



BIOEROSÃO – EVOLUÇÃO DO REBANHO BOVINO BRASILEIRO E IMPLICAÇÕES NOS PROCESSOS GEOMORFOLÓGICOS

Edivaldo Lopes Thomaz

Pesquisador do CNPq, Professor Adjunto - Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO - Departamento de Geografia - Laboratório de Hidrogeomorfologia - Cep 85040-430 - Guarapuava - PR - e-mail: edivaldo.thomaz@pq.cnpq.br

Wolliver Anderson Dias

Acadêmico de Geografia, Bolsista de Iniciação Científica - PAIC/Fundação Araucária - Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO - Departamento de Geografia - Laboratório de Hidrogeomorfologia - e-mail: wollivergeo@yahoo.com.br

Resumo

Poucos estudos com enfoque biogeomorfológico são desenvolvidos no Brasil. Este ensaio tem por objetivo apresentar a evolução do rebanho bovino no território brasileiro nas últimas décadas e apontar suas possíveis implicações nos processos geomorfológicos. A abordagem enfocou os processos bioerosivos. A metodologia baseou-se em revisão da literatura, análise de dados secundários dos Censos Agropecuários do IBGE e dados empíricos obtidos a partir de estudo de caso em Guarapuava. Concluiu-se que o uso da terra com pastagem, aliado ao crescimento do rebanho bovino no território brasileiro foi significativo nas últimas décadas, sobretudo, nas regiões Centro-Oeste e Norte. O gado bovino mostrou-se importante agente bioerosivo transformando as formas de relevo e acelerando os processos geomorfológicos superficiais. Portanto, esta temática deve-se constituir tema de interesse na Geomorfologia brasileira.

Palavras-chave: Pastoreio, Gado bovino, Bioerosão

Abstract

Few studies with biogeomorphological approach are developed in Brazil. This essay has its aim to present the evolution of the bovine cattle in the Brazilian territory in the last decades, also point out its possible implications on the geomorphic processes. The study approaches on the bioerosion processes. The methodology was based on the literature review, secondary data analysis (IBGE, 2007), also data from the empirical study in Guarapuava. It was concluded that the land use with pasture, as well the cattle expansion in the Brazilian territory was significant in the last decades, especially, in the Center-West and North regions. The bovine cattle revealed important bioerosion agent transforming the relief forms and accelerating the superficial geomorphic processes. Therefore, this subject must be constituting interest for the Brazilian Geomorphology.

Keywords: Grazing, Bovine cattle, Bioerosion

Introdução

O tema Biogeomorfologia teve destaque no 26º Simpósio Internacional de Geomorfologia em Binghamton nos Estados Unidos da América em 1995. Posteriormente, a Biogeomorfologia foi debatida no Encontro promovido pelo Instituto dos Geógrafos Britânicos em Plymouth, no ano de 2002. Enquanto que no Bra-

sil o Simpósio Nacional de Geomorfologia teve oficialmente seu início em 1996 na cidade de Uberlândia, em Minas Gerais. Passados 12 anos a referida temática é contemplada no VII SINAGEO dentro de uma sessão especial: Olhares Contemporâneos da Geomorfologia. Isto demonstra a importância do tema em um país com enorme diversidade paisagística e, por extensão, com variados bioagentes.

A biogeomorfologia envolve a cooperação entre a Ecologia e a Geomorfologia, ou seja, envolve a interação entre a biota e os processos geomorfológicos. Os bioagentes podem atuar em termos de bioerosão, bioconstrução ou bioproteção (Naylor et al., 2002).

Black & Montgomery (1991) apontam que os efeitos dos animais escavadores no transporte de sedimentos ocorrem de forma direta e indireta (bioerosão). Na forma direta durante o processo de escavação o material é movimentado (processo físico), por sua vez, a indireta ocorre com o transporte subsequente do material depositado ou que sofreu distúrbio.

No Brasil a importância dessa temática é corroborada, por exemplo, com as hipóteses (Geomorfológica ou Biológica) sobre a origem dos murundus nas áreas de cerrados e campos tropicais brasileiros (Resende et al., 1995). Black & Montgomery (1991) afirmaram que em uma pequena bacia de drenagem recoberta por gramíneas em Marin County na Califórnia (EUA) os processos bioerosivos causados por mamíferos escavadores eram os principais fatores de transporte de sedimento contemporâneo.

Strunk (2003) destaca que o superpastejo e o pisoteio causado pelo gado tem levado a degradação das terras em áreas alpinas da Itália. Por outro lado, Hall & Lamont (2003)

em estudo nas regiões alpinas do Canadá e China destaca o papel de diversos bioagentes como: cabrito montanhês, ovelhas, veados, ursos, marmotas, esquilo entre outros. Estes animais de acordo com os autores exercem forte controle nos processos geomorfológicos influenciando na cobertura vegetal devido ao pastoreio, pisoteio e escavação, etc. Essas ações interferem na compactação do solo, na infiltração, no transporte de sedimentos e na desestabilização das vertentes.

Por fim, Morgan (2005) destaca diversos estudos em diferentes ambientes reportando o papel dos bioagentes, sobretudo, acerca da mobilização de material e transporte de sedimento (Tabela 1). Alguns estudos apresentados foram realizados há 60 anos.

Naylor (2002) destaca que a pesquisa biogeomofológica está bem estabelecida. Entretanto, poucos estudos com enfoque biogeomofológico são desenvolvidos no Brasil. Assim, este ensaio tem por objetivo apresentar a evolução do rebanho bovino no território brasileiro nas últimas décadas e apontar suas possíveis implicações nos processos geomorfológicos. A abordagem restringe-se aos processos bioerosivos, sendo destacados os efeitos do pastoreio em nível mundial e local no sentido de melhor dimensionar o problema apresentado.

Tabela 1 – Bioagentes e taxas de mobilização de solo registradas em diferentes ambientes.

Bioagente	Taxa de mobilização de solo (t/ha)	Local	Fonte
Minhoca	2 – 5,8	-	Evans (1948)
Formiga	4 – 10	Utah	Thorp (1949)
Minhoca	50	Costa do Marfim	Roose (1976)
Cupim	1,2	Costa do Marfim	Roose (1976)
Ratazana e Toupeira	19	Luxemburgo	Imeson (1976)
Minhoca	15	Luxemburgo	Hazelhoff et al. (1981)
Porco-espinho	0,3 – 0,7	Deserto de Negev - Israel	Yair e Rutin (1981)
Ratazana e Toupeira	6	Pirineus Espanhóis	Borghini et al. (1990)
Coelho	0,9 - 5,1	Holanda	Rutin (1992)

Org. Thomaz, E. L. (2008)

Nota: *Dados reunidos e modificados a partir de Morgan (2005, p. 57)

A metodologia, devido ao caráter teórico-empírico do presente estudo, baseou-se em revisão de literatura e análise de dados secundários dos Censos Agropecuários do IBGE. Os dados do IBGE passaram por tratamento estatístico simples, sobretudo regressão para estabelecer as taxas de crescimento e de tendência. A revisão da literatura buscou colocar o tema bioerosão em contexto internacional, assim como o efeito do pastoreio nos processos geomorfológicos foi analisado em contexto mundial. Posteriormente, em escala local, foram apresentados alguns resultados de estudos empíricos conduzidos e em andamento na região de Guarapuava no Estado do Paraná.

Considerações sobre a evolução do rebanho bovino brasileiro

Em 1872 o Brasil tinha uma população de 9.930,478 milhões de habitantes, já nas projeções de 2008 esse número atinge 186.136,962 milhões de habitantes (IBGE, 2007). Ao correlacionar dados disponíveis entre população e rebanho bovino tem-se a seguinte situação: em 1991 a razão entre cabeças de gado/habitante era de 1,04; em 2005 está proporção atingiu à razão de 1,11 cabeças de gado/habitante, sendo essa proporção 7,4% superior a anterior. Ressalta-se que nesta última relação os dados do rebanho bovino eram de 2005, enquanto, que o de população foi de 2008. Entretanto, houve aumento considerável na razão gado/habitante, ou seja, temos no Brasil atualmente mais rebanho bovino do que população.

Na tabela 2 observa-se que as regiões Centro-Oeste e Norte respondem por mais da metade do rebanho bovino do país (54,7%). A taxa de crescimento anual do rebanho bovino no Brasil (1990 a 2005) atingiu 2,11%. Essa taxa foi bem superior às registradas nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul. Em linhas gerais nessas regiões as fronteiras agrícolas estão “esgotadas”, portanto, o que ocorre é uma baixa taxa de crescimento ou variação no rebanho devido à conjuntura econômica ou redirecionamento no uso da terra, como ocorre atualmente com o avanço da cultura da cana-de-açúcar em áreas de pastagem, sobretudo, no Norte-Noroeste do estado do Paraná. No caso da região Nordeste houve decréscimo no

rebanho, neste caso os motivos podem ser semelhantes aos comentados anteriormente, aliado aos problemas de secas comuns nessa região.

As regiões Norte e Centro-Oeste apresentaram taxas de crescimento superiores às demais regiões (Tabela 2). Esse crescimento foi muito significativo na região Norte. Isto comprova o avanço da agropecuária na região amazônica que é a principal fronteira agrícola do país. Tal afirmação é corroborada pelas taxas de crescimento do rebanho bovino registradas em alguns estados dessas regiões como: Rondônia (10,96%), Mato Grosso (7,24%), Pará (6,63%), Tocantins (4,0%) e Maranhão¹ (2,75%).

Tabela 2 - Taxa de crescimento anual do rebanho bovino brasileiro entre 1990 a 2005

Território	Total do Rebanho em 2005	Taxa relativa	Taxa de Crescimento anual (%)	Coefficiente de Determinação (r ² %)
Norte	41.489,002	20,0	7,04	95,0
Centro-Oeste	71.984,504	34,7	2,87	95,7
Nordeste	26.969,286	13,0	-0,07	0,02
Sudeste	38.943,898	18,8	0,34	49,9
Sul	27.770,006	13,5	0,66	82,8
Brasil	207.156,696	100,0	2,11	88,8

Org. Thomaz (2008)

Fonte: IBGE (2007)

A tendência ora apresentada é confirmada pelo padrão de evolução das pastagens plantadas tanto no território brasileiro, quanto nas diferentes regiões (Tabela 3). Novamente as regiões Nordeste, Sudeste e Sul apresentaram as menores taxas de crescimento de pastagens plantadas. Por sua vez, a região Centro-Oeste e, sobretudo, a

região Norte apresentou forte crescimento. O coeficiente de determinação para a região Norte foi inferior às demais regiões (r² 70,1%). A explicação para isso se deve a explosão na área com pastagem plantada que passou de 637.771 mil hectares em 1970 para 14.762,858 milhões de hectares em 1996.

Tabela 3 - Evolução das pastagens plantadas no Brasil e regiões entre 1970 - 1996

Território	Taxa de crescimento anual das pastagens plantadas (%)	Coefficiente de determinação (r ² %)
Brasil	1,1	99,0
Norte	8,1	70,1
Centro-Oeste	1,44	98,0
Nordeste	0,75	90,5
Sudeste	0,62	94,5
Sul	0,61	97,1

Org. Thomaz (2008)

Fonte: IBGE (2007)

A taxa de evolução de pastagens plantadas foram maiores nos estados dessas duas regiões: Rondônia (8,8%), Pará (7,44%), Maranhão (6,55%) e Mato Grosso (1,22%). Apenas o estado do Rio Grande do Sul com 8,35% de crescimento de pastagens plantadas aparece com destaque fora dessas regiões. Um das causas pode ser a conversão de pastagens naturais depauperadas em pastagens plantadas (recuperação).

A capacidade de suporte das pastagens mais comuns no Brasil varia de 1 a 3 UA/ha (1 UA = animal com de 450 kg de peso vivo), sendo que atualmente a média nacional de lotação é de 0,6 UA/ha (Embrapa, 2008). No caso dos dados obtidos (IBGE, 2007) a relação entre rebanho e área de pastagens fica distribuída da seguinte forma: Brasil (0,89 UA/ha)², Norte (0,74 UA/ha), Centro-Oeste (0,85 UA/ha), Nordeste (0,74 UA/ha), Sudeste (0,97 UA/ha) e Sul (1,3 UA/ha).

¹ O estado do Maranhão foi incluído como pertencente à região amazônica devido às suas características de transição limítrofe a três regiões: Nordeste – Norte – Centro-Oeste.

² Estimativa obtida por meio da divisão do total de rebanho bovino pela área total de pastagem (naturais e plantadas). Essa estimativa é referente aos dados registrados no ano de 1996. Portanto, é uma informação aproximativa, além disso, não se considerou o critério de 1 UA = animal com de 450 kg de peso vivo.

Efeito do pastoreio nos processos geomorfológicos

A criação de gado, sobretudo, bovino é disseminada por todos os continentes. Isso faz com que esse animal seja o mais ubíquo em quase todos os sistemas geomorfológicos. Tal importância é destacada no trabalho de Trimble & Mendel (1995) que colocam a “vacca” como um significativo agente geomorfológico. Aliás, o superpastejo da vegetação é responsável por 34,5% da degradação das terras do mundo (Oldeman, 1994, citado por Dias & Griffith, 1998).

O pastoreio resulta em efeitos de ordem direta e indireta, além disso, afetam diferentes partes do sistema geomorfológico como: as partes altas das vertentes (terras altas) e zonas ripárias (terras baixas) (Figura 1). Portanto, a ação dos bovinos vai além dos processos geomorfológicos, pois englobam processos hidrológicos e ecológicos entre outros. Dessa forma, poder-se-ia considerar tal ação como influenciadora de processos ambientais (geo-hidro-pedo-ecológicos).

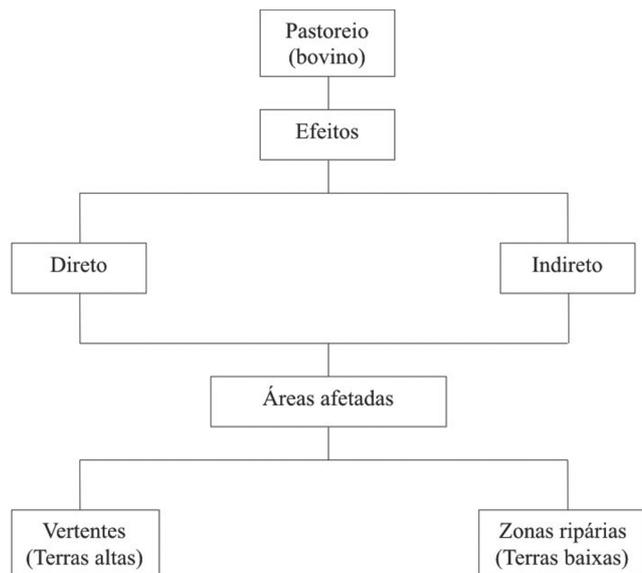


Figura 1 - Características da influência do pastoreio no sistema geomorfológico (adaptado a partir de: Trimble & Mendel, 1995, Evans, 1998, Thomaz & Dias, 2007).

Os efeitos do pastoreio nos processos geomorfológicos podem ser classificados em dois tipos: direto e indireto (Trimble & Mendel, 1995, Evans, 1998). Entre os principais efeitos diretos estão à compactação superficial do solo, exposição do topo do solo devido à retirada cobertura vegetal, formação de terracetes entre outros (Trimble, 1994, Trimble & Mendel, 1995, Evans, 1998, Thomaz, 2005, Thomaz e Dias, 2007).

Os cascos dos animais (pisoteio) são fundamentais para a compactação do solo (efeito direto). De acordo com Scholefield & Hall (1986) citado por Trimble & Mendel (1995, p. 235) um vaca com aproximadamente 530 kg caminhando em terreno plano pode aplicar com a área basal dos cascos um força de 250 kPa sobre o topo do solo. Contudo, segundo Trimble & Mendel (1995, p. 235) essa força aplicada sobre a superfície pode ser muito superior em terrenos declivosos, uma vez que, para subir rampas o peso do animal acaba se concentrando nas patas traseiras, resultando em mais força aplicada sobre a superfície (pressão/área).

Evans (1998) destaca a síntese de estudos realizados por Blackburn (1984) em diversas pastagens dos EUA. As comparações foram feitas em área de pastoreio e em área não utilizada para pastoreio. Os resultados indicaram que nas áreas de pastagem a densidade do topo do solo foi maior em 88% dos casos (n 43); a infiltração foi menor em 90% dos casos (n 70); o escoamento foi maior em 95% dos casos (n 19) e a erosão foi maior em 81% dos casos (n 32) (Evans, 1998, p. 262).

Constata-se que o principal efeito direto (compactação) resulta em outros efeitos indiretos importantes, sobretudo, a redução da infiltração, aumento do escoamento superficial e aumento da erosão do solo. Lusby (1970) citado por Trimble & Mendel (1995) constatou que o escoamento superficial em bacia com pastagem foi 30% maior em comparação com uma bacia não utilizada para pastoreio (Colorado EUA). Da mesma forma, Evans (1998) destaca a importância do aumento do fluxo rápido em cabeceiras de drenagens com pastagens em regiões áridas e semi-áridas, por outro lado, aponta a deficiência na infiltração-percolação como causa do desabastecimento do lençol freático.

Outro aspecto destacado pelos autores é que as vacas costumam criar trilhas em diversas áreas e sentidos do terreno. Em alguns casos chegam a ter mais de 30 cm de profundidade. Trimble & Mendel (1995) sugerem que muitos trabalhos especulam sobre o surgimento de ravinas e voçorocas como resultado das trilhas do gado (Figura 2).

Por isso, essas trilhas originadas nas terras altas são de grande interesse para a geomorfologia fluvial devido à produção e transferência de sedimento das vertentes para o canal fluvial (Figura 2). Geralmente, a erosão em áreas em pastagens são inferiores a 1 t/ha, especialmente, quando são afetadas por erosão laminar. Contudo, quando os processos erosivos são lineares (sulcos e ravinas) a taxa de erosão atinge valores superiores a 3,0 t/ha (Tabela 4). Young & Saunders (1986) apontaram que em agricultura com baixa conservação do solo, incluindo superpastejo, a perda de solo pode chegar a 50-200 t/ha/ano.



Figura 2 - Ravinamento em carreador, influenciado por trilha de gado (terras altas)

Tabela 4 - Taxa de erosão em áreas de pastoreio em diferentes ambientes

Local	Erosão (t/ha)	Fonte
Oklahoma (EUA)*	8,1	Menzel et al. (1978)
Oklahoma (EUA)*	0,3	Menzel et al. (1978)
Goiás (Brasil)	0,06 - 0,23	Cassetti (1983)
Campo Mourão (Brasil)	1,8	Sorrenson e Montoya (1989)
New South Wales (Austrália)*	0,6 - 1,6	Amstrong (1992)
New South Wales (Austrália)*	3,0 - 4,1	Amstrong (1992)
Patagônia (Argentina)	0,616	Rostagno (1995)
Brasil	0,7	Lepsch (2002)
Guarapuava (Brasil)	0,93 - 1,17	Thomaz (2007)
Média Geral (diferentes ambientes)*	< 1,0	Evans (1998)

Por outro lado, os efeitos indiretos nas terras altas (vertentes) como: redução da infiltração e aumento do escoamento superficial são desencadeadores de processos erosivos (laminar, sulco, ravina e voçoroca) que aumentam a carga de sedimento produzida e transferida das partes altas para os fundos de vale (zonas ripárias) e canal fluvial.

O gado tem papel fundamental na estabilidade de margens (Trimble, 1994). Igualmente, nas zonas ripárias o pastoreio resulta em dois tipos de efeitos (Figura 3). Modificação direta do canal fluvial e margens (ruptura mecânica), e indireta por meio da redução da resistência do material (canal e leito) promovendo a erosão do canal (Trimble & Mendel, 1995, p. 246). Trimble (1994) destaca que em locais sem controle de pastoreio a erosão de margem foi de 3 a 6 vezes superior comparado com locais onde houve medidas de controle. A erosão de margens em áreas com pastoreio atingiu 40 m³/km/ano.

O pisoteio nas margens dos rios causam rompimento de barranco, além disso, ocorre o aumento da rugosidade do canal modificando a dinâmica hidráulica do fluxo, re-

sultando em maior turbulência e erosão das margens. As condições de umidade das zonas ripárias facilitam a desestruturação do barranco (Trimble, 1994, Trimble & Mendel, 1995, Robertson & Rowling, 2000). Os autores destacam, ainda, vários estudos que indicam uma preferência de pastoreio do gado pelas zonas ripárias devido a maior disponibilidade de forragem, proximidade da água e condições de conforto térmico entre outros aspectos. Por causa dessa preferência as zonas ripárias acabam sofrendo superpastejo.

Além das funções hidrogeomorfológicas da zona ripária, ela participa de importantes processos ecológicos devido ao seu papel de fonte de nutrientes, filtro-barreira contra a entrada de nutrientes, além de servir como habitat (Robertson & Rowling, 2000). Entretanto, esses autores verificaram que o pastoreio nessas áreas causa modificações tais como: aumentam a entrada de material fecal afetando a qualidade do material orgânico transportado pelo rio, aumentam a entrada de sedimento no canal fluvial, diminuem a quantidade de plantas novas (mudas) ou rebrota e modificam o micro-relevo existente nesse ambiente.



Figura 3 - Influência do gado em canal fluvial (zona ripária)

Efeito do Pastoreio em Guarapuava (Bacia do Rio Guabiroba)

A degradação dos solos em áreas de pastagens está relacionada com a lotação de animais por unidade de área. Entretanto, a capacidade de suporte relaciona-se, principalmente, a produção de biomassa das pastagens e ao ganho de peso dos animais do que com os processos de degradação.

Camargo e Alleoni (1997) destacam que a densidade do solo, porosidade, infiltração de água no solo e a resistência à penetração de sondas são os principais elementos de reconhecimento e medida da compactação do solo. Em áreas de pastagem a variável infiltração é primordial para verificar o efeito do pastejo, pois proporciona excelente parâmetro mesmo quando proveniente de diferentes ambientes e manejo (Trimble & Mendel, 1995).

De maneira geral, o uso desses atributos pode ser aplicado para verificar o efeito do uso da terra nas mudanças físico-hídricas, bem como de suas implicações na dinâmica dos sistemas geomorfológicos ocupados por agrossistemas (ex. pastagem). Os parâmetros selecionados são, em certa medida, sensíveis à mudança.

Na figura 4.a observa-se a resistência à penetração de uma sonda registrada com Penetrômetro de Impacto Modelo IAA/Planalsucar-Stolf. Verifica-se que a resistência entre 0-5 cm (topo do solo) é bem superior em comparação com as demais profundidades (decréscimo exponencial). Essa compactação superficial é típica de área com pastagem. Devido a essa compactação superficial ocorre signifi-

cativa redução na infiltração, resultando em aumento do escoamento superficial (Quadro 1). Assim, pouco adianta as excelentes características físico-hídricas dos solos (ex. Latossolo Bruno) como: profundidade, permeabilidade e capacidade de armazenamento de água se o topo do solo está compactado.

Por outro lado (Figura 4.b), dentro de uma mesma pastagem os efeitos do pisoteio do gado resulta em resistência-compactação do solo distintas, criando diferentes ambientes (heterogeneidade). Deste modo, nas trilhas do gado onde os animais passam constantemente a compactação superficial é muito alta, com um impacto houve um aprofundamento de 2,7 I/cm (Impacto/cm) da sonda (r^2 98,9%, coeficiente de determinação). Na pastagem adjacente às trilhas do gado um impacto resultou em 3,23 I/cm de penetração da sonda (r^2 87,2%), ou seja, a resistência foi 20% inferior. Já, as áreas de pastagens no interior de floresta secundária a resistência foi bem inferior 3,87 I/cm (r^2 68,3%), isto é, 43% inferior à resistência registrada nas trilhas e 20% inferior as áreas adjacentes às trilhas.

Entretanto, inicialmente a resistência entre a pastagem e a pastagem no interior da floresta foi igual, pois nestas áreas com um impacto houve um aprofundamento da sonda de 9,86 cm (C.V 18,9%) e 9,57 cm (19,9%) respectivamente. Isso indica que mesmo no interior de floresta com pastoreio o topo do solo se apresentou compactado. A partir dos 15 cm de profundidade houve diferenciação no padrão de resistência nas duas áreas. Pois, em profundidade maior ocorre o aumento de raízes que dificulta o adensamento do solo (mais vazios).

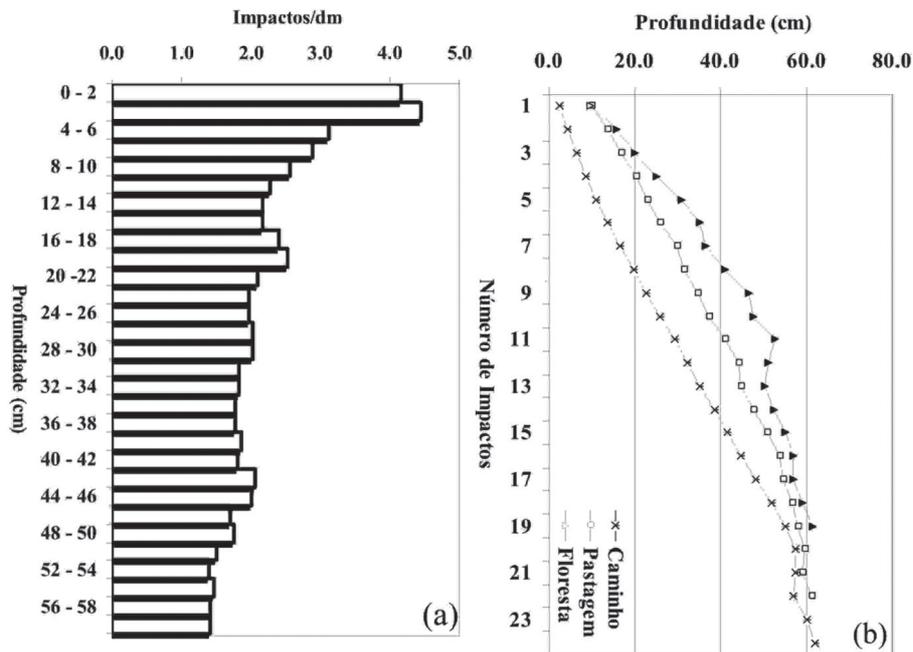


Figura 4 - Ensaio com penetrômetro de impacto em área de pastagem (n=7): a) variação na resistência e compactação superficial do topo do solo; b) resistência à penetração de sonda em diferentes condições no interior da mesma pastagem.

Dados trabalhados e organizados por Thomaz e Dias (2008).

Observou-se também que o pisoteio causou certa isotropia em relação ao padrão de resistência em profundidade. Ou seja, quanto maior o pisoteio maior a resistência e menor a dispersão dos dados (Coeficiente de determinação e CV). O padrão de penetração da sonda foi diferente nos três ambientes. Nas trilhas e nas áreas adjacentes às trilhas a resistência manteve-se constante, enquanto que na pastagem no interior da floresta foi mais irregular. A resistência nos três ambientes ficou praticamente igual a partir de 50 cm de profundidade.

No quadro 1 são apresentados diversos parâmetros comparando diferentes áreas com pastoreio e sem pastoreio. Esses parâmetros foram obtidos por meio de diferentes procedimentos de mensuração, isto é, as observações foram independentes. Todavia, todos os parâmetros apresentaram diferenças entre os dois ambientes.

A resistência do material de margens foi quase três vezes superior no local de travessia do gado. A densidade aparente foi 17% superior nas margens onde ocorre a travessia de animais. Uma das maiores alterações ocorreu na largura média dos canais nos locais onde os animais cruzam o rio. Esses efeitos referem-se às áreas em zonas ripárias.

No caso, dos locais de travessia do gado se observaram significativas diferenças na geometria do canal em comparação com os setores não afetados. Nos locais de travessia o canal apresentou-se mais aberto (largo) e raso, enquanto que nos locais sem travessia de gado o canal foi mais estreito e profundo (encaixado). Em média os canais afetados pela travessia do gado foram 4 vezes mais largos, quando comparado com os locais não afetados, sendo que alguns casos a largura no local de travessia chegou a ser 6,6 vezes maior (Dias e Thomaz, 2007).

Quadro 1 – Características físicas dos solos em áreas com e sem efeito de pastoreio (Bacia do Rio Guabiroba).

Parâmetros Avaliados	Com Pastoreio	Sem Pastoreio	Fonte
Resistência dos solos em margens de canal (kgf/cm ²)	1,86 (n 90)	0,66 (n 90)	Thomaz & Dias (2007)
Densidade do solo em margens de canal (g/cm ³)	1,10 (n 8)	0,94 (n 7)	Thomaz & Dias (2007)
Largura do canal (m)	8,3 (n 3)	1,5 (n 10)	Thomaz & Dias (2007)
Densidade do solo (0-5 cm) (g/cm ³)	1,15 (n 18)	0,95 (n 9)	Thomaz (2005)
Porosidade total do solo (0-5 cm) (%)	56,8 (n 18)	66,8 (n 9)	Thomaz (2005)
Resistência do topo do solo (kgf/cm ²)	2,65 (n 31)	0,93 (n 31)	Thomaz (2005)
Taxa de infiltração final (cm/h)	0,41 (n 11)	3,65 (n 9)	Thomaz & Homiak (2002)
Coeficiente de escoamento (%)	7,6 (n 5)	1,1 (n 5)	Thomaz (2007)

Por outro lado, os efeitos nas vertentes (terras altas) mantêm o mesmo padrão, isto é, as áreas de pastoreio diferem das áreas não utilizadas com pastagens (Quadro 1). Igualmente, a densidade aparente superficial foi 21% superior, enquanto que a porosidade total foi 18% inferior nos locais de pastagens. A resistência superficial foi 2,8 vezes superior nas pastagens. Por fim, a taxa de infiltração final foi 8 vezes inferior na área com pastagem. De modo contrário, o escoamento superficial mostrou-se bem maior nas áreas com pastagens.

Observações sistemáticas realizadas em campo na bacia do rio Guabirola desde 2000, permitiram evidenciar alguns efeitos do pastoreio tanto nas zonas ripárias (terras baixas) quanto nas vertentes (terras altas) (Thomaz, 2003, 2005 e 2007).

Um dos principais efeitos diretos do pisoteio do gado é a compactação do solo que resultam em efeitos indiretos como redução da infiltração do solo e aumento do escoamento superficial (Quadro 1). As modificações físico-hídricas do topo do solo têm levado as áreas de pastagens a apresentarem redução no fluxo de base. Verificou-se a prevalência de *pipes* nas áreas florestadas e em roças de subsistências. Todavia, em áreas de pastagens não se observou essa forma de fluxo, ou seja, essas áreas devido à redução infiltração-percolação causam a supressão do processo de fluxo em *pipe*. Já, nos topos as pastagens levam ao ressecamento dos *Dales* (depressões úmidas). Essa constatação se faz mais evidente no período de estiagem em que os próprios agricultores destacam a percepção de que a vazão dos rios e olhos de águas em áreas de pastagens é menor do que os que são ocupados por roças, capoeiras, faxinais e florestas (Thomaz, 2005).

Considerações Finais

O uso da terra com pastagem, aliado ao crescimento do rebanho bovino no território brasileiro foi significativo nas últimas décadas, sobretudo, nas regiões Centro-Oeste e Norte.

O pastejo do gado causa importante efeito tanto direto, quanto indireto nas terras altas e nas terras baixas. O principal efeito direto é a compactação devido ao pisoteio. Por sua vez, esse efeito leva ao desencadeamento de outros processos como: redução da infiltração, exposição do solo, distúrbio no topo do solo e margens de rios, formação de trilhas que se transformam em ravinas, aumento da entrada de sedimento e matéria orgânica nas zonas ripárias e canal fluvial entre outros.

O controle exercido pelos sistemas agrícolas sobre os sistemas geomorfológicos no território brasileiro é fundamental ao entendimento da dinâmica dos processos contemporâneos. Além disso, o gado bovino mostra-se importante agente bioerosivo transformando as formas de relevo e acelerando os processos geomorfológicos superficiais. Portanto, deve-se constituir tema de interesse na Geomorfologia brasileira.

Referências Bibliográficas

- Armstrong, J. (1992) Whiteheads Creek monitoring projects. **Paper presented at ISCO conference 1992 southern tour**. Sydney, Department of conservation and Land Management, New South Wales.
- Black, T. A.; Montgomery, D. R. (1991) Sediment transport by burrowing mammals, Marin County, California. **Earth Surface Process and Landforms**, 16: 163-172.
- Blackburn, W. H. (1984) Impacts of grazing intensity and specialized grazing systems on watershed characteristics and responses. In: Developing strategies for rangeland management. Bolder, CO, and London: **Natural Research Council/National Academy of Sciences, Westview Press**, 927-983.
- Borghi, C.E., Giannoni, S.M. and Martinez-Rica, J.P. (1990) Soil removed by voles of the genus *Pitymys* in the Spanish Pyrenees. **Pirineos**, 136: 3-17.
- Camargo, O. A.; Alleoni, L. R. F. (1997) **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba: ESALQ. 132p.
- Cassetti, V. (1983) Algumas considerações a respeito dos fenômenos pluvio-erosivos em Goiânia – Goiás. **Boletim Goiano de Geografia**, 3: 161-180.
- Dias, L. E.; Griffith, J. J. (1998) Conceituação e caracterização de áreas degradadas. In Dias, L. E.; Mello, J. W. V. (Editores). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV, Departamento de Solos; Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1-7.
- Embrapa** (2008) <http://www.cnpqg.embrapa.br/>. Acessado em março de 2008.
- Evans, A.C. (1948) Studies on the relationships between earthworms and soil fertility. II. Some effects of earthworms and soil structure. **Applied Biology**, 35: 1-13.
- Evans, R. (1997). Soil erosion in the UK initiated by grazing animals. **Applied Geography**, 17 (2): 127-141.
- Evans, R. (1998) The erosional impacts of grazing animals. **Progress in Physical Geography**, 22 (2): 251-268.
- Hall, K.; Lamont, N. (2003) Zoogeomorphology in the Alpine: some observations on abiotic-biotic interactions. **Geomorphology**, 55: 219-234.

- Hazelhoff, L., van Hoof, P., Imeson, A.C. and Kwaad, F.J.P.M. (1981) The exposure of forest soil to erosion by earthworms. **Earth Surface Processes and Landforms**, 6: 235-50.
- IBGE** (2007) <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2006/default.shtm> (Indicadores Agropecuários) acessado em dezembro de 2007.
- Imeson, A.C. (1976). Some effects of burrowing animals on slope processes in the Luxembourg Ardennes. Part I. The excavation of animal mounds in experimental plots. **Geografiska Annaler**, 58-A: 115-25.
- Lepsch, I. F. (2002) **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos. 178p.
- Lusby, G. C. (1970) Hydrologic and biotic effects of grazing versus nongrazing near Grand Junction, Colorado. **U. S. Geol. Surv. Prof. Pap.**, 700B: B232-B236.
- Menzel, R. G.; Rhoades, E. D.; Olness, A. E; Smith, S. J. (1978) Variability of annual nutrient and sediment discharges in runoff from Oklahoma cropland and rangeland. **Journal of Environmental Quality**, 7: 401-406.
- Naylor, L. A.; Viles, H. A.; Carter, N. E. A. (2002) Biogeomorphology revisited: looking towards the future. **Geomorphology**, 47: 3-14.
- Oldeman, L. R. (1994) The global extent of soil degradation. In Greenland, D. J.; Szabocls, I. (editors) Soil resilience and sustainable land use. **Cab International**, Wallingford, UK, 99-118.
- Resende, M.; Curi, M.; Rezende, S. B.; Corrêa, G. F. (1995) **Pedologia: base para distinção de ambientes**. Viçosa: NEPUT. 304p.
- Robertson, A. I; Rowling, R. W. (2000) Effects of livestock on riparian zone vegetation in an Australian dryland river. **Regul. Rivers: Res. Mgmt.** 16: 527-541.
- Roose, E.J. (1976). Contribution à l'étude de l'influence de la mésofaune sur la pédogenèse actuelle. **Rapports ORSTOM**, Abidjan: 2-23.
- Rutin, J. (1992) Geomorphic activity of rabbits on a coastal sand dune, De Blink Dunes, The Netherlands. **Earth Surface Processes and Landforms**, 17: 85-94.
- Scholefield, D.; Hall, D. M. (1986) A recording penetrometer to measure the strength of soil in relation to the stresses exerted by a walking cow. **J. Soil Sci.**, 37: 165-176.
- Sorrenson, W. J.; Montoya, L. J. (1989) Implicações econômicas da erosão do solo e do uso de algumas práticas conservacionistas no Paraná. **Boletim técnico**, n. 21. Londrina, IAPAR. 110p.
- Strunk, H. (2003). Soil degradation and overland flow as causes of gully erosion on mountain pastures and in forests. **Catena**, 50: 185- 198.
- Thomaz, E. L. (2003) Caracterização hidroclimática da bacia do rio das Pedras. Convênio Fundo Azul II – Sanepar/Unicentro (**Relatório Técnico-Científico**). Guarapuava. 37 p.
- Thomaz, E. L. Processos hidrogeomorfológicos e o uso da terra em ambiente subtropical – Guarapuava – PR. São Paulo, 2005, 297 f. **Tese** (Doutorado em Ciência, área Geografia Física) – Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.
- Thomaz, E. L. (2007) Processo hidrológico superficial e uso da terra em Guarapuava-PR: mensurações em parcelas pequenas. **Geografia** (Rio Claro), 32: 89-106.
- Thomaz, E. L.; Homiak, M. (2002). Ensaio de capacidade de infiltração de água em diferentes tipos de usos do solo na bacia do Rio Guabiroba, Guarapuava, PR. UNICENTRO: Guarapuava (**Relatório de iniciação científica**). 44p.
- Thomaz, E. L.; Dias, W. A. (2007) Influência do pastoreio na mudança física do solo em margens de canal fluvial. UNICENTRO: Guarapuava (**Relatório de iniciação científica**). 11p.
- Thorp, J. (1949) Effect of certain animals that live in soils. **Science Monthly**, 68: 180-91.
- Trimble, S. W; Mendel, A. C. (1995) The cow as a geomorphic agent: a critical review. **Geomorphology**, 13: 233 – 253.
- Trimble, S. W. (1994) Erosional effects o cattle on streambanks in Tennessee, U.S.A. **Earth Surface Processes and Landforms**, 19: 451-464.
- Yair, A. and Rutin, J. (1981) Some aspects of the regional variation in the amount of the available sediment produced by isopods and porcupines, northern Negev, Israel. **Earth Surface Processes and Landforms**, 6: 221-34.
- Young, A.; Saunders, I. (1986) Rates of surface processes and denudation. In: Abrahams, A. D. Hillslope processes. United Kingdom: **The Binghamton Symposia in Geomorphology, international Series**, 16: 3-27.