

INSTITUTO DE GEOGRAFIA

2006

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Josenilson Bernardo da Silva

**AVALIAÇÃO DA PERDA DE SOLO POR FLUXO SUPERFICIAL
UTILIZANDO PARCELAS EXPERIMENTAIS:
Estudo de caso na bacia hidrográfica do Córrego do Glória em Uberlândia – MG**

Prof.: Dr. Silvio Carlos Rodrigues
(Orientador)
Universidade Federal de Uberlândia - UFU

Prof.: Dr. Bernardo Sayão Penna e Souza
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

Profa.: Dra. Vânia Silvia Rosolem
Universidade Federal de Uberlândia – UFU

Data: _____/_____/_____ de _____

Resultado:_____.

Aos meus pais, José Bernardo e Rosa Maria, aos meus irmãos João e Renato, a minha então namorada Pryscila, pelo carinho, compreensão, paciência, motivação e amor que me dedicaram em todos os momentos de execução desse trabalho; que pelo qual, tive que me fazer ausente em vários momentos de suas vidas. Aos que foram aos que são e aos que serão meus alunos. Dedico.

AGRADECIMENTOS

Não poderia começar essa parte sem agradecer a Deus pela oportunidade de viver junto a pessoas que, me ensinam, cada um a seu modo, buscar mais, tentar mais e arriscar mais. Obrigado bom Deus!

Não poderia deixar de agradecer aos meus pais José Bernardo e Rosa Maria, pelo exemplo que me dão em todos os momentos de sua vida; cabeça erguida e muita luta, luta, luta. Muito mais do que prevenir a queda sempre me ensinaram a levantar e ficar cada vez mais firme. Meu obrigado eterno.

Muito obrigado aos meus eternos irmãos João e Renato, que além de me ajudar a construir esse trabalho, com seu apoio, dedicação e paciência me ajudaram a chegar até aqui. Agradecimento eterno.

Obrigado e desculpas a você Pryscila, pelos vários momentos em que tive de me manter ausente e distante e, mesmo assim, você esteve sempre torcendo pelo meu sucesso. Amo você. Obrigado!

Ao Prof. Dr Silvio Carlos Rodrigues (Silvio), obrigado por ter me aceitado como seu orientado, pelo seu incentivo e participação em todos os momentos desse trabalho, desde as discussões até as idas a campo. Sempre que pôde buscou estar presente. Obrigado por me ajudar a conquistar esse objetivo em minha vida.

A profa.Dra. Claudete Baccaro que com todo o seu amor pela Geomorfologia, me fez ficar encantado por essa ciência. Obrigado por mostrar-me esse caminho.

Para duas pessoas bastante especiais, que conheci logo após ter entrado no LAGES, A Rosangela (Rô Vegas) e o Malaquias (Mala). Obrigado pelo exemplo de luta, que sempre me mostraram nos mais variados momentos da nossa história no laboratório. Eu vou levar isso comigo por todo sempre, obrigado por toda a ajuda.

Ao meu amigo Carlos Alberto (Carlão), que sempre que pôde, me deu apoio nas atividades de campo, conversas sobre o trabalho e as várias sugestões sobre o uso do Autocad.Obrigado.

Ao também amigo Wellington (But) pela amizade e companheirismo dedicado ao longo do curso e nesse nosso atual desafio.

Por todas as amizades que fiz nessa caminhada pela Geografia-UFU.

Obrigado a todos os bolsistas e estagiários do LAGES, que direta ou indiretamente, ajudaram-me na construção desse trabalho. E em especial: Fernandão, Pinesi, Garbin, Pedro, Dani,Clarice, Paulinha, Thiago e Tati (bailarina).

Ao prof. Dr. Adriano pela amizade, ajuda e contribuição valorosa em campo.

A prof. Dra. Vânia Rosolem pelas contribuições, pelas dúvidas elucidadas e por ter aceitado de bom grado a participação nessa banca e a enriquecer este trabalho com suas observações.

A Prof. Dr.Bernardo Sayão Penna e Souza pela sua valorosa presença e rica contribuição para o trabalho. Obrigado a todos.

*Viva com se fosse morrer amanhã.
Aprenda como se você fosse viver pra sempre.
Mahatma Gandhi*

Resumo

A ação humana no meio natural vem gerando uma série de problemas ambientais. A retirada da vegetação para a expansão das áreas a serem destinadas a agricultura aumenta a cada ano. Esse desmatamento é o ponto inicial para desencadear uma gama de problemas ambientais. Destaca-se aqueles que são, também, influenciados pela ação pluvial. O escoamento superficial tem o poder, ao longo do seu caminho percorrido na superfície, desagregar e transportar elementos essenciais ao solo. Junta-se a isso, como agravantes desse processo, as características naturais dos mesmos que vão em separado ou em conjunto, facilitar o surgimento desse escoamento sobre a superfície. As parcelas experimentais foram instrumentos cruciais nessa investigação, pois, os dados coletados em campo serviram substancialmente para as interpretações contidas nesse trabalho. O teste de granulometria é importante para ter em mente a sua textura, mas, há a necessidade de testes mais elaborados e ir ao campo com maior regularidade e permanecer por mais tempo, é relevante. Ao seu fim, percebeu-se que a necessidade de estudar temas relacionados à perda de solo e pluviosidade requer mais tempo para que se possa implementar testes mais refinados e para ajudar na busca de elementos mais fundamentados sobre o processo erosivo influenciado pelo escoamento superficial.

Palavras chave: Escoamento – erosão – parcelas – pluviosidade

Abstract

The action human being in the natural environment comes generating one serie of ambient problems. The withdrawal of the natural covering for increase of the destined areas agriculture increases to each year. The deforestation is the initial point to unchain a gamma of ambient problems. It is distinguished those that are, also, influenced for the rain. The overland flow has the power, throughout its way covered in the surface, to disaggregate and to carry essential elements to the ground. Moreover, the natural characteristics of soil go separately or in set, to facilitate the sprouting of this draining on the surface. The plots had been decisive instruments in this inquiry, therefore, the data collected in field had served substantially for the interpretations contained in this work. The granulometry test is important to have in mind its texture, but, the necessity of elaborated tests exists more and to go to the field with bigger regularity, is excellent. To its end, one perceived that the necessity to study related subjects the soilloss and rainfall requires more time so that if it can implement finer tests and to help more in the search of based elements on the erosive process influenced by the overlandflow.

Word – key: Draining – erosion – plots - rainfall

Lista de Figuras:	Pág
Fig.01 - Localização da área de estudo.....	23
Fig.02 - Ação da chuva sobre a superfície.....	40
Fig.03 - <i>Sheet erosion</i> ou erosão laminar.....	44
Fig.04 - Vista parcial do splash erosion (a) na parcela cultura com detalhe para os sedimentos grudados na parcela (b).....	46
Fig 05 - Vista parcial do <i>splash erosion</i> dentro da parcela mata.....	47
Fig 06 - Estação Experimental Sorgo (cultura) primeira forma.....	55
Fig 07 - Estação Experimental Pasto.....	55
Fig.08 - Estação experimental mata.	56
Fig.09 – a - Construção da nova estrutura. b – Vista da nova parcela. c- Compartimento para recepção de sedimentos e água.....	57
Fig.10 - Representação esquemática da disposição dos cilindros do teste de infiltração.	59
Fig.11 - Perfil da parede em voçoroca na microbacia do Glória evidenciando os sedimentos cenozóicos.	64
Fig.12 - Voçoroca ativa na bacia hidrográfica de estudo.....	81
Fig.13 - Perfil topográfico e de uso do solo na Bacia Hidrográfica do Córrego do Glória.....	89
Fig.14 - Sedimento depositado na borda e na parede interna da calha.	102
Fig.15 - Vista de alguns formigueiros encontrados dentro da parcela de uso agrícola (sorgo).....	115
Fig.16 - Vista da parcela (a) e detalhe da cobertura interna de serrapilheira (<i>litter</i>) em (b).....	118
Fig.17 - Vista parcial da pastagem (a) e foto da parcela localizada na mesma área (b)...	127
Fig.18 - Mostra a cobertura residual da gramínea <i>Brachiaria</i> na parcela da pastagem.....	132
Fig. 19 - Mostra a cobertura residual da gramínea <i>Brachiaria</i> na parcela da pastagem com detalhe para a espessura da camada morta que protege a superfície do solo.	132

Lista de mapas	Pág.
Mapa 01 - Esboço geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Córrego do Glória	78
.....	
Mapa 02 - Mapa das classes de declividade da bacia	91
.....	
Mapa 03 - Mapa de cobertura vegetal e uso da terra	93
.....	
Mapa 04 – Mapa de orientação de vertentes.....	97

Lista de tabelas	Pág.
Tab. I – Influência do teor de argila sobre o rendimento da beterraba açucareira no Somme (segundo Joret).	32
.....	
Tab.II - Pluviosidade na parcela da área agrícola (2004/2005)	108
.....	
Tab.III- Pluviosidade na parcela da área agrícola (2005/2006).....	110
Tab.IV - Pluviosidade na parcela da mata (2004/2005)	122
.....	
Tab.V - Pluviosidade na parcela da mata (2005/2006).....	122
Tab.VI - Pluviosidade na parcela da área de pastagem (2004/2005)	129
.....	
Tab.VII - Pluviosidade na parcela da área de pastagem (2005/2006).....	129

Lista de Quadros	Pág
	.
Quadro 01 - Matriz dos Índices de Dissecação do relevo	27
Quadro 02 - Unidades Morfológicas – Categorias de erosão – Baccaro (1994)	68
Quadro 03 - Compartimentação Geomorfológica do Triângulo Mineiro	70
Quadro 04 - Amostras de solo coletadas em perfil topográfico do segmento I.....	83
Quadro 05 - Amostras de solo coletadas em perfil topográfico do segmento II.....	84
Quadro 06 - Amostras de solo coletadas em perfil topográfico do segmento III.....	86
Quadro 07 - Amostras de solo coletadas em perfil topográfico do segmento IV.....	88
Quadro 08 - Uso da terra e cobertura vegetal na bacia hidrográfica do córrego do Glória.....	92
Quadro 09 - Perda de solo na estação experimental da Divisa – 1998 –	131

Lista de Gráficos	Pág.
Graf. 01 - Correlação de dados parcela cultura (2004 – 2005)	99
Graf. 02 - Correlação de dados parcela cultura (2005 – 2006)	99
Graf. 03 - Correlação de dados parcela cultura (2004 – 2005)	103
Graf. 04 - Correlação de dados parcela cultura (2005 – 2006)	103
Graf. 05 - Sedimentos em calha sorgo (11 – 2004)	105
Graf. 06 - Sedimentos em calha sorgo (01 – 2005)	105
Graf. 07 - Correlação de escoamento e perda de solo na parcela de cultura (2004 – 2005)	106
Graf. 08 - Correlação de escoamento e perda de solo na parcela de cultura (2005 – 2006)	106
Graf. 09 - Taxa de infiltração na área de cultura.	111
Graf. 10 - Relação tempo X pluviosidade na parcela de cultura.	113
Graf.11 - Correlação entre pluviosidade e escoamento superficial - parcela da Mata. (2004 – 2005)	117
Graf.12 - Correlação entre pluviosidade e escoamento superficial - parcela da Mata. (2005 – 2006)	117
Graf. 13 - Teste de infiltração na parcela da Mata	120
Graf. 14 - Granulometria de sedimento em calha. Estação Mata (02 – 2005)	121
Graf. 15 - Granulometria de sedimento em calha. Estação Mata (12 – 2004)	121
Graf. 16 - Correlação entre perda de solo e pluviosidade - parcela da Mata. (2004 – 2005)	124
Graf. 17 - Correlação entre perda de solo e pluviosidade - parcela da Mata (2005 – 2006)	124
Graf. 18 - Correlação entre esc. superficial e perda de solo - parcela da Mata. (2004 – 2005)	126
Graf. 19 - Correlação entre esc. superficial e perda de solo - parcela da Mata. (2005 – 2006)	126
Graf. 20 - Teste de infiltração na parcela da pastagem.	130
Graf. 21 - Correlação entre pluviosidade e esc. superficial – parcela pastagem (2004 – 2005)	134
Graf. 22 - Correlação entre pluviosidade e esc. superficial – parcela pastagem (2005 – 2006)	134
Graf. 23 - Correlação entre esc. superficial e perda de solo – parcela pastagem (2004 – 2005)	135
Graf. 24 - Correlação entre esc. superficial e perda de solo – parcela pastagem (2005 – 2006)	136
Graf. 25 - Correlação entre perda de solo e pluviosidade – parcela na pastagem. (2004 – 2005)	137
Graf. 26 - Correlação entre perda de solo e pluviosidade – parcela na pastagem. (2005 – 2006)	138

Sumário	Pág.
Dedicatória	3
Agradecimentos	4
Epígrafe	5
Resumo em língua vernácula	6
Resumo em língua estrangeira	7
Lista de figuras	8
Lista de mapas	9
Lista de tabelas	10
Lista de quadros	11
Lista de gráficos	12
1 – Introdução	14
1.1 – Objetivo geral	17
1.1.2 – Objetivos específicos	17
1.2 – Justificativa	18
1.2.1 – Localização da área de estudo	23
2 – Procedimentos Teórico e Metodológico	24
2.1 – Fundamentação Metodológica	24
2.2 – Os pressupostos da erosão nas vertentes	27
2.2.1 – A chuva e a erosividade	29
2.2.2 – Características dos solos que influenciam na erodibilidade	31
2.2.3 – A influência da cobertura vegetal	38
2.2.4 – As características das vertentes e sua importância frente ao processo erosivo..	41
2.2.5 – O escoamento superficial ou <i>runoff</i>	43
3 – Procedimentos operacionais	50
3.1 – A previsão da erosão em superfície: Os <i>plots</i>	53
4 – Os atributos físicos da Bacia Hidrográfica do Córrego do Glória	60
4.1 – Geologia	60
4.2 – Geomorfologia	65
4.3 – Clima	71
4.4 – Vegetação	73
4.5 – Solos	75
5 – Resultados e Discussões	77
5.1 – O escoamento superficial e o processo erosivo em diferentes usos: resultados e implicações na Bacia Hidrográfica do Córrego do Glória.	77
5.2 – O escoamento superficial e a perda de solo nas parcelas experimentais.	98
6 – Considerações finais	139
7 – Referências	142

1 -Introdução

A utilização dos recursos naturais pelo ser humano é histórica. No entanto, as atividades antrópicas foram ganhando força, à medida que as suas técnicas foram evoluindo, proporcionando ao homem a possibilidade da mudança, adaptação e até mesmo, a transformação dos ambientes e o seu modo vida.

Diante disso, é necessário atentar nos dias atuais, para as implicações decorrentes dessas intervenções no ambiente natural que, muitas vezes, estão despreocupadas com as conseqüências que podem ser negativas para própria sociedade.

A agricultura, apesar de necessária, talvez esteja entre as atividades antrópicas mais degradantes da superfície, por exigir do interventor a ocupação de áreas extensas, que serão destinadas ao cultivo ou ao pastoreio. A retirada de vegetação, queimadas, contaminação de mananciais, são alguns exemplos de implicações negativas também na área rural.

Além disso, tem-se que chamar a atenção para outro problema significativo, os processos erosivos. Com o grande desmatamento, o solo (a sua camada superficial) fica desprotegido e propenso a receber todo o impacto das gotas de chuva que chegam até a superfície. O escoamento superficial transporta os sedimentos que são desagregados do solo e os remete – numa primeira análise - para as partes mais baixas do relevo.

A pouca ou nenhuma cobertura vegetal sobre o solo favorece a intensidade do processo de escoamento superficial e, dessa maneira, pode ocasionar ao longo do tempo a perda de elementos importantes ao mesmo e dificultar algumas atividades humanas como a própria agricultura.

As práticas antrópicas quando bem orientadas podem reduzir o impacto no ambiente, já que impedi-lo é impossível, e buscar conhecer as fragilidades desses locais é, antes de tudo, buscar associar desenvolvimento com crescimento econômico e respeito aos limites do ambiente.

Diante disso, a Geomorfologia Experimental vem se destacando em relação aos estudos ambientais, na busca da compreensão dos fatos que ocorrem na superfície, em função, das práticas antrópicas, sobretudo, nas áreas rurais.

Como elemento importante para ajudar nesta pesquisa, as parcelas experimentais (*plots*) são utilizadas para auxiliar na compreensão do surgimento dos processos erosivos na superfície, e quando instaladas em áreas com uso do solo distinto podem ainda favorecer uma avaliação mais fundamentada sobre a importância da cobertura vegetal e do tratamento dado à área a sofrer intervenção.

Nesse aspecto, a pesquisa, foi elaborada e trabalhada, desde seu início, pensando na busca do entendimento sobre a perda de solo influenciada pelo escoamento superficial. Sabe-se que a erosão¹ é um resultado claro de uma má intervenção do homem no ambiente. Esse resultado ainda pode ser agravado, quando não se tem idéia de características que podem em conjunto ou não, influenciar na magnitude das feições erosivas. A quantidade de água que escoar pela superfície é um real agente de erosão que é potencializado pelos adjetivos do local por onde passa.

Assim, desde as primeiras discussões, foi tida como meta a compreensão do mecanismo da erosão controlada pelo fluxo superficial (*overland flow*), utilizando a

¹ O sentido enfatizado é a erosão acelerada, conforme explicitada no Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico (2ªed. 2001).Nessa referência a erosão acelerada é aquela realizada pela intervenção humana e seres vivos, em geral, ocasionando um desequilíbrio ambiental.

metodologia das parcelas experimentais (*plots*) com 10mX1m, para auxiliar na coleta de dados sobre perda de solo e escoamento superficial.

Sendo assim espera-se que, ao seu final, o presente trabalho possa servir de alerta sobre questões de perda de solo superficial e para a importância de se conhecer com maior profundidade os elementos que compõem a paisagem, pois, esses, possuem uma relação de estreita dependência e fazem parte de um ciclo que a sociedade precisa compreender com profundidade para assim, orientar melhor as suas práticas no ambiente.

1.1 – Objetivo geral:

O presente trabalho visa a avaliação do processo erosivo superficial comandado pelo fluxo de superfície, em situações distintas de uso da terra na bacia hidrográfica do Córrego do Glória utilizando as parcelas experimentais (*plots*).

1.1.2 – Objetivos específicos:

- Avaliar o processo de erosão superficial por meio das análises granulométricas das amostras de solo em perfil e coletar a água misturada com os sedimentos retidos dentro dos galões das estações experimentais.
- Coletar e analisar a granulometria dos sedimentos retidos dentro das calhas receptoras.
- Elaborar perfil dos pontos de coleta de amostras de solo nas profundidades de 10, 30 e 50 cm em uma dada vertente com uso do solo distinto.
- Elaborar mapas temáticos (declividade, geomorfologia, cobertura vegetal e uso da terra e orientação de vertentes) na escala 1:25.000 compreendendo a bacia.
- Organizar banco de dados sobre perda de solo e escoamento superficial do período chuvoso (out. a mar.) referente aos anos de 2004/2005 e 2005/2006.

1.2 – Justificativa

Os processos erosivos acelerados representam um problema ambiental, econômico e social para as áreas rurais e urbanas. Os danos causados não demonstram somente a fragilidade do espaço natural, mas, também, uma forma no mínimo despreocupada com os prejuízos econômicos e sociais advindos de uma má utilização dos recursos naturais ainda presentes no ambiente, em especial o solo.

O uso dado à terra, quando não planejado ou bem orientado, pode afetar diretamente todo um manejo implementado na área e, por isso, a sociedade precisa repensar a qualidade de suas intervenções. O solo não é do Homem, assim como a vegetação e a água. Todos são elementos integrantes de um ecossistema, de um espaço, de um ciclo.

As atividades agrícolas, por si só, causam transformações consideráveis na paisagem configurando-a em um novo espaço. Nesse contexto, o relevo é o palco que sustenta os atos humanos que por vezes implicam em desastres ou até sucessos. A vertente, como um dos elementos que compõem essa paisagem, assume também um papel econômico, pois, é justamente sobre a mesma, numa perspectiva local, que são introduzidas as atividades modificadoras do ambiente.

Essas transformações comprometem o equilíbrio natural da mesma, deixando a sua fragilidade exposta à ação mais intensa dos agentes externos (naturais e antrópicos). Pensando assim, são pertinentes as palavras abaixo.

Nas áreas rurais as vertentes são vistas como recurso indispensável ao acúmulo de capital ou simplesmente reserva de valor, independentemente das restrições impostas pela natureza a um uso racional, o que tem implicado o encadeamento de processos agressivos com conseqüentes desequilíbrios ambientais (Cassetti,V.1991).

Sem analisar as características naturais da paisagem, o sucesso das atividades agrícolas pode ficar comprometido. O próprio ambiente vai mostrar, cedo ou tarde, a consequência das ações antrópicas em relação às potencialidades naturais superestimadas, em detrimento de suas fragilidades naturais que são esquecidas. É em função desse “lapso” que os problemas ambientais ocorrem com grande fervor.

A ocupação das áreas do Domínio do Cerrado, no Brasil Central, foi impulsionada por políticas de povoamento e ocupação nas décadas de 70/80 e deu à região a imagem de um novo eldorado. Pessoas de várias regiões do país, em especial as da região Sul, atravessaram centenas de quilômetros em busca de um sonho. A agricultura brasileira sofreu transformações consideráveis em busca de desenvolvimento e crescimento.

Esse grande sonho trouxe consigo uma série de transformações na paisagem que foram viabilizadas, em grande parte, por programas governamentais que garantiram o crédito e o suporte técnico necessários para a utilização de novas áreas, como o Cerrado, com agricultura e implantação das novas tecnologias (GOBBI, 2004).

Por conta dessa transformação, – bom para um lado e ruim para outro – a cobertura vegetal natural foi e continua sendo substituída por grandes “mares verdes” de soja, milho, feijão, cenoura, batata e outros, e que por várias vezes se confunde com a linha do horizonte.

Com essa substituição, a cadeia alimentar local foi rompida, os animais precisam se adaptar ao novo cardápio que já vem “temperado” com os agrotóxicos. A riqueza florística ainda pouco conhecida pelos cientistas, pelo lado terapêutico, sofre; e dessa maneira não pode ser pesquisada mais a fundo.

O solo é mais um elemento dessa paisagem e que, talvez seja o que mais sofre com toda essa transformação. As suas características naturais são alteradas para dar suporte a toda essa implementação de atividades que, sem orientação devida, são bastante nocivas ao ambiente.

Entre essas conseqüências negativas está o processo erosivo acelerado que desencadeia, não só, a perda de solo num sentido restrito, mas, em estágios avançados permeia desequilíbrios ambientais de grande magnitude. Sendo assim, os prejuízos passam a ser também econômicos e sociais.

Os processos erosivos comandados pela água pluvial são intensos na região. E no município de Uberlândia não foge a regra. As chuvas que ocorrem no período de outubro a março desencadeiam os processos erosivos de várias intensidades. O fluxo superficial (*overland flow*) na forma laminar, concentrado ou difuso é o ponto de partida no transporte de sedimentos do horizonte superficial. E isso pode refletir na perda gradativa dos nutrientes orgânicos do solo.

A erosão é objeto de pesquisas em todo o mundo. A preocupação se justifica, em razão, do grande problema econômico e ambiental causado por ela, nas suas mais diferentes formas e intensidades. Ao pesquisar a perda de solo decorrente da ação pluvioerosiva, há outros fatores, que influem na sua gênese e precisam ser levados em conta, pois, implicam na magnitude e freqüência dos fenômenos erosivos.

A cobertura vegetal mostra-se muito eficaz na redução do poder erosivo dos eventos pluviais, quando estes chegam ao solo, ajudando na desaceleração da energia cinética das gotas de chuva e facilitando uma melhor infiltração da água no solo e

diminuindo consideravelmente o efeito do *splash erosion*². A infiltração de água no solo, também ajuda, pois, quando essa capacidade de infiltração está saturada, há a formação de poças que vão se interligando à medida que a taxa de infiltração diminui, assim, se formam enxurradas (escoamento superficial) que vão “lavando” abruptamente a superfície retirando e transportando os elementos essenciais ao solo para as partes baixas do relevo.

A topografia do terreno passa a ser um condicionante ao processo erosivo. Em terrenos com declividade mais suave, a utilização de máquinas na agricultura é intensiva, o que favorece a compactação da superfície do solo, selando – o, e facilitando o surgimento do escoamento superficial. Já em terrenos com declividade mais forte, a utilização de máquinas é dificultada pela forma da superfície, mas, isso não implica em menores índices erosivos, pois, em altas declividades a velocidade do escoamento pode aumentar de forma considerável, e dependendo do uso dado a terra, a atividade erosiva pode ser tão intensa quanto em outra área.

Outra característica que deve ser levada em conta é a natureza do solo. Existem solos que são mais susceptíveis à erosão do que outros, e isto pode ser observado em experimentos de laboratório quando se é feito testes de granulometria, porosidade, matéria orgânica, densidade aparente.

Na busca incessante por explicações, vários métodos de trabalho são formulados e readaptados para garantir a fidelidade dos resultados e promover a veracidade às extrapolações realizadas e assim, subsidiar novos planos de manejo para as áreas afetadas.

² O mesmo que salpicamento. Um tipo de remoção e erosão do solo, onde o impacto da gota de chuva é o responsável pelo processo. Ocorre em maior intensidade em solos sem cobertura vegetal.

Há muito tempo a sociedade científica tenta de maneira incansável entender o mecanismo da erosão em várias partes do globo e, em função disso, vêm se construindo modelos experimentais, equações e softwares para tentar quantificá-la e assim entender a resposta da natureza às ações antrópicas.

Trabalhar com erosão, bem como em todo trabalho científico, não é fácil. A cada campo há uma surpresa. Ela exige do pesquisador, uma atualização do conhecimento constante obrigando-o a aprender mais sobre a mesma; e é um ofício árduo e de grande paciência, pois, os resultados sobre o transporte, a erosão e deposição não ocorrem de maneira rápida e de acordo com o desejo do pesquisador.

Nesse aspecto os trabalhos realizados pela geomorfologia experimental necessitam de tempo, estrutura laboratorial, trabalhos de campo e tecnologias para assim, ganhar confiabilidade sobre os resultados apontados. Mas, nem sempre, se tem toda essa estrutura para ajudar no desenvolvimento da pesquisa. Mas nem por isso, o mesmo, deixa de ser construído.

De acordo com exposto anteriormente, esse trabalho justifica-se com o intuito de entender melhor o mecanismo de funcionamento da erosão por fluxos superficiais que ocorrem nas bacias hidrográficas avaliando a perda de solo gerada por ela em situações distintas de uso do solo.

Então, espera-se que ao seu fim, o mesmo possa chamar a atenção para um problema real que por vezes passa despercebido pelo próprio homem. Dessa forma, acredita-se que essa pesquisa possa ser elemento relevante para dar subsídios ou contribuir para a construção do conhecimento de vários profissionais que lidam com a apropriação do espaço, e assim, poder ajudar na criação de ações nos ambientes

naturais, bem orientadas e condizentes com as suas potencialidades, mas, sem deixar de lado as fragilidades.

1.2.1 – Localização da área de estudo

A área de estudo está situada na bacia hidrográfica do Córrego do Glória, afluente da margem direita do Rio Uberabinha no município de Uberlândia (Fig. 01) e sub-afluente do rio Araguari. A bacia de estudo está situada entre as coordenadas geográficas 18°56'02'', 18°58'38''S e 48°11'17'', 48°13'06''W.

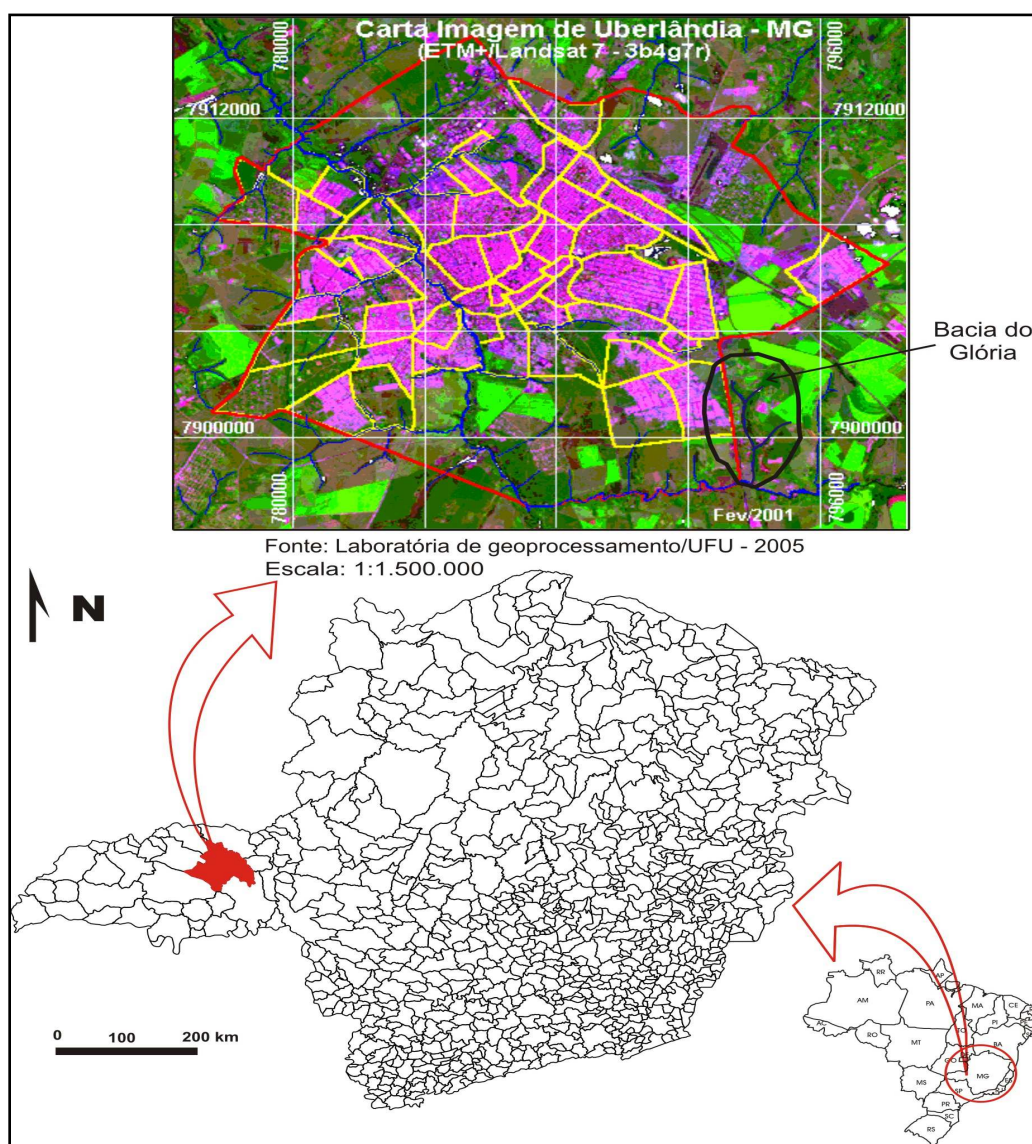


Fig. 01) Localização da área de estudo.

2 – Procedimentos Teórico metodológicos:

2.1 - Fundamentação metodológica

Toda pesquisa necessita de uma linha condizente de pensamento, na qual, ela pode se embasar para poder chegar ao objetivo proposto. Dentro dessa perspectiva o presente trabalho foi direcionado observando a linha teórico-metodológica proposta por Ross (1992 e 1994). Pensamento esse que foi utilizado, em parte ou no todo, em trabalhos realizados por pesquisadores como Baccaro *et al.* (2004), Rodrigues (1998) Rodrigues *et al.* (2004).

Ross (1992) mencionou que o entendimento do relevo e sua dinâmica passam obrigatoriamente pela compreensão do funcionamento e da inter-relação entre os demais componentes naturais (água, solos, subsolo, clima e cobertura vegetal), e isto é de significativo interesse ao planejamento físico-territorial. Planejamento que deve levar em conta as potencialidades dos recursos e as fragilidades dos ambientes naturais, bem como a capacidade tecnológica, o nível sócio-cultural e os recursos econômicos da população atingida.

Dentro dessa perspectiva de trabalho surge uma nova maneira de ver e registrar a paisagem e os seus fenômenos. O trabalho *O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo* (Ross, 1992) aborda concepções teóricas e metodológicas de outros pesquisadores e encampa essa nova metodologia que tem suas raízes nas fundamentações de W.Penck de 1953. De acordo com esse autor as formas de relevo das superfícies são resultados das forças contrárias que emanam tanto do interior da Terra (forças internas) como as forças impulsionadas pela

atmosfera e ações climáticas do passado e do presente (forças externas) proporcionando uma nova esculturação da paisagem (Ross, 1992).

Além disso, a proposta de trabalho feita por Ross (1992) busca fundamentalmente o registro dos aspectos fisionômicos que cada tamanho de forma de relevo apresenta e não na rigidez da extensão em km², mas sim o significado morfogenético e as influências estruturais e esculturais no modelado.

Diante disso o autor *op cit.* apresenta uma nova forma de interpretar e registrar o relevo e os processos que atuam sobre ele. Baccaro *et al* (2004) salienta que essa metodologia trata-se de uma proposta apropriada para a representação dos fatos geomorfológicos de grandes dimensões e em escalas pequenas e médias, tal como o mapeamento regional. Então, dessa forma, foram constituídos por Ross (1992) seis níveis taxonômicos (ordem de grandeza), a saber:

1. **Táxon: Unidades Morfoestruturais** – esse nível corresponde as macroestruturas geológicas que sustentam os diversos modelados. Ex: Bacia Sedimentar do Paraná.
2. **Táxon: Unidades Morfoesculturais** – são os compartimentos e subcompartimentos que têm sua gênese relacionada aos processos erosivos ou denudacionais do Cenozóico. E não são obrigatoriamente homogêneas em toda sua extensão. Ex: Planaltos em patamares, depressão periférica.
3. **Táxon: Unidades Morfológicas, Tipos de relevo ou Padrões de formas semelhantes** – são conjuntos menores de formas de relevo. São unidades que apresentam dimensões de áreas menores, idades mais

recentes e processos erosivos que favorecem a dissecação do relevo.

Ex: Padrão em colinas, Padrão em formas tabulares, morros.

4. **Táxon: Tipos de formas de relevo** – corresponde as tipologias do modelado, ou seja, a cada uma das formas de relevo contidas no modelado.ex: formas em colinas, tabulares e em morros.
5. **Táxon: Tipos de vertentes** – são os setores de vertentes ou as vertentes, dimensões menores do relevo. Ex: vertentes convexas, retilíneas, aguçadas, planas, abruptas etc.
6. **Táxon: Formas de processos atuais** – último e menor táxon são as formas geradas por processos erosivos e acumulativos atuais e induzidos por ação antrópica. Ex: voçorocas, ravinas, sulcos, cicatrizes de deslizamentos que se desenvolvem ao longo das vertentes.

Além dos táxons mencionados acima foi elaborada também, por Ross, no mesmo ano, uma matriz que agrupa os Índices de Dissecação do Relevo para acompanhar os conjuntos dos Padrões de formas semelhantes.

O objetivo destas informações é auxiliar na classificação tanto do entalhamento dos vales como a dimensão interfluvial de uma determinada área (Baccaro *et al.*, 2004). Ainda ressalta-se que ela foi inspirada no Projeto Radambrasil com modificações da disposição dos conjuntos numéricos tanto para coluna horizontal quanto para vertical. Na coluna vertical os algarismos arábicos crescem do topo para a base da matriz, ou seja, do menor para o maior grau de entalhamento (Ross, 1992).

Quadro 01) Matriz dos Índices de Dissecação do relevo

Graus de entalhamento dos vales (classes)	Dimensão interfluvial média ou densidade de drenagem (classes)				
	Muito baixa > 3750 m (1)	Baixa entre 1750 a 3759m (2)	Média de 750 a 1750 m (3)	Alta 250 a 750 m (4)	Muito Alta < que 250 m (5)
Muito fraco (1) < 20 m	11	12	13	14	15
Fraco (2) Entre 20 e 40 m	21	22	23	24	25
Médio (3) Entre 40 a 80 m	31	32	33	34	35
Forte (4) De 80 a 160 m	41	42	43	44	45
Muito forte (5) > 160 m	51	52	53	54	55

Fonte: Ross,1994
2005.

Organizado: Silva, J.B,

2.2 – Os pressupostos da erosão nas vertentes

Esses pressupostos são elementos capazes de determinar as variadas taxas de erosão que ocorrem nas vertentes. A erosividade da chuva, propriedades do solo, cobertura vegetal e características das encostas são pontos que devem ser levados em consideração quando se quer estabelecer estudos sobre a erosão nas encostas ou vertentes. Além disso, é importante ressaltar o papel que o Homem pode desempenhar sobre os processos erosivos, tanto acelerando esses processos ou até retardando-os.

A erosão é também um processo intensificado. A ação humana no ambiente tem por característica, um papel que intensifica o surgimento e prolonga a ação erosiva.O trabalho erosivo desempenhado pela água da chuva (*splash erosion*) depende energia

no solo e com isso modifica, com o passar do tempo, as características de superfície e subsuperfície.

Com esse pensamento as palavras de Hudson (1973) são pertinentes quanto ao trabalho realizado pelo processo erosivo.

Soil erosion is a work process in the physical sense that work is the expediture of energy, and energy is used in the all the phases of erosion – in breking down soil aggregates, in splashing them in the air, in causing turbulence in surface run-off, in scouring and carrying away soil particles (Hudson,N., 1973).

De acordo com Guerra (1995), os fatores podem ser subdivididos em erosividade (causada pela chuva) erodibilidade (que está associada às propriedades dos solos), características das encostas, cobertura vegetal que em boa parte das vezes retarda o processo erosivo, mas em outros casos pode agir como motivador da erosão.

A erosão é um processo que está associado também ao mau uso dado a terra, apropriação e ocupações inadequadas que não levam em atenção as fragilidades dos ambientes naturais que estão sendo explorados. As vertentes, elemento importante da paisagem e também para auxiliar na reprodução do capital, sofre com essas intervenções. Elas têm as suas formas alteradas e isso promove, então, uma nova dinâmica dos fluxos superficiais subsuperficiais e as expõem de maneira mais nítida a atuação dos agentes externos. Nesse sentido é pertinente lembrar:

A atuação humana sobre o meio físico é um componente externo ao processo de evolução natural das formas de relevo e que hoje é altamente condicionadora dos processos geomorfológicos que atuam na evolução do relevo. A ação humana ocorre de forma direta no modelamento das formas de relevo, seja do ponto de vista de uma modificação direta do relevo, como no caso de cortes, aterros, aberturas de sistema viário, impermeabilização do solo, criação de nova morfologia através das edificações nas áreas urbanas, seja pela exposição do solo aos agentes climáticos nas áreas urbanas, seja pela exposição aos agentes climáticos nas áreas rurais, através da retirada de

cobertura vegetal, aração, gradeação e outras formas de movimentação da terra (Rodrigues, 1998).

Com essa nova dinâmica, os fatores controladores podem não mais desempenhar as suas características de maneira coerente com a forma da vertente, quando essa ainda permanece inalterada. Sendo assim é relevante buscar demonstrar e entender o que são esses fatores separadamente, contemplando implicações no surgimento do processo erosivo.

2.2.1 A chuva e a erosividade

A erosividade da chuva é a capacidade que a chuva tem de causar erosão. Calcular essa capacidade não é fácil já que necessita de estudos mais detalhados sobre o tamanho da gota de chuva e sobre os parâmetros de erosividade e isso varia no tempo e no espaço (Guerra, 1996).

Esses parâmetros são representados pelo total de chuva, momento, intensidade e a energia cinética. É fato que o total pluviométrico, por si só, não é um índice que possa prever a erosão dos solos de maneira eficaz. Segundo Hudson (1961 *apud* GUERRA 1996) existe uma correlação muito baixa entre chuva e perda de solo, mas, é reconhecida a tendência de acréscimo na perda de solo a medida que a chuva aumenta e isso está melhor associado às áreas agrícolas.

A intensidade da chuva é um bom parâmetro para prever a perda de solo. Ela é aferida nas estações meteorológicas. Hudson (1977 *apud* AMORIM 2000) trabalhando na África austral observou que as chuvas com intensidade inferior a 25 mm h^{-1} não produziam perdas de solo expressivas.

O mesmo autor *op cit.* propôs que o índice mais adequado para estimar a erosividade em regiões tropicais seria $KE > 25$, que representa a soma da energia cinética dos segmentos de chuva com intensidade superior a 25 mm h^{-1} . Mermut *et al.* (1997 *apud* AMORIM, 2000) perceberam que o efeito da intensidade de precipitação no desprendimento de partículas do solo causa redução na velocidade de infiltração, devido à formação do selamento superficial proporcionado pelo impacto das gotas de chuva e pelo entupimento dos poros pelas partículas desprendidas. Ainda observaram que a quantidade de sedimentos transportados pelo escoamento tem aumentado aproximadamente de forma linear com o tempo da precipitação, o que evidencia a importância da duração da chuva no processo de erosão entre sulcos quando associada ao efeito da intensidade da chuva.

Horton (1933 *apud* GUERRA, 1996) salienta que a intensidade da chuva influencia o escoamento superficial quando a capacidade de infiltração é excedida. Outros autores como Kirkby (1980 *apud* GUERRA, 1996) atenta para a questão da cobertura vegetal e propriedades dos solos influenciando o surgimento do escoamento superficial.

De acordo com Guerra (1996) Momento, é o produto entre a massa e a velocidade da gota de chuva e tem sido relacionada a remoção de partículas do solo. Hudson (1961) mostrou a relação que existe entre o momento e erosão do solo, pelo fato de que a erosão é um processo, no qual está envolvido o dispêndio de energia, sendo a chuva a maior fonte. Outros pesquisadores como Kinnel (1973; Elwell e Stocking, 1973; Stocking 1977 e Hadley et al. 1985 *apud* GUERRA, 1996) atestam que a energia cinética é melhor para predizer a erosão dos solos do que o momento.

¹ Leia 25mm/h.

A energia cinética é o efeito causado pelo impacto das gotas de chuva sobre a superfície do solo (Amorim, 2000). Essa energia está relacionada com sua intensidade, pois é a energia do número total de gotas de um evento pluvial (Evans, 1980 *apud* GUERRA, 1996). Então, as chuvas de pequena duração podem iniciar os processos erosivos, assim como, os eventos mais longos.

Isso então, vai depender muito da intensidade, forma da gota, velocidade, da quantidade e do tamanho das gotas de chuva no solo e também o tempo de duração do evento pluvial. Sendo assim, entender a perda de solo somente por alguns parâmetros, não seria correto, já que para o processo erosivo ocorrer é necessário um conjunto de fatores que devem ser abordados. De acordo com estudos desenvolvidos por Red (1979 *apud* GUERRA, 1996) a erosão pode ocorrer com chuvas de até 1mm/h desde que no total pluviométrico alcance 10 mm. Para que essa ação ocorra é necessário atentar-se para outros elementos ou propriedades ligadas aos solos sendo destaque, entre esses elementos, o teor de umidade do solo, matéria orgânica, uso e manejo do solo etc.

2.2.2 Características dos solos que influenciam na erodibilidade

A busca de conhecimento sobre as propriedades de um determinado tipo de solo, torna-se um fator de grande vantagem nos estudos sobre erosão. Evidentemente que só os fatores ligados às propriedades dos solos não são, individualmente, interessantes para esses estudos, haja vista que sendo analisados em conjunto com outros fatores pode mostrar a sua susceptibilidade maior ou menor à erosão.

Assim, o comportamento do solo diante do processo erosivo é comumente referido na literatura como fator de erodibilidade do solo, que representa o efeito dos processos que regulam a infiltração da água no solo, a desagregação pelo impacto das

gotas de chuva e a resistência ao transporte pelo escoamento superficial, os quais são responsáveis pelo comportamento dos solos diante dos processos erosivos (Lal, 1988 *apud* AMORIM, 2000).

De acordo com Morgan (1986 *apud* GUERRA, 1996) a erodibilidade é a resistência do solo em ser removido e transportado. Assim a característica da erodibilidade precisa ser colocada em pauta em caráter especial para os agentes modificadores do ambiente, principalmente, para as áreas que serão destinadas às atividades agrícolas que tem por prática a utilização de extensas áreas para plantio e onde se encontram grandes testemunhos erosivos na vertente.

A textura dos solos acaba por afetar a erosão, porque algumas frações granulométricas são mais fáceis de serem removidas do que outras. Os solos arenosos são mais friáveis, a estabilidade dos agregados nesses solos é menor e, portanto estão mais vulneráveis aos processos erosivos. As argilas podem por vezes dificultar a infiltração da água quando estão expandidas e assim oferecer mais dificuldade a remoção, em especial quando se apresentam em forma de agregados (Guerra, 1996).

A fração argilosa confere ao solo a sua capacidade de retenção de água, sua plasticidade, sua coesão. Mas a própria argila apresenta essas propriedades mais ou menos intensamente, conforme a sua natureza mineralógica. As caulinitas, as cloritas são as menos favoráveis; depois vêm as ilitas, e por fim as motmorilonitas, que apresentam ao máximo as propriedades da argila (Hénin,Gras, Monnier,1976,p.40).

Pela capacidade de retenção de umidade e outras características que cada argila tem, ela pode contribuir ou não, no desempenho de determinadas culturas, além de influenciar a ação erosiva desencadeada pelo escoamento superficial. Em uma pesquisa realizada por Joret (1950 *apud* HÉNIN, GRAS, MONNIER, 1976) ele mostra o

resultado de rendimento em uma produção de beterraba açucareira em relação ao teor de argila presente no solo.

Tab. I – Influência do teor de argila sobre o rendimento da beterraba açucareira no Somme (segundo Joret).

Teor de argila (%)	6,5	7,5	10,0	15,0	17,5	20,0
Rendimento médio t/ha	34,3	35,2	36,5	37,3	39,4	38,5

Fonte: Hénin, S. *et al*, 1976.

Diante do exposto é importante atentar para a desagregação de frações granulométricas do solo, em especial, à argila, pois, a sua presença associada a outros fatores é importante para dificultar a erodibilidade. Pelas informações mostradas pelo quadro acima, pode-se inferir algumas avaliações sobre a influência da argila na atividade descrita. A argila tem uma propriedade bastante característica que é a expansividade. Expandindo-se, ela preenche os espaços vazios do solo e os agregados ficam mais coesos. Com isso, a matéria orgânica funciona como uma liga entre os elementos constituintes dos agregados. Esses agregados ficam mais firmes e resistem mais à abrasão provocada pelo escoamento superficial, quando esse , vem a ocorrer. Sendo assim, pode - se acreditar que os solos com um teor maior de argila podem sofrer menos com o processo erosivo acelerado. Dessa forma a superfície do solo não perderá tantos nutrientes e elementos de sua estrutura com facilidade, então, a fertilidade nesse sistema é mais preservada podendo até influenciar na melhor produtividade agrícola.

A bem da verdade, em função dessa característica, a argila proporciona maior estabilidade aos agregados e também maior coesão ao solo. Dessa maneira oferece maior resistência ao impacto das gotas de chuva (erosão por salpicamento) e,

prevalecendo essa dinâmica, a textura do solo é menos agredida e com isso a matéria orgânica mantém-se presente na superfície do solo.

Prevalecendo a situação acima descrita, ela vai naturalmente se decompor (matéria orgânica) e virar o húmus necessário ao solo, ajudando a conservar outras propriedades do mesmo que estão correlacionadas com a presença da matéria orgânica no ambiente. Isso num primeiro momento indica uma redução na aplicação de fertilizantes químicos no ambiente. É mais economia para o produtor e mais saúde para o meio.

A formação da matéria orgânica do solo está diretamente associada à qualidade da cobertura vegetal. As atividades antrópicas implementadas, principalmente, na agricultura tradicional tendem a levar a uma grande diminuição das taxas de matéria orgânica presentes no solo. Isso implica na necessidade de aplicação de suprimentos como os fertilizantes industrializados para amenizar a deficiência causada por práticas incorretas de uso do solo.

Com essa deficiência outras propriedades dos solos podem ficar comprometidas (Guerra, 1996). Em trabalhos como os desenvolvidos por Wischemeier e Mannering (1969; De Ploey (1981); Davies (1985) *apud* GUERRA, 1996) entre outros, apontam de maneira positiva que a matéria orgânica afeta diretamente a estabilidade dos agregados. Wischemeier e Mannering (1969) encontraram uma grande correlação inversa entre a erodibilidade e a matéria orgânica, em especial para solos com alto teor de silte e areia; essa correlação decresceu quando os solos eram argilosos (Guerra, 1996).

Por isso que, ainda é difícil chegar a um consenso entre os pesquisadores sobre um percentual mínimo de matéria orgânica que implique na instabilidade dos agregados. No entanto, é compreensível a sua influência no desencadeamento do processo erosivo.

A estabilidade dos agregados tem sido colocada como influência direta da quantidade de matéria orgânica presente no solo. A ausência de matéria orgânica pode proporcionar a ruptura dos agregados, o que favorece a formação de crostas no solo dificultando a infiltração da água e aumentando o escoamento superficial.

A alta estabilidade dos agregados também proporciona maior resistência ao impacto das gotas de chuva, diminuindo, assim, a erosão por *splash* (Guerra, 1996).

A densidade aparente² dos solos é outro fator controlador que deve ser levado em conta quando se tenta compreender os processos erosivos, pois se refere à maior ou menor compactação de solos (Guerra, 1996).

Essa densidade parece correlacionar-se com a matéria orgânica dos solos já que, quando ela é insuficiente, a ruptura dos agregados ocorre e crostas podem ser formadas na superfície em função da maior compactação dos solos agrícolas. O uso de máquinas e a redução de matéria orgânica no solo são fatores que contribuem significativamente ao aumento da densidade aparente do solo.

A porosidade também está diretamente relacionada de maneira inversa, à densidade aparente, com isso a capacidade de infiltração diminui. Então quanto maior a densidade aparente, menor é o índice de porosidade do solo em questão. De acordo com o que Resende *et al* (2002) mencionaram, os poros do solo estão divididos em

² É o índice que indica a maior ou menor compactação do solo. Geralmente solos com menos de 1g/cm³ são pouco compactados, enquanto valores superiores a 1,5g/cm³ definem solos com alta compactação e menor capacidade de infiltração (Guerra, Guerra, 2001).

microporos e macroporos sendo, respectivamente, menores e maiores que 0,05 mm. Os autores *op cit.* chamam a atenção também para a relação da porosidade com a água e o ar presente no solos.

De acordo com os mesmos pesquisadores observa-se o seguinte:

1. Todo solo argiloso tem grande microporosidade, contudo pode possuir também grande macroporosidade dada pela agregação (estrutura);
2. As raízes crescem melhor através dos macroporos.
3. Os agentes que agregam as partículas primárias (argila, silte e areia) como matéria orgânica, Ca, e óxidos de Fe e de Al, favorecem o arejamento e a infiltração da água; enquanto os agentes que desagregam (destroem os agregados), como o sódio (Na), compactação e *puddlagem*³, têm efeito inverso, prejudicando sobremaneira o crescimento das raízes.
4. A água é retida com mais força nos poros menores; nos poros maiores, a própria gravidade remove a água, nos menores, a água não é tão disponível para as plantas. Entre esses extremos existem poros intermediários em tamanho e na tendência de comportamento. Nos microporos predomina a retenção de água por adsorção. Em contrapartida, sua infiltração e arejamento (trocas gasosas) diminuem;
5. A estrutura granular, quando bem expressa, como no caso do horizonte B dos Latossolos muito velhos, determina no solo a existência de duas populações de poros mais ou menos distintas, os macroporos entre os grânulos, e os microporos, no interior dos agregados. Isso tende a classificar a água retida nestes solos em duas classes bem distintas: a que

³ Refere-se a camada de menor permeabilidade formada pela orientação das argilas, sob a ação de implementos agrícolas, em solos trabalhados quando os teores de água são muito elevados (Resende *et al.*, 2002).

ocupa os poros maiores com cerca de 1 μm (3 bars) e a água correspondente a poros com diâmetro equivalente menor que 0,2 μm (15 bars). Isso quer dizer que nesses solos não há praticamente poros entre esses dois limites. Tal fato é válido também para solos arenosos. Os solos que não possuem estrutura granular já tendem a apresentar geralmente maior incidência de poros entre 1 e 0,2 μm de diâmetro equivalente.

A porosidade é uma outra característica do solo que não deve ser deixada de lado quando se estuda o processo erosivo. A permeabilidade do solo facilita a infiltração da água superficial. Nos solos arenosos, por conta, de sua alta porosidade, a infiltração passa a ser bastante favorecida, no entanto, por conta da pouca coesão que existe entre as partículas, a quantidade de água superficial escoada pelo topo do solo não precisa ser alta para que as partículas se movimentem com maior facilidade.

O solo arenoso, com espaços porosos grandes, durante uma de chuva de pouca intensidade, pode absorver toda água, não havendo, portanto, nenhum dano; entretanto, como possui baixa proporção de partículas argilosas que atuam como ligação entre as partículas grandes, pequena quantidade de enxurrada que escorre na sua superfície pode arrastar grande quantidade de solo. Nos solos argilosos, com os espaços porosos bem menores, a penetração da água é reduzida, escorrendo mais na superfície; entretanto, a força de coesão das partículas é maior, o que faz a resistência á erosão (Bertoni, Lombardi Neto, 1990)

Guerra (1996) chama a atenção para que até mesmo em solos com alto teor de areia, alta permeabilidade tem supostamente elevada a capacidade de infiltração. A presença de sedimentos finos, associada com baixo teor de matéria orgânica, pode produzir crostas na superfície do solo de baixa porosidade provocando o aumento das taxas de *runoff*.

As medidas de pH do solo vêm mostrar o seu grau de acidez ou alcalinidade. O referido autor *op cit.* salienta em função de trabalhos realizados por Allison (1973) que

destaca que os solos ácidos são deficientes em cálcio, um elemento conhecido por contribuir na retenção do carbono, através da formação de agregados.

Ricklefs (1996), pesquisador ligado às questões ambientais, em especial, a dinâmica dos ecossistemas reforça a tese de que o mal uso do ambiente pode ser realmente prejudicial a até mesmo, as futuras atividades humanas, se a adição de substâncias químicas no solo não forem policiadas devidamente. Sendo assim as palavras de Ricklefs (1996) são bastante coerentes.

“As substâncias tóxicas podem ser divididas em várias classes, dentre as quais os ácidos, os metais pesados, as orgânicas e a radiação são as mais notáveis. Os ácidos são substâncias muito reativas que produzem os íons hidrogênio (H^+) e podem ser extremamente tóxicos em altas concentrações (baixo pH). Os ácidos afetam os organismos diretamente interferindo com as funções fisiológicas e indiretamente através de sua influência na disponibilidade e regeneração de nutrientes. Particularmente, uma alta acidez reduz a solubilidade do fósforo nos solos e nas águas, o que tende a reduzir a produtividade (Ricklefs, R. 1996,p.427)

Nesse aspecto é interessante e aconselhável que se busque urgentemente ações mais condizentes com as possibilidades que o recurso solo pode propiciar ao homem. Não se pode utilizar um bem sem buscar conhecer as conseqüências das ações tomadas sobre ele. Mais do que evitar um uso inadequado é também impedir gastos financeiros altos e resultados indesejados.

2.2.3 A influência da cobertura vegetal

A cobertura vegetal exerce um papel bastante importante na diminuição dos efeitos da gota de chuva, diminuindo a sua energia cinética e por conseqüência a sua ação erosiva. Porém é bom ressaltar que ela também pode influenciar em alguns aspectos a perda de solo.

A densidade da cobertura vegetal pode reduzir a ação do *splash erosion*, evitando assim o selamento do solo, e facilitando o processo de infiltração ao invés do escoamento superficial. A sua importância está associada a produção de *litter*⁴ que em contato com a superfície do solo e os microorganismos lá viventes se decompõe formando a matéria orgânica, e essa posteriormente, se forma em húmus; que possui grande relevância para estabilidade dos agregados e para aumentar o grau de porosidade dos solos facilitando o processo de infiltração (componente perpendicular).

Em áreas de florestas a ação da cobertura vegetal no exercício de amortecimento da energia das gotas de chuva é muito importante, principalmente, se existir, cobrindo o solo, uma camada de serrapilheira (*litter*) que ajuda a amortecer as gotas que se formam depois de acumular-se nas folhas de determinadas árvores (Guerra, 1996). De uma maneira geral a vegetação é o agente que diminui a ação da gota da chuva. Porém é interessante atentar-se para o tipo de vegetação e suas fitofisionomias quando essas existem.

Analisando a área do Cerrado brasileiro, percebe-se visualmente os impactos causados pela apropriação indevida dos bens naturais. A vegetação é o primeiro elemento da paisagem que sofre a ação direta da intervenção humana. A sua remoção expõe o solo à ação mais violenta dos eventos pluviais.

Isso o deixa cada vez mais fragilizado frente às condições atmosféricas - destacando-se aí a ação pluvioerosiva - na modelagem da superfície, colocando à mesma, uma dinâmica diferenciada da água nas vertentes. Essa dinâmica ocorre evidentemente em função da retirada inicial da vegetação que, por consequência,

⁴ Serrapilheira ou liteira.

desencadeia uma série de acontecimentos que contribuem para o surgimento do fenômeno erosivo (fig. 02).

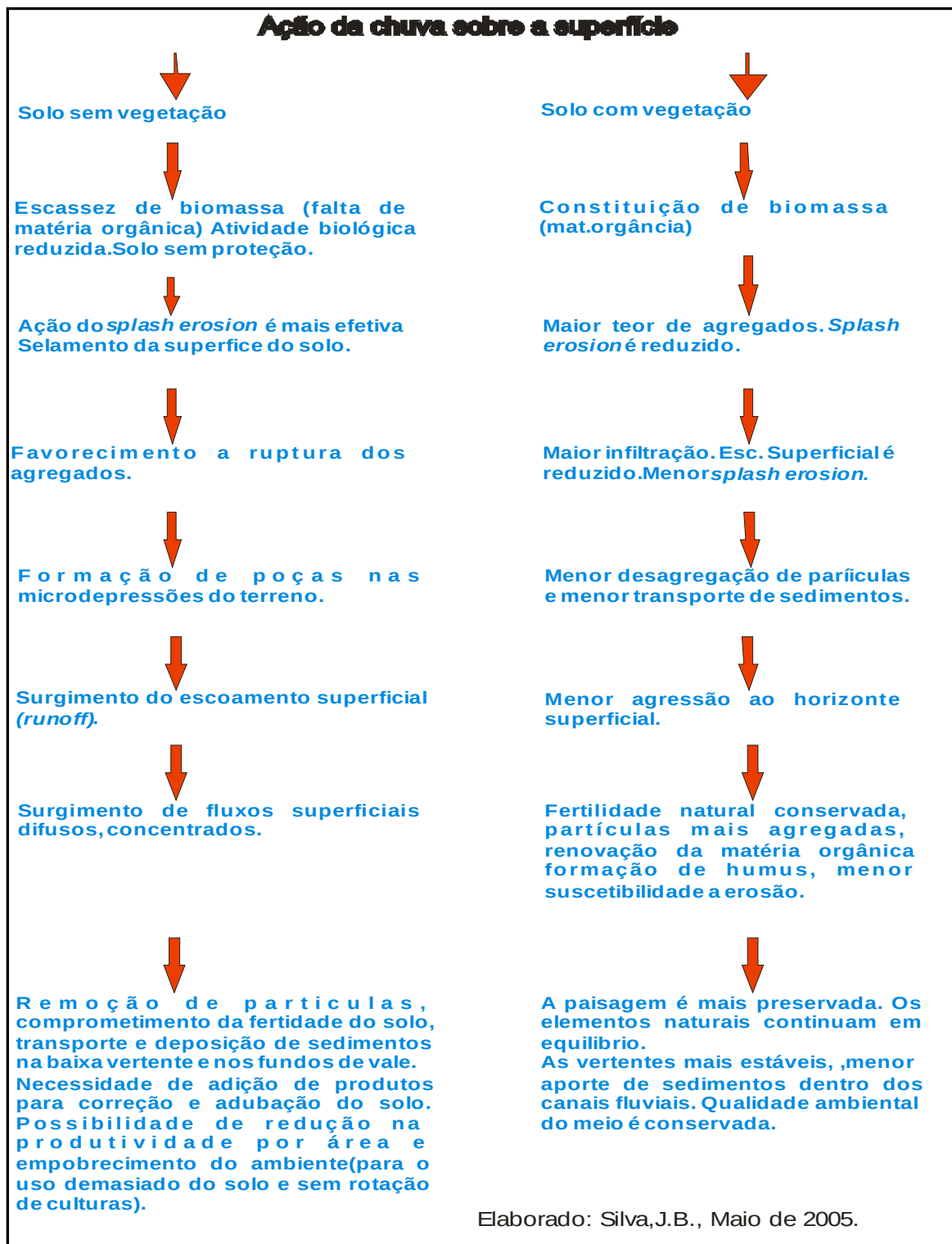
Numa outra situação a vegetação de grande porte contribui para a ação erosiva da água, pois, ela corre pelo tronco das árvores (*stemflow*). Além disso, a água que se acumula em alguns tipos de folha vai se acomodando até atingir o seu limite e cair sobre o solo em maior quantidade e dispendendo maior energia. Isso aumenta o efeito do *splash erosion* sobre a superfície do solo.

A cobertura vegetal tem o ainda o efeito frenador, que é dissipador da energia do material em deslocamento. Em função dos obstáculos existentes (porte arbóreo, vegetação de sub-bosque, liteira, cobertura morta), o fluxo difuso tem sua energia dissipada e conseqüentemente redução da capacidade de transporte, o que minimiza a morfogênese e conseqüente assoreamento dos talwegues (Casseti, 1991).

A vegetação é o anteparo à energia da gota de chuva sobre o solo (*splash erosion*). Ela desempenha o papel frenador dessa energia e ajuda consideravelmente como facilitador do processo de infiltração (componente perpendicular) e a ocorrência de pedogênese (formação do solo).

Além disso, como mostra a figura 2, ela ainda contribui muito para o surgimento da matéria orgânica, o que facilita a estabilidade dos agregados do solo. Com essa estabilidade, o processo de ruptura dos mesmos ocorre com maior dificuldade.

Fig. 02) Ação da chuva sobre a superfície



2.2.4 As características das vertentes e sua importância frente ao processo erosivo.

De acordo com Guerra (2003) as encostas constituem uma forma de relevo básica, presente em qualquer parte da superfície terrestre e, portanto, têm sido analisadas exaustivamente pelos geomorfólogos. Além disso, afetam diretamente as atividades humanas, tais como, agricultura, construção de rodovias e ferrovias, expansão urbana, mineração, atividades de lazer etc.

As encostas estão representadas pelas suas formas mais básicas que são as; convexas, côncavas e retilíneas. Deve-se ressaltar que encostas com formas convexas propiciam a erosão dos solos. Essas características mencionadas *op. cit.* devem ser analisadas em conjunto com outras características das encostas como o tipo da cobertura vegetal, porosidade do solo e estabilidade dos agregados para avaliar a sua maior ou menor resistência à erosão.

Em relação à erodibilidade dos solos, as características de declividade, comprimento e forma da encosta podem, em conjunto ou separado, influenciar nas taxas de remoção de sedimentos. O *runoff* pode ter sua ação mais efetiva dependendo da inclinação e do comprimento da encosta. É interessante ressaltar as palavras de Guerra sobre a questão da declividade quando o diz:

É importante assinalar que o gradiente das encostas (declividade, que é expressa em graus ou em percentagem) não fornece a sua forma, ou seja, diferentes declividades podem ocorrer sob diferentes formas de encostas e diferentes tipos de solos e rochas, ou seja, é simplificar por demais a questão dos riscos de erosão dos solos e de movimentos de massa, atribuindo-se um peso elevado a essa variável. Esse peso é maior nos movimentos de massa, pois está relacionado à gravidade, que é fundamental, mas não na erosão, onde encostas com apenas 3º de declividade podem passar por processos de erosão acelerada (Guerra, 2003)

Essa tese reforça a análise conjunta com outras características das vertentes quando se quer entender melhor o início e a evolução dos processos erosivos superficiais. Porém em encostas muito íngremes a perda de solo pode ser menor em função do pouco material superficial (litossolo) presente na vertente a ser removido e transportado para o fundo de vale ou até mesmo no corpo da encosta.

Já na região de Alberta (Canadá), Luk (1979 *apud* GUERRA, 1996) após ter testado vários solos nessa região chegou à conclusão que os solos de maior erodibilidade eram aqueles situados em encostas com 30° de declividade. Em outra análise, Guerra (2003) afirma que, quando estabelecido o escoamento superficial numa encosta, a declividade passa a ser um peso significativo, mas o escoamento não vai se estabelecer como uma função direta da declividade.

Em relação ao comprimento das encostas há um dilema, pois, existem pesquisadores que acreditam que o tamanho da encosta influencia a erosão dos solos e outros não. No entanto, de acordo com Guerra (1996) vários trabalhos apontam para a constatação de que o escoamento superficial aumenta à medida que o comprimento das encostas também aumenta.

Isso se justifica pelo fato do escoamento superficial ter mais espaço na vertente viabilizando a trafegabilidade da água em superfície e com isso o material removido tem – de a ser maior. Deve-se lembrar o fato de que esse material desagregado da superfície terá mais espaço na vertente para ser transportado e poderá chegar até ao sopé da encosta se, e somente se, não houver barreiras para quebrar a energia desse escoamento até o fundo de vale.

A forma da encosta é um outro fator que deve ser levado em consideração quando se fala a respeito de sua influência na susceptibilidade a erosão dos solos. Alguns autores apontam que as maiores perdas de solo aparecem justamente em áreas que vão desde os interflúvios até chegar aos fundos de vale, em topografia suavemente ondulada (Guerra, 1996).

Pode-se presumir que a vertente quando alterada pelas atividades humanas, sem ser preconizada por ações conservacionistas, a desagregação e o transporte de sedimentos ocorrerá, porém, deve-se lembrar que nem toda chuva é capaz de desagregar e transportar esse material. É fato que há de ser necessário mais de uma chuva, dependendo da intensidade, pra que a mesma possa dar continuidade ao processo erosivo.

Em sua experiência de mestrado e trabalhando com a mesma metodologia, Campos (2004) observou que uma pequena quantidade de sedimento, mobilizado pelo escoamento anterior, ficou parado muito próximo a calha coletora, sendo removido pelo escoamento gerado pela chuva seguinte, isso indica e reforça o que foi expresso no parágrafo acima sobre a questão de transporte exercida pelo escoamento superficial.

2.2.5 – O escoamento superficial ou *runoff* .

O escoamento superficial acontece quando a capacidade que o solo tem de armazenar água está saturada, ou então, ele acontece quando a capacidade de infiltração está excedida. Esse escoamento se apresenta na superfície como uma massa de água que “caminha” pela superfície em canais anastomosados e raramente em forma de lençol (Guerra, 1996).

A pesquisa relacionada com processos erosivos chama a atenção e é objeto de discussão por muitos, sobre os mais variados elementos ligados ao processo erosivo pluvial. Mencionando informações sobre o surgimento do escoamento superficial Cook (1946 *apud* Baccaro, 1990) salienta uma seqüência de eventos que, segundo ele, promovem a gênese do escoamento em superfície, a saber:

1. Uma película de água e um fluxo se formam na superfície;
2. Uma quantidade de água acumula-se nas depressões da superfície;
3. Quando estas depressões são preenchidas, inicia-se o escoamento superficial pluvial;
4. Este escoamento ocorre através de micro-canais coalescentes, que por sua vez se combinam em sulcos, os quais deságuam dentro de pequenas ravinas, a partir das quais é iniciada a descarga continua dentro dos canais maiores;
5. Ao longo de cada canal coletor, ocorre a concentração da água do escoamento pluvial.

Mediante o que foi observado em campo e também pela leitura realizada, constatou-se que além do item 5 , acima mencionado, pode - se inferir outro que culminaria com a interligação desses canais maiores - mediante a duração e intensidade o evento - fundindo-se em grandes canais de escoamento ao longo da vertente, como mostra a figura abaixo.



Fig.03) *Sheet erosion* ou erosão laminar

Fonte: http://www.uwsp.edu/geo/faculty/ritter/geog101/uwsp_lectures/lecture_masswasting_and_erosion.html

O escoamento superficial também é conhecido por “*overlandflow*”⁵, e ocorre mais localmente e aparece preferencialmente onde os solos se tornam mais rapidamente saturados, em áreas de perfil côncavo, favorecidas pela concentração dos fluxos em solos mais úmidos Kirkby (1969 *apud* Baccaro, 1990). Diante dessa observação o escoamento superficial mais efetivo pela superfície tende a ocorrer em segmentos retilíneos ou convexos, dinamizando o processo de arraste de partículas do solo.

A perda de solo proporcionada pelo escoamento está relacionada a outros fatores como a forma da encosta, comprimento e declividade que influenciarão na velocidade e turbulência do escoamento. Nas áreas agrícolas a sua atuação é mais efetiva e tende a causar maiores problemas em função do revolver do solo feito nas fazendas para assim, prepará-lo para a plantação.

A matéria orgânica tem papel fundamental, pois, é ela que proporciona maior resistência aos agregados a atuação do escoamento superficial anteriormente precedido pelo *splash erosion* ou erosão por salpicamento. É interessante ressaltar com exemplos

⁵ É o mesmo que escoamento superficial

reais que a atuação do *splash erosion* nas parcelas é efetiva, até mesmo na parcela localizada dentro da mata e na parcela de cultura salpicando sedimentos maiores que a ponta de uma caneta (fig. 04).

A erosão por salpicamento é o estágio primeiro do processo erosivo. Isso se deve ao fato de ser a gota da chuva a primeira a chegar à superfície do solo. Conforme for a quantidade e principalmente a intensidade da chuva o *splash* também vai ser bastante forte. Dessa forma Guerra (1999) salienta que o papel do *splash* varia não só com a resistência do solo ao impacto das gotas de água, mas também com a própria energia cinética das gotas de chuva. Dependendo da energia impactada sobre o solo, vai ocorrer, com maior facilidade, a ruptura dos agregados, formando as crostas que provocam a selagem do solo motivando a produção do escoamento superficial.



Fig. 04: Vista parcial do *splash erosion* (a) na parcela cultura com detalhe para os sedimentos grudados na parcela (b).
Autor: Silva, J.B.

A figura 05 mostra os sedimentos grudados na lateral da parcela. Esses sedimentos são frutos da ação da gota de chuva sobre a superfície, dentro da mata, teoricamente protegida contra essa ação. Nota-se que em locais onde a serrapilheira não cobre totalmente a superfície, a mesma, fica numa delicada situação a ação da água de chuva.

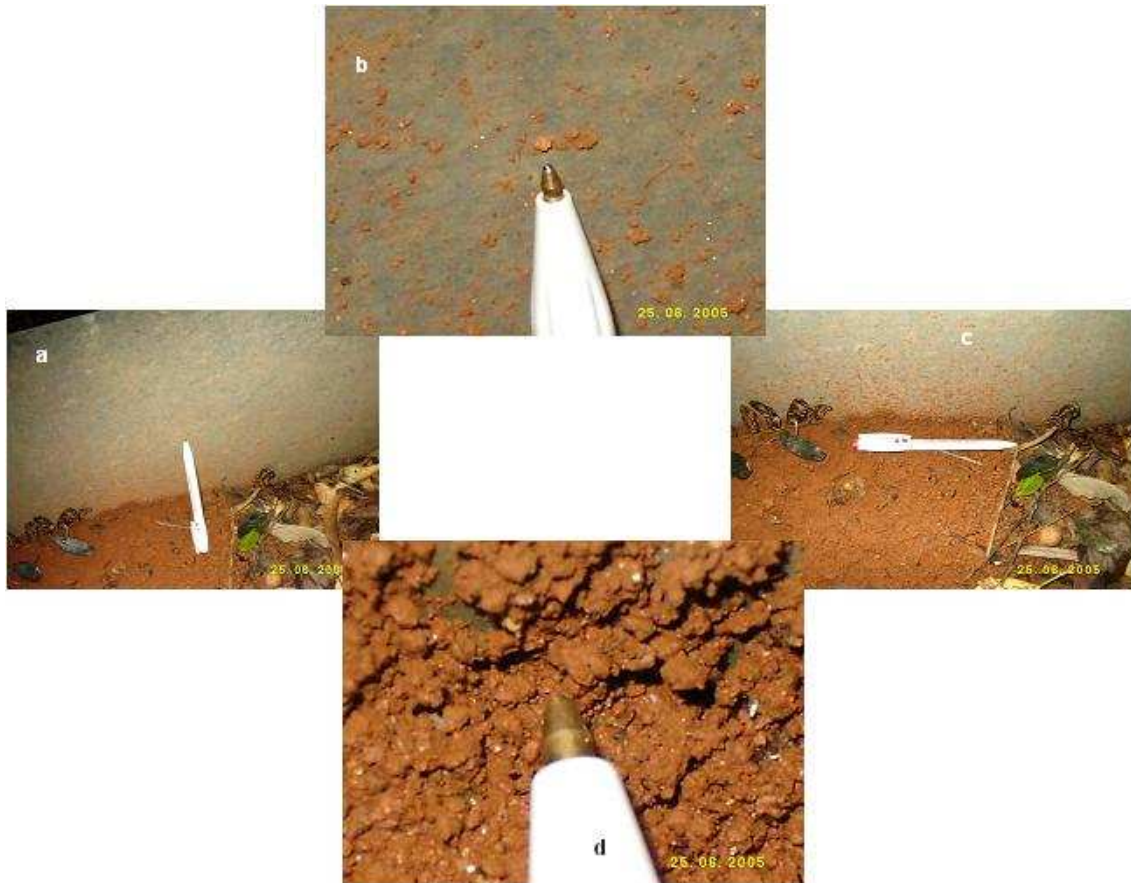


Fig 05: Vista parcial do *splash erosion* dentro da parcela mata

Autor: Silva, J.B

- a) Porção do solo com cobertura de serrapilheira irregular b) Tamanho do sedimento arrancado pelo *splash*
 c) Aproximação do solo sem a serrapilheira adequada. d) Zoom do sedimento junto a parcela.

A infiltração é outro processo relacionado com a erosão de solos. A água da chuva que chega até a superfície, pode ser armazenada nos poros, substituindo o ar existente e assim aumentar a capacidade de armazenamento de água. A infiltração é um fenômeno que varia de acordo com fatores especiais.

O tipo de uso do solo, propriedades do solo, características das encostas, pluviosidade, e microtopografia do solo podem auxiliar no processo de infiltração como podem dificultá-lo.

A gota da chuva quando cai sobre o solo desprotegido, tende a desagregar partículas do solo deixando-o selado e dificultando a infiltração e favorecendo o surgimento do escoamento.

As palavras de Bertoni e Lombardi Neto (1990) são bastante relevantes para esse contexto acima mencionado.

Para avaliar a importância do impacto da gota de chuva no processo erosivo, deve-se ter em mente a energia de chuva intensa. Não é raro uma chuva de 50mm em um período de 30 minutos; essa chuva teria um peso de quase 560 toneladas em um hectare. O diâmetro médio das gotas de chuva seria aproximadamente de 3mm, e essa chuva cairia a uma velocidade aproximada de 8 metros por segundo; a energia criada por essa quantidade de água caindo nessa velocidade tem que ser absorvido pelo solo (Bertoni, Lombardi Neto, 1990).

As gotas de chuva podem ser individualmente, inofensivas ao solo. A sua ação em conjunto é de grande valia para o processo erosivo que se inicia com o impacto desse grupo (conjunto) de gotas de água na superfície do solo.

Uma outra questão é quando esse solo está com certo grau de umidade. Isso também facilita o surgimento do escoamento superficial já que sua capacidade de infiltração foi sanada mais rapidamente. Outra versão para o surgimento do escoamento superficial é através da interligação de poças d'água na superfície do terreno.

As irregularidades que ocorrem na superfície (microtopografia) dão lugar a pequenas poças de água que vão se interligando até começar o escoamento superficial que a principio é difuso e depois pode tornar-se concentrado a medida que o processo tem continuidade espacial e temporal, Guerra (1999).

Assim o escoamento superficial inicia-se. A água infiltra até o solo atingir sua saturação e a partir daí começa a desenvolver a remoção de partículas e sedimentos que são transportados para outros segmentos da vertente, inicialmente com o fluxo em forma de lençol (*sheetflow*). Depois o fluxo assume caráter linear (*flowline*) evolui para as microrravinas (*micro-rills*) e depois para microrravinas com cabeceiras (*headcuts*) Guerra (1999).

Nas áreas agrícolas é possível visualizar esses fenômenos com mais evidência, em função, das práticas mal orientadas que são implementadas pelo homem nas vertentes.

3 – Procedimentos operacionais

Para dar suporte ao trabalho e conseguir alcançar os objetivos propostos, no decorrer do prazo estipulado para execução e término do estudo se fez necessário uma gama de atividades que foram expressando sua relevância ao longo da pesquisa.

Nesse sentido, que desde o início da pesquisa até o seu final, as leituras de revistas especializadas, artigos, dissertações, monografias, livros e capítulos de livros – nacionais ou não – mostraram-se como fundamentais para o enriquecimento do trabalho.

A leitura é a parte do trabalho que vai desde o seu início e só acaba quando o trabalho está finalizado. Mesmo assim, buscou-se fundamentar esta pesquisa com temáticas voltadas para assuntos pertinentes ao trabalho e que se acreditou ser de relevância substancial para a pesquisa. Assim geomorfologia, erosão de solos, degradação ambiental, planejamento ambiental são alguns dos temas em que se acreditou serem pertinentes à pesquisa.

Além disso, para produzir os mapas necessários ao trabalho, um mapa base foi construído utilizando materiais cartográficos cedidos pelo Laboratório de Cartografia do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia. A carta topográfica *Cachoeira do Sucupira* folha SE. 22 – Z – B – VI – 4 – SO MI – 2451/40 – SO, na escala 1:25000 de 1984. Para também auxiliar na fotointerpretação foram utilizadas fotografias aéreas de do IBC¹ – GERCA de 1979 na mesma escala e da PMU² de 2004, essa contendo parte da área de estudo fotografada, na escala 1:8000.

¹ Instituto Brasileiro do Café

² Prefeitura Municipal de Uberlândia

Mediante a base foram elaborados os mapas geomorfológico, de declividade, de uso da terra e de cobertura vegetal, da orientação de vertentes e o perfil topográfico da vertente todos na escala 1:25000. Para produzir os mapas geomorfológicos, uso da terra e cobertura vegetal foi utilizado o software AutoCad Map 2000³ marca registrada da Autodesk®.

O mapa de classes de declividade foi elaborado através do software ArcviewTM produto da empresa ESRI®. Para a construção desse mapa foi necessário utilizar uma cópia do mapa base (feito no AutoCad Map 2000), contendo os *layers curva de nível, drenagem e limite da bacia*, gravando-os no formato .DXF. Depois desse processo, acionou-se ArcviewTM e assim os arquivos mencionados foram ativados (pelo *add theme*) para uso e construção dos produtos temáticos (declividade e orientação das vertentes).

Para subsidiar as interpretações e a construção do mapa de uso da terra e cobertura vegetal e geomorfológico foi feito um *download* de um arquivo – imagem de satélite – na escala de 1:25000 do projeto “Brasil Visto do Espaço” de autoria de Miranda e Coutinho (2004) compreendendo a bacia hidrográfica de estudo em conjunto com parte da área da cidade de Uberlândia, carta: SE-22-Z-B-VI-4-SO.

Além disso, os trabalhos de campo que são imprescindíveis para sustentar e confirmar as informações foram realizados no período chuvoso (out. a mar.) com periodicidade semanal e quinzenalmente no período de estiagem. O levantamento fotográfico foi viabilizado utilizando uma máquina fotográfica digital 4 mp, 3x de zoom optical, marca Benq® modelo DC 40TM.

³ Software utilizado para a produção cartográfica base da bacia, esboço geomorfológico, cobertura vegetal e uso da terra. Esse programa é propriedade da empresa Autodesk.

Os sedimentos encontrados nas calhas foram coletados e analisados (granulometria) no laboratório de Geomorfologia e Erosão de solos da Universidade Federal de Uberlândia conforme o Manual da EMBRAPA (1979). Os ensaios de infiltração foram realizados utilizando o método dos cilindros concêntricos como proposto por Linsley *et al. apud* Vilela e Matos (1979) para a verificação da capacidade de percolação da água no horizonte superficial.

Para contribuir na fundamentação das análises estatísticas foi adotado a obra de Gonçalves (2002), afim de que os resultados alcançados de perda de solo, chuva e escoamento possam ser compreendidos da melhor maneira possível, bem como poder entender a correlação existentes entre esses dados, se ela existir.

3.1 – A predição da erosão em superfície: Os *plots*

A instalação das estações experimentais (*plots*) vai ao encontro da proposta de Guerra (1996). No entanto é interessante salientar que nas pesquisas realizadas na região do Triângulo Mineiro, e como exemplo cita-se, Baccaro (1998a, 1998b) Baccaro (1999), Baccaro *et al.* (2000) e Campos (2002, 2004) mostram algumas alterações sugeridas nas laterais das parcelas, em razão, da atuação do *splash erosion* muito evidente naquela região de pesquisa.

Porém para este trabalho foi utilizada, com algumas alterações posteriores, a proposta sugerida por Guerra (1996, p.147, 148 e 149) no Brasil, a saber.

Monte uma estação experimental com apenas duas parcelas, contendo um metro de largura por dez metros de comprimento cada parcela. Um dos objetivos de se monitorar uma estação experimental é o de se procurar entender a dinâmica do processo erosivo. No caso específico, o objetivo é a comparação entre duas parcelas que simulem condições bem comuns no campo: uma sem vegetação e, e outra, onde a vegetação vá crescendo, ao longo do experimento. A estação pode ser localizada em encosta com uma declividade de 4 e 10 graus. Não existem regras fixas quanto á declividade onde se queira montar uma estaca, mas a sua manutenção é mais facilitada nessas condições. Não deverá haver grandes irregularidades no terreno, no local da estação, por questões operacionais de montagem e manutenção. Cada parcela deverá ser isolada, através da colocação de placas de ferro galvanizado, ou de madeira, com espessura de 2 a 4 mm e 30 cm de altura. Dez centímetros deverão estar enterrados no solo, e 20 cm ficarão para cima, para impedir a entrada e saída de material, por splash, em cada parcela. Na parte inferior de cada parcela deverá ser colocada uma calha do tipo Gerlach com um metro de comprimento para receber o fluxo superficial e sedimentos. Cada calha deverá ter um orifício para a passagem de água e sedimentos para os galões receptores com capacidade entre 60 e 80 litros. Essas calhas deverão ter uma tampa para impedir a entrada direta de água da chuva, mas, que proporcione a entrada do escoamento superficial e sedimentos de dentro de cada parcela. O monitoramento da estação deverá ter uma periodicidade mais ou menos fixa, podendo ser uma vez por semana, por exemplo. Nesse monitoramento deverá ser anotado o número de litros de água em cada galão, bem como deverão ser coletados os sedimentos que porventura venham a se depositar na calha. A água que estiver em cada galão deverá ser homogeneizada e coletada uma amostra de um litro, para cada parcela. Essa água deverá ser coletada uma amostra de um litro, para cada parcela. Essa água deverá ser levada para o laboratório e passada por um papel filtro, pesado previamente. Cada litro de água será passado por um respectivo papel filtro. Depois de feito isso, cada papel deverá ser seco ao ar, durante mais ou menos dois dias, e pesado novamente. Esse total deve ser somado aos sedimentos que foram retirados da calha, e secos ao, no laboratório. Caso exista um pluviômetro à área do experimento, ou caso seja possível instalar um pluviômetro na estação experimental, o total de água

que se escoia em cada parcela, bem como a perda de sedimentos, podem ser correlacionados com os totais de chuva que estão caindo na área durante o monitoramento. As propriedades do solo podem ser também determinadas, tais como a textura, teor e estabilidade de agregados, teor de matéria orgânica, pH etc. Essas propriedades podem ser correlacionadas com a perda de água e de solo em cada parcela. Os dados referentes ao monitoramento para uma área relativamente pequena podem ser extrapolados para áreas maiores, mas tendo em mente que essas extrapolações nem sempre são totalmente confiáveis Guerra (1996 p.147, 148 e 149).

Então cabe aqui referenciar que na região do Triângulo Mineiro, essa técnica passou por algumas adaptações, como foi demonstrado no trabalho de mestrado de Campos (2004). Com vistas a tentar avaliar a intensidade do *splash erosion*, suspeitou-se que o material retirado pelo salpicamento estivesse ultrapassando a parede das parcelas mais antigas do seu trabalho, e com essa observação, as novas estações experimentais foram construídas com a lateral medindo 0,60m. E foi observado que o material lançando por esse salpicamento fixava-se muito próximo a altura limitante.

No entanto, as parcelas construídas na fazenda experimental do Glória (*plots*) têm algumas alterações, que não estão de acordo ao que Campos (2004) fez nas estações controladas por ele. As estações experimentais (fig. 06, 07 e 08) possuem apenas uma parcela com 30 cm de altura nas laterais, 10 metros de comprimento e 1 metro de largura. Elas estão instaladas na classe de declividade de 5° e em usos da terra distintos (1ª cultura, 2º pastagem e 3ª Mata).

Uma parcela está dentro da área reservada para a plantação convencional, na qual as culturas mais cultivadas são o milho e sorgo, utilizados para complementar a refeição do gado da fazenda; o pluviômetro está instalado nessa estação. Outra está localizada na mesma vertente, porém, o uso dado a terra é a pastagem. E por fim, instalou-se uma parcela dentro de uma porção de mata mesofítica (mata galeria) conservada que envolve uma das nascentes do Córrego do Glória.

Além disso, a capacidade de recepção dos galões dessas estações é de 50 litros. Essa capacidade vai à contra mão ao que foi sugerido por Guerra (1996), porém, deve-se ressaltar que por questões econômicas, o material utilizado foi reaproveitado de antigas estações experimentais que estavam localizadas em outros municípios no Triângulo Mineiro.

A periodicidade para a manutenção, assim como a coleta de dados, são feitas, no período chuvoso, pelo menos uma vez por semana (outubro a março) e para o período de redução pluviométrica (abril a setembro) os trabalhos são realizados quinzenalmente.

Porém é bom ressaltar que caso houvesse a necessidade de ir ao campo para aferir outras informações que não estejam ligadas diretamente a pluviosidade e escoamento superficial, esses foram feitos no período de estiagem (seca), preferencialmente, aos sábados e domingos.



Fig 06: Estação Experimental Sorgo (cultura) – primeira forma
Autor: Silva,J.B.
Data: 25/06/2005



Fig 07: Estação Experimental Pasto
Autor: Silva,J.B.
Data: 25/06/2005



Fig. 08: Estação experimental mata
Autor: Silva, J.B.
Data: 25/06/2005

Na tentativa de melhorar os estudos sobre a erosão, foi realizada em janeiro de 2006 uma mudança na configuração estrutural da parcela que está localizada dentro da área agrícola (fig. 09 a, b, c). Foi modificada a sua estrutura e aumentado o número de parcelas para estudos com diferentes tipos de uso.



Fig.09) a- Construção da nova estrutura. b – Vista da nova parcela. c- Compartimento para recepção de sedimentos e água.

Autor: Silva, J.B.

A parcela inicial era circundada por uma chapa galvanizada, que deu lugar ao “muro” de 35 cm de altura. As demais medidas foram preservadas. Também foi construída uma estação de recepção de água e sedimentos dentro da área delimitada como sendo de pesquisa do LAGES/UFU.

Dentro dessa estação estão os galões coletores, interligados a cada parcela através de canos de PVC. A capacidade do tanque de recepção de sedimentos e água passou para 100 litros – o que é pouco dependendo da intensidade do evento – já que por vezes foram encontrados galões lotados de água, assim como, espalhada pelo piso da “casinha”. Apesar do que possa refletir a informação citada, a água escoada utilizada para análise sempre foi a encontrada dentro dos galões. A água encontrada por vezes dentro da “casinha” era desconsiderada.

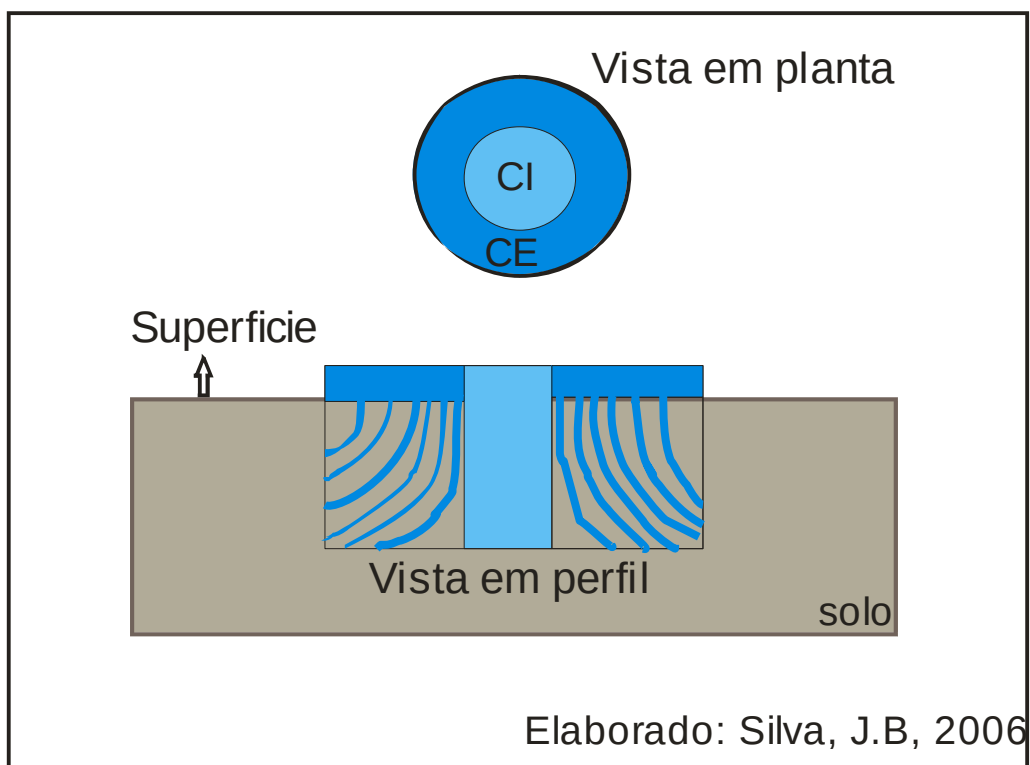
O perfil topográfico foi realizado com intuito de se fazer uma análise macro da superfície do solo de uma das vertentes da bacia hidrográfica que pudesse ser representativa quanto forma, e aos usos dados ao solo nessa categoria do relevo.

Para tanto, foi utilizada trena de 40 metros para marcar os pontos de coleta (20 em 20 metros) com profundidades variando de 10, 30 e 50 cm em cada ponto. Aliado a isso foram feitas observações visuais sobre as características do solo, vegetação, umidade do solo, uso do solo e inclinação do terreno. Foi utilizado também um GPS II da empresa Garmin com intuito de demarcar os pontos de coleta e altitude que foram plotados em papel milimetrado.

Para fazer os testes de infiltração foram utilizados dois exemplares de canos de PVC. Um desses canos (Cilindro externo- CE) tinha 30 cm de diâmetro e o menor (Cilindro interno - CI) com 15 cm e ambos possuindo a mesma altura de 30 cm (fig.10). Uma régua de 30 cm para medir a quantidade de água infiltrada em cm^3 dentro do cilindro interno e um cronômetro para marcar o tempo de infiltração da água adicionada a cada intervalo de tempo.

Os canos devem ficar pelo menos 30 % do seu tamanho cravados no solo. À medida que a lâmina de água vai infiltrando é marcado a diferença de quantidade a cada tempo dado, que deve ser estipulado pelo executor do trabalho. Assim os cilindros ficam então posicionados conforme mostra a figura 10 e posteriormente, adicionado água ao mesmo tempo nos dois canos. A função do cilindro externo é prover de água, o solo por lateralidade facilitando assim a infiltração direta por capilaridade, da água do cilindro interno.

Fig. 10) Representação esquemática da disposição dos cilindros do teste de infiltração:



Adaptado de: Villela, S. M.; Mattos, A.1975.

Elaborado por: Silva, J.B.

Data: Jan/2006.

4) Os atributos físicos da Bacia Hidrográfica do Córrego do Gloria:

4.1 – Geologia

A geologia do município de Uberlândia está constituída por rochas sedimentares e magmatitos básicos de idade Mesozóica (Jurássico e Cretáceo), representadas pelas Formações Botucatu, Serra Geral, Adamantina e Marília. De acordo com Nishiyama (1989) essas litologias estão recobertas por sedimentos cenozóicos de idade Terciária. Nishiyama *op cit* ainda afirma que como base deposicional têm-se as rochas do Grupo Araxá (Proterozóico) e do Complexo Basal Goiano (Arqueano).

Para Barcelos (1993) a Formação Adamantina em sua ampla distribuição geográfica, e grande diversidade litológica, cujas fácies sedimentares podem ser relacionadas aos psamíticos e pelítico. Sendo o primeiro, caracterizado por arenitos lenticulares com conspícuas estratificações cruzadas de pequeno e médio porte, associados a sedimentos cíclicos siltico-argilosos. Ainda de acordo com o autor supra citado, o sistema fluvial meandrante pelítico, com sedimentação lacustre associada, está restrito ao Estado de São Paulo, sendo constituído por arenitos argilosas e siltitos, apresentando localmente arenitos lenticulares com estratificações cruzadas de pequeno porte (Membro Araçatuba).

Para Nishiyama (1989) essa formação está representada no município de Uberlândia por exemplares de arenitos de granulação média a grossa, com coloração marrom, marrom avermelhada, marrom arroxeada e avermelhada, teor de matriz siltico-argilosa variável de acordo com os bancos. Apresentam feições maciças, exibindo estruturas semelhantes a perfurações de vermes. De acordo com o referido autor essa formação aflora em áreas restritas na cidade, quase sempre recobertas por

espessas camadas de material detrítico de idade Cenozóica ou por sedimentos da Formação Marília. Nishiyama (1989) ainda aponta para a localização dos pontos de exposição mais evidentes; vales de alguns rios e voçorocas, essa última quando do efeito causado pelos processos erosivos comandados pela água acabam por exumar pontos dessa formação.

Localmente, as rochas dessa formação afloram ao sul, sudoeste e oeste do município de Uberlândia, junto às bacias dos rios Tijuco, Douradinho, Estiva e dos córregos Babilônia e dos Macacos. Ao norte e a leste desaparece sob as rochas da Formação Marília, tendo como limite aproximado os rios das Pedras e Bom Jardim, respectivamente (Nishiyama, 1989).

Para Barcelos (1993) a Formação Marília é uma litologia que apresenta arenitos grossos e conglomeráticos; apresenta também calcretes nodulares e calcários bastante puros. Pode comportar sedimentos conglomeráticos pouco litificados. Os arenitos grossos são encontrados no Triângulo Mineiro, sul de Goiás, sudeste de Mato Grosso do Sul, com as mesmas características verificadas no planalto de Echaporã em Marília e Monte Alto, no estado de São Paulo (Membro Echaporã). Suguio; Barcelos (1983 *apud* BARCELOS, 1993) a Formação Marília foi formada em época com condições climáticas do semi-árido, com sistemas de leques aluviais de regime torrencial com arenitos conglomeráticos, calcretes e camadas descontínuas de lamitos avermelhados.

Em Barbosa (1953 *apud* BARCELOS, 1984; *apud* NISHIYAMA, 1989) a Formação Marília ganhou essa nomenclatura por conta do seu material cimentante carbonático. Na região do Triângulo Mineiro essa formação apresenta espessas camadas de arenitos imaturos e conglomerados superpostos aos níveis carbonáticos (Nishiyama, 1989).

Esses arenitos podem ser encontrados aflorando em várias áreas do Triângulo Mineiro, sendo mais balizado pelos principais cursos d'água da região. Estão recobertos por sedimentos cenozóicos em algumas áreas, sobretudo nos topos das chapadas (Nishiyama, 1989). Ainda de acordo com o referido autor a feição morfológica característica dessa formação é apresentar relevo de topo plano e bordas abruptas mantidos pela cimentação da rocha. No município, uma caracterização com mais detalhe dessa formação é complicada pelo fato da ausência de afloramentos em consequência da camada de cobertura cenozóica bastante grande na área do município sobrejacente a essa formação.

As rochas da Formação Serra Geral são caracterizadas pelas efusivas de natureza básica e pequenas lentes de arenitos intercalados aos derrames. Ela ocupa uma grande área dentro da Bacia Sedimentar do Paraná, em território brasileiro, e estende-se a outros países da América do Sul aumentando mais a sua presença dentro da já mencionada bacia. As suas litologias estão amplamente distribuídas por vários estados do Brasil, todos os da região Sul, em São Paulo, Triângulo Mineiro, Sul de Goiás e parte de Mato Grosso do Sul (Nishiyama, 1989).

No município de Uberlândia os basaltos afloram em vários rios, ao longo de seus vales, como é o caso do rio Araguari, Uberabinha, Douradinho e Tijuco, pois as camadas superiores a ele já foram desgastadas pelas várias fases erosivas comandadas pela água, deixando o exposto. Já no perímetro urbano encontra-se o basalto aflorando no rio Uberabinha e seus afluentes. A presença do basalto nas vertentes dos vales dos rios favoreceu a formação do Latossolo roxo, solo bastante apreciado, do ponto de vista agrícola, diferentemente, do que ocorre nos topos dos interflúvios onde ora encontram-se os arenitos do Grupo Bauru e/ou os sedimentos do Cenozóico (Nishiyama, 1989).

Para sustentar toda essa estrutura tem-se então as rochas mais antigas sendo representadas aqui pelas litologias dos Grupos Araxá e o Complexo Goiano. O Complexo Goiano ocupa uma faixa muito estreita no município, está localizado a margem do rio Araguari, na porção leste do município.

A sua exumação se deve ao trabalho realizado pelas águas do rio Araguari que vem erodindo as superfícies sobrejacentes a ele até os dias atuais. As rochas mais evidentes na área de ocorrência do Complexo Goiano são os migmatitos, gnaisses e granitos (Nishiyama, 1989).

Já as rochas do Grupo Araxá, são encontradas nos vales do rio Araguari e no rio Uberabinha, tendo, no primeiro, maior expressão. No segundo, o afloramento das litologias desse grupo estão localizadas próximas a área de confluência entre os referidos rios.

Na área do município, o Grupo Araxá é representado pelos xistos, pelo quartzito e pelo gnaiss que até então foram recobertos pelas litologias das formações Botucatu e Serra Geral e pelas rochas do Grupo Bauru que foram removidas pelo trabalho exercido pelo rio Araguari (Nishiyama, 1989).

Já a Formação Botucatu e os seus arenitos de coloração rósea a alaranjado, passando para a tonalidade marrom avermelhado com a silicificação, têm pequena expressão no município, apresentando corpos descontínuos e com afloramentos de maior extensão próximos a antiga Estação de Sobradinho e as margens do rio Araguari, próximo a ponte na BR 365 (Nishiyama, 1989).

Na bacia hidrográfica do Córrego do Glória a geologia local se assemelha, em partes, com a já descrita anteriormente. Encontram-se os sedimentos da Cobertura Cenozóica. Assim como na maior parte do município de Uberlândia, ela recobre as

rochas mais antigas e ocupa todos os níveis topográficos, desde as chapadas até os vales fluviais (Nishiyama, 1989).

As suas concreções limoníticas aparecem no contato do Cenozóico com a formação subjacente, dando origem a camadas que podem variar de centímetros a metros. Além disso, como afirma o pesquisador supra citado, a sua cimentação incipiente contribui ao surgimento de fenômenos erosivos de grande intensidade quando da predominância de termos arenosos. Subjacente a ele tem-se os arenitos da Formação Marília com sua cor rósea característica na região (fig.11). É possível também encontrar no canal fluvial os basaltos da Formação Serra Geral.

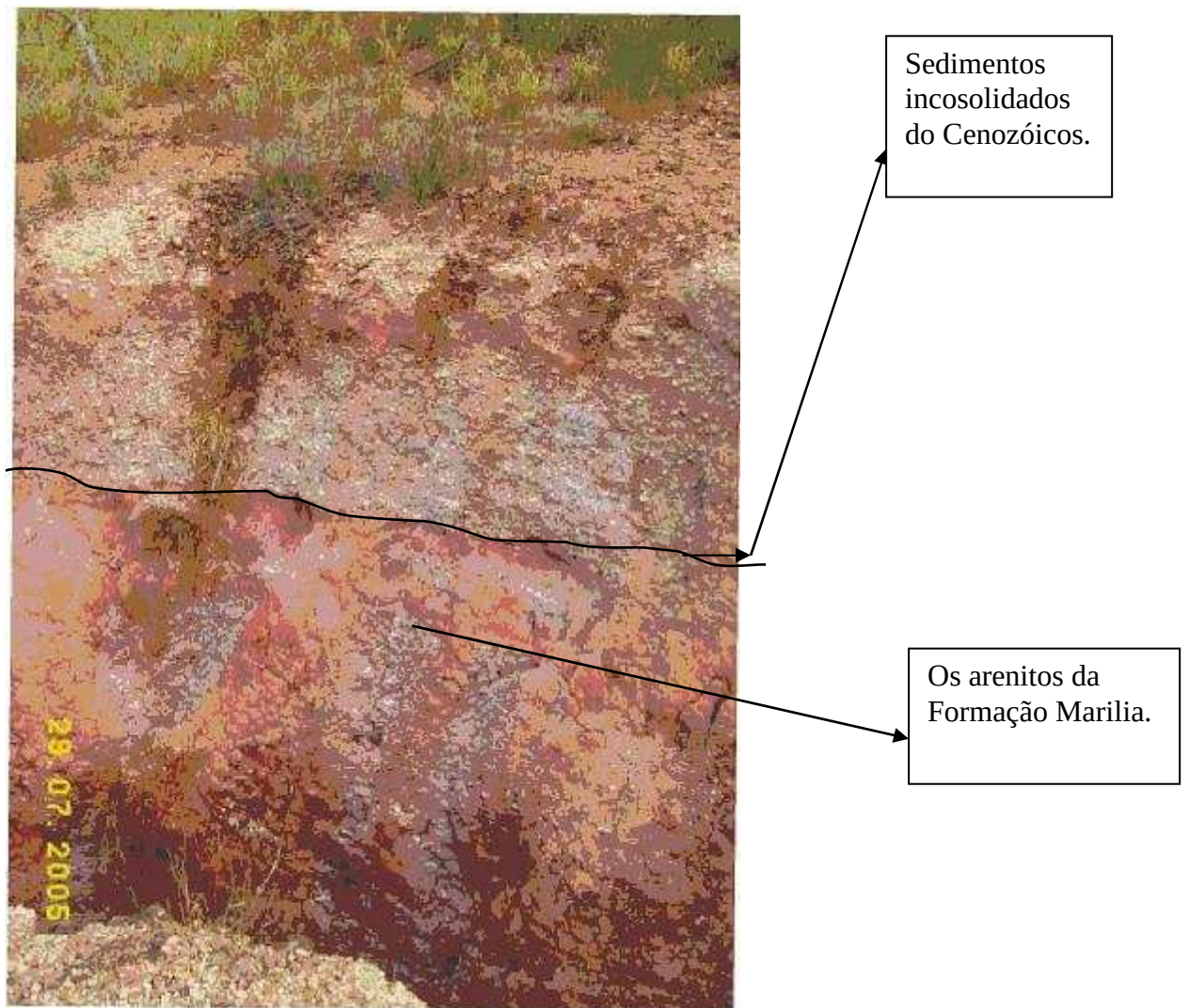


Fig 11) Perfil da parede em voçoroca na microbacia do Glória evidenciando os Sedimentos cenozóicos.
Autor: SILVA,J.B

4.2 Geomorfologia

O córrego do Gloria é um dos afluentes que compõem a bacia do rio Uberabinha no município de Uberlândia. Segundo Ab'Saber (1973) *apud* Santos (2001), essa paisagem é sustentada pelas rochas da macro unidade da Bacia Sedimentar do Paraná, onde, encontra-se o denominado Domínio dos Chapadões Tropicais do Brasil Central recobertos por Cerrados.

Uma nova abordagem sobre a paisagem do Brasil trouxe ao publico, após vários trabalhos de pesquisa, uma proposta de identificação mais detalhada das macrounidades do relevo brasileiro. Essa proposta de classificação do modelado brasileiro está embasada em trabalhos anteriores como o de Ab'Saber e os relatórios e mapas produzidos no projeto Radambrasil na sua série de Levantamento de recursos Naturais (ROSS, 2000).

De acordo então com essa nova classificação, o relevo brasileiro apresenta três grandes unidades geomorfológicas, a saber: os planaltos, as planícies e as depressões. Dentro da macrounidade planalto foram identificadas quatro grandes categorias:

-  Planaltos em Bacias Sedimentares;
-  Planaltos em Intrusões e Coberturas Residuais de Plataformas;
-  Planaltos em Núcleos Cristalinos Arqueados;
-  Planaltos em Cinturões Orogênicos.

De acordo com o exposto a área do Triângulo Mineiro está inserida dentro da região denominada de Planaltos em bacias sedimentares.

Os planaltos em bacias sedimentares são quase inteiramente circundados por depressões periféricas ou marginais. Essas unidades também se caracterizam por apresentar nos contatos (planaltos-depressões) os relevos escarpados caracterizados por frentes de cuestas. São os planaltos da bacia sedimentar amazônica oriental e ocidental, os planaltos da bacia do Parnaíba e os planaltos e chapadas da bacia do Paraná (Ross, 1994).

Sendo assim, ROSS *op cit.* salienta para uma caracterização desses planaltos e chapadas situados na bacia sedimentar do Paraná; onde, encontra-se os terrenos com idades que passam pelo Devoniano até o Cretáceo e rochas básicas e ácidas do Mesozóico. Diz ainda, que os contatos desta unidade com as depressões que a cercam são feitos por escarpas que se identificam como frentes de *cuesta* única ou desdobradas em duas ou mais frentes.

Em Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul as frentes de cuestas são desdobradas e sustentadas pelas rochas do Devoniano, do Carbonífero e do Jura-cretáceo. É freqüente nas bordas norte e noroeste a presença de extensas superfícies altas e planas que atingem entre 900 e 1000 m de altitude e são denominadas de chapadas, como as dos Guimarães e a de Taquari, no estado do Mato Grosso (Ross, 1994).

E é justamente inserida dentro dessa grande unidade de relevo que se encontra a área pesquisada desse trabalho. Já em pesquisas mais regionais a chapada onde está inserido o município de Uberlândia ganhou maior notoriedade, pois, foi objeto de estudos de pesquisadores que trataram tanto da configuração da paisagem, o uso dado a ela, quanto dos processos erosivos que ocorrem sobre mesma.

Para Baccaro (1989) os estudos geomorfológicos do município de Uberlândia vêm atrelados à necessidade de um levantamento básico dos elementos naturais deste ambiente que está sendo alterado rapidamente nos últimos anos pela ação antrópica. Segundo a pesquisadora *op cit.*, esses avanços sobre o sistema dos Chapadões Sedimentares recobertos por cerrados do Brasil Central aconteceram, impulsionados pela ocupação intensa promovida e apoiada, na década de 70, pelo POLOCENTRO (Programa de Desenvolvimento do Cerrado).

A ocupação gera uma grande substituição da cobertura vegetal original por práticas antrópicas de alto impacto sobre os recursos naturais do ambiente em questão, em especial, o solo e acaba por alavancar a força erosiva dos agentes externos. Os solos descobertos são alvos fáceis para a atuação dos ventos e principalmente pela ação erosiva causada pela chuva que ocorre em grandes intensidades no período de outubro a março nessa região.

De acordo com exposto fica claro entender que os processos de remoção de partículas do solo (horizonte superficial) é muito mais favorecido nesse período. A atuação dos ventos como agente de transporte e erosão, na região, apesar de não ter sido objeto de estudo de pesquisas nas chapadas, deve começar a ser pensado.

Buscando a linha de raciocínio anterior, Baccaro (1989) salienta que nas áreas de Cerrado predominam, de maneira geral, os processos geomorfológicos relacionados ao escoamento superficial pluvial, desde a queda da gota de chuva até o escoamento concentrado, levando a formação de sulcos, ravinas.

Enfim, dando prosseguimento ao seu trabalho, fundamentado em análises laboratoriais, amplas pesquisas de campo, revisão bibliográfica, trabalhos em gabinete proporcionaram a Baccaro (1989, 1990, 1991, 1993,1994) estabelecer uma análise comparativa em que se levaram em conta o relevo, declividade, geologia e os processos erosivos atuais da época do estudo; possibilitou uma classificação do município em unidades morfológicas como é demonstrado no quadro 02.

Quadro 02) Unidades Morfológicas – Categorias de erosão – Baccaro (1994)

Unidades Morfológicas	Litologia Predominante	Categorias de erosão	Fatores intervenientes	Áreas mais afetadas	Impactos
1 - Área de relevo medianamente dissecado em colinas convexo-côncavas	Arenitos da Formação Adamantina e sedimentos do Cenozóico	Acelerado	Retirada do cerrado. Uso pela pastagem sem técnicas de conservação. Construção de estradas. Ação a água no escoamento pluvial e subsuperficial. Formação superfícies com 70% de areia fina. Baixo índice de coesão. Desequilíbrio hidrológico das vertentes. Declividades entre 3° a 15°.	Bacia dos córregos da Onça, Babilônia, Macacos, Rib. Douradinho (Água Limpa, Água Vermelha, Panga, Estiva).	Redução da produtividade e agrícola, assoreamento dos vales, diminuição do manancial d'água e danos ecológicos ao solo, vegetação e fauna.
2 - Área de relevo intensamente dissecado	Basalto da Formação Serra Geral, xistos, quartzitos do Grupo Araxá	Moderado a acelerado	Declividades acima de 10°. Retirada da vegetação natural. Uso para pastagem e agricultura sem técnicas de conservação. Canalização da água no escoamento pluvial e entalhamento. Ação do escoamento superficial e subsuperficial.	Vertentes das bordas da bacia do Rio Araguari e baixo curso do Rio Uberabinha.	Perda de solo. Diminuição do manancial de água. Aumento do poder dos processos erosivos. Danos ecológicos ao solo, vegetação e fauna.
3 - Área de cimeira com topos amplos e largos	Arenitos da Formação Marília e sedimentos do Cenozóico.	Suscetível a moderado	Exploração de argila. Drenagem dos solos hidromórficos das veredas. Canalização inadequada das águas do escoamento pluvial. Desmatamento e exposição do solo. Declividades entre 3° e 5°.	Encostas e vales do alto curso do Rio Uberabinha e seus afluentes.	Redução do manancial de água. Aumento da lavagem superficial do solo. Desequilíbrio hidrológico das vertentes. Danos ecológicos ao solo, vegetação e fauna.

Fonte: Baccaro, C.A.D.,1994

Organização: Silva,JB. 2005

Conforme o exposto pelo quadro a bacia do Córrego do Gloria está situada dentro da categoria de relevo denominada de Área de cimeira com topos amplos e largos. Tomando como orientação essa interpretação da paisagem, há uma concordância relativa com a paisagem local. Realmente, a paisagem na bacia de estudo está muito modificada pelas atividades antrópicas, haja vista, a presença de processos erosivos acelerados, decorrentes do mau uso do solo, representado pela exploração de cascalho que é muito utilizado na construção e reparo de estradas, uma pecuária extensiva etc.

A morfologia dessa área favorece em grande parte a utilização de maquinários, há topos aplainados, vertentes longas e com declividades suaves potencializam a ação do homem na exploração da paisagem e com isso, a utilização de máquinas é presente dentro da bacia hidrográfica. Por conta disso, é fato real o desmantelamento dos ecossistemas presentes na área. De conformidade com as suas formas, o desmatamento é o primeiro passo que simboliza a apropriação do relevo local, o que interfere diretamente na dinâmica hídrica das vertentes. Já que essa prática auxilia o surgimento e o aumento do componente paralelo e dessa forma agride o horizonte superficial com mais violência, lavando-o e transportando elementos importantes para a agricultura e para vida do solo.

Outro trabalho, mais recente, foi realizado por Baccaro *et al.* (2001); que traz uma nova abordagem sobre a paisagem na região para a qual, fez uso da metodologia que norteia a linha de pesquisa de Ross (1992 e 1994). Assim produziram uma nova classificação para os compartimentos presentes na paisagem do Triângulo Mineiro (Quadro 03). Para a já referida área de trabalho, os pesquisadores interpretaram a paisagem em três grandes morfoestruturas subdivididas em unidades menores – as morfoesculturas - como mostra o quadro.

A paisagem sustentada pela grande morfoestrutura denominada de Bacia Sedimentar do Paraná está subdividida em cinco unidades esculturais. A bacia hidrográfica do presente trabalho está inserida dentro paisagem denominada Planalto Tabular. Paisagem essa, resultado de atividades denudacionais e modelada por uma tipologia com forma convexa e tabular, a qual é bastante utilizada pelas atividades antrópicas, sendo alvo de uma grande substituição da vegetação original de Cerrado e de suas fitofisionomias, em detrimento, de uma agricultura intensiva, pecuária e expansão de área urbana da cidade.

Quadro 03) Compartimentação Geomorfológica do Triângulo Mineiro:

Unidade morfoestrutural	Unidade Morfoescultural	Modelados	Geologia	Solos	Declividade
Complexo Granito - Gnássico	Planalto dissecado do Paranaíba	Da; Dc32; Dc33; Dc43; Dt; Dt33	Grupo Araxá e Complexo Goiano	Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico e Eutrófico; Latossolo Vermelho-Escuro distrófico e Cambissolo Álico e Distrófico	Dc32: 2 a 9% Dc33: 5 a 21% Dc43: 9a 43% Dt33: 5ª 21%
Bacia Sedimentar do Paraná	Planalto Rio Grande-Paranaíba	Dc22,Dc23,Dc33 Dp,Dt21,Dt22,Dt23,Dt32,Dt33.	Grupo Bauru: F. Adamantina e Marília Grupo São Bento: F. Serra Geral.	Latossolo Vermelho-Escuro Álico, Latossolo Roxo Eutrófico e Distrófico.	Dc22: 1 a 5% Dc23: 2 a 10% Dc33: 5 a 21% Dt21: < 2% Dt22: 1 a 5% Dt23: 2 a 10% Dt31: < 4% D32: 2 a 9%
	Planalto dissecado do Tijuco	Dc22, Dc24, Dc33,Dp, Dt22, Dt23,Dt32, Dt33.	Grupo Bauru: Formação Adamantina e Marília	Latossolo Vermelho-Escuro Álico, Latossolo Roxo Eutrófico e Distrófico.	Dc22: 1 a 5% Dc24: 5 a 32% Dc33: 5 a 21% Dt22: 1 a 5% Dt23: 2 a 10% Dt32: 2 a 9% Dt33: 5 a 21%
	Canyon do Araguari	Da, Da43, Dc33, Dc43, Dp, Dt, Dt34	Grupo Araxá, Grupo São Bento: Formação Serra Geral.	Podzólico Vermelho-amarelo Distrófico e Eutrófico e Cambissolo Álico e Distrófico.	Da43: 9 a 43% Dc33: 5 a 21% Dc43: 9 a 43% Dt34: 10 a 64%
	Planalto Residual	Dc23,Dc24,Dc33 ,Dc34,Dp,Dt23	Grupo Bauru: Formação Marília	Latossolo Vermelho-Escuro e Vermelho-Amarelo	Dc23: 2 a 10% Dc24: 5 a 32% Dc33: 5 a 21% Dc34: 10 a 64% Dt23: 2 a 10%
	Planalto Tabular	Dc33, Dt11, Dt12,Dt13,Dt22, Dt23,Dt34.	Grupo Bauru: Formação Marília	Latossolo Vermelho-Escuro e Vermelho-Amarelo	Dc33: 5 a 21% Dt11: < 1% Dt12: < 2% Dt13: < 5% Dt22: 2 a 10% Dt34: 10 a 64%
Planícies Fluviais	Planícies Fluviais	Apf	Aluviões		

Cenozóicas			Holocênicos		
------------	--	--	-------------	--	--

Fonte: Baccaro et al (2001)
(2005)

Organizado por: Silva, J.B

4.3 Clima

Rosa *et al* (1991) definiram o clima de Uberlândia seguindo a classificação proposta por Koppen. Sendo assim, o município apresenta o clima do tipo Aw, megatérmico, com presença de chuvas no verão e seca no inverno. A quantidade pluviométrica para a cidade de Uberlândia permeia os 1500mm/aa e essas chuvas são concentradas no período de outubro a março.

Nesse sentido os eventos erosivos ganham mais notoriedade nessa época e, portanto, o escoamento superficial nas vertentes desprotegidas de cobertura vegetal acaba por exercer um trabalho mais efetivo sobre a superfície do solo.

No período dito de seca tem-se, na verdade, uma redução da pluviosidade e nesse período as grandes áreas descobertas ficam mais a mercê da ação de outro agente externo, o vento. É pertinente chamar a atenção para esse agente erosivo que atua na paisagem de maneira sutil, e nem por isso, menos degradante.

As massas de ar influenciam de maneira considerável na dinâmica climática de uma região. As massas de ar que afetam a região sudeste do país são Equatorial Continental (Ec), Tropical Continental (Tc), Tropical Atlântica (Ta) e a massa Polar que invade o continente provocando uma série de instabilidades climáticas por onde passa as ondas de frio Monteiro (1973 *apud* ROSA *et al.* 1991).

Lima *et al* (2004) afirma que no verão a (Ta) bloqueia a penetração da massa Polar Atlântica, provocando o aquecimento e a instabilidade do tempo, com a entrada de ondas de calor de NW. Ainda, *op cit.* Menciona que no inverno a estabilidade da

(Ta) e ventos de E não permitem a chegada de massas polares. Propiciando apenas precipitações e abaixamento da temperatura ocasionais. Nessa estação, marcada pela escassez de chuva, observa-se, por vezes, ventanias que podem promover o transporte de sedimentos de grandes áreas, situadas nas chapadas, sem cobertura vegetal natural ou não. E nesse sentido a erosão passa a ocorrer de forma diferente e bastante interessante, ponto chave para instigar novas pesquisas na região.

Na chapada Uberlândia-Uberaba as médias anuais de chuva mostram variação considerável de um ano para o outro (cerca de 1000 mm a mais de 2000 mm), oscilação típica das atuações daquelas massas de ar. Essas irregularidades climáticas exercem grande influência sobre a agricultura mostrando que, apesar das precipitações bastante elevadas para uma região de savanas, culturas perenes e anuais podem depender de suplementação de água por irrigação (Lima *et al*, 2004).

Dessa maneira é interessante se pensar no planejamento dos recursos hídricos, em função da necessidade dessas práticas agropastoris exigem para sua manutenção. Diante disso, Assunção (*apud* FERREIRA, 2005) salienta que é necessário dar ênfase ao planejamento dos recursos climáticos, envolvendo de um lado, o uso racional dos efeitos benéficos do tempo e do clima e do outro, a minimização dos seus efeitos adversos. A este ultimo o autor refere-se aos fenômenos meteorológicos adversos que fogem ao padrão habitual ou ritmo climático, causando transtornos tanto para as lavouras, como também à população.

4.4 Vegetação

A respeito da vegetação, Schiavini e Araújo (1989) desenvolveram uma pesquisa, na qual, procuraram fazer a descrição fisionômica e estrutural da vegetação encontrada na reserva do Panga da Universidade Federal de Uberlândia.

Segundo os pesquisadores, a vegetação encontrada na reserva possui excelente representatividade, no que tange as fitofisionomias presentes no Cerrado do Triângulo Mineiro e que caracterizam, por sua vez, os Cerrados do Planalto Central Brasileiro. Nessa classificação tem-se: Mata Mesofítica, Cerradão, Cerrado (sentido restrito), Campo Cerrado, Campo Sujo, Campo Úmido e Veredas.

Na bacia do Córrego do Glória os remanescentes da vegetação típica de Cerrado estão representados por fitofisionomias residuais, em razão, do amplo uso dado a terra no local (extração de cascalho, pastoreio, agricultura, piscicultura). Essas coberturas residuais estão exemplificadas pela Mata Mesofítica (mata galeria), Mata ciliar, Campo sujo, Campo cerrado e Campo úmido e veredas (área hidromórfica) que podem ser visualizadas no mapa de uso do solo e cobertura vegetal preparado para bacia.

Em relação à cobertura vegetal é interessante salientar algumas características (Schiavini; Araújo, 1989) apontaram para as fitofisionomias do Cerrado na reserva ecológica do Panga, porém, essas mesmas fitofisionomias faziam parte de uma paisagem do município, hoje, já bastante modificada.

✚ Mata mesofítica (mata de galeria e ciliar): Ela ocupa os vales dos canais de drenagem assim como pode ser encontrada nas cabeceiras de drenagem, em terrenos bastante encharcados ou úmidos. De uma maneira geral, apresenta alto teor de umidade relativa no seu interior. As árvores alcançam cerca de 20 m e o seu dossel apresenta cobertura de quase 100%, não possibilitando o aparecimento de um estrato herbáceo-graminoso, por conta do grande sombreamento proporcionado pelas árvores maiores, sendo então, mais comum encontrar espécies mais jovens do dossel. Já a mata ciliar é aquela que acompanha o leito dos rios.

✚ O Campo cerrado: É o termo utilizado para designar as fitofisionomias tipicamente xeromórficas, mas, que se distingue do Cerrado (sentido restrito) em função do espaçamento do estrato arbóreo. Esse termo foi utilizado para denominar uma forma intermediária entre Cerrado (sentido restrito) e o Campo Sujo.

✚ O Campo sujo: Essa fitofisionomia é caracterizada pela ausência quase que total de elementos arbóreos em sua flora. Possui um estrato herbáceo-graminoso muito denso e arbustos esparsos.

✚ Campo úmido e Veredas: Nessa superfície a presença de água no solo é bastante visível durante todo ano, até mesmo na estação seca. Possui uma vegetação essencialmente herbáceo-graminosa, poucos arbustos e subarbustos. A *Mauritia flexuosa* (Buriti) é a única espécie arbórea presente, o que caracteriza bem as veredas da região dos Cerrados do Brasil Central.

4.5 Solos

O solo é um recurso natural de grande importância, não só para a sociedade, mas também para uma gama de seres vivos. Nessa cobertura, incluem-se não só as culturas como, também, todos os tipos de árvores, gramíneas, raízes e herbáceas que podem ser utilizadas pelo homem (Bertoni e Lombardi Neto, 1990).

Sendo esse recurso tão importante para as atividades humanas, mas também, vegetal e dos demais animais, mostra-se aí um motivo para buscar conhecer um pouco mais as características dos solos que sustentam grande parte da vida no planeta, sendo isso, de grande valor para as atividades que necessitam de sua apropriação.

Baccaro *et al* (2001) demonstraram em seu trabalho intitulado de *Mapa Geomorfológico do Triângulo Mineiro: uma abordagem morfoestrutural-escultural*, que na unidade escultural denominada de Planalto Tabular os solos que cobrem essa morfologia são caracterizados como sedimentos inconsolidados do Cenozóico, que por sua vez, dão origem aos Latossolos Vermelho-Escuro e Vermelho-amarelo de texturas argilosas.

De acordo com Lepsch (2002), os Latossolos ou *Ferralsols* são os que apresentam maior representação geográfica no Brasil. Eles apresentam argilas predominantemente do tipo caulinita, cujas partículas são revestidas por óxidos de ferro, responsáveis pelas típicas cores avermelhadas. Ainda conforme o autor *op .cit.* a textura (ou granulometria) é também uniforme, uma vez ser destituído de horizonte B textural (não há acúmulo de argila iluvial).

Isso proporciona uma estrutura composta de agregados muito pequenos com formato arredondado, os quais são numerosos e acomodados de modo a deixarem uma

grande quantidade de macroporos entre eles, o que proporciona uma alta permeabilidade à água, mesmo com elevados teores de argila (Lepsch, 2002).

Diante do exposto, a análise granulométrica ajuda a entender mais sobre a relação das partículas no processo de perda de solo, contribuindo para um aprendizado mais eficiente. Essas informações junto com o perfil do local das tradições estarão expostos mais adiante quando for tratado a análise dos resultados alcançados por essa pesquisa.

5– Resultados e discussões:

5.1 – O escoamento superficial e o processo erosivo em diferentes usos: resultados e implicações na Bacia Hidrográfica do Córrego do Glória.

As mais diferentes formas de aproveitamento dos recursos naturais causam em maior ou menor grau, impactos que podem ser previstos, mas, que nem sempre são pesquisados a fundo pela sociedade. São vários os recursos da paisagem utilizados para sustentar as atividades antrópicas exercidas no meio rural e urbano, e isso, implica em conseqüências nem sempre benéficas a manutenção da Natureza e também da própria sociedade.

As bacias hidrográficas são unidades utilizadas para estudo e planejamento. Elas fazem parte da paisagem de um local na superfície. Enfim, ela é parte do todo que recebe diretamente a ação humana e passa por uma transformação ao longo do tempo que vai comprometendo a sua estabilidade e dinâmica. Dentro desse aspecto, a vertente, também assume um papel especial na sustentação das atividades mecanizadas ou não; o que pode acabar transgredindo o limite do seu equilíbrio. Nesse sentido conhecer com maior rigor o ambiente a ser ocupado, possibilita ao interventor a minimização dos impactos ambientais o que acaba por refletir também em economia. Para facilitar o conhecimento sobre os adjetivos da paisagem local é que se torna necessário o registro das formas de relevo constituintes na paisagem (Mapa 01). Este mapa específico foi construindo tomando como base o modelado da superfície e analisando os tipos predominantes de vertentes, em função, da interpretação oriunda de imagem de satélite do município.

O mapeamento, por sua vez, é um dos diversos métodos para esse levantamento de dados e serve como subsidio essencial para as demais etapas do planejamento, uma vez que espacializa e localiza os fenômenos (Baccaro *et al.*, 2004).

Mapa 01) Esboço geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Córrego do Glória

Assim, Ross (1992) afirma que o entendimento do relevo e sua dinâmica passa obrigatoriamente pela compreensão do funcionamento e da interrelação entre os demais componentes naturais e isto é de significativo interesse ao planejamento físico-territorial.

Na área da bacia em estudo percebe-se uma configuração na paisagem bastante comum no município. O predomínio de vertentes convexas, com declividades modestas, auxilia o processo de ocupação tanto pelas atividades associadas ao campo como as ligadas com a expansão urbana.

Diante disso, a evolução do uso dessa paisagem é muito rápida. Com isso, os problemas ambientais que surgirão com o tempo, são respostas certeiras da Natureza a qualidade dessas intervenções.

A forma da bacia hidrográfica, com vertentes amplas, mas, com declividades moderadas em toda sua extensão, auxiliam a implementação de atividades agrícolas com a utilização de máquinas indicando uma grande movimentação nas propriedades naturais do local. Isso vai dinamizar o surgimento de problemas ambientais sérios, até porque a bacia hidrográfica de estudo é amplamente antropizada.

Entre esses problemas, destaca-se o escoamento superficial em demasia, seja na forma laminar ou concentrado, provocando a perda de solo da camada mais externa à superfície, o que pode complicar a atividade agrícola desenvolvida nesse local, por conta da lavagem superficial e da retirada de elementos essenciais à prática agrícola tornando assim, ao longo do tempo, insustentável o desenvolvimento de atividades agropastoris no decorrer do tempo.

A bacia hidrográfica do Córrego do Glória tem uma área territorial de 11,94 km². Toda essa extensão é ocupada por uma morfologia bastante característica no município de Uberlândia.

Nessa área encontra-se uma superfície representada por colinas convexas, extensas e com suave ondulação, sendo que as mesmas são recobertas por uma camada de sedimentos inconsolidados datados do Cenozóico, sobrejacentes aos arenitos correspondentes a Formação Marília. Ainda observou-se na parte a montante da nascente uma morfologia mais aplainada, típica das chapadas locais, onde, cultiva-se a soja.

As altitudes dentro da área pesquisada vão de 936 m até por volta de 790 na confluência entre o Córrego do Glória e o Rio Uberabinha. Ela pertence à hierarquia fluvial de 2ª ordem. A sua nascente principal está situada na altitude de 890 m e sua foz a 790 m. O ponto mais alto da bacia corresponde a 936 m de altitude. As vertentes nessa bacia hidrográfica estão representadas pelos segmentos convexos, côncavos e retilíneos, sendo o primeiro mais representativo. A concavidade está associada aos pontos de nascentes na bacia hidrográfica e próximo ao fundo de vale.

Com a utilização de fotografias aéreas de 2004 pôde-se fazer algumas inferências como, identificar os locais com maior presença de ravinas e vários canais pluviais que tendem a concentrar os fluxos superficiais e aumentar a energia desses. Esses processos de ravinamento estão mais concentrados na porção Norte da bacia onde é comum a prática da agricultura convencional com uso intensivo de máquinas e técnicas de plantio mais antigas sem presença de prática mais conservacionista.

Na região de médio a baixo curso na bacia do Córrego do Glória estão localizadas os processos erosivos acelerados (voçorocas) que estão associados à retirada da vegetação e

também a exploração de cascalho que são utilizados pela construção civil para aterros e construções diversas (fig. 12).

Nesse ponto da bacia as curvas de nível estão abandonadas, sem reformas e baixas. Isso implica na pouca redução da velocidade do fluxo superficial. Na foto não é possível fazer essa observação, mas, na área é perfeitamente perceptível a construção de bolsões de contenção para água da chuva, em bom estado, e outros precisando ser refeitos.

De uma maneira geral essa parte da bacia necessita de uma reorganização das curvas de nível, com intuito de diminuir o aumento da energia do escoamento superficial que caminha nas vertentes; favorecendo a infiltração. Com isso, haverá menos água caminhando sobre a superfície e caindo com violência, mediante o efeito cachoeira, dentro da voçoroca.

Bolsão

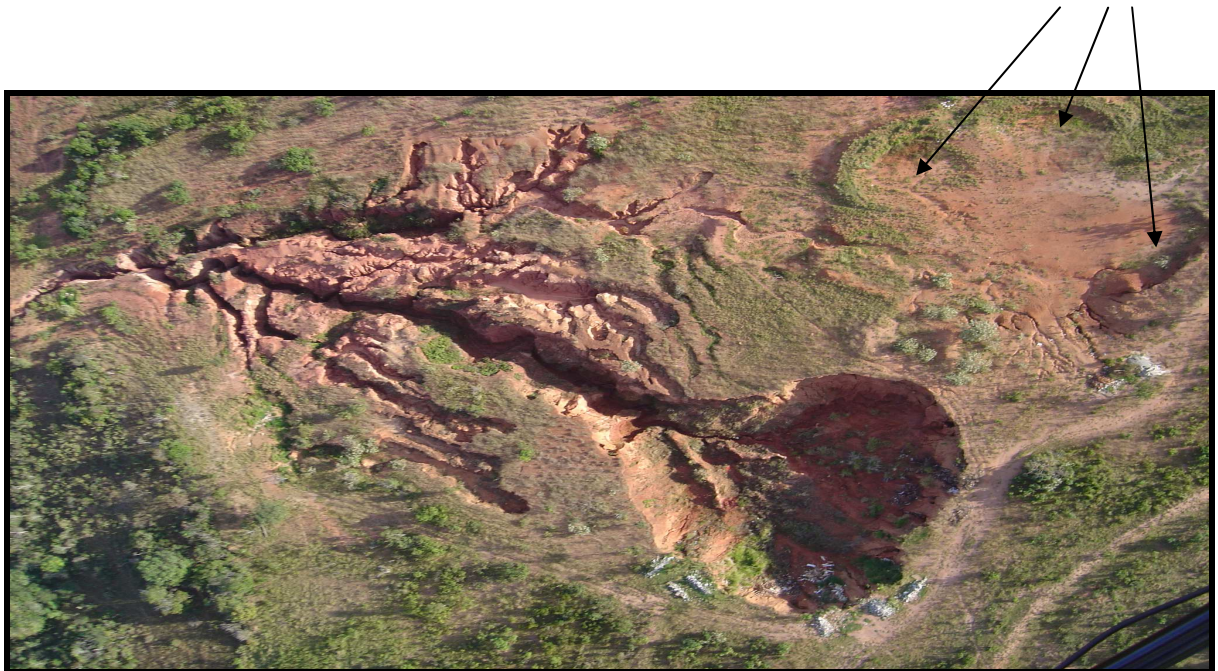


Fig 12: Voçoroca ativa na bacia hidrográfica de estudo.

Autor: Reis Alves, R.

Data: Mar./2004

O perfil topográfico permite ao pesquisador ter uma noção da morfologia das vertentes que constituem a bacia em estudo, e isso ainda subsidia interpretações sobre o movimento da água superficial. No início das tradagens, os pontos escolhidos, estavam a uma distância de 20 metros uns dos outros. No entanto, de acordo com as observações sensíveis em campo, percebeu-se a pouca variação, de um ponto para outro, nas características observadas e dessa forma, para dinamizar o trabalho, passou-se a distanciá-las em 40 em 40 metros. Porém permaneceram sendo retiradas nas profundidades de 10, 30 e 50 cm, conforme mostra os quadros seguintes.

Os solos na chapada Uberlândia - Uberaba, de acordo, com o estudo mais recente efetuado por LIMA *et al.* (2004), reportam à ocorrência dos Latossolos Vermelho amarelo álicos (Lva), de textura mais argilosa, Latossolos Vermelhos álicos de textura argilosa e os solos hidromórficos álicos (Gleissolos). Os pesquisadores *op cit.* demonstraram com seu trabalho, que as informações sobre os solos da chapada refletem o que já fora mencionado por outros autores, sobre a dominância desses latossolos nas coberturas da chapada, correspondendo a 80% da área.

As análises granulométricas realizadas no LAGES/UFU¹ demonstraram uma alta concentração de argila no segmento I que possui 280 m de comprimento no perfil topográfico traçado. Esse local caracteriza-se por assentar uma grande plantação de soja em uma área que possui declividade média de 1,25°. No entanto, desde o início da tradagem até o ponto final desse segmento I (Quadro 03) a declividade sofreu variações pequenas, desde 0° até 3°.

A quantidade de argila presente nesse segmento foi, em média, de 81.74%. A morfologia desse ambiente favorece a percolação da água, permitindo que o

¹ Laboratório de Geomorfologia e erosão de solos – Universidade Federal de Uberlândia

componente perpendicular seja mais facilitado do que o componente paralelo. Isto significa que haverá maior infiltração no perfil do solo do que escoamento superficial.

Segmento do perfil	AMOSTA/USO/PROF.	ARGILA%	SILTE%	AREIA FINA%	AREIA GROSSA%	AREIA TOTAL%
Segmento I	A 1 - 01 Soja 10 cm	83,00	1,20	5,00	10,80	15,80
	A 1 - 02 Soja 30 cm	84,70	1,60	4,50	9,20	13,70
	A 1 - 03 Soja 50 cm	85,10	1,30	4,50	9,10	13,60
	A 2 - 04 Soja 10 cm	83,40	1,80	4,50	10,30	14,80
	A 2 - 05 Soja 30 cm	85,50	0,70	4,30	9,50	13,80
	A 2 - 06 Soja 50 cm	85,70	1,00	4,10	9,20	13,30
	A 3 - 07 Soja 10 cm	84,40	1,10	4,70	9,80	14,50
	A 3 - 08 Soja 30 cm	85,30	0,80	4,40	9,50	13,90
	A 3 - 09 Soja 50 cm	84,90	0,70	4,70	9,70	14,40
	A 4 - 10 Soja 10 cm	86,20	1,00	4,30	8,50	12,80
	A 4 - 11 Soja 30 cm	86,50	0,80	4,10	8,60	12,70
	A 4 - 12 Soja 50 cm	86,20	0,50	4,50	8,80	13,30
	A 5 - 13 Soja 10 cm	86,50	1,40	4,10	8,00	12,10
	A 5 - 14 Soja 30 cm	86,70	0,60	4,30	8,40	12,70
	A 5 - 15 Soja 50 cm	87,70	0,70	4,10	7,50	11,60
	A 6 - 16 Soja 10 cm	86,90	1,40	4,00	7,70	11,70
	A 6 - 17 Soja 30 cm	86,80	1,30	4,40	7,50	11,90
	A 6 - 18 Soja 50 cm	86,70	1,70	4,20	7,40	11,60
	A 7 - 19 Soja 10 cm	87,50	1,40	3,80	7,30	11,10
	A 7 - 20 Soja 30 cm	87,50	1,00	4,20	7,30	11,50
	A 7 - 21 Soja 50 cm	87,20	0,90	4,40	7,50	11,90

Quadro 04) Amostras de solo coletadas em perfil topográfico.

Elaborado por: Silva, J.B.

Data: Jan./2006

É bem verdade que o escoamento superficial não deixa de ocorrer, porém, a sua presença na superfície surge com mais demora, tomando como início a ligação entre as várias poças de água que vão se formando nas pequenas depressões do terreno em um dado tempo. Com isso, subentende-se que há uma manutenção maior da presença da partícula argila, influenciada também, pela pouca inclinação do terreno que não proporciona uma corrida com maior velocidade ao escoamento. O escoamento que possa vir a surgir nesse ambiente, após, essa ligação entre as poças de água ainda encontra outra barreira que impede ou, ao menos dificulta, a sua ação. A presença de curvas de nível mais espaçadas também auxiliam no processo de infiltração de água no

solo. As amostras extraídas em 10, 30 e 50 cm foram classificadas de acordo com a carta Munssel, sendo que, as encontradas nesse segmento foram classificadas com os índices 5YR3/3, 5YR5/8, 5YR4/5, 5YR4/4 e 5YR4/6.

A tradagem foi realizada com certa facilidade, pois, percebeu-se em vários pontos certa compactação do solo muito variante, ou seja, em determinados locais ela se concentrava entre 10 e 30 cm e em outros essa dificuldade passava para o intervalo de 30 a 50 cm. De acordo com as observações no campo, as estruturas dessas amostras variavam, desde o tipo granular (10 cm) até a prismática, quando mais úmidos. A concentração maior dessa argila nesse segmento, e a sua pouca declividade, acenam para um comportamento pouco intenso de escoamento superficial. Isso pode auxiliar a manutenção da argila no ambiente, haja vista, a diferença pequena percentual entre as profundidades trabalhadas.

No segmento II (quadro 04), o uso do solo é representado pela pastagem. Aqui as amostras coletadas apresentaram cores variantes entre os índices 5YR4/3, 2.5YR3/6, 5YR4/4, 5YR4/6, 5YR3/4. Nesse segmento foi observado a presença de fragmentos de carvão ao longo de todo perfil trabalhado (10, 30 e 50 cm).

Segmento do perfil.	AMOSTA/USO/PROF.	ARGILA%	SILTE%	AREIA FINA%	AREIA GROSSA%	AREIA TOTAL%
Segmento II	A 8 - 22 Pasto 10 cm	86,80	1,20	4,50	7,50	12,00
	A 8 - 23 Pasto 30 cm	85,20	1,10	5,00	8,70	13,70
	A 8 - 24 Pasto 50 cm	85,20	1,20	5,00	8,60	13,60
	A 9 - 25 Pasto 10 cm	83,80	2,30	5,00	8,90	13,90
	A 9 - 26 Pasto 30 cm	85,70	2,20	4,50	7,60	12,10
	A 9 - 27 Pasto 50 cm	85,70	2,20	4,60	7,50	12,10
	A 10 - 28 Pasto 10 cm	83,60	2,30	5,00	9,10	14,10
	A 10 - 29 Pasto 30 cm	84,40	2,30	5,00	8,30	13,30
	A 10 - 30 Pasto 50 cm	85,20	2,10	5,00	7,70	12,70
	A 11 - 31 Pasto 10 cm	83,10	1,60	5,50	9,80	15,30
	A 11 - 32 Pasto 30 cm	83,40	0,60	5,80	10,20	16,00
	A 11 - 33 Pasto 50 cm	85,30	0,60	5,60	8,50	14,10
	A 12 - 34 Pasto 10 cm	78,60	5,80	5,90	9,70	15,60

	A 12 - 35 Pasto 30 cm	84,40	0,60	5,80	9,20	15,00
	A 12 - 36 Pasto 50 cm	84,50	0,50	5,80	9,20	15,00

Quadro 05) Amostras de solo coletadas em perfil topográfico.

Elaborado por: Silva, J.B.

Data: Jan./2006

A tradagem sempre foi mais complicada nos primeiros 10 cm e, em poucos pontos essa dificuldade era bem menor. Essa facilidade estava sempre em locais onde, a tradagem foi realizada na parte “côncava” da curva, ou seja, no local onde a água superficial fica acumulada e tem a sua infiltração favorecida, tanto é, que a umidade nesses poucos pontos eram maiores que as demais. Esse segmento tem 240 m de extensão e a declividade média nesse trecho é de 3.8°.

O percentual médio de argila nesse segmento alcançou a marca de 84.32%. Presume-se que a dificuldade encontrada está associada ao ressecamento da superfície do solo, haja vista, a presença de algumas fendas, pastagem degradada em vários pontos de tradagem e pela presença de marcas de pneus de tratores, o que salienta a utilização em maior ou menor escala de máquinas no local, até porque, de acordo com relatos de funcionários esse ambiente já fora utilizado para plantio convencional.

Aqui a inclinação pode não dar a certeza de sua influência no surgimento do escoamento superficial, mas, de acordo com as observações em campo, a dinâmica desse surgimento pode seguir a seguinte linha de raciocínio. Por conta da dificuldade de tradagem percebida nos primeiros 10 cm do perfil, a infiltração de água sofre um decréscimo na sua percolação, em razão, da compactação apresentada nessa superfície.

Apesar de possuir pouca cobertura vegetal – que nesse caso não é uniforme - e da mesma exercer um papel facilitador ao processo de infiltração, esse ultimo, se torna lento em função da compactação promovida pela utilização de máquinas agrícolas e

pisoteio do gado ao longo do tempo (contribui para aumentar a densidade aparente²) e com isso o escoamento se desenvolve de forma difusa na superfície e concentrado, motivado por algumas imperfeições do terreno que canalizam e potencializam a energia da água em superfície. Atribui-se a vegetação o papel de amortecedor da gota da chuva e com isso o *splash erosion* tem a sua energia diminuída e a possibilidade de extração da argila fica a cargo do escoamento superficial que não é intenso, por conta da infiltração que é favorecida pela vegetação e o emaranhado de raízes.

No segmento III (quadro 05), onde está localizada a estação experimental, a área do perfil é toda preenchida pelo plantio de sorgo. Sua extensão é de 160 m de comprimento e apresenta um grande uso de maquinários agrícolas, uso de agrotóxicos e não se trabalha com práticas conservacionistas – a não ser a utilização das curvas -, por isso, o surgimento de canais concentrados e ravinas na época das águas são bastante evidentes.

Segmento do perfil.	AMOSTA/USO/PROF.	ARGILA%	SILTE%	AREIA FINA%	AREIA GROSSA%	AREIA TOTAL%
Segmento III	A 13 - 37 Sorgo 10 cm	73,60	5,60	8,00	12,80	20,80
	A 13 - 38 Sorgo 30 cm	79,50	3,10	6,60	10,80	17,40
	A 13 - 39 Sorgo 50 cm	82,00	2,60	5,70	9,70	15,40
	A 14 - 40 Sorgo 10 cm	70,50	11,20	6,90	11,40	18,30
	A 14 - 41 Sorgo 30 cm	76,50	6,40	6,00	11,10	17,10
	A 14 - 42 Sorgo 50 cm	80,90	2,50	5,60	11,00	16,60
	A 15 - 43 Sorgo 10 cm	71,50	8,60	7,00	12,90	19,90
	A 15 - 44 Sorgo 30 cm	75,50	5,40	6,90	12,20	19,10
	A 15 - 45 Sorgo 50 cm	78,80	2,60	6,50	12,10	18,60
	A 16 - 46 Sorgo 10 cm	71,40	4,80	8,20	15,60	23,80
	A 16 - 47 Sorgo 30 cm	78,10	0,90	7,30	13,70	21,00
	A 16 - 48 Sorgo 50 cm	78,20	0,50	7,40	13,90	21,30

Quadro 06) Amostras de solo coletadas em perfil topográfico.

² Densidade aparente: É o índice que indica a maior ou menor compactação do solo. A densidade aparente é determinada através da retirada de amostra inderformada com o anel de Kopeck. Pesa-se o solo após seco em estufa e divide-se o peso pelo volume do anel. Daí os resultados serem apresentados em grama por centímetro cúbico. Geralmente, solos com menos de 1g/cm³ são pouco compactados, enquanto valores superiores a 1,5g/cm³ definem solos com grande compactação e menor capacidade de infiltração. A densidade aparente pode aumentar por vários motivos, mas o mais comum é a agricultura, pois as máquinas agrícolas contribuem para a maior compactação do solo. A redução de matéria orgânica no solo devido a agricultura também contribui para o aumento da densidade aparente, diminuindo a porosidade. In: Novo dicionário Geológico – Geomorfológico. P.186/187.2001.

As cores das amostras dentro desse segmento foram as 5YR3/4, 5YR4/4 e 5YRr4/6. Ao contrário do que se esperava encontrar, a tradagem nesse segmento não foi difícil, a não ser quando os pontos coincidiam com o local por onde as rodas das máquinas passavam. Nas amostras também foram encontrados fragmentos de carvão em profundidades mais superficiais (10 a 30 cm). O percentual de argila aqui, 76.37%, é mais baixo do que os segmentos anteriores e a declividade média nesse segmento é da ordem de 5.44°.

Esse segmento apresenta perfil retilíneo (fig.13) que também propicia o surgimento e o aumento do escoamento superficial. Aqui se a inclinação não é um fator determinante na perda de solo, à distância percorrida pelo escoamento pode exercer o desgaste na superfície, lavando-a e transportando os sedimentos para diferentes áreas. Nesse local percebeu-se ao longo da tradagem, o trajeto que a água pode tomar no terreno e ter a idéia da energia que a mesma ganha ao longo desse segmento, chegando até formar canais mais concentrados que podem evoluir para ravinas aumentando cada vez mais a sua energia.

Percebe-se ainda que o fato do referido segmento ser amplamente utilizado para a agricultura leva o mesmo a perder alguns elementos que são importantes para sua resposta as atividades antrópicas. Observando o quadro 05 constata-se que o percentual de argila diminui na parte mais externa em direção a amostra mais profunda. Isso leva a crer que, esse tipo de uso dado ao ambiente da maneira como é praticado, leva a um depauperamento dessa superfície. Os sucessivos processos de compactação, escarificação e destorroamento do solo promovem um rompimento na sua estrutura, fragilizando-o frente ao ataque do escoamento superficial ao longo da estação chuvosa.

Como não foi verificado, ao longo da pesquisa, alguma prática conservacionista como o PD³, a superfície fica totalmente a mercê da ação do *splash erosion* e posteriormente do escoamento superficial, atritando e transportando os nutrientes e os elementos importantes do solo para outras partes desse ambiente.

No segmento IV (quadro 06), onde, encontra-se um remanescente de mata mesofítica, na qual está localizada uma estação experimental. Esse segmento tem 40 m de comprimento, preenchidos em toda sua extensão pela mata mencionada. A cobertura de serrapilheira é grande em todo o trecho observado, mas, existem locais onde a mesma não confere uma proteção eficiente para o solo. Em alguns locais, precisamente, onde se observou maior declividade, há vários canais concentrados. As amostras apresentaram em sua quase totalidade, a presença de raízes, fragmentos de carvão, as maiores tomadas de umidade e a presença de formigas e pequenos insetos.

Segmento do perfil.	AMOSTA/USO/PROF.	ARGILA%	SILTE%	AREIA FINA%	AREIA GROSSA%	AREIA TOTAL%
Segmento IV	A 17 - 49 Mata 10 cm	77,60	0,90	7,20	14,30	21,50
	A 17 - 50 Mata 30 cm	76,80	0,70	7,20	15,30	22,50
	A 17 - 51 Mata 50 cm	80,20	0,10	6,20	13,50	19,70
	A 18 - 52 Mata 10 cm	76,40	0,80	5,70	17,10	22,80
	A 18 - 53 Mata 30 cm	77,70	0,80	5,90	15,60	21,50
	A 18 - 54 Mata 50 cm	81,30	0,60	5,30	12,80	18,10
	A 19 - 55 Mata 10 cm	71,30	1,20	8,00	19,50	27,50
	A 19 - 56 Mata 30 cm	76,80	0,50	7,70	15,00	22,70
	A 19 - 57 Mata 50 cm	75,10	2,10	7,80	15,00	22,80
	A 20 - 58 Mata 10 cm	61,30	3,90	10,20	24,60	34,80
	A 20 - 59 Mata 30 cm	53,40	3,30	12,80	30,50	43,30
	A 20 - 60 Mata 50 cm	44,70	2,50	16,90	35,90	52,80

Quadro 07) Amostras de solo coletadas em perfil topográfico.

Elaborado por: Silva, J.B.

Data: Jan./2006

³ Plantio Direto: Constitui-se em uma técnica conservacionista que visa aumentar a permanência da umidade no solo, através da utilização da palhada residual da cultura anterior. Essa palhada a medida que vai sendo incorporada ao solo, ajuda na manutenção do húmus necessário a vida do mesmo. Com isso, auxilia na formação dos agregados e mantém argila mais presente ao solo e o mesmo fica mais resistente ao processo de arraste ocasionado pela superfície. Essa técnica também favorece a utilização mais racional dos recursos hídricos.

No ultimo ponto de coleta, a tradagem foi mais difícil (amostra 20). As amostras coletadas apresentaram coloração diferenciada e alta umidade. Pouca presença de raízes no solo e bastante pegajosa sendo a cor 5yr5/2 para a amostra de 10 cm. Na profundidade de 50 cm a amostra retirada apresentou uma coloração – mosqueado – bastante úmida e cor 10yr5/8. Nos pontos de coleta anteriores dentro da mata, as cores das mesmas foram inferidas por 5yr3/4, 5yr4/3, 5yr4/4, 5yr4/6 e 5yr5/2. O percentual de argila nesse segmento foi de 71.05% em média e possui os maiores índices de areia, principalmente, no ultimo ponto próximo a área úmida.

Fig.13) Perfil topográfico e de uso do solo na Bacia Hidrográfica do Córrego
do **Glória.**

Os solos de chapada são amplamente utilizados para sustentar práticas agrícolas, pastoris, silvicultura e de expansão urbana. Essas atividades, apesar de impulsionarem o desenvolvimento econômico e social da região, nem sempre estão sendo praticadas com as devidas orientações sobre as fragilidades dos ambientes apropriados.

Por isso, se faz em caráter de urgência estudos que busquem resultados para subsidiar as atividades antrópicas sobre a paisagem com orientações mais adequadas ao ambiente explorado, para que essas atividades não possam comprometer a qualidade de vida das pessoas.

Apesar da área não apresentar declividades expressivas, as classes de 0 a 5° e entre 5° e 10° são as mais representativas na bacia e as feições erosivas observadas até o momento estão localizadas dentro dessas classes (mapa 02).

A escolha dessas classes se refere justamente com o fato da área estar localizada dentro de uma unidade morfológica, onde as declividades estão dentro do intervalo acima mencionado (entre 5° e 10°). Há vertentes com baixa declividade em função de uma longa extensão convexa e com desenho suave sem rupturas de declive. Além disso, essa idéia vai ao encontro às classificações propostas por Baccaro (1990) nas suas pesquisas sobre as unidades morfológicas em área de Cerrado.

Os processos erosivos ocorrem e têm continuidade, ainda mais, na estação chuvosa que vai de outubro a março. Com isso, as feições erosivas tendem a se tornar mais agressivas, e a desenvolverem-se de tal maneira que a recuperação da área atingida, passa a ser algo bastante difícil, demorado e economicamente dispendioso.

Mapa 02: Mapa das classes de declividade da bacia

No que tange ao uso dado a terra na bacia (mapa 03) percebe-se nitidamente que a mesma não possui mais a sua configuração de cobertura vegetal original. As formas de uso são múltiplas, porém, sabe-se muito pouco sobre qualidade desse aproveitamento. No que foi percebido ao longo da pesquisa, chega-se a inferir algumas responsabilidades às práticas que continuam sem uma orientação mais adequada.

A forma como foi feita a ocupação dessa área no decorrer dos anos anteriores, possivelmente, condicionou o ambiente a um processo de instabilidade. Os processos erosivos observados até o momento apontam, as formas de uso implementadas na bacia, como motivadoras de seu início. A retirada da cobertura vegetal original em função da ocupação motivou o início desse momento de instabilidade. As vertentes convexas, predominantes na área, facilitam o escoamento da água de maneira difusa favorecendo o aparecimento de canais concentrados na paisagem. A configuração do uso dado ao solo é a seguinte:

Quadro 08) Uso da terra e cobertura vegetal na bacia hidrográfica do córrego do Glória:

Tipo de uso	hectares	km2	%
1 - Área hidromorfica	22,63	0,2263	1,90
2 - Mata Mesofítica (galeria)	85,91	0,8591	7,20
3 - Mata ciliar	71,48	0,7148	5,99
4 - Campo sujo	27,96	0,2796	2,34
5 - Campo cerrado	26,27	0,2627	2,20
6 - Expansão Urbana	307,44	3,0744	25,74
7 - Pastagem	183,04	1,8304	15,35
8 - Pastagem degradada	59,81	0,5981	5,00
9 - Hortaliça	7,90	0,0790	0,66
10 - Cultura permanente	100,50	1,0050	8,41
11 - Solo com cobertura residual	148,43	1,4843	12,43
12 - Solo exposto	152,67	1,5267	12,78
Total	1194,04	11,9404	100

Mapa 03: Mapa de cobertura vegetal e uso da terra

A área realmente reflete uma perspectiva não muito diferente das bacias hidrográficas do município. Apenas 17.73% da bacia hidrográfica em estudo (2.1162 km²) estão ainda preenchidas por remanescentes das fitofisionomias do Cerrado brasileiro.

Um ponto que deve ser chamado a atenção é que determinados usos favorecem substancialmente ao desencadeamento do processo erosivo e as suas respectivas feições. E não se fala aqui a respeito do processo direcionado pela presença da água da chuva.

Em determinados tipos de uso na bacia e, atenta-se aqui para a porção da mesma que, está representada pelo solo exposto. Excetuando o momento da presença de água pluvial, cabe aqui suscitar a relevância e chamar atenção para o papel da erosão e o transporte eólico que deve ocorrer nos momentos em que essa superfície fica desprotegida em alguma época do ano. Os solos, próximo ao final do período de estiagem, são revolvidos para receber as sementes e as primeiras chuvas do período seguinte. Com esse trabalho a camada superficial tende a ficar mais compactada, resultado do uso de máquinas agrícolas no processo.

Essa parte mais superficial do solo fica muito “solta” em formatos de grandes agregados na superfície. Diante disso se torna necessário a utilização do destorroador para “quebrar” esses torrões que estão no topo do solo. Ao serem grosseiramente destorroados, em agregados menores, há uma parte mais fina desse solo assentando sobre a superfície que pode ser transportado pelo vento com grande facilidade.

Por conta do que foi exposto entende-se que é importante surgir estudos mais específicos sobre a ação do vento no local, em razão do grande uso dado a agricultura, principalmente, nas extensas chapadas da região.

Essa superfície recebe outras culturas temporárias (soja, milho, sorgo) que não são irrigadas mecanicamente. Então, a mesma, fica por um determinado tempo (período de estiagem) recebendo a radiação solar (insolação) de maneira direta, perdendo umidade por conta do processo de evaporação, já que a água possui um comportamento diferente em relação a radiação solar do que o solo. Assim, compreende-se que esse comportamento contribui para o processo de ressecamento, contração das argilas e para o surgimento das fendas na superfície do solo.

Pelo fato dessa superfície estar mais exposta à essa ação direta da radiação solar, a umidade no solo ficará mais susceptível ao processo de evaporação. Com isso, em situações como na bacia de estudo, que possui uma configuração morfológica suave, e uma cobertura vegetal escassa, dinamiza ainda mais esse processo de perda de água, favorecendo a criação de fendas no solo, retração da argila e ressecamento do solo, influenciando negativamente o processo de infiltração local.

É por isso que a análise da orientação de vertentes de uma determinada bacia pode ser utilizada como ferramenta relevante na compreensão dos mecanismos que levam ao surgimento do escoamento superficial no ambiente em questão.

Sendo assim, e não somente nessa área da pesquisa, mas também em outras, não especificamente para áreas rurais, mas também para as áreas urbanas, as informações produzidas subsidiam as interpretações sobre o assunto, assim como, se constitui em instrumento eficaz para avaliar o grau de insolação e o nível de umidade a que a superfície está exposta. Nesse sentido, saber quais são as vertentes ou a parte da

superfície que receberá mais insolação, pode ajudar no entendimento sobre o surgimento do escoamento superficial.

A bacia hidrográfica do Córrego do Glória possui em sua grande parte, declividades no intervalo de 0 a 5°. Com isso o mapa de orientação de vertentes (mapa 4) da bacia só reforça o que já foi mencionado quanto a exposição dessas superfícies mais suaves a ação direta da radiação solar.

Presume-se que com maior exposição a radiação, as superfícies mais planas tendem a sofrer mais com o processo de evaporação da água do solo, em especial, a superfície do perfil, que é amplamente utilizada para a agricultura. Aqui na região o período de estiagem coincide também com a estação do inverno que é marcadamente seca, portanto, período de baixa umidade atmosférica. Esse período destaca-se também pela baixa nebulosidade, característica essa bastante relevante, analisando a sua importância como anteparo natural a radiação direta dos raios solares.

Diante disso, a diminuição da nebulosidade, contribui para uma incidência maior dessa radiação solar, o que pode ser ruim, não só às pessoas, mas, também à superfície – principalmente a que estiver exposta - pois, possibilita a perda da umidade presente no solo e com isso dá-se o início ao processo de ressecamento, contração das argilas e fendilhamento da superfície. Dessa forma, o solo fica mais endurecido exigindo do agricultor o aumento da utilização dos recursos hídricos para a irrigação e o uso de máquinas como o escarificador e o destorroador nas áreas agrícolas para revolver o solo.

Os diferentes ciclos de umedecimento e ressecamento podem afetar a estrutura do solo, modificando-a superficialmente; apresentando um rearranjo das

partículas dificultando o processo de infiltração e a emergência das plântulas. Tem-se aí o encrostamento.

Mapa 4 – Mapa de orientação de vertentes:

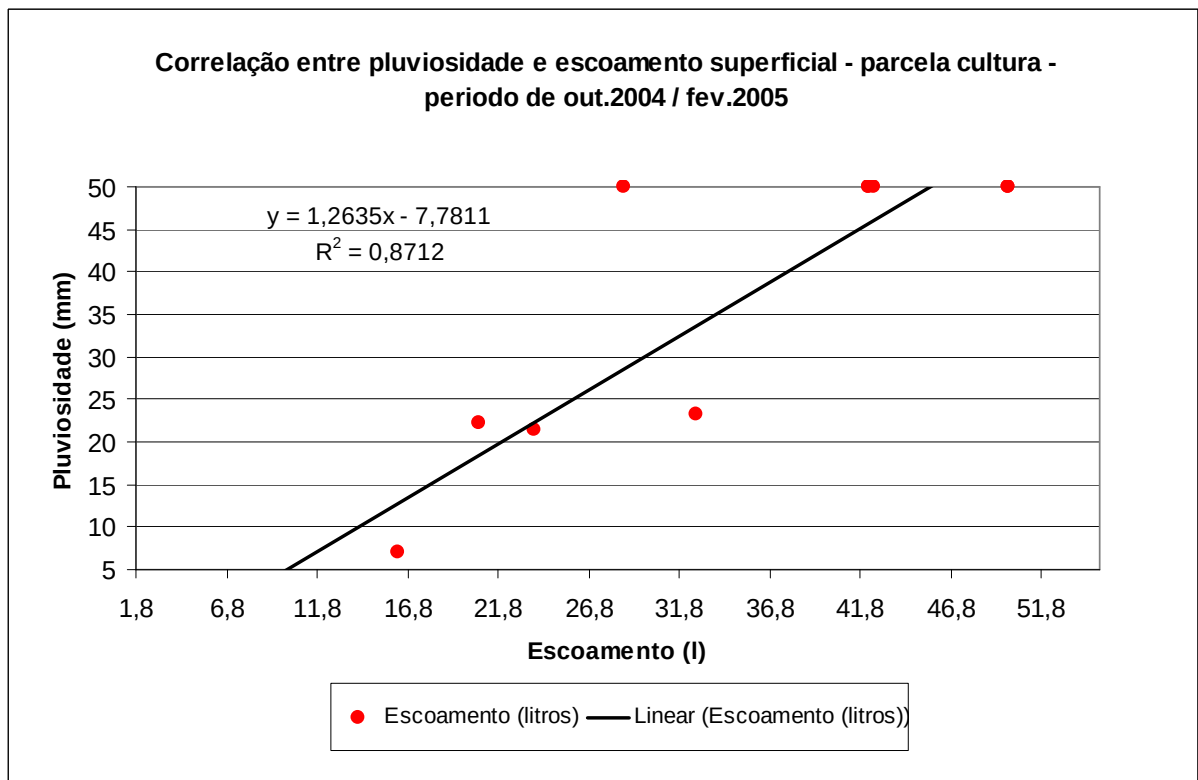
5.2 – O escoamento superficial e a perda de solo nas parcelas experimentais:

Os resultados mostram que ação pluvioerosiva não é linear no tempo no espaço, mesmo estando correlacionados e /ou ligados a outros fatores não inerentes às chuvas. Outra observação que deve ser feita é que, principalmente, para a parcela localizada na área agrícola, há uma perda de solo maior do que no outro período.

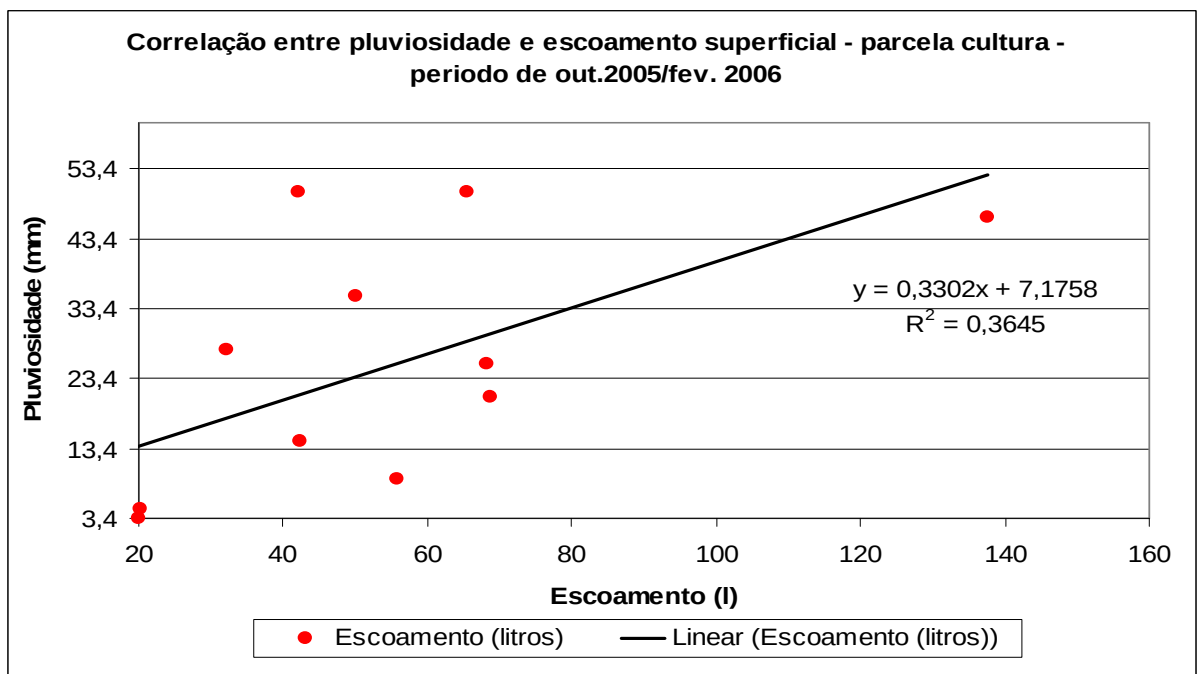
Mas deve-se levar em conta a alteração na superfície do solo na fase de implantação da parcela. Isso pode influenciar resultados e não refletir de primeiro momento a realidade hidrodinâmica. Mas mesmo assim, os resultados apresentados na pesquisa podem subsidiar entendimentos sobre o processo pluvioerosivo na superfície do solo.

Entende-se que para ajudar na compreensão desse processo a estatística aparece como uma ferramenta relevante para a realização de cálculos que permitem fazer as correlações necessárias para verificar e/ou esclarecer dúvidas que surgem ou venham surgir no decorrer das leituras, assim como, poder inferir interpretações mais fundamentadas.

Os gráficos apresentados seguem uma ordem comparativa entre os usos em seus respectivos períodos, confrontando os elementos como a pluviosidade X escoamento; pluviosidade X perda de solo e escoamento X perda de solo para assim ter a idéia de qual relação possui o melhor poder explicativo e dessa forma, entender melhor as implicações desses elementos no tocante a perda de solo na área de estudo.



Graf. 01) Correlação de dados parcela cultura
Autor: Silva, J.B.
Data: Abril, 2005



Graf. 02) Correlação de dados parcela cultura
Autor: Silva, J.B.
Data: Abril, 2006

Ao analisar o gráfico 01, deve-se deixar claro que essa maior correlação está pode ser explicado. No mês de outubro, o solo na área esteve praticamente exposto, apenas com gramíneas espaçadas, aguardando ser preparado para o plantio. Quando essa atividade aconteceu na área, a mesma, teve que ser repetida dentro da parcela utilizando enxadão e picareta para representar a ação das máquinas. Assim, com essas ferramentas simulou-se a gradeação feita pela máquina na área e para destorroar os agregados utilizou-se um enxadão.

As sementes foram plantadas conforme o distanciamento realizado fora da estação, ou seja, 80 cm de distância de uma fila a outra e 8 cm de uma cova a outra. Nesse sentido, trabalhou-se com intuito de representar o mais fiel possível ao processo de plantio externo a parcela.

Com essa prática, revolvendo o material de superfície, possibilitou uma maior semelhança no trato com o solo local. Quando as chuvas se intensificaram no mês de novembro, o material superficial (destorroadado) e o mais fino foram transportados com maior facilidade pelo escoamento. Por isso, que se percebe uma correlação maior entre os dados apresentados no período de out. 2004 e fev. 2005 e que coincide com o período de maior perda de solo.

Assim, mesmo com uma superfície encrostada, em vários pontos dentro da parcela, foi possível revolver o solo. Admite-se a idéia de que anteriormente a essa ação de mexer na estrutura do solo - com ele ainda bastante encrostado - a ação da água pluvial tenha sido bastante forte - já que há a dificuldade de infiltrar-se - então, caberia aí a formação mais rápida do escoamento.

Com a plantação de sorgo na parcela e na área, a perturbação na estrutura do solo é inevitável. Outro fator que deve ser lembrado é que a remoção de material e modificação na estrutura superficial aconteceu por conta da construção de todas as parcelas e isso proporcionou uma realidade que não condiz com o comportamento natural da água superficial e o transporte de sedimentos.

No período seguinte (graf. 02), observa-se que o poder explicativo dessa correlação cai consideravelmente. Já com uma superfície mais estabilizada, a relação entre essas duas informações, nesse último período, reflete uma realidade mais condizente. E permite ao leitor supor que nem toda a chuva é capaz de proporcionar o aparecimento de escoamento e por conta disso, a perda de solo.

Isso acontece porque outros elementos são pertinentes nessa análise, e diante disso fica complicado atribuir obrigatoriamente, o surgimento do escoamento superficial, somente, à ocorrência da chuva. A umidade presente no perfil e a intensidade da chuva são elementos consideráveis nesse processo.

Pensando nisso, a remoção e o transporte de sedimentos no corpo da parcela, não vai ocorrer simplesmente com um único evento chuvoso. Isso fica mais claro quando se observou no decorrer do trabalho, por vários momentos, a deposição de sedimentos na borda da calha receptora (fig. 14). Campos (2004), trabalhando em outra área na região do Triângulo Mineiro, observou também esse fato, ou seja, da acumulação de sedimentos na borda de sua calha receptora, já que nesse trabalho foi utilizado também a mesma metodologia.

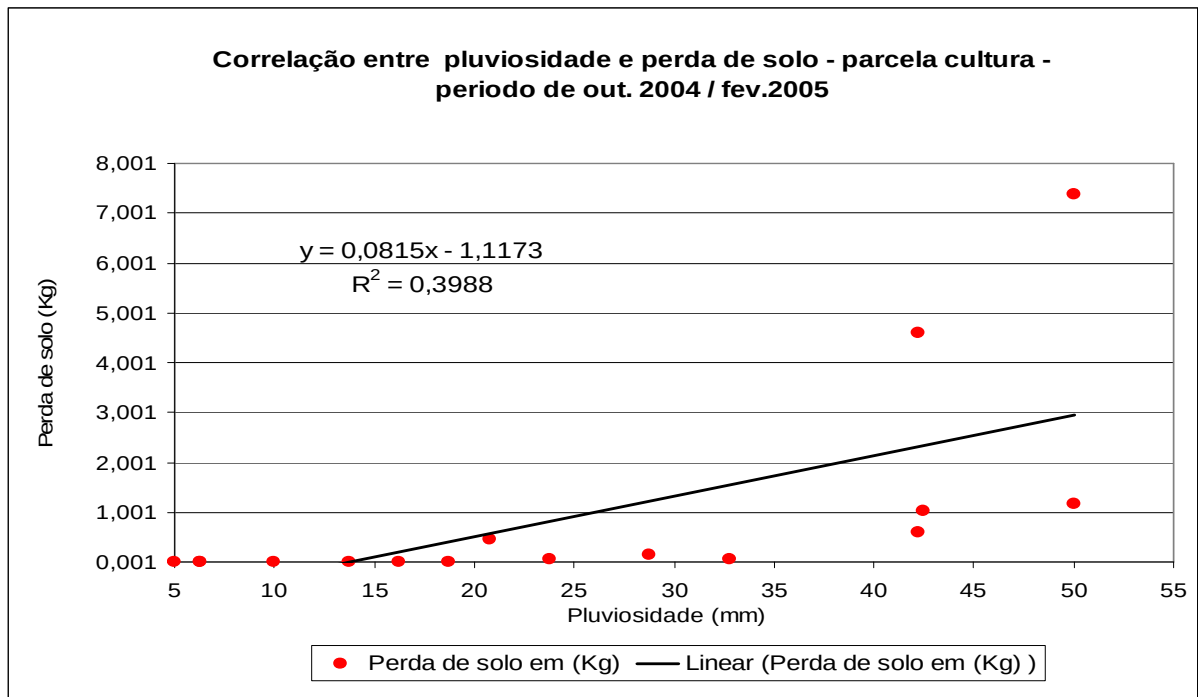
Por isso, entende-se que por vezes um único evento pluvial não é necessariamente suficiente para remover e transportar os sedimentos em diferentes segmentos da vertente até o fundo de vale, ou seja, nem toda chuva é capaz de desagregar e transportar, em um dado período de tempo, sedimentos sobre o corpo da vertente.

Dessa forma é necessário o conhecimento dos outros elementos ligados à textura do solo, cobertura vegetal, teor de umidade e a intensidade da chuva.

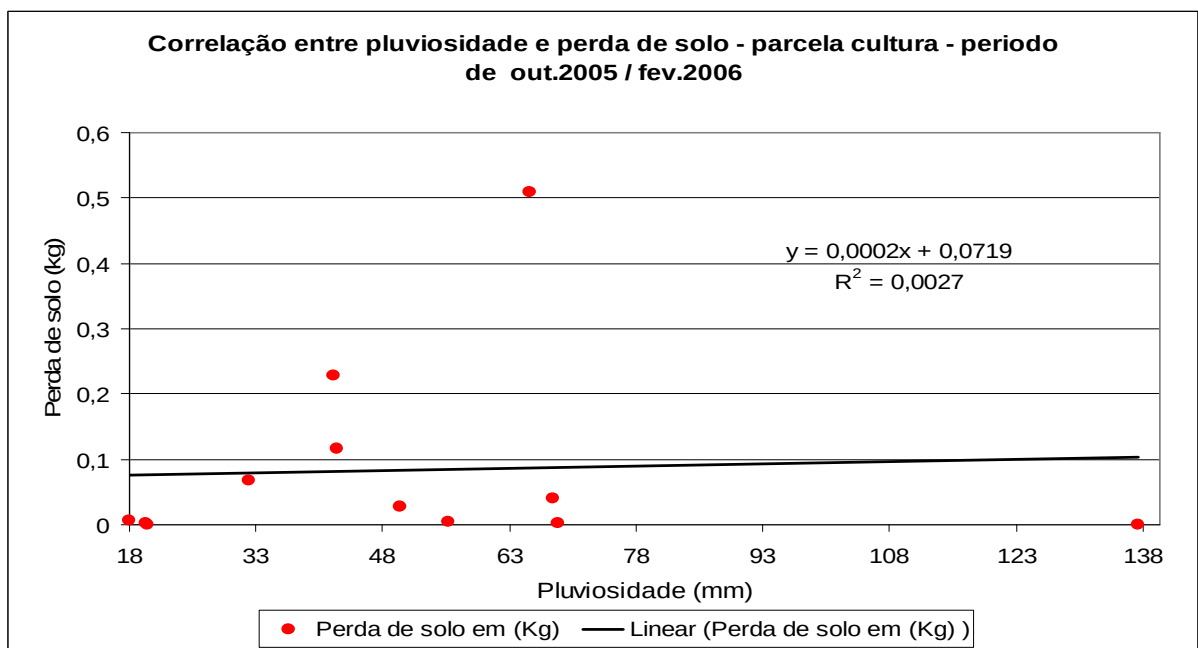


Fig. 14) Sedimento depositado na borda e na parede interna da calha.
Autor: Silva,J.B

Outra correlação se refere aos elementos pluviosidade X perda de solo. Nesses gráficos é possível observar uma correlação baixa entre os mesmos, principalmente, no segundo período. Apesar de que nos dizeres populares basta cair água para perder solo, aqui essa máxima não é bem representada pelos números da pesquisa.



Graf. 03) Correlação de dados parcela cultura
 Autor: Silva, J.B.
 Data: Abril, 2005



Graf. 04) Correlação de dados parcela cultura
 Autor: Silva, J.B.
 Data: Abril, 2005

Essa relação não é linear (graf. 03 e 04). A perda de solo está ligada, sobretudo a outros fatores que não fazem parte da chuva ou não estão ligados diretamente a ela. É perceptível o aumento da perda de solo à medida que aumenta a quantidade de chuva, mas isso não é uma regra. Comprimento de rampa, inclinação, teor de umidade, textura são elementos que podem, em conjunto, servir de banco de informações sobre a influencia da chuva no processo de perda de solo.

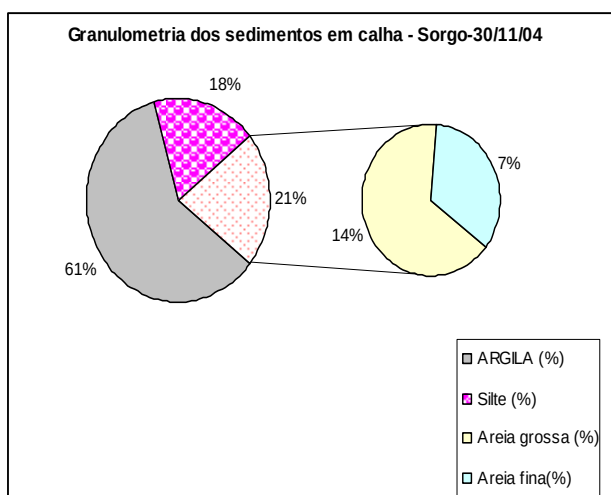
A textura, por exemplo, é imprescindível ao fenômeno da desagregação e transporte de material. Solos mais arenosos, apesar da infiltração ocorrer com facilidade, possuem uma predisposição maior para serem desagregados e transportados para as partes mais baixas do relevo com o passar do tempo. Isso ocorre porque lhes falta uma propriedade bastante importante que é a coesão. No entanto, a perda de solo não é uma marca dos solos arenosos. Solos argilosos e siltosos podem apresentar sérios problemas com erosão.

Por isso, quando se pensa em analisar a perda de solo somente pela textura do mesmo, deve-se lembrar que outros elementos devem ser estudados. Exemplo disso é a presença em maior ou menor grau da matéria orgânica. As argilas possuem uma propriedade bastante significativa que é a expansão. Quando essas se expandem acabam por dificultar a infiltração e, com isso, fica mais difícil a sua remoção, principalmente, quando se apresentam em forma de agregados.

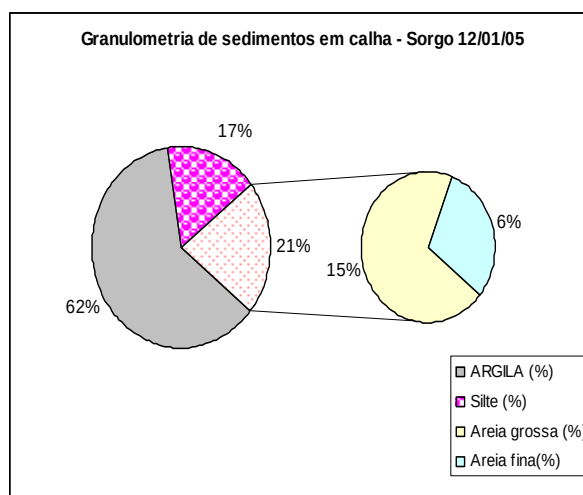
Mesmo assim, os sedimentos encontrados em calha demonstram que a fração argila está sendo eluviada com maior facilidade, até porque, esse elemento apresenta-se em maior proporção do que os demais minerais (silte e areia). A correlação pode ser verificada nos gráficos 05 e 06. Além disso, essa perda de sedimentos também se deve ao fato de que esse mesmo solo foi revolvido para o plantio de sorgo e as plantas não

estavam em tamanho suficiente para exercer algum tipo de proteção maior ao solo dentro da parcela.

Observando os gráficos abaixo, percebe-se claramente que as perdas maiores estão sendo representadas pela fração argila. Nesse caso é importante ter em mente que a argila é uma fração predominante na granulometria deste. Mas, acredita-se que com o revolvimento do solo na parte mais externa do perfil, para o plantio, facilitou a remoção dos sedimentos pela chuva, o que pode ter influenciado na perda de solo. Outro detalhe observado é que as chuvas do segundo período foram maiores que o anterior, mas, foram responsáveis por um escoamento superficial menor do que o período precedente.



Graf. 05: Sedimentos em calha.
Data: 03/2005
Fonte: LAGES/UFU



Graf. 06: Sedimentos em calha
Data: 03/2005
Fonte: LAGES/UFU

A parcela dentro da área destinada à cultura apresentou durante os dois períodos de análise altos e baixos nos valores de perda de solo. Esse comportamento é esperado, pois, não quer dizer, sempre, que choveu perdeu solo. Por isso que no trabalho de Hudson (1933 *apud* GUERRA, 1996) salienta que a correlação entre perda de solo e total de chuva é baixa. No entanto, Guerra *op cit.* sinalizou que há um reconhecimento

do aumento da erosão, à medida que os totais de chuva aumentam, mas, isso não é regra.

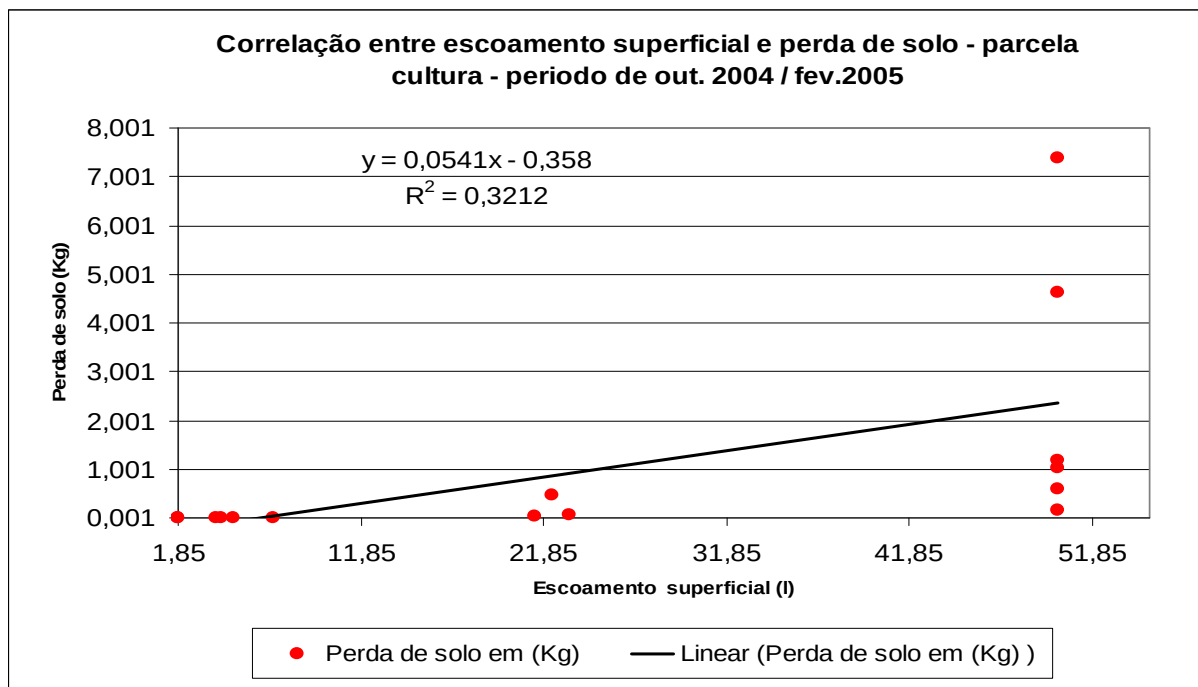
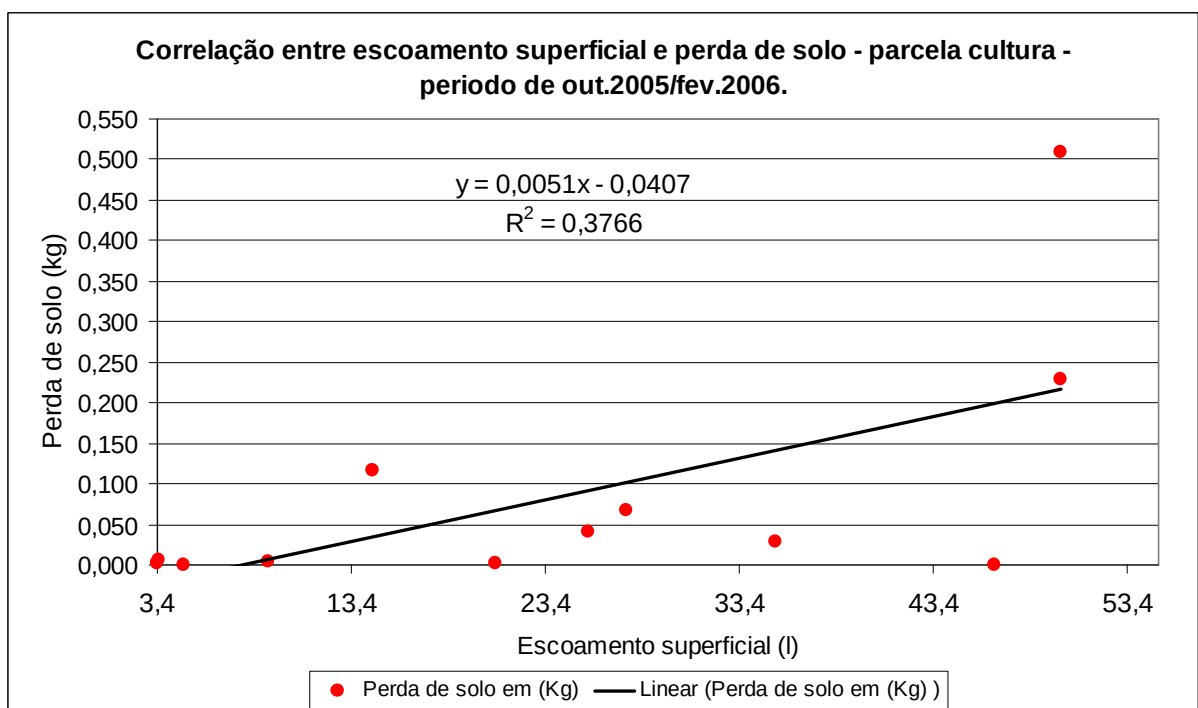


Fig. 07) Correlação de escoamento e perda de solo na parcela de cultura.

Autor.: Silva,J.B.

Fonte: Trabalhos de campo



Graf. 08) Correlação de escoamento e perda de solo na parcela de cultura.

Autor: Silva, J.B.
Fonte: Trabalhos de campo

Esses são gráficos de regressão linear simples. E eles servem, com já mencionado, para demonstrar a dependência que existe entre os dados apresentados. O poder explicativo do modelo (R^2) tem essa função. No seu trabalho Gonçalves (2002) afirma que quanto mais próximo de 1 estiver o valor de R^2 , melhor a qualidade do ajuste, melhor a dependência (aqui entende-se por ligação) entre os dados. É importante chamar a atenção para os resultados que são muito díspares como apresentado nos gráficos anteriores. Aqueles pares que aparecem isolados, distantes da linha de tendência.

Por eles, entende-se que representam resultados, por vezes, diferentes do esperado ou do que se tem idéia mas, isso não quer dizer que estejam errados e sim representam um comportamento diferente, comandados ou influenciados, não só ,pela erosividade da chuva mas também pela erodibilidade dos solos e demais características do ambiente estudado.

Com o que foi apresentado anteriormente, em relação aos gráficos de regressão, a relação que demonstrou maior proximidade (melhor correlação) em comparação nos dois períodos de pesquisa foi o do escoamento X perda de solo (graf. 07 e 08) na página anterior.

Entende-se que nessa relação, o fato da superfície estar revolvida e com agregados destorreados e soltos, pode ter favorecido a infiltração e uma posterior saturação, o que culminou com processo de retirada de material da superfície (em suspensão). Outro ponto que pode ter influenciado o surgimento do escoamento, além

do já mencionado, é a compactação do solo, percebida no decorrer da tradagem realizada para a coleta de amostras de solo. Essa dificuldade foi percebida numa boa parte da tradagem, onde no intervalo de 10 a 30 cm demonstrou ser maior e mais cansativa.

Na sua pesquisa de doutorado, nesse mesmo município, Baccaro (1990) também chamou atenção para as perdas de material em suspensão. Notadamente, observou que a relação escoamento pluvial e material em suspensão nas vertentes convexas revestidas pelo capim *brachiaria*, foram altas, porém, apresentaram quantidade menor do que na porção côncava da vertente.

A pesquisadora, referida anteriormente, demonstrou no seu trabalho que a maior perda de material em suspensão ocorreu no período de outubro de 1985 a março de 1986, que teve um acumulado pluviométrico de 926 mm. A essa ocorrência, a pesquisadora atribuiu alguns fatores importantes que não podem ser esquecidos e que em conjunto ou separadamente influenciam no processo erosivo, são eles; o período de ressecamento anterior ao período de chuva, cobertura vegetal, a morfologia da vertente, a textura do solo e a estrutura da camada superficial do solo. Esse ambiente trabalhado pela pesquisadora, apresentou a granulometria do solo com 70% (em média) de areia fina, 7% de silte e 15% de argila. Isso é um fator que contribui bastante para a remoção desses materiais superficiais.

Porém é fato relevante analisar a chuva como agente erosivo e, portanto, além, de sua quantidade, ela pode ao longo do tempo, causar o surgimento do escoamento superficial que demanda a ação de desagregação e transporte de sedimentos na superfície. Para explicitar melhor o referido, uma análise sobre as tabelas seguintes referentes a cada uso do solo ajudam a refletir um pouco mais sobre o processo.

Tab.II) Pluviosidade na parcela da área agrícola (2004/2005)

Pluviosidade (mm)	Frequência Absoluta (f)	Frequência Relativa (%) (fr) = f/n*100	Escoamento pluvial acumulado (EP) em litros	Média de EP em litros.	Perda de solo acumulado em (kg) no intervalo	Media de perda de solo (kg)
5 --16.25	6	37.50	20.75	3.45	0.022	0.003
16.25 --27.50	3	18.75	48.55	16.18	0.515	0.171
27.50 --38.75	2	12.50	73.30	36,65	0.208	0,104
38.75 --50.00	5	31.25	250	50	14.751	0.289
Total	16	100 %	392.6		15.496	

n é igual ao número total de frequência absoluta.

Fonte: Trabalhos de campo em 2004/2005.

Org.: Silva, J.B.

A tabela anterior reúne os dados de pluviosidade e os acumulados de perda de solo e escoamento superficial (EP). Todos os intervalos chuvosos foram capazes de produzir escoamento e também perda de solo. Fato é que não existe, sempre, relação direta com a chuva e a perda de solo, e nem que as maiores pluviosidades são, necessariamente, as responsáveis pelas maiores perdas de solo.

O índice de 37.50% foi referente às primeiras chuvas que ocorreram nos meses de outubro e novembro desencadeando dentro da parcela um escoamento acumulado que propiciou a perda de solo de 0.022 kg. Essa análise permite a dedução de que o escoamento não foi tão evidente em função do estado do solo no momento da chegada dessa água pluvial na superfície. As chuvas ainda espaçadas, não foram suficientemente capazes de suprir a necessidade hídrica do solo. Dessa maneira, a água tende a sofrer mais o processo de infiltração em razão de sua escassez nesse sistema, do que, obrigatoriamente, correr sobre a superfície.

Análise diferente se faz para a última classe, onde, a quantidade maior de chuva foi capaz de causar um maior escoamento e também a maior perda de solo. As

pluviosidades nesse intervalo se referem ao final de dezembro/2004 e aos meses de janeiro e fevereiro de 2005.

Nesse contexto outras características do solo que já sofreram alteração em função da chuva ocorrida nos dias anteriores propiciam condições mais favoráveis ao surgimento e a ação do escoamento superficial, ocasionando uma maior perda de sedimentos. Até o referido tempo já havia ocorrido eventos pluviométricos – desde outubro - totalizando 161.15mm.

Então se pode associar a capacidade de infiltração do solo já tenha sido atingida, pelo menos, na parte mais superficial variando de 0 aos 30 cm de profundidade, já que , nesse intervalo notou-se ao longo das tradagens, uma dificuldade a penetração do trado. E com isso, a ação do escoamento superficial se torna mais forte e capaz de transportar mais material devido a pouca infiltração nesse local. Na tabela III, os valores de chuva entre 18 e 58 mm foram os responsáveis pela maior quantidade de escoamento superficial no período, correspondendo a quase 70% da quantidade de volume de chuva. Esses valores evidenciam mais uma vez o papel do fator tempo e das características do solo – teor de umidade principalmente - no dado momento em que a chuva ocorre.

Os elementos chuva e tempo são informações que necessitam de mais atenção para a compreensão do seu efeito frente à erosão superficial. Pelos números apresentados nas tabelas sobre a pluviosidade em todos os usos da área é possível perceber que não existe uma relação direta com a chuva. O surgimento do escoamento superficial e a perda de solo não estão diretamente ligados à quantidade de chuva no ambiente.

Acredita-se que esse início é influenciado pela velocidade de percolação da água no perfil e o tempo gasto para que isso ocorra. Com isso, o surgimento do escoamento está fadado a surgir na superfície e dar continuidade ao processo de desagregação das partículas do solo.

Tab. III) Pluviosidade na parcela da área agrícola (2005/2006)

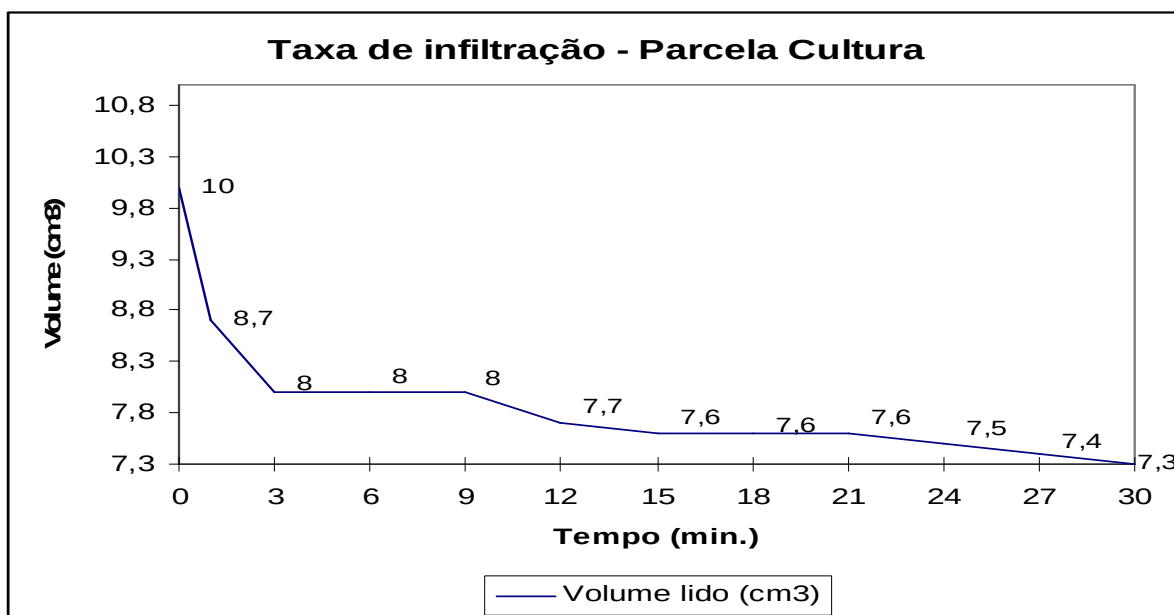
Pluviosidade (mm)	Frequência Absoluta (f)	Frequência Relativa (%) (fr) = $f/n*100$	Escoamento pluvial acumulado (EP) em litros	Média de EP em litros.	Perda de solo acumulado em (kg) no intervalo	Media de perda de solo (kg)
18 --58	8	66.6	148.23	18,25	0.456	0.057
58 --98	3	25.1	96.45	32,15	0.533	0.177
98 --138	1	8.3	46.5	46,5	0	0
Total	12	100%	291.18		1.009	

n é igual ao número total de frequência absoluta.

Fonte: Trabalhos de campo em 2005/2006.

De acordo com o teste, a infiltração foi mais forte nos primeiros três minutos e, posteriormente, houve certa lentidão na continuidade do processo que se acredita estar influenciada pela compactação da superfície.

Essa possibilidade pode ser entendida pelo gráfico 09, pois, o mesmo mostra a evolução da velocidade de infiltração no solo próximo à parcela da cultura.



Graf. 09) Taxa de infiltração na área de cultura
 Data: Junho/ 2005.
 Org.: Silva, J.B.

Essa barreira (compactação) foi percebida no momento da gradagem, principalmente no intervalo de 10 a 30 cm. Diante disso, é compreensível a lentidão no processo de infiltração, que por vezes, vai favorecer o surgimento do escoamento superficial de forma mais rápida. Outro aspecto que merece atenção é que nesse período o solo estava sendo trabalhado para o plantio de sorgo e dessa forma, ele foi todo revolvido pelo maquinário a fim de receber as sementes.

Assim, os agregados inteiros e aqueles que foram esmagados ficam expostos e facilitam a ação do transporte de material realizada pela chuva. A perda de solo não pode ser associada somente à quantidade da chuva no ambiente, mas, atentar para a sua duração é relevante. Ela sozinha pode não ser capaz de causar a perda de solo, outras características do ambiente que estão sendo aproveitadas devem ser levadas em conta. E isso se refere à condição da cobertura vegetal, tipo de solo, umidade no solo, entre outros já mencionados anteriormente.

Para enfatizar a questão da duração do evento pluviométrico, foi conseguido em campo - após um acampamento frustrado para monitorar a chuva, escoamento superficial e perda de solo no mês de janeiro de 2006 - de maneira totalmente surpresa, presenciar dois eventos pluviométricos de durações e resultados distintos durante um trabalho de campo para coleta de água e sedimentos nas estações no dia 23/02/2006.

O referido gráfico (graf. 10) apresenta duas situações e ações distintas da chuva presenciada no local. Os dados pluviométricos estão separados por períodos de tempo (com intervalos de 5 minutos) a partir da hora registrada pelo pluviógrafo (instalado em jan./2006). O primeiro momento iniciou-se às 13:40h e os resultados alcançados são referentes a um período de 25 minutos, com 9.6 mm de chuva e um escoamento de 1.8 litros. Esse evento foi capaz de gerar uma perda de solo de 0,026 kg. Então passados 35 minutos aconteceu outro evento produzindo uma quantidade de 10.8 mm de chuva em um espaço de tempo de 90 minutos. Esse último foi capaz de gerar um escoamento de 5,2 litros e uma perda de solo de 0,001 kg.

Analisando os eventos, nota-se a diferença em relação à quantidade de volume escoado. Presume-se que o ocorrido no primeiro momento está associado à quantidade de chuva em um intervalo de tempo mais reduzido (35 minutos). Isso também é reforçado pelo fato de que o último evento chuvoso ocorreu no dia anterior por volta das 19:20h, com uma pluviosidade de apenas 0,2mm.

Por isso, que nesse evento, acredita-se que o condicionante da perda de solo e o volume escoado, para essa realidade, estão ligados à intensidade do evento chuvoso. Como nesse dia o grupo foi pego de surpresa, não foi possível fazer uma tomada da umidade superficial, o que ajudaria no entendimento de alguns itens ligados ao assunto.

O solo nessa área é bastante argiloso e isso acaba por conferir ao mesmo, a retenção por mais tempo, da umidade presente no solo, em função da potencial propriedade de hidratação que as argilas possuem. Isso agrega a elas, a capacidade de perder umidade mais lentamente do que se comparando com solos arenosos.



Graf. 10: Relação tempo X pluviosidade na parcela de cultura.
Fonte: Trabalho de campo
Autor: Silva, J.B.

Diante disso é presumível o fato da ocorrência de diferentes quantidades de escoamento superficial para os eventos pluviais, nesse caso, para eventos com diferentes durações e também quantidade de água. A possibilidade do surgimento repentino do fluxo superficial, influenciada pela capacidade que o solo argiloso tem de reter a água por mais tempo, tende a desencadear uma ação erosiva na superfície mais rápida ao longo do tempo. Diante disso o poder de causar a desagregação por atrito, auxilia a retirar e posteriormente, transportar os sedimentos como aconteceu com o evento 2.

Porém é relevante atentar que a perda de solo reduzida no evento 2, mesmo possuindo, uma maior pluviosidade e escoamento, não foram capazes de retirar material proporcional aos dados mencionados. Isso, pelo que se tem observado no decorrer dessa pesquisa, mostra que a intensidade do evento é fonte de desagregação de materiais superficiais, aliado as condições momentâneas do solo. Assim, como o solo superficial já deveria estar mais úmido, em razão, do evento anterior, as argilas expandidas ficam mais firmes quando agregadas umas as outras.

Nessa pesquisa, os fatores intensidade, energia cinética, e também a cobertura vegetal influenciam de maneira bastante intensa, já que nessa parcela, a cobertura vegetal não é homogênea e dessa maneira, a energia cinética da gota de chuva não foi retardada a contento.

Outra questão é que dentro da parcela de cultura (sorgo na época) foram identificados alguns formigueiros com suas entradas com diferentes tamanhos, o que pode favorecer o processo de infiltração, e deve-se lembrar que esses formigueiros podem servir de dutos para água em superfície, podendo mascarar o resultado sobre o escoamento superficial (EP) e da perda de solo.

Com isso, a remoção, o transporte e até o escoamento superficial podem apresentar resultados intrigantes como os registrados nos dias 12/01/05 que teve uma perda de solo de 0,7283 kg do período de 30/12/04 a 12/01/05 e o dia 18/01/05 referente ao período de 12/01/05 a 18/01/05 com uma perda de 4,024kg relacionados ao mesmo total de chuva de 42,25mm. E, provavelmente, esses motivos podem direcionar as interpretações do pesquisador para um lado não muito correto. Mesmo sendo uma situação natural no ambiente, deve-se atentar que o material trazido à superfície não foi desagregado pela energia cinética da gota de chuva.

A presença desses formigueiros pode apontar para resultados curiosos tanto para o escoamento superficial quanto para a perda de solo, proporcionando uma maior “infiltração” dos canais difusos que se formam no interior da parcela ou, maior “remoção” dos sedimentos que são trazidos a superfície como mostra a figura 15.



Fig. 15) Vista de alguns formigueiros encontrados dentro da parcela de uso agrícola (sorgo).

Autor: Silva, J.B.

Data: 05/2005.

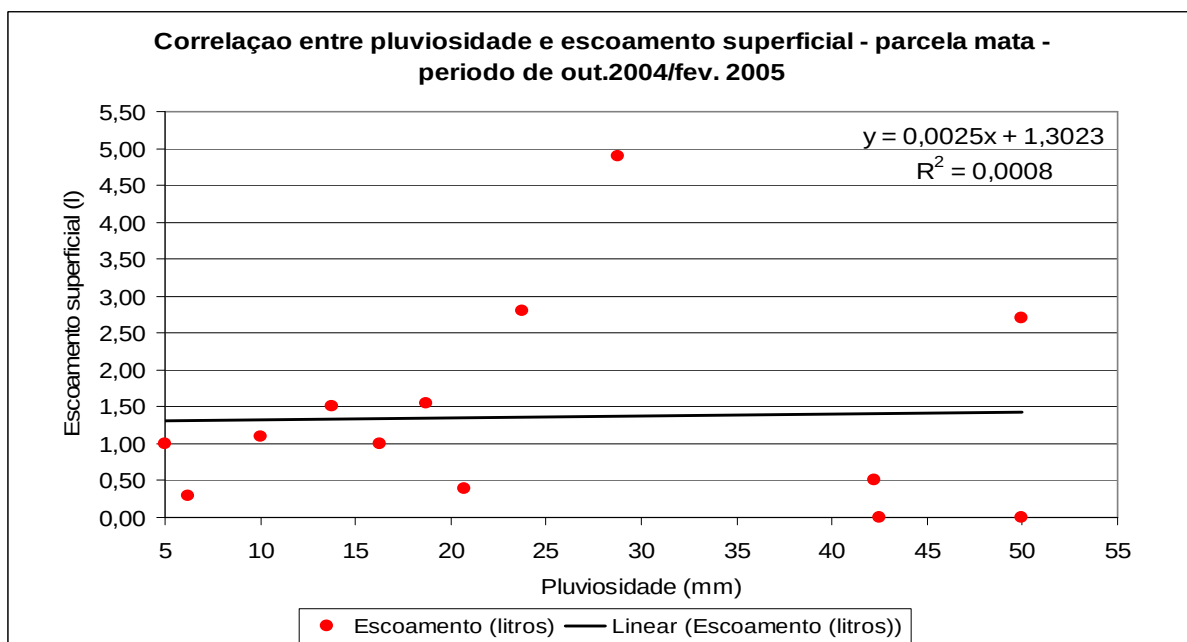
Uma dinâmica diferente ocorre na parcela da mata (graf.11 e 12). Os resultados alcançados são bastante diferentes da realidade mencionada anteriormente. A perda de solo é bem reduzida, visto que, a cobertura vegetal, serrapilheira (*litter*) e a forma como a as gotas de chuva atuam sob o dossel, facilitam o retardo da energia cinética das gotas e auxilia no processo de infiltração. E a relação entre pluviosidade e perda de solo é bastante distante.

A densidade de cobertura vegetal auxilia bastante no retardo do processo erosivo. Até mesmo o fluxo de tronco (*stemflow*) tem sua ação também reduzida quando se tem sobre o solo uma camada de serrapilheira bastante homogênea e que seja capaz então de assumir o papel de “redutor” de velocidade desse fluxo no encontro do tronco das árvores com o solo.

Dessa maneira garante maior infiltração, pois, esse processo ocorre com facilidade bastante grande em função também da porosidade do solo proporcionada pela presença de matéria orgânica. No trabalho de Evans (1980 *apud* GUERRA, 1996) ele

reforçou que uma área com alta intensidade de cobertura, o *runoff* e a erosão ocorrem em taxas baixas, especialmente se houver uma cobertura de serrapilheira (*litter*) no solo, que intercepta as gotas de chuva que caem através dos galhos e folhas.

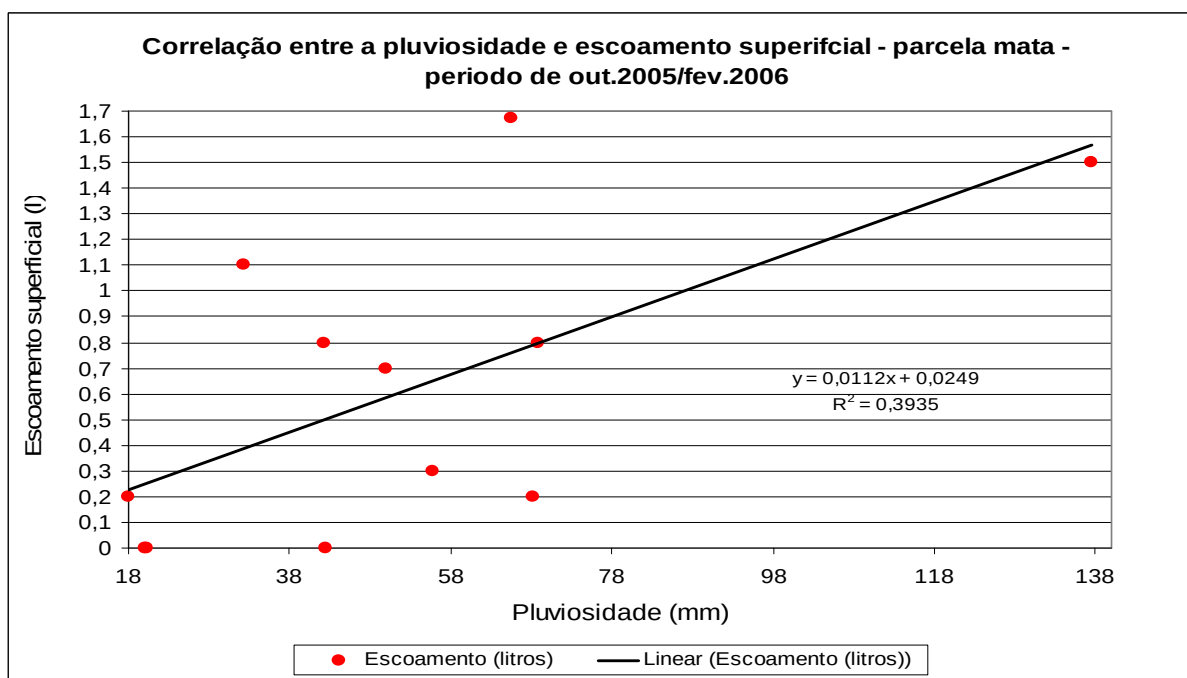
No seu trabalho *Ambiente e Apropriação do relevo*, Casseti (1991) enfatizou o resultado positivo de uma boa cobertura e que, a mesma, é sinônimo de estabilização das vertentes, contribuindo consideravelmente para a intensificação do processo da componente perpendicular e conseqüente pedogenização, ao mesmo tempo em que atenua a ação do componente paralelo, restringindo a participação da morfogênese.



Graf.11: Correlação entre pluviosidade e escoamento superficial - parcela da Mata.

Autor: Silva, J. B.

Fonte: Trabalhos de campo no local.



Graf.12: Correlação entre pluviosidade e escoamento superficial - parcela da Mata.

Autor: Silva, J. B.

Fonte: Trabalhos de campo no local.

Torna-se interessante mencionar que os totais pluviométricos são os mesmos para toda área onde estão localizadas as parcelas (mata, pasto e cultura), no entanto, pode-se até pensar que o total de chuva é o mesmo, mas, a quantidade dessa chuva que chega ao solo é diferente.

Ela fica reduzida (energia cinética) em função da interceptação pelo dossel dessa cobertura, e o escoamento superficial gerado, por vezes, não é suficientemente capaz de remover e muito menos transportar esses sedimentos em um único evento pluvial.

Nesse local onde está localizada a parcela (fig. 16) encontra-se uma mata mesofítica do tipo mata de galeria, que envolve uma das nascentes do Córrego do Glória, ressalta-se nessa figura a cobertura de serrapilheira (b) bastante intensa, o que favorece substancialmente o processo de infiltração.



Fig. 16) Vista da parcela (a) e detalhe da cobertura interna de serrapilheira (*litter*) em (b).

Autor: Silva,J.B.

Data: 05/2005

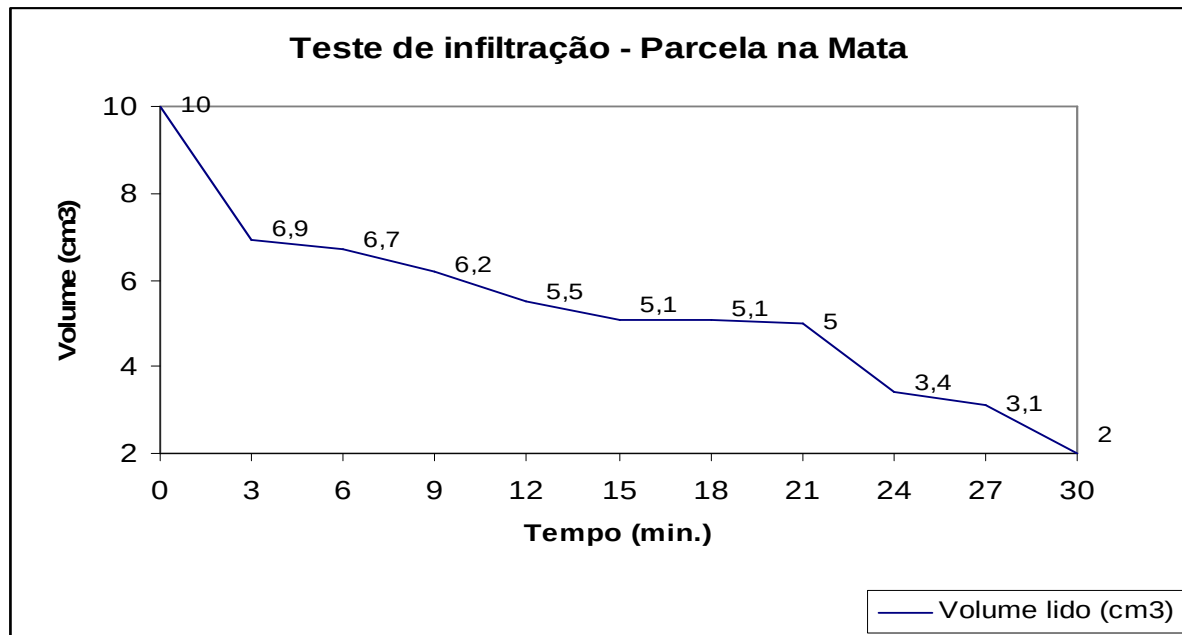
As correlações apresentam uma disparidade quando comparados os períodos que cada uma representa. O gráfico 11 anteriormente citado mostra uma relação muito pequena entre os elementos estudados. Eles são quase nulos e pode-se pensar que a mesma é uma relação bastante difícil de acontecer, já que nem sempre quando chove há escoamento pela superfície.

Muitos são os trabalhos que enfatizam a importância da cobertura vegetal e sua relação com a produção de matéria orgânica pro solo. Essa característica permite uma maior porosidade ao mesmo e facilita com isso a infiltração de água no perfil, além de servir como anteparo a ação direta da gota da chuva no solo (*splash erosion*). Evidentemente, aqui a componente perpendicular irá ser bastante favorecida.

Mas é importante salientar que a pluviosidade que representa o período do gráfico 11 foi de 328 mm contra 621 mm no período representado pelo gráfico 12. Apesar de ter a maior quantidade de chuva, não quer dizer que proporcionou o maior escoamento. E isso é uma situação percebida, principalmente, na área da mata.

O fator tempo é um elemento bastante importante a ser analisado em estudos ligados a erosão superficial, seja qual for o uso dado o ambiente, pois, uma quantidade menor ou maior de chuva em um espaço temporal reduzido poderá causar o escoamento em superfície e até de maneira mais agressiva. Em outra situação e num espaço temporal mais extenso a chuva e o processo de infiltração poderão ser bem distribuídos; facilitando o processo de percolação da água e a formação de solos.

O teste de infiltração abaixo (graf.13) demonstra como a água pode se comportar num ambiente considerado equilibrado.



Graf. 13) Teste de infiltração na parcela da Mata.

Data: junho/2005

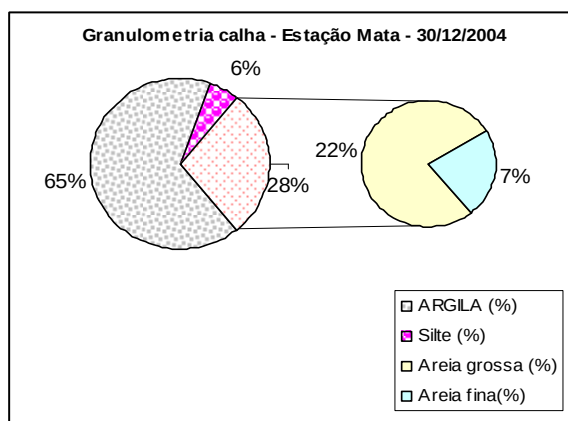
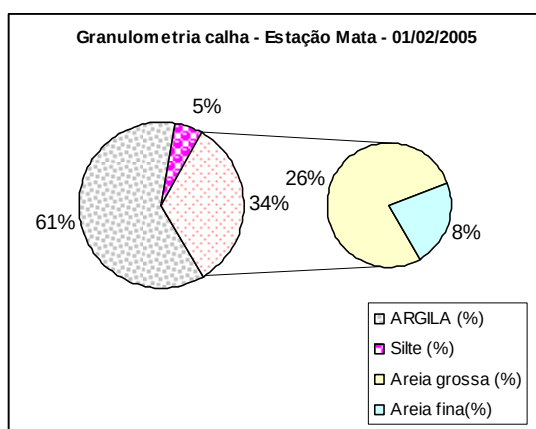
Autor: Silva,J.B.

Os resultados de perdas de solo registradas, até o momento, nessa parcela refletem o que já foi mencionado sobre a importância da cobertura vegetal e de sua serrapilheira. Essa perda está sendo até o momento, atribuída a determinados pontos dentro da parcela em que o *litter* não recobre a superfície de maneira uniforme. E, além disso, a atividade desenvolvida por formigas e outros insetos que revolvem o solo para construir suas moradas, trazendo a superfície sedimentos que podem então, influenciar os resultados da pesquisa, ou seja, sedimentos que não são resultados da ação de destacamento pluvioerosiva.

Entende-se que poderia haver uma quantidade maior de informações sobre o escoamento superficial e de uma possível perda de solo, mas, em determinadas

ocasiões, os tanques de captação estavam tombados e dessa forma, não foi possível demonstrar mais resultados.

Dentro dos poucos sedimentos encontrados na calha dessa estação, houve um momento em que foi possível levar a amostra para o laboratório LAGES/UFU para que fosse feita a observação das frações que estão sendo transportadas com maior facilidade dentro da parcela, quando existem. Assim obteve-se o seguinte:



Graf. 14) Granulometria de sedimento em calha
Data: 03/2005
Fonte: LAGES/UFU

Graf.15) Granulometria de sedimento em calha
Data: 03/2005
Fonte: LAGES/UFU

De acordo os resultados acima, percebe-se que aqui também a argila está sofrendo maior remoção e transporte. Isso pode estar relacionado ao fato da mesma ser a menor fração granulométrica do solo, menor que 0,002 mm e também pode estar relacionado à sua proporcionalidade em superfície, equivalendo a 70,1%.

Outro detalhe é lembrar que, assim como, na parcela da cultura, a da mata, também possui no seu interior espaços da superfície com cobertura irregular de *litter*, o que deixa o topo do solo (*topsoil*) vulnerável a uma ação mais concentrada do *splash* e do escoamento local. A relação da perda de solo e chuva está representada nas tabelas a seguir, que reforçam a questão da proteção exercida pela cobertura vegetal ao ambiente.

Tab. IV) Pluviosidade na parcela da mata (2004/2005)

Pluviosidade (mm)	Frequência Absoluta (f)	Frequência Relativa (%) (fr) = $f/n*100$	Escoamento pluvial acumulado (EP) em litros	Média do EP em litros	Perda de solo acumulado em (kg) no intervalo	Média de perda de solo em (kg).
5 -- 17.48	5	38.46	4.9	0.98	0.001	0.0002
17.48 -- 29.96	4	30.77	9.65	2.41	0.015	0.0030
29.96 -- 42.44	1	7.70	0.5	0.50	0.000	0.0000
42.44 -- 54.92	3	23.07	2.7	0.90	0.001	0.0000
Total	13	100 %	17.75		0.017	

n é igual ao número total de frequência absoluta.

Fonte: Trabalhos de campo em 2004/2005.

Tab.V) Pluviosidade na parcela da mata (2005/2006)

Pluviosidade (mm)	Frequência Absoluta (f)	Frequência Relativa (%) (fr) = $f/n*100$	Escoamento pluvial acumulado (EP) em litros	Média do EP em litros	Perda de solo acumulada em (kg) no intervalo	Média de perda de solo em (kg)
18 --52.50	7	58.33	2.8	0.40	0.0	0.0
52.50 --87.00	4	33.33	2.97	0.74	0.0	0.0
87.00 --121.50	-	-	-	-	-	-
121.50 -- 156	1	8.34	1.5	1.5	0.0	0.0
Total	12	100	7.27		0.0	

n é igual ao número total de frequência absoluta.

Fonte: Trabalhos de campo em 2005/2006.

Nessa situação, ao se comparar os dados de perda de sedimentos com os resultados referentes ao da cultura, percebe-se que a cobertura vegetal influencia consideravelmente a ação da água e do vento (por conta da sua rugosidade). Em

praticamente todas as classes de pluviosidade, percebe-se o reduzido escoamento superficial, em função, da infiltração dinamizada pela matéria orgânica em vários estágios de decomposição, porosidade e a presença de raízes etc.

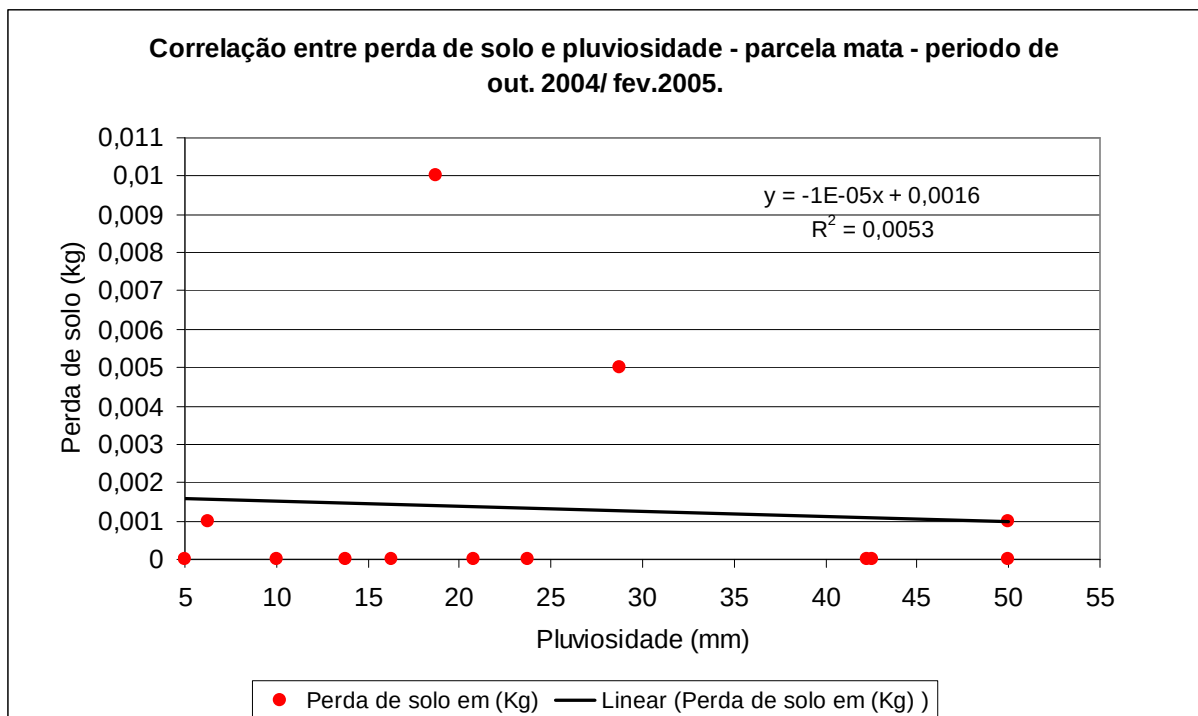
Em sua pesquisa de mestrado trabalhando com a mesma linha metodológica Campos (2004) também constatou que a velocidade de infiltração, está ligada com a densidade da cobertura vegetal e a sua serrapilheira. Ele observou isso, em testes realizados em área de reflorestamento e uma área de mata mesofítica com as suas respectivas produções de *litter*, e entendeu que esse ao se incorporar ao solo, confere ao mesmo uma maior facilidade ao processo de infiltração. Além disso, esses materiais ao se decomporem auxiliam na própria estruturação do solo.

Analisando as duas tabelas da mata (tab. IV e V) na pagina anterior, percebe-se que a perda de solo está associada aos eventos pluviais que não ultrapassaram 30 mm de chuva. No período referente a 2004/2005, as perdas de solo estão associadas, principalmente, no ano de 2004, ao material que foi trazido a superfície em função da sua construção podendo ser facilmente transportado para a parte inferior da parcela. Porém, para o período seguinte, observou-se que não houve perda de solo, no entanto, não quer dizer que não houve mobilização de material. A questão é que o mesmo não foi suficientemente capaz de transportar sedimentos até o final da parcela. Pensa-se assim, pelo fato de em vários momentos de coleta em campo, encontrar água no reservatório, mas não tinha sedimentos na calha.

Mas, no entanto, foram encontradas folhas e pequenos frutos na borda da mesma, o que evidencia uma ação mais moderada do escoamento, até porque se encontra na superfície uma camada variável de serrapilheira cobrindo o solo de maneira

bastante uniforme. Essa ação de remoção de material pelo fluxo superficial ocorre em função dos diferentes tamanhos e peso dos elementos em superfície.

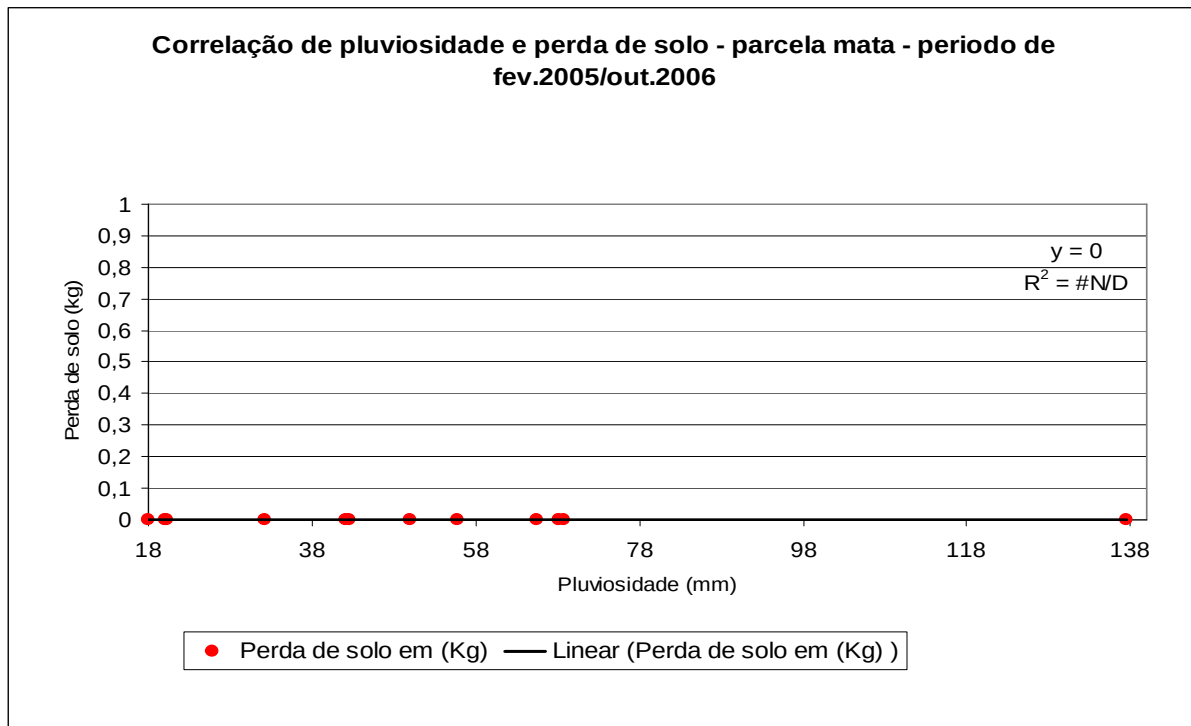
Então, os gráficos 16 e 17 ressaltam a correlação entre pluviosidade e perda de solo, que nesse caso, é menor devido à natureza da cobertura vegetal reforçada pela camada de serrapilheira bastante densa no ambiente pesquisado. Exemplificando o que foi discutido anteriormente.



Graf. 16) Correlação entre perda de solo e pluviosidade - parcela da Mata.

Autor: Silva, J. B.

Fonte: Trabalhos de campo no local.



Graf. 17) Correlação entre perda de solo e pluviosidade - parcela da Mata.
 Autor: Silva, J. B.
 Fonte: Trabalhos de campo no local.

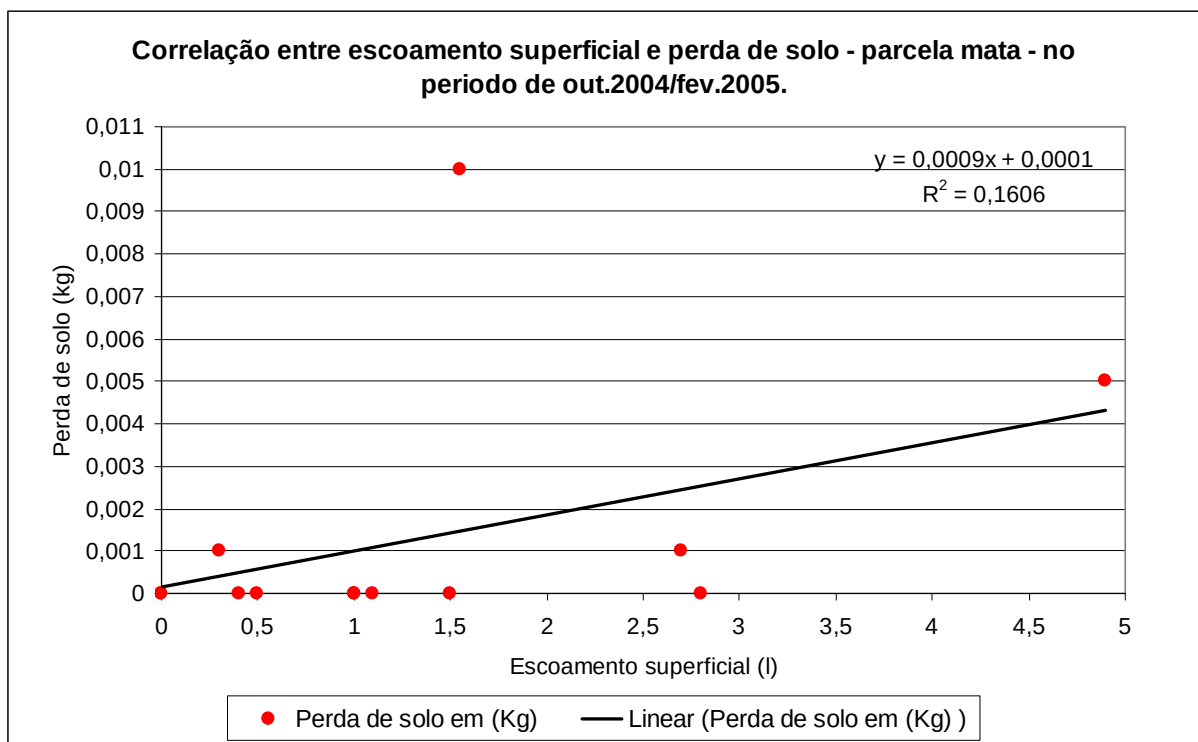
Outra relação é a da perda de solo e o escoamento superficial (graf. 18 e 19). Dentro da mata a perda de solo não é fator preocupante ou que chame a atenção, pois, dependendo da intensidade da chuva, a retirada de material fica condicionada ao atrito que, porventura, possa ocorrer em função de um suposto escoamento superficial.

É claro que dentro da área de mata a forma como a chuva a penetra, com gotas maiores e com a água escorrendo pelos troncos podem influenciar a perda de sedimentos. Porém observou-se nas leituras e na própria pesquisa, que esse comportamento favorece muito mais a infiltração em detrimento do escoamento. A ação do *splash erosion* é bastante retardada, haja vista que, a sua presença é reduzida.

A serrapilheira ajuda na conservação da umidade presente no solo impedindo o seu ressecamento, dificultando a evaporação de água do solo, favorecendo uma maior decomposição da matéria orgânica e diminuindo as oscilações de temperatura na sua

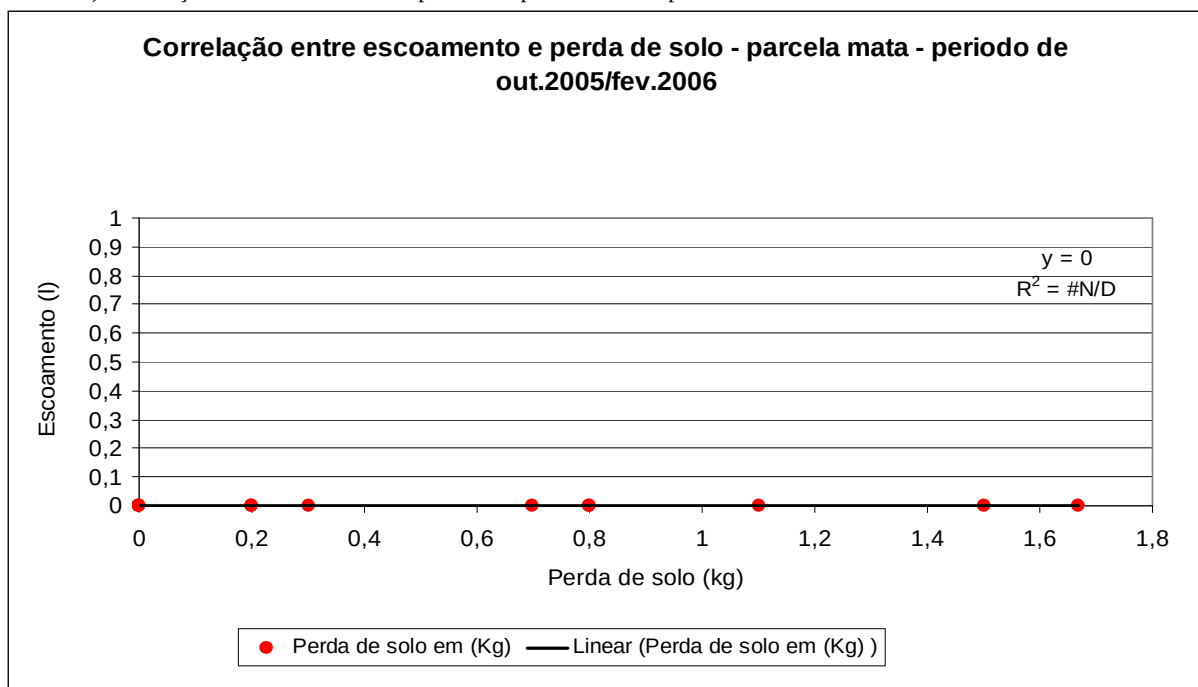
superfície. A umidade fica retida por mais tempo também, em função da quantidade de argila presente nesse solo, acima da ordem de 76%, como mostrou o quadro de granulometria das amostras coletadas.

Isso revela uma vantagem que favorece o surgimento da componente perpendicular que é sinônimo, de processos formadores de solos (pedogênese). Talvez esteja aí uma explicação para a alta concentração de argila nas amostras coletadas no segmento I do perfil. O contrário tende a ocorrer no solo da área da cultura, onde, evidencia o surgimento do componente paralelo (escoamento superficial) desagregando os elementos superficiais.



Graf. 18) Correlação entre escoamento superficial e perda de solo - parcela da Mata.
Autor: Silva, J. B.

Fonte: Trabalhos de campo no local.
Graf. 19) Correlação entre escoamento superficial e perda de solo - parcela da Mata.



Autor: Silva, J. B.
Fonte: Trabalhos de campo no local.

A parcela localizada na pastagem (fig.17) também apresenta resultados de perda de solo por fluxos superficiais apesar de ter uma cobertura vegetal rasteira, porém, mais uniforme.

Em relação a isso, a ação do *splash erosion* fica mais comprometida, já que, mesmo não tendo uma cobertura arbórea, a que existe vem desempenhando um papel de proteção relativa, em face da dissipação de energia da gota de chuva ser bem mais eficiente nessa estação experimental do que na parcela da área agrícola e menos do que a parcela da mata.



Fig. 17) Vista parcial da pastagem (a) e foto da parcela localizada na mesma área (b)
Autor: Silva,J.B.

A perda de solo é muito baixa para o período estudado. Essa cobertura é muito mais satisfatória do que a exercida por outras gramíneas como a grama cuiabana (*Paspalum nonatum Flug*), devido ao seu porte e densidade de vegetação na superfície.

A perda de solo nessa parcela está ligada a determinados espaços entre os tufo de grama – que se acentuam mais durante o inverno seco - e são esses espaços que recebem diretamente a ação da gota de chuva no período das águas.

A remoção de sedimentos se faz mais efetiva, até porque, o ressecamento da superfície é real e com isso a superfície fica mais endurecida facilitando o surgimento de um escoamento mais rápido, com isso, o transporte para a parte baixa da parcela pode ocorrer com maior facilidade. Dessa forma, no período inicial dos eventos chuvosos na região, possivelmente, as regiões ocupadas por pastagem desta categoria sofrerão as maiores perdas de sedimentos em face dela estar degradada e baixa. Junta-se a isso, o fato do gado alimentar-se da mesma.

Evidentemente, que a parcela precisa representar o mais fiel possível a situação que ocorre no entorno, sendo assim, alguns espaços que surgem dentro da parcela são “construídos” pelo próprio pesquisador para fazer jus ao momento em que o gado se alimenta da cobertura do entorno e a deixa com aspecto degradado.

É fato relatar que pela presença de uma cobertura vegetal mais homogenia, proporciona uma maior facilidade para a infiltração de água no solo. A quantidade de raízes presentes nesse tipo de pastagem e na mata acaba influenciando esse processo e retardando a saturação do solo.

Tab.VI) Pluviosidade na parcela da área de pastagem (2004/2005)

Pluviosidade (mm)	Frequência Absoluta (f)	Frequência Relativa (%) (fr) = $f/n \cdot 100$	Escoamento pluvial acumulado (EP) em litros	Média do EP em litros	Perda de solo acumulado em (kg) no intervalo	Média da perda de solo em (kg).
5 --16.25	6	37.5	17.75	2.95	0.000	0.000
16.25 --27.50	3	18.75	13.8	4.60	0.003	0.001
27.50 --38.75	2	12.5	23.85	11.92	0.001	0.0005
38.75 --50.00	5	31.25	99.9	19.98	0.004	0.0008
Total	16	100 %	155.3		0.008	

n é igual ao número total de frequência absoluta.

Fonte: Trabalhos de campo em 2004/2005.

Tab.VII) Pluviosidade na parcela da área de pastagem (2005/2006)

Pluviosidade (mm)	Frequência Absoluta (f)	Frequência Relativa (%) (fr) = $f/n \cdot 100$	Escoamento pluvial acumulado (EP) em litros	Média do EP em litros	Perda de solo acumulado em (kg) no intervalo	Média da perda de solo em kg
18 --58	8	66.6	37.62	4.70	0.001	0.000
58 --98	3	25.1	19.00	6.33	0.005	0.001
98 --138	1	8.3	22.00	22.00	0.001	0.001
Total	12	100 %	78.62		0.007	

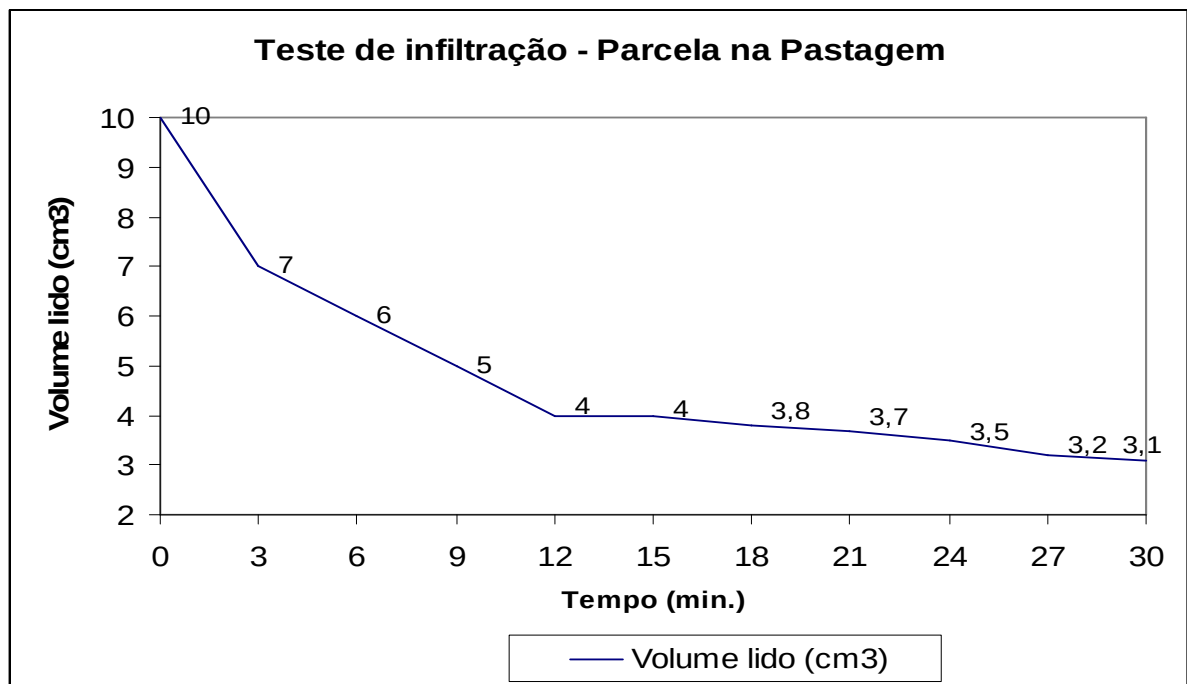
n é igual ao número total de frequência absoluta.

Fonte: Trabalhos de campo em 2005/2006.

Pelas tabelas acima, nos dois períodos trabalhados, a ação da água pluvial é também retardada pela cobertura vegetal da parcela. O capim *Brachiaria* ao crescer, cobre o interior da mesma com bastante material vegetal e, a medida que o mesmo vai morrendo, se forma uma camada densa de matéria orgânica (macroorgânica), como se fosse a serrapilheira da mata, protegendo o solo e conferindo ao mesmo maior conservação da umidade e auxiliando o processo de infiltração (Graf. 20).

Analisando as tabelas acima, percebe-se que as chuvas com pluviosidade até 16,25mm foram suficientes para a geração de escoamento capaz de promover o desprendimento das partículas superficiais do solo. Não é intencional aqui colocar isso

como regra, mas apenas frisar que apenas a quantidade de água pluvial, não diz muita coisa em si tratando de processo erosivo. O espaço a ser percorrido pelo escoamento superficial é também um elemento importante na verificação das perdas de solo na área rural.



Graf. 20) Teste de infiltração na parcela da pastagem
Autor: Silva, J.B.
Data: Junho/ 2005

As perdas de solo em áreas de pastagem movimentam os pesquisadores. Isso deve ocorrer em função das grandes extensões de terra que são ocupadas por essa atividade na região e no país como um todo.

Essa preocupação levou Baccaro *et. Al.* (2000), por exemplo, a publicar resultados de pesquisas desenvolvidas na região de Irai de Minas - MG, onde a morfologia diferenciada revelou-se como fator implicante ao agravamento da erosão, mas, a cobertura vegetal feita pela grama Cuiabana (*Paspalum nonatum Flug*) ofereceu

proteção considerável a ação da chuva. Acompanhe os resultados referentes ao ano de 1998.

Mês	Escoamento superficial (L)		Perda de solo (Kg)	
	Solo exposto	Solo vegetado	Solo exposto	Solo vegetado
Janeiro	34,9	0,7	9,65	0,028
Fevereiro	11,1	1,7	5,48	0,283
Março	63,7	13,1	8,27	1,351
Abril	45,8	51,0	19,58	6,73
Maio	1,3	1,0	0,431	0,027
Junho	1,4	1,5	0,298	0,006
Julho	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0
Setembro	17,5	2,1	3,58	0
Outubro	29,25	2,5	2,029	0
Novembro	29,80	5,25	5,472	0,008
Dezembro	84,55	25,1	14,122	0,002
Totais	319.30	103.95	68.914	8.435

Quadro 05) Perda de solo na estação experimental da Divisa – 1998 – Baccaro *et al* .

Org. Silva, J.B em Ago./2006.

Neste trabalho fica evidenciada a proteção exercida pela pastagem (fig.18 e19). Apesar de serem gramíneas diferentes, ambas apresentam eficácia a ação do *splash erosion* e também ao escoamento superficial, favorecendo substancialmente a drenagem perpendicular.

Com essa facilidade, a infiltração de água no solo será favorecida e diante disso, o escoamento superficial levará mais tempo a surgir e a começar desagregar material do horizonte mais superficial. A energia da gota de chuva nesse ambiente também sofre retardo, não tão favorável quanto ao que o ambiente mata pode implicar à gota, mas, superior em relação a áreas agrícolas.



Fig. 18) Mostra a cobertura residual da gramínea *Brachiaria* na parcela da pastagem.
 Autor: Silva, J.B.



Fig. 19) Mostra a cobertura residual da gramínea *Brachiaria* na parcela da pastagem com detalhe para a espessura da camada morta que protege a superfície do solo.
 Autor: Silva, J.B.

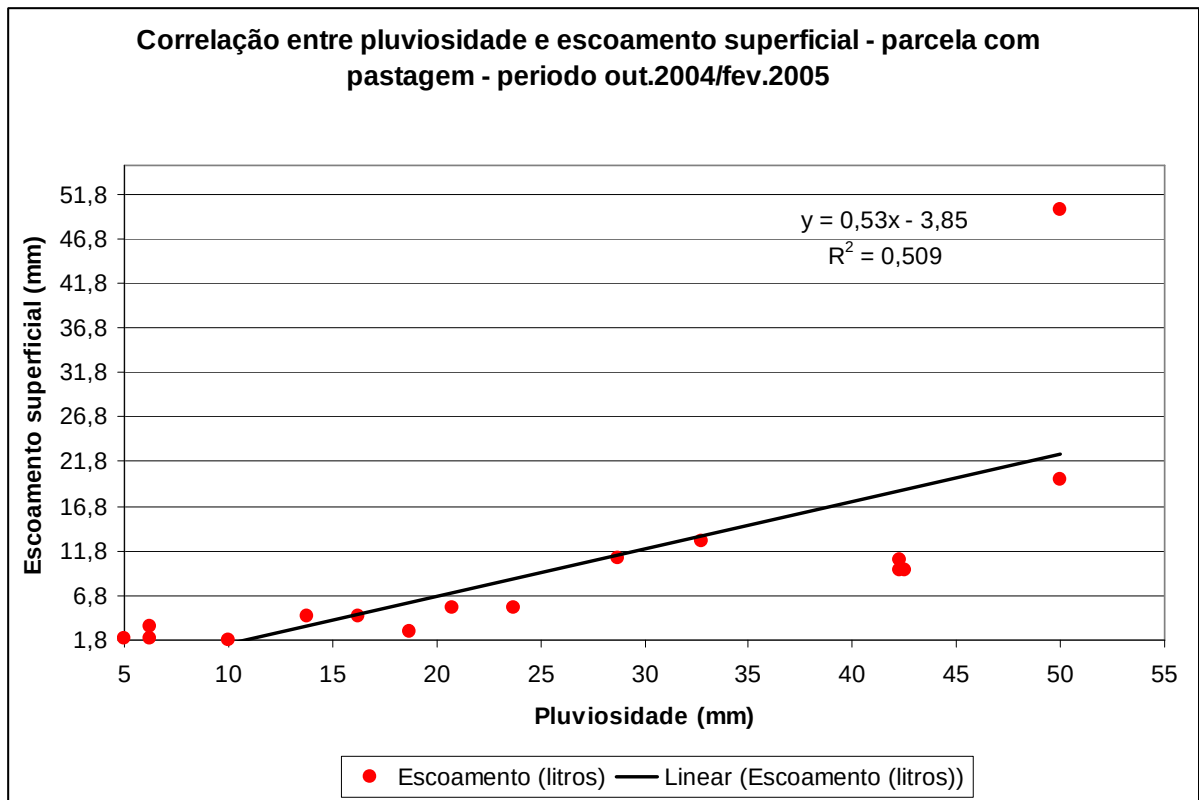
Além disso, para evidenciar a função dessa camada de gramíneas sobre a superfície, essa cobertura influencia até na cor da água coletada nos galões, pois, era mais limpa até mesmo do que a água do galão da mata, quando esse última tinha.

Isso demonstra o papel dessa cobertura vegetal, já que os números apresentados anteriormente, ratificam a importância que a mesma exerce no ambiente. Assim os dados apresentados no quadro (quadro 05, p.130) mostram uma redução no escoamento gerado na parcela de solo vegetado de 32.28% menor do que o do solo exposto e uma redução na perda de solo entorno de 12.24% .

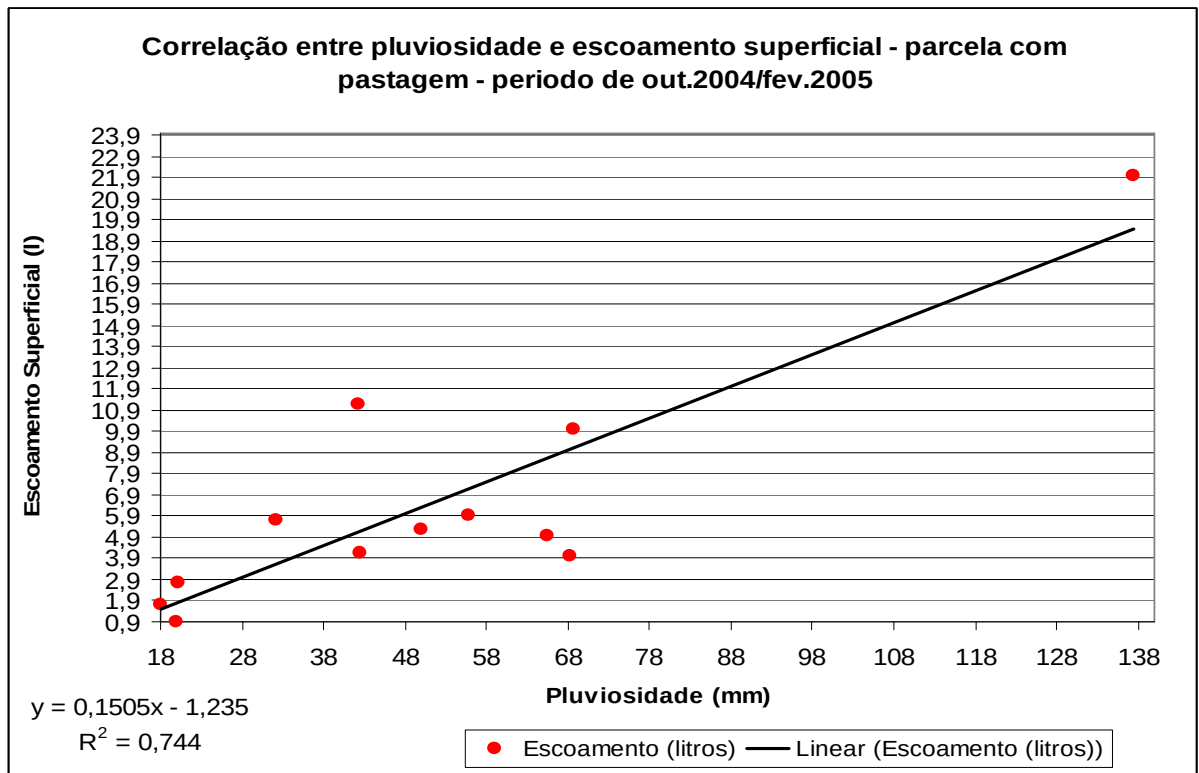
A análise deve ser feita ressaltando muito mais a quantidade de escoamento superficial com a perda de solo, pois, esse, entra em contato direto com o ele. Mesmo sabendo que esse componente pode levar tempo para surgir, quando ocorre, arrasta o material mais externo. Associa-se a isso a questão da distância percorrida por esse escoamento na superfície.

A perda de solo nessa parcela pode ser influenciada pela qualidade dessa cobertura vegetal. Em razão do pastoreio existente, determinadas partes dessa cobertura são mais consumidas do que outras, deixando-a com uma cobertura irregular. Os espaços vazios sofrem a ação do *splash erosion* com mais incidência e, nesses pontos, a remoção de partículas é real.

Além disso, uma área ou superfície maior a ser trabalhada pela ação do escoamento superficial pode levar ao aumento da perda de solo, provocada pelo atrito dessa água em uma superfície já úmida ao longo da vertente. Lembra-se aqui o efeito do comprimento de rampa na velocidade do escoamento, no aumento do gradiente vertente abaixo proporcionando, por conseguinte, a influencia na perda de solo (graf.21 e 22).



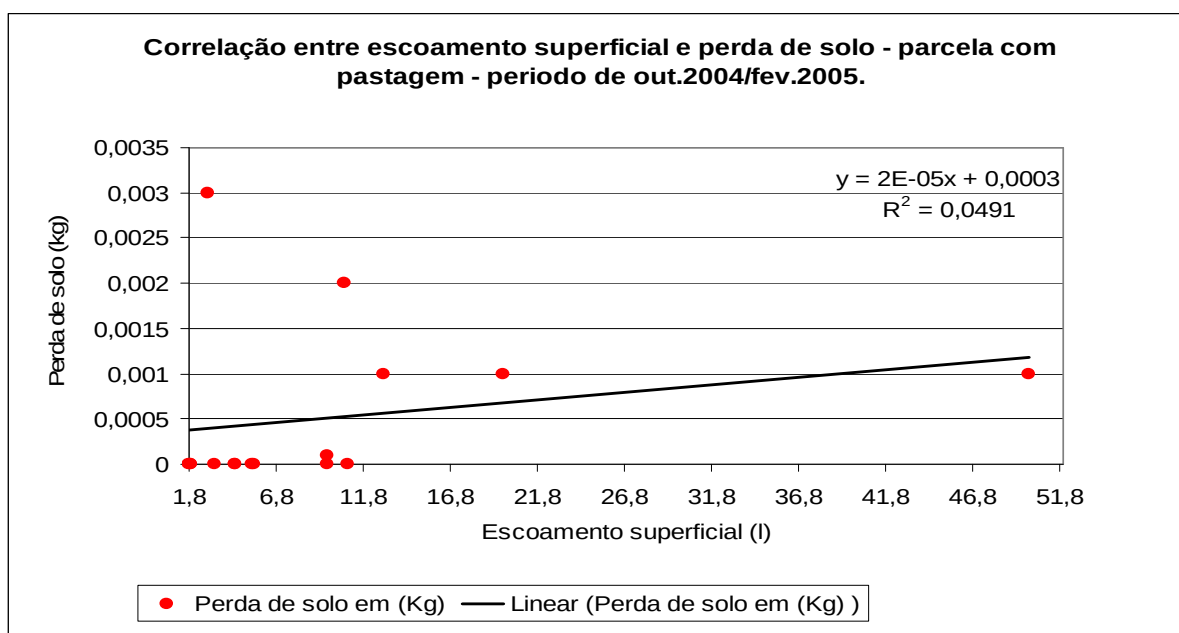
Graf. 21) Correlação entre pluviosidade e escoamento superficial – parcela pastagem
Autor: Silva, J.B.



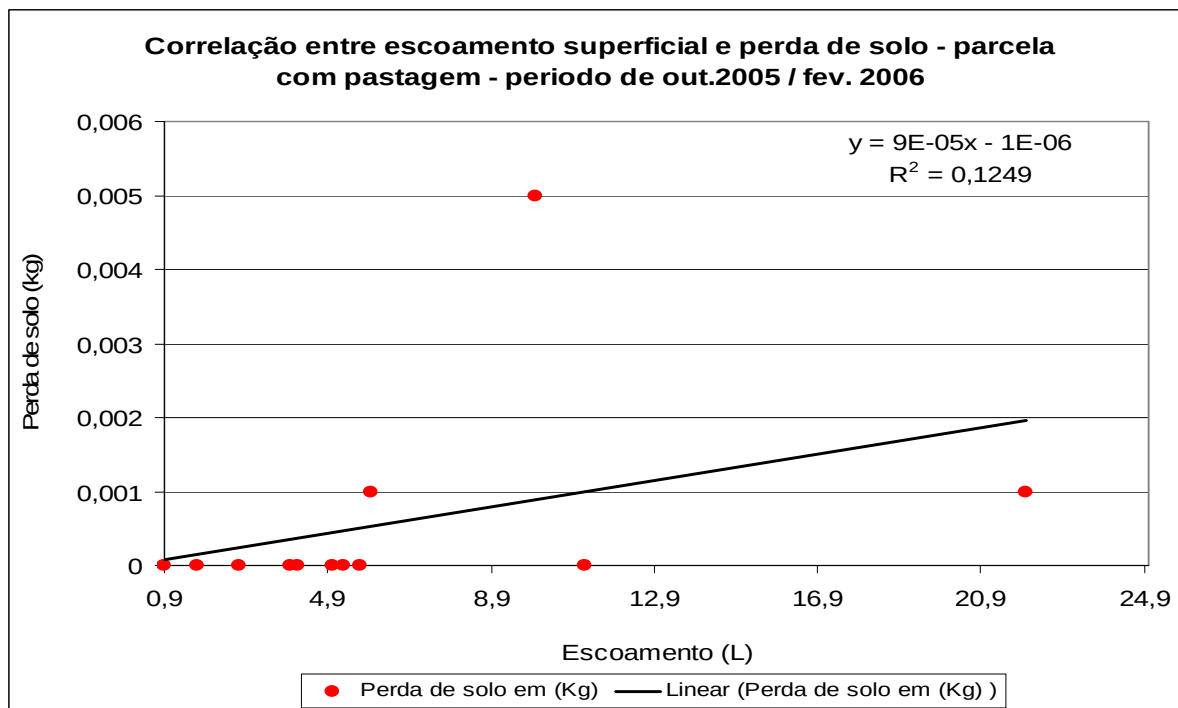
Graf. 22) Correlação entre pluviosidade e escoamento superficial – parcela pastagem
Autor: Silva, J.B.

Essa correlação apresentada pelos gráficos da pagina anterior indicam o melhor poder explicativo entre as informações pesquisadas em ambos os períodos; é o da pluviosidade X escoamento superficial. Porém, essa relação não foi capaz de produzir um escoamento mais eficiente no processo de desagregação de partículas da superfície. Essa relação linear permaneceu em apenas 50% dos casos no primeiro período de pesquisa. Já no segundo período essa correlação direta sobe para entorno de 70% dos casos. Mesmo assim, conforme foi demonstrado nas tabelas V e VI o escoamento não foi capaz de gerar perda de solo expressiva .

A correlação entre escoamento e perda de solo (Graf. 23 e 24) apresenta índice muito baixo. No primeiro período essa relação direta ocorre em apenas 4% dos pares e no segundo período ocorre em simplesmente 12%. A cobertura vegetal já tão mencionada no trabalho funciona como um freio a ação cinética da água da chuva.



Graf. 23) Correlação entre escoamento superficial e perda de solo – parcela pastagem Autor: Silva, J.B.



Graf. 24) Correlação entre escoamento superficial e perda de solo – parcela pastagem
Autor: Silva, J.B.

Anteriormente foi visualizado, figuras que mostram como é densa a cobertura exercida pela gramínea em uso. A água da chuva não penetra com tanta facilidade aquele emaranhado de folhas e raízes, e dessa forma, a água chega no *topsoil*¹ mais lenta e com menos energia. Com isso, é possível entender que a relação direta dos pares de informações entre pluviosidade e perda de solo ficou bastante baixa.

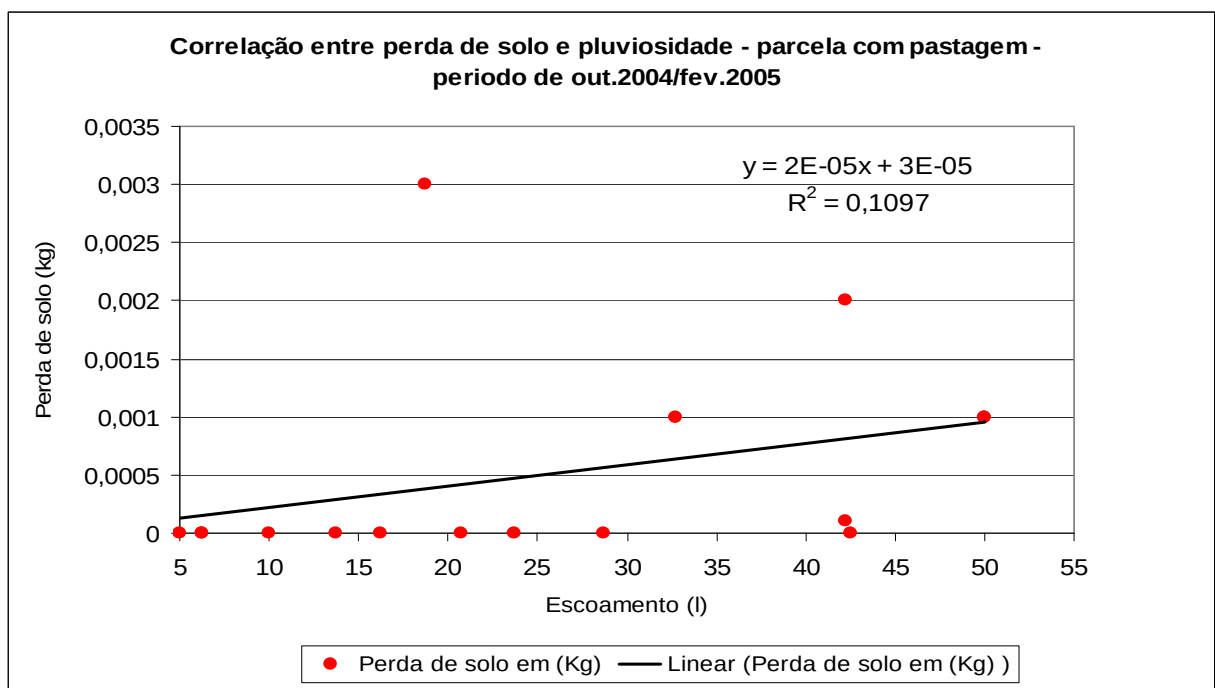
A camada de cobertura morta sobre a superfície do solo leva a entender que a pastagem, quando bem cuidada, pode interferir no surgimento e no avanço do escoamento superficial e com isso, minimizar a ocorrência de feições erosivas. Porém, isso não ser considerado como fator motivador para o desmatamento desenfreado sem nenhum tipo de cuidado. A retirada da cobertura vegetal original, e a sua substituição

¹ O mesmo que topo do solo.

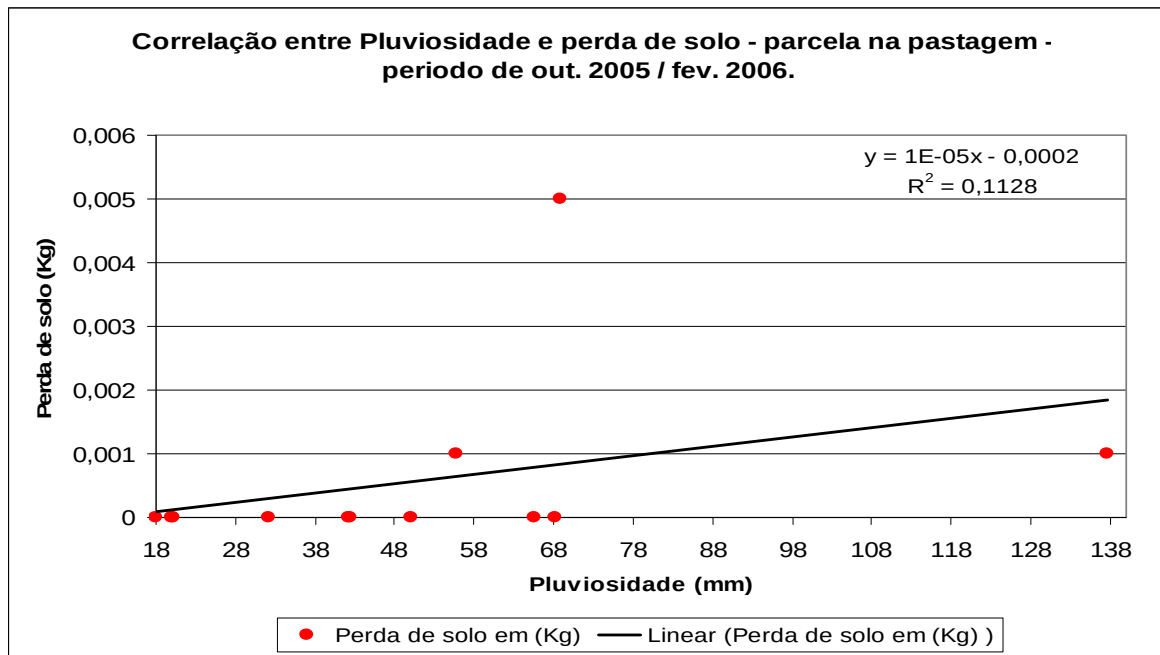
podem comprometer a hidrodinâmica do ambiente, mesmo que esse venha a ter uma superfície vegetada.

Nos gráficos 25 e 26, respectivamente, apresentaram apenas 10% dos pares do primeiro período com uma ligação direta e no período seguinte apenas 11%. Essa perda de solo deve ser lida também como um resultado da massa vegetal assentada sobre esse solo. No entanto, é necessário não colocar em segundo plano, outros elementos bastante pertinentes ao estudo sobre erosão.

O comprimento de rampa, propriedades do solo, inclinação do terreno e o manejo dado ao solo são fatores intervenientes ao início do processo erosivo e precisam ser pesquisados com mais detalhe e em tempo hábil para poder encontrar respostas que possam orientar melhor a utilização da paisagem.



Graf. 25) Correlação entre perda de solo e pluviosidade – parcela na pastagem.
Autor: Silva, J.B.



Graf. 26) Correlação entre perda de solo e pluviosidade – parcela na pastagem.
 Autor: Silva, J.B.

6) CONSIDERAÇÕES FINAIS:

O cuidado com a apropriação dos espaços naturais pode servir como grande ferramenta na prevenção de resultados negativos para o ambiente e para a população que o cerca.

As pesquisas desenvolvidas e embasadas em conhecimentos geomorfológicos são de suma importância para a compreensão do comportamento da paisagem frente à ação humana. As causas e conseqüências dessas práticas, muitas vezes, limitadas em orientação científica e profissional podem levar ao desenvolvimento de vários níveis de degradação ambiental com implicações sociais graves.

O relevo é o elemento importante no estudo sobre a paisagem. A vertente é ainda mais, porque é nesse componente em que as atividades antrópicas são implementadas com rigor, no que tange, a absorção de espaços para atividades agropastoris, industriais e ao crescimento descontrolado das áreas urbanas. As diversas formas de ocupação das encostas fazem com que o “novo” ambiente, ao passar dos anos demonstre as respostas agressivas às ações antrópicas mal orientadas e a própria sociedade é vítima disso.

Assim, as pesquisas sobre a dinâmica erosiva podem servir como ferramenta para fundamentar as orientações para as práticas humanas que transformam a paisagem. Dessa maneira, a erosão superficial e o transporte de sedimentos da vertente são fatos que merecem atenção, pois, elas têm como efeito, a lavagem do horizonte superficial tão importante para as atividades ligadas ao campo.

Ao fim dessa caminhada, com o trabalho pronto, chega-se ao entendimento que ainda é importante dar muitos passos em busca de resposta, falta muita coisa. Há a necessidade de buscar informações mais apuradas sobre o comportamento da água em superfície e subsuperfície, a execução de testes mais elaborados sobre a matéria orgânica, por entender, que ela está diretamente ligada ao mecanismo da erosão.

Ressalta-se aqui o valor da cobertura vegetal, como fator de estabilidade no ambiente e sobre a sua capacidade de tornar a ação da água pluvial menos violenta sobre o relevo. Chama-se a atenção para a necessidade de monitoramento do avanço de feições erosivas (ravinas e voçorocas) buscando entendê-las para assim, atuar com a perspectiva da recuperação dos ambientes degradados.

Aos agricultores donos de um poder grandioso de transformação do ambiente, sugere-se urgentemente a utilização de práticas conservacionistas nas propriedades, buscando não deixá-las sem algum tipo de cobertura sobre o solo; renovar as curvas de nível e respeitar as nascentes e os corpos d'água.

O que ocorre na bacia do córrego Glória, em termos de apropriação do relevo e as suas conseqüências ambientais são bastante corriqueiras em outras localidades. Ela é uma bacia hidrográfica amplamente antropizada e dessa maneira, reflete uma realidade muito forte no município.

Nesse momento final entende-se que o processo erosivo acelerado não tem sua origem ligada somente a um fator ou elemento natural. As características ligadas ao solo, a cobertura vegetal, a chuva, a morfologia, são condicionantes do processo erosivo e não determinantes. Agora, a ação antrópica tem capacidade suficiente para aumentar a intensidade dos eventos erosivos. Assim, acredita-se que atribuir a responsabilidade do

surgimento do processo erosivo a um único elemento físico ou humano é correr o risco de apontar para o lado errado.

Ao longo da experiência na iniciação científica até o presente momento permitiu enxergar a necessidade de estudar com mais profundidade esse tema, atribuindo ao mesmo uma perspectiva recuperadora. Dessa forma, considera-se a experiência até aqui positiva, pois alimentou a vontade de entender mais sobre um assunto tão complexo e de grande importância socioambiental.

Diante disso, chega-se a esse momento do trabalho não o considerando como final e sim, como uma etapa construída com fins futuros. Assim pretende-se chegar, a um outro momento da pesquisa. Enfim, fica essa primeira parte como um subsídio para aqueles que têm interesse em solucionar ou ganhar novas dúvidas sobre o tema escolhido.

Pensando dessa maneira acredita-se ter cumprido o seu papel, pois no seu íntimo, a pesquisa esteve fundamentada na busca de uma melhor compreensão dos fatos e não na elucidação dos mesmos, o qual não é propósito de um trabalho dessa categoria.

7 –Referências:

AMORIM, R. S. S. Desprendimento e arraste de partículas de solo decorrentes de chuvas simuladas. Viçosa, Dissertação de mestrado, UFV, 2000.

BACCARO et al. Os processos erosivos e a sustentabilidade ambiental em área de cerrado – Irai de Minas. In: Sustentabilidade do sistema agroalimentar nos Cerrados: Entorno de Irai de Minas. (Org.). Shigeo Shiki, Edufu. p69-85. Uberlândia. 2000.

BACCARO, C.A.D. Estudos geomorfológicos no município de Uberlândia. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, n. 1, ano 1, p.17-21, junho. , 1989

BACCARO, C.A.D. Estudos dos processos geomorfológicos de escoamento pluvial em área de Cerrado. Uberlândia – Mg. São Paulo. Tese de Doutorado, USP. Datilografado, 1990.

BACCARO, C.A.D. Unidades geomorfológicas do Triângulo Mineiro – Estudo preliminar. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, n. 5 e 6, p.37-42, jan./dez. 1991.

BACCARO, C.A.D. Os estudos experimentais aplicados na avaliação dos processos geomorfológicos de escoamento pluvial em área de cerrado. **Revista Sociedade e Natureza**, Uberlândia, n. 9 e 10, p.55-61, jan./dez. 1993.

BACCARO, C.A.D. Unidades geomorfológicas e a erosão nos chapadões do município de Uberlândia. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, n. 11 e 12, p.19-33, jan./dez. 1994.

BACCARO, C.A .D. et al. Monitoramento da Erosão Laminar em área de plantio direto – Córrego do Pantaninho Irai de Minas – MG. **Revista Geosul**, Florianópolis, v.14, n. 27, p. 370-373, nov./ 1998a.

BACCARO, C.A .D. et al. Resultado preliminar de monitoramento do escoamento laminar em parcelas experimentais Córrego da Divisa.Irai de Minas – MG. **Revista Geosul**, Florianópolis, v.14, n. 27, p. 403-406, nov./ 1998b.

BACCARO, C. A. D. Processos erosivos no domínio do Cerrado. In: A.J.T. GUERRA; A.S. SILVA e R.G.M.BOTELHO.**Erosão e conservação de solos: Conceitos, temas e aplicações**. 1ª edição. Rio de janeiro: Bertran Brasil, 1999. p.196-223.

BACCARO, C.A.D. et al. Os processos erosivos e a sustentabilidade ambiental em área de cerrado – Irai de Minas.In: SHIKI,S.**Sustentabilidade do sistema agroalimentar nos cerrados**: entorno de Irai de Minas. 1ª edição. Uberlândia: Edufu,2000.69-85.

BACCARO,C.A.D. Mapa geomorfológico do Triângulo Mineiro: uma abordagem morfoestrutural-escultural.**Revista Sociedade & Natureza**,Uberlândia, Ano 13, n.25 , p.115-127,jan./dez. 2001.

BERTONI,J.; LOMBARDI NETO.F. Conservação do solo. São Paulo, Ícone editora, p.355. 1990.

BARCELOS, J.H. Geologia regional e estratigráfica Cretácea do Triângulo Mineiro.**Revista Sociedade & Natureza**,Uberlândia, n.9 e 10, p.9-24,jan./dez. 1993.

CAMPOS, C. A. A. O uso de estações experimentais para a avaliação da erosão laminar em área agrícola , em condições de vertente e fundo de vale – córrego Pantaninho – Romaria – MG.Uberlândia. Exame de qualificação de mestrado, UFU, Uberlândia, 2002.

CAMPOS, C. A. A. O uso de estações experimentais para a avaliação da erosão laminar em área agrícola, em condições de vertente e fundo de vale – córrego Pantaninho – Romaria – MG.Uberlândia. Dissertação de mestrado, UFU, Uberlândia, 2004.

CASSETI,V. **Ambiente e apropriação do relevo**.São Paulo: Contexto,1991.146 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de análise de solo**. 1979.

FERREIRA,I.L. Estudos Geomorfológicos em áreas amostrais da Bacia do Rio Araguari – MG. Uma abordagem da cartografia geomorfológica. Uberlândia. Dissertação de mestrado, UFU, Uberlândia, 2005.

GOBBI, W.A.O. Modernização agrícola no cerrado mineiro: os programas governamentais da década de 1970.**Caminhos de geografia – revista on line**,Uberlândia, V.9, n.(11), Fev/2004. Disponível em: < http://www.ig.ufu.br/caminhos_de_geografia.html>. Acesso em: 24/06/2005.

GONÇALVES, C. F. F.; Estatística. Ed. UEL, Londrina, P.304. 2002.

GUERRA, A.J.T. Processos erosivos nas encostas.In: A.J.T. GUERRA; S.B.da CUNHA.Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 2ª edição.Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995.p.149-209.

GUERRA, A.J.T. Processos erosivos nas encostas.In: A.J.T. GUERRA; S.B.da CUNHA.Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.p.139-155.

GUERRA, A.J.T. O início do processo erosivo.In: A.J.T. GUERRA; A.S. SILVA e R.G.M.BOTELHO.**Erosão e conservação de solos: conceitos, temas e aplicações.** 1ª edição.Rio de Janeiro:Bertran Brasil,1999. 17-55.

GUERRA, A.J.T. Encostas e a questão ambiental.In: A.J.T. GUERRA; S.B. da CUNHA. A questão ambiental: diferentes abordagens.1ª edição.Rio de Janeiro:Bertran Brasil,2003 191-217.

HÉNIN,S;GRAS,R; MONNIER, G. **Os solos agrícolas**.Rio de Janeiro: Editora Forense Universitária ltda, 1976. 327p

HUDSON, N. **Soil Conservation**. Great Britain.Cornell University Press. 1973.301 p.

LEPSCH,I. Formação e conservação dos solos.São Paulo.Oficina de Textos,p.177, 2002.

LIMA.S.C., SANTOS, R.J. (org.) Gestão ambiental da Bacia do Rio Araguari: rumo ao desenvolvimento sustentável. UFU/IG, PPGeo,CNPQ,p.221,Uberlândia, 2004.

MIRANDA, E.E. de; COUTINHO, A.C (org.). Brasil visto do espaço. Campinas: Embrapa Monitoramento por satélite, 2004. Disponível em: <<http://www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 3 dez.2006.

NISHIYAMA,L. Geologia do município de Uberlândia e áreas adjacentes. Revista Sociedade e Natureza,Uberlândia,n.1, p.09-15, jun. 1989.

RESENDE,M. et.al. Pedologia: base para distinção para ambientes. NEPUT.Viçosa. 338p. 2002.

RODRIGUES,S.C.Análise empírico – experimental da fragilidade relevo-solo no cristalino do planalto paulistano: sub-bacia do reservatório Billings.São Paulo. Tese de Doutorado, USP.1998.

RODRIGUES, S.C. Análise da fragilidade do relevo. Abordagem empírico-experimental. Revista Sociedade e Natureza, Uberlândia, n. 23, p.167-189, jan. /jun. 2000.

ROSA,R.;LIMA,S. C.;ASSUNÇÃO,W.L. Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia .**Revista Sociedade & Natureza**. Uberlândia, n.5 e 6,p.91-108. dez.1991.

ROSS, J.L.S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo.**Revista do Departamento de Geografia. São Paulo.** V 1. n. 06, p. 17-24, 1992.

ROSS, J.L.S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. In.**Revista do Departamento de Geografia. São Paulo.** n. 08, 1994.

ROSS, J.L.S. **Os fundamentos da Geografia da Natureza.** In: Geografia do Brasil. ROSS.J.L.S. (org.). São Paulo. EDUSP, 3 ed. p. 13 – 65.2000.

RICKLEFS, R. **A economia da natureza.**Rio de Janeiro.Guanabara Koogan S.A. 3^a ed.p. 470.1993.

SANTOS, L. dos. **Mecanismos e condicionantes hidrogeomorfológicos da erosão por fluxos superficiais e subsuperficiais na bacia do rio Tijuco: Implicações na estabilidade das encostas.**Uberlândia, 2001. P.01-23. (relatório final de IC).

SCHIAVINI, I; ARAÚJO, G.M. Considerações sobre a vegetação da reserva ecológica do Panga (Uberlândia).**Revista Sociedade & Natureza.** Uberlândia,n.1,p.61-65,jun.1989.

VILELA,S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada.**São Paulo,McGRAW-HILL.1979. 245 p.