

# PERDA DE SOLOS EM DIFERENTES USOS EM ÁREA DE FAXINAL NA REGIÃO SUDESTE DO PARANÁ, BRASIL

Valdemir ANTONELI<sup>1</sup>

Claudio Antonio KOZECHEN<sup>2</sup>

João Anésio BERDNAZ<sup>3</sup>

Manuel PULIDO-FERNÁNDEZ<sup>4</sup>

## Resumo

O sistema de faxinal indica variações de uso e ocupação no seu interior, com áreas de pastagens e florestas que pertencem ao criadouro comunitário e áreas com as mesmas características que pertencem ao criadouro particular (potreiros). A variação do uso do solo pode contribuir de forma diferenciada para as questões ambientais. Neste contexto, esta pesquisa teve como objetivo avaliar a perda de solo em três diferentes tipos de uso: pastagem, floresta e potreiro. O estudo foi realizado no Faxinal Tijuco Preto (município de Prudentópolis). Para isso foram instaladas 12 calhas de Gerlach, sendo distribuídas 04 em cada tipo de uso. As mensurações foram realizadas entre o mês de janeiro até o mês de dezembro de 2012. Durante este período também foram avaliadas a pluviosidade e a exposição do solo. Ao término do monitoramento observamos que a área de pastagem indicou uma perda média de 3,2 ton/ha<sup>-1</sup>, a floresta uma perda de 0,73 ton/ha<sup>-1</sup> e o potreiro 6,26 ton/ha<sup>-1</sup>. Esta variação pode estar atribuída à intensificação do pastoreio nas diferentes áreas além da espécie de animais que são criados nestes ambientes.

**Palavras-chave:** Erosão. Faxinal. Sistema silvopastoril. Criadouro comum. Potreiro.

## Abstract

### Soil loss in different land uses in faxinal areas of the SE region of the Parana state, Brazil

Faxinal system represents variations in land use and management inside of it, with areas of pasture and forests which belong to the common breeding and areas with the same characteristics which belong to a particular breeding (paddocks). The variation in land use can contribute differently to environmental issues. In this context, this research aimed to evaluate soil loss in 3 types of land use: pasture, forest and paddock. This study was carried out in the Faxinal Tijuco Preto (municipality of Prudentópolis). A total amount of 12 Gerlach troughs were installed, 4 in each land use. Measurements were performed from January to December 2012. Rainfall and soil exposure were also considered. At the end of the research, we observed that the Pasture area recorded an average loss of 326.1 ton/ha<sup>-1</sup> forest a loss of 73.1 ton/ha<sup>-1</sup>, and the paddock area a loss of 626.0 ton/ha<sup>-1</sup>. This variation can be due to an intensification of grazing in different areas besides the animal species that are managed in these farms.

**Key words:** Erosion. Faxinal. Silvopastoral system. Common breeding site. Paddock.

<sup>1</sup> Prof. Dr. Departamento de Geografia, Universidade Estadual do Centro-Oeste. Campus de Irati, Rodovia PR-153, km 7, Riozinho, Irati/PR, Cep: 84500-000, Brasil. E-mail: vaantoneli@gmail.com

<sup>2</sup> Mestrando do curso de Pós Graduação em Geografia do Curso de Geografia da UNICENTRO-Campus CEDETEG- Gurapauva-PR. E-mail: sentiokoze@hotmail.com

<sup>3</sup> Prof. Msc. Departamento de Geografia, Universidade Estadual do Centro-Oeste. Campus de Irati, Rodovia PR-153, km 7, Riozinho, Irati/PR, Cep: 84500-000, Brasil. E-mail: jhonesguamirim@hotmail.com

<sup>4</sup> University of Extremadura Faculty of Philosophy and Letters. Avda de la Universidad s/n 10071 Cáceres- Spain. E-mail: mapulidof@unex.es

## INTRODUÇÃO

O faxinal é um sistema silvopastoril existente em alguns regiões do sul do Brasil, mas como maior destaque para o Centro-sul e sudeste do Estado do Paraná. Este sistema é definido como um sistema de produção camponês tradicional, característico dessas duas regiões paranaenses, que tem como traço marcante o uso coletivo da terra para criação animal e a conservação ambiental. Fundamenta-se na integração de três componentes: a) criação animal - de forma coletiva à solta, através dos criadouros comunitários; b) produção agrícola - policultura alimentar de subsistência para consumo e comercialização; e c) extrativismo florestal de baixo impacto - manejo de erva-mate, araucária e outras espécies nativas (CHANG, 1988).

Em geral, a organização deste sistema se dá através do cercamento de toda a área do faxinal, dentro do qual, funciona o criadouro comum, onde todos os proprietários têm o direito de criar seus animais (bovino, suíno, equino, caprinos, aves, etc.) à solta, não havendo cercas ou barreiras entre as propriedades. Mesmo aqueles agricultores que residem na área do faxinal, mas que não possuem terras, também tem o direito de criar animais nos limites do faxinal. Isso significa que não necessariamente precisa ser dono de terras dentro do faxinal para criar os rebanhos (ANTONELI; THOMAZ, 2012).

Souza (2007) identificou em todo o Estado do Paraná 227 faxinais, divididos em 4 categorias, 3 delas com uso comum e outra sem uso comum. Deste total, 11 (4,8%) apresentam características de categoria 1 (faxinais com uso comum - "criador comum aberto"), 54 faxinais (23,7%) se enquadram na categoria 2 (faxinais com uso comum - "criador comum cercado"). A categoria 3 (faxinais com uso comum - "criador com criação grossa ou alta") é responsável por 50 faxinais (22%). O restante, 112 faxinais (49,3%), pertencem à categoria 4 (faxinais sem uso comum - "mangueirões" e "potreiros").

Dentre os diversos municípios do estado do Paraná que apresentam áreas de faxinais em seus respectivos territórios, o Município de Prudentópolis (região Sudeste) apresenta o maior número deles (14 faxinais), sendo que deste total, 11 faxinais são de categoria 2. Respeito a esta categorização, o faxinal Tijuco Preto no município de Prudentópolis (área de estudo) é um exemplo representativo da categoria 2, isto é, um sistema de faxinal em sua essência, onde criações baixas (cabritos, ovelhas, porcos, etc.) e altas (vacas e cavalos) circulam livremente dentro dos limites do faxinal.

Diversos autores direcionam pesquisas para a identificação cultural e manutenção desta forma de uso e ocupação. Dentre eles destacam-se trabalhos a partir da construção de identidade dos faxinais (LÖWEN SAHR, 2006), configuração e classificação dessas áreas (CHANG, 1988; LÖWEN SAHR, 2005; CAMPIGOTO, 2008), ou inserção da fucicultura nas áreas de faxinais (KRAICZEK; ANTONELI, 2012, ANTONELI 2012). Contudo, ressaltamos que a questão do impacto causado pelos animais domésticos é um tema pouco explorado (ANDRADE et al., 2012), permitindo a identificação de alguns conflitos internos, não só de ordem social, mas também de ordem ambiental.

No bojo dessa discussão, o sistema de faxinal não representa um padrão ambiental sustentável devido à pressão exercida pelo pastoreio dos animais, que culmina na redução da disponibilidade de alimento (pasto). A redução na disponibilidade de alimento para os animais nessas áreas acaba levando alguns faxinalenses a reduzir seus rebanhos e transformar suas áreas de pastagens em áreas agrícolas, dentro dos limites do próprio faxinal (ANTONELI; THOMAZ, 2012). As áreas de criadouro comunitário sofrem também com a individualização de algumas propriedades, onde

os animais são criados de forma restrita, com pastejo apenas nos limites de suas respectivas propriedades, ou seja, estes animais não fazem parte do criadouro comum.

A compactação do solo e a redução da vegetação podem ser consideradas como uma das principais forças condutoras da erosão do solo. O constante pisoteio dos animais acaba compactando o solo que, segundo Rosolem et al. (1994), reduz a densidade e a macroporosidade do solo, aumenta a resistência do solo ao crescimento radicular em condições de baixa umidade, e reduz a oxigenação do solo, quando úmido. Os animais em pastejo exercem diferentes efeitos sobre a pastagem como: pisoteio e compactação ((IMHOFF et al., 2000; THOMAZ; DIAS 2009), redução na capacidade de infiltração (STRUNK, 2003, DUNNE et al. 2011), exposição do solo (ANTONELI; THOMAZ 2012), perda de solo (INACIO et al., 2007, ANTONELI 2011); caminhos preferenciais (ANTONELI et al., 2012), e perda de propriedades química e microbianas do solo (HILTBRUNNER et al., 2012).

Bertoni e Lombardi Neto (2005) concluem que o pastoreio excessivo faz também aparecer áreas sem vegetação devido à redução do processo de regeneração. O surgimento de áreas sem vegetação (manchas) e áreas vegetadas indica variações nos processos hidrológicos (VÁSQUEZ-MÉNDEZ et al., 2010). Essas áreas são características do sistema de faxinal, devido á vários fatores, como a dificuldade de regeneração da floresta e o corte desordenado das árvores para exploração da madeira.

Com a redução da vegetação ocorre a diminuição da concentração da umidade no solo por ocorrer uma maior perda de água por *runoff*. O solo exposto acaba sofrendo erosão por salpico (*splash*), que desagrega as partículas a serem transportadas pelo escoamento superficial. Além disso, os agregados vão preenchendo os poros da superfície do solo, promovendo o processo de selamento, dificultando e diminuindo os índices de infiltração disponibilizando assim um percentual maior de água para o escoamento superficial (FEDEROV; MARUNICH 1989, BU et al., 2014).

Diante do exposto, esta pesquisa foi desenvolvida com o propósito de avaliar a perda de solo em áreas distintas no Faxinal Tijuco Preto do Município de Prudentópolis. Partimos da hipótese de que como há variação na forma de uso e na quantidade de animais, pode haver variações nas perdas de solos nestes ambientes.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

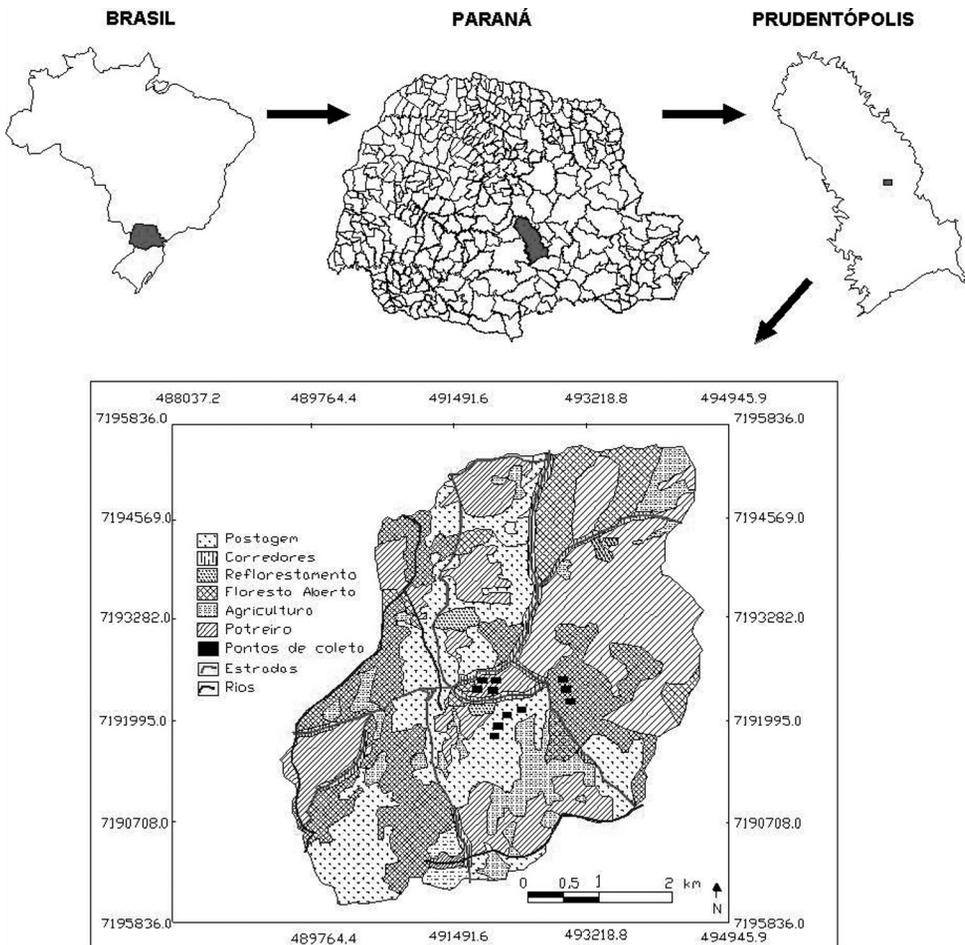
### **ÁREA DE ESTUDO**

O estudo foi desenvolvido no faxinal de Tijuco Preto, no município de Prudentópolis (Figura 1), que se destaca por ser um dos maiores do município, com uma área de 1.476 hectares e aproximadamente 200 famílias (MARTINHUK; ANTONELI, 2013). Nesta área, o regime climático se caracteriza como subtropical úmido, com média anual de precipitação em torno 2.030 mm. A temperatura dos meses mais quentes é superior a 25°C e inferiores a 0°C nos meses mais frios, apresentando entre 10 e 20 geadas no inverno (MAACK, 1981). Com relação aos solos do Faxinal, há um predomínio de Cambissolo Háplico, com surgimento de Gleissolo nas áreas de várzeas e Latossolos nos topos aplainados. (EMBRAPA 2006).

Na figura 1 observamos a divisão de usos de solo do faxinal Tijuco Preto e os 12 pontos de coleta onde foram instaladas a calhas de Gerlach. É uma divisão de usos do solo bem peculiar, no qual a agricultura ocupa 16% do total (230,3 ha). Os poteiros

(áreas particulares) que correspondem aos criadouros fechados (individualização da propriedade), e matas fechadas cercadas ocupam 538,8 ha (36%), sendo a maior ocupação atual, seguida pela floresta aberta que detém 395,9 ha (27%). Esta floresta aberta é caracterizada por uma área com livre circulação de animais, mas com predomínio de floresta. A pastagem indicou uma área de 263,5 ha (18%), porém sem ou com apenas alguns capões de mata esparsa.

Ressaltamos, que tanto a floresta quanto a pastagem são destinadas ao criadouro comunitário. O corredor que corresponde aos locais que interligam áreas abertas e de pastagem está situado geralmente próximo aos locais cercados e concentram 34,7 ha (2%). Já o reflorestamento, corresponde a somente 1%. Este reflorestamento em sua maioria é de eucalipto com algumas áreas de pinus.



**Figura 1 - Localização geográfica e divisão de usos de solo do faxinal Tijuco Preto**

Autor: A. Martinhuk.

Para a avaliação da perda de solo foram monitoradas três áreas onde ocorre o pastoreio de animais, sendo: Pastagem e floresta, ambas como criadouro comum (áreas abertas com trânsito livre dos animais), e potreiro (área particular), com criadouro de animais de forma restrita (apenas o proprietário da terra cria seus animais). Na área de potreiro onde foi monitorada a perda de solo são criados apenas suínos, mas há áreas de potreiros onde se criam bovinos, equinos, caprinos que podem ser criados juntos dentro do limite da propriedade. Esta forma de criar suínos é uma prática comum entre os faxinalenses, principalmente nos faxinais que estão em estágio avançado de desarticulação.

A área de potreiro utilizada nesta pesquisa era de 1,5 hectares com uma declividade média de 12%, com algumas árvores esparsas e pastagem natural, (Figura 2A). Durante a pesquisa esta área apresentava uma lotação de 12 suínos (8 porcos  $\text{ha}^{-1}$ ). Nas áreas de pastagens e floresta, havia um trânsito constante de animais em pastejo (equinos, caprinos, bovinos e aves) sendo estipulada uma estocagem em torno de 2,5 animais  $\text{ha}^{-1}$  (Figura 2B). O tamanho das áreas de pastagem e floresta utilizada para o monitoramento era de 5,5 e 10 hectares respectivamente. A declividade média da área de pastagem era de 12% e a floresta de 10%. Verificamos em campo que o tipo de solo das três áreas monitoradas é Cambissolo Háplico Tb Eutrófico típico (Cxb<sub>e</sub>2), (EMBRAPA 2006), que se caracterizam como solos profundos, moderadamente a bem drenados, quase todos com cores vivas, nos matizes 7,5 YR e 5 YR (*Munsell Color Company, 1988*), e textura que varia de média a argilosa. A média da densidade aparente do solo na área de potreiro foi de 1.11  $\text{g/cm}^3$ , na pastagem 1.12  $\text{g/cm}^3$  e na floresta 1.08  $\text{g/cm}^3$ .



**Figura 2 - A) área denominada Potreiro com criação de suínos;  
B) área de pastagem em conjunto com a floresta**

## AMOSTRAGEM

Para o estudo foram determinadas como variáveis a perda de solo, a exposição do solo e a pluviosidade. A avaliação da perda de solo nos diferentes usos do solo (pastagem, floresta e potreiro), foi realizada através da instalação de 12 calhas de Gerlach, sendo 4 em cada tipo de uso. As calhas foram instaladas na alta, média e baixa vertente de cada área. Padronizamos a área de contribuição de cada calha com madeira, onde cada parcela apresentou uma área de contribuição de 8  $\text{m}^2$ . As coletas foram realizadas no ano de 2012, sendo mesuradas 35 chuvas durante o período. Ressaltando que as coletas eram realizadas a cada chuva. O material retido nas calhas foi levado ao laboratório para secagem e pesagem, em seguida tabulado para calcular a perda de solo por metro quadrado ( $\text{g m}^{-2}$ ).

Foi avaliada também a exposição do solo através do método de amostrador de exposição de solo, adaptado por Antoneli (2011), o qual consiste em um quadro de madeira (1x1m<sup>2</sup>). Neste quadro foram feitas subdivisões a cada 10 cm, formando uma malha de 100 quadros menores de 100 cm<sup>2</sup> cada. A partir dessa malha, foi realizada a avaliação da exposição do solo em 1 m<sup>2</sup>.

Para estipular o percentual de exposição dentro desses quadros menores, foi realizada uma avaliação visual, onde o pesquisador indica um valor (aproximado) do percentual de exposição em cada quadricula. Foram realizadas 10 coletas em cada área (pastagem, floresta e potreiro), em cada campanha, totalizando 120 coletas de exposição em cada área ao longo do monitoramento. Os dados foram representados em um croqui, onde foi anotado o percentual de exposição de cada quadro menor (100 cm<sup>2</sup>). Ao término da avaliação dos 100 quadros menores, somamos todos os valores estimados e dividimos pelo número total de quadros. O resultado de exposição é expresso como a porcentagem do total.

A pluviosidade foi avaliada através da instalação de três pluviômetros manuais (um em cada área), sendo utilizada a média das três leituras.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### PERDA DE SOLOS NAS PASTAGENS

Na tabela 1 são apresentados os dados mensais de perdas e exposição de solo e chuva registrada nas áreas de pastagens. A perda de solo estimada por esta pesquisa na área de pastagem com criadouro comunitário foi de 326,2 g m<sup>-2</sup>. Os meses que mais apresentaram perdas foram junho e julho com perdas de 131,1 g m<sup>-2</sup> e 68,4 g m<sup>-2</sup> respectivamente. Quando somados os dois meses, a perda foi 61,2 % do total. Em relação às menores perdas, estas ocorreram nos meses de fevereiro com 3,0 g m<sup>-2</sup>, setembro e dezembro ambos, com 1,1 g m<sup>-2</sup>, a soma destes meses resultou em uma contribuição de apenas 2% em relação ao total.

**Tabela1 - Perda de solo da área de pastagem associado à exposição do solo e pluviosidade**

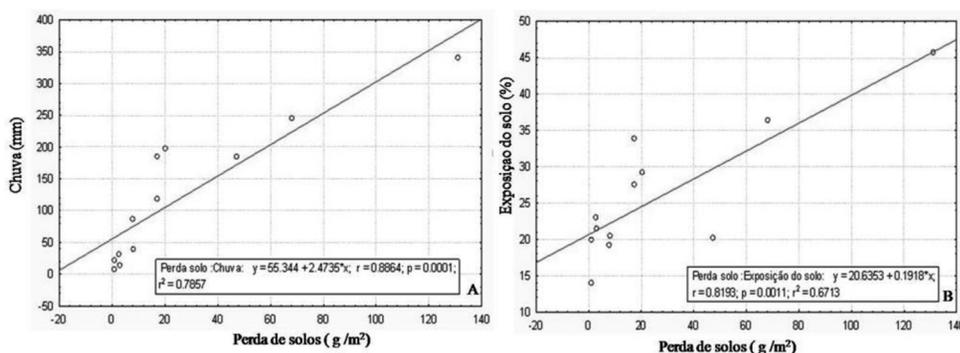
Meses	Perda solo (g m <sup>-2</sup> )	Exposição do solo (%)	Chuva (mm)
Jan	47,3±7,6	20,1±4,3	185,0
Fev	3,0±3,9	21,4±2,8	14,0
Mar	2,9±0,8	22,9±6,1	31,0
Abr	17,3±9,6	27,5±5,8	185,0
Mai	17,3±7,6	33,8±3,1	118,0
Jun	131,1±5,1	45,7±7,3	340,0
Jul	68,3±10,5	36,4±9,8	245,0
Ago	20,5±6,1	29,2±3,7	198,0
Set	1,1±1,6	13,9±4,3	22,0
Out	7,9±2,8	19,1±2,8	87,0
Nov	8,4±3,4	20,4±4,7	39,0
Dez	1,1±0,2	19,8±4,3	7,0
Total/média	326,1±130,9	25,8 ±9,0	1371,0

No contexto geral, as perdas de solo foram decrescendo após o inverno, diminuindo com a redução da pluviosidade. Já a exposição do solo nas áreas de pastagens indicou um pico nos meses de junho e julho com 45,7% e 36,4% respectivamente e, a menor exposição foi encontrada no mês de setembro com 13,9%. Os valores estimados por esta pesquisa foram inferiores aos encontrados por Bendahan (1999) na Microrregião de Castanhal, na Zona Bragantina, que variou de 26 a 65%.

Em relação à estocagem animal da área de pastagem, no período de monitoramento foi de 2,5 animais por hectare, com predomínio de equinos e bovinos. Em virtude dos animais serem criados soltos (sem restrição de propriedades) utilizam as áreas de pastagens e as áreas de florestas para o pastejo ao longo do ano, ocorrendo uma migração sazonal, de acordo com a necessidade fisiológica do rebanho (ANDRADE et al., 2012). Por não haver controle sobre a quantidade de animais por hectare e rodízio de pastagens, as perdas de solos podem ser potencializadas em determinados períodos, dependendo das condições climáticas (WIDOWSKI 2001; ANDRADE et al., 2012) e da disponibilidade de pasto (ANTONELI, 2011), pois a erosão é potencializada pela menor disponibilidade de recursos alimentares nas áreas de pastagens (YISEHAK et al., 2013),

Foi observado em campo que ao longo do dia os animais acabam utilizando as áreas de pastagens e as áreas de florestas. Pela manhã, observamos que os animais utilizam de forma efetiva as áreas de pastagens à procura de alimento. Durante a tarde os animais acabam adentrando e permanecendo mais tempo nas áreas de florestas a procura de alimentos. Esta migração pode estar atrelada às características temporais de temperatura e umidade, visto que, durante a manhã com as temperaturas mais baixas, as áreas abertas apresentam maior luminosidade e aquecimento. Já no período da tarde quando as temperaturas estão mais elevadas às áreas florestadas apresentam um melhor conforto térmico para os animais.

Esta questão já havia sido observada por algumas pesquisas desenvolvidas por Johnson e Strack, (1992); Widowski (2001); Andrade, et al., (2012). Essa variabilidade pode ter influenciado na correlação entre a perda de solo e as variáveis monitoradas (Figura 3).



**Figura 3 - a) Correlação entre as perdas de solo e a chuva nas pastagens; b) Correlação entre as perdas de solo e a exposição do solo nas pastagens**

Na figura 3 são apresentados os diagramas de dispersão, a regressão linear e os coeficientes de correlação entre as perdas de solo e algum dos fatores explicativos. Observamos alta correlação entre a perda de solo com a chuva ( $r^2 = 0,786$ ) e correla-

ção média entre as perdas de solo com a exposição do solo ( $r^2 = 0,6713$ ). Portanto, a chuva indicou maior influência nas perdas de solo em relação à exposição do solo.

## PERDA DE SOLOS NA FLORESTA

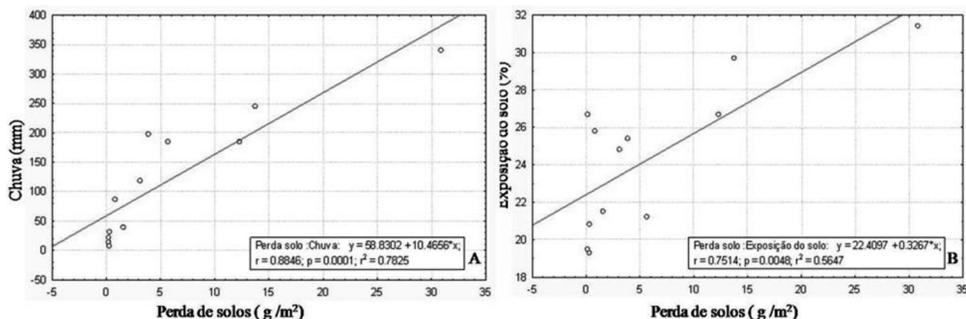
Na área de floresta, a perda média de solo foi de  $73,1 \text{ g m}^{-2}$ , indicando um pico de perda nos meses de junho e julho com  $30,9 \text{ g m}^{-2}$  e  $13,8 \text{ g m}^{-2}$  respectivamente (Tabela 2). As perdas nestes dois meses foram responsáveis por 61,1% do total. Já os meses de fevereiro e setembro indicaram perdas de  $0,2 \text{ g m}^{-2}$  respectivamente. Os meses de menor pluviosidade corresponderam às menores perdas, como são os casos dos meses de fevereiro, março, setembro, novembro e dezembro com médias mensais inferiores a 50 mm, onde as perdas foram inferiores a  $1 \text{ g m}^{-2}$ .

**Tabela 2 - Perda de solo da área de floresta associado à exposição do solo e pluviosidade**

Meses	Perda solo ( $\text{g m}^{-2}$ )	Exposição do solo (%)	Chuva (mm)
Jan	$12,3 \pm 2,3$	$26,7 \pm 5,3$	185,0
Fev	$0,2 \pm 0,2$	$19,5 \pm 3,3$	14,0
Mar	$0,3 \pm 0,3$	$19,3 \pm 3,9$	31,0
Abr	$5,7 \pm 2,8$	$21,2 \pm 7,5$	185,0
Mai	$3,1 \pm 1,3$	$24,8 \pm 5,2$	118,0
Jun	$30,9 \pm 11,0$	$31,4 \pm 7,9$	340,0
Jul	$13,8 \pm 3,9$	$29,7 \pm 8,8$	245,0
Ago	$3,9 \pm 4,0$	$25,4 \pm 6,7$	198,0
Set	$0,2 \pm 0,1$	$26,7 \pm 5,9$	22,0
Out	$0,8 \pm 0,4$	$25,8 \pm 2,2$	87,0
Nov	$1,6 \pm 1,3$	$21,5 \pm 4,8$	39,0
Dez	$0,3 \pm 0,2$	$20,8 \pm 4,4$	7,0
Total/média	$73,1 \pm 25,5$	$24,4 \pm 3,9$	1471,0

Observa-se que os meses de maior volume de precipitação condizem com as maiores perdas. A exposição do solo indicou menor índice no mês de março (19,3%) e maior no mês de junho (31,4%), já nos meses de julho, agosto, setembro e outubro os valores ficaram acima dos 25%, os demais apresentaram médias inferiores a este valor. Estes resultados podem estar relacionados à disponibilidade de pasto nas áreas de pastagens durante o inverno que, devido às baixas temperaturas e ocorrência de geadas sofrem uma redução no volume.

Com isso os animais são condicionados a buscarem alimento na área de floresta bem como abrigo para se protegerem das intempéries climáticas. Este processo pode estar influenciando na correlação entre perda de solo em relação à precipitação e exposição como demonstra à figura 4.



**Figura 4 - a) Correlação entre as perdas de solo mensal e chuva na floresta, b) Correlação entre as perdas de solo mensal e a exposição do solo na floresta**

Ao analisarmos a figura 4, notamos que há alta correlação entre a perda de solos com a precipitação ( $r^2$  0,7825) e correlação média entre a perda de solo e a exposição do solo ( $r^2$  0,5647), com a perda de solo, seguindo o mesmo padrão das áreas de pastagens.

## PERDA DE SOLOS NOS POTREIROS

Em relação à área de potreiro, há também locais de pastagens consorciados com florestas, mas o que difere é a forma de criação de animais, pois estes estão restritos aos limites da propriedade. Nesta área de 1,5 hectares pastoreiam 12 suínos, isto é, uma estocagem de 8 porcos  $ha^{-1}$  ou 1 UA  $ha^{-1}$  (UA: Unidade animal equivalente a um peso aproximado de 450 kg).

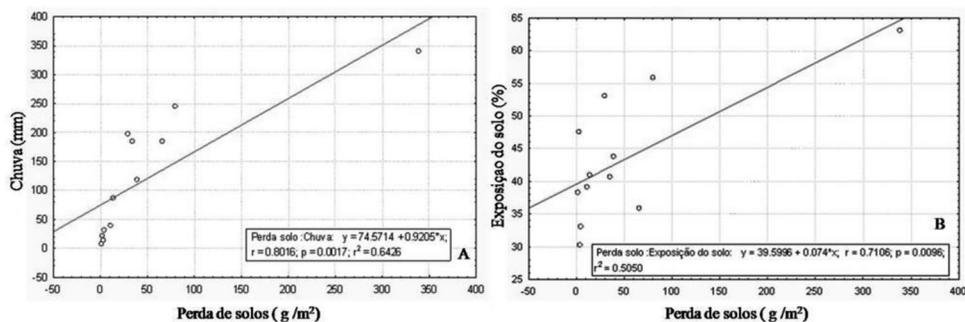
A perda total de solos foi de 626,0  $g\ m^{-2}$  (Tabela 3), deste total, o mês de junho indicou o maior valor com 388,6  $g\ m^{-2}$  (54,5%). Alguns meses como fevereiro, março, setembro e dezembro indicaram perdas inferiores a 5  $g\ m^{-2}$ . A pluviosidade mensal inferior a 50 mm foi condizente com as menores perdas de solo, assim como as maiores pluviosidades indicaram as maiores perdas de solo. Já a maior exposição do solo coincidiu com as maiores perdas.

Quando analisada a tabela 3, observamos que a exposição do solo foi aumentando à medida que foi se aproximando dos meses de inverno e decrescendo à medida que se aproximou do verão. Como discutido anteriormente, o aumento na exposição do solo nos meses de inverno, pode ser em decorrência da redução das pastagens, o que implica na maior mobilidade dos animais a procura de alimento.

Cabe considerar que as áreas de florestas tanto nas áreas de criadouro comunitário como nas áreas de potreiro apresentam uma estrutura rala e esparsa sem os estratos inferiores. Esta condição permite que a água da chuva ao travessar as copas das árvores (dossel) golpeie o solo com intensidade semelhante em solo exposto, o que pode provocar aumento dos processos erosivos pelo *splash*. Estas condições podem influenciar na correlação entre as perdas de solo com a chuva e exposição do solo (Figura 5).

**Tabela 3 - Perda de solo da área de potreiro associado à exposição do solo e pluviosidade**

Meses	Perda solo (g m <sup>-2</sup> )	Exposição do solo (%)	Chuva (mm)
Jan	66,3±24,6	35,9±9,7	185,0
Fev	3,8±0,6	30,2±6,8	14,0
Mar	4,2±2,0	33,1±5,3	31,0
Abr	34,9±1,6	40,7±7,9	185,0
Mai	39,4±19,9	43,8±9,1	118,0
Jun	338,6±14,7	63,1±13,8	340,0
Jul	80,2±84,1	55,8±11,6	245,0
Ago	29,4±18,7	53,1±12,9	198,0
Set	2,4±18,4	47,6±9,7	22,0
Out	13,8±1,5	40,9±8,3	87,0
Nov	11,2±1,8	39,1±6,1	39,0
Dez	1,7±5,1	38,2±6,8	7,0
Total	626,0±254,8	43,5±9,7	1471,0

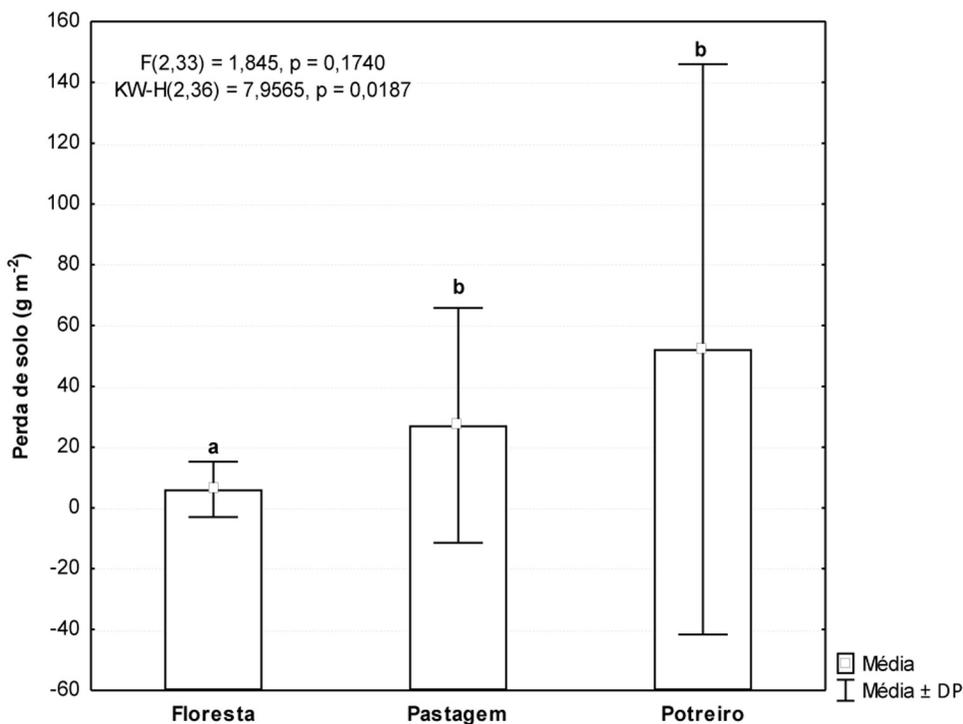


**Figura 5 - a) Correlação entre as perdas de solo mensal e chuva no potreiro; b) Correlação entre as perdas de solo mensal exposição do solo no potreiro**

Por meio da figura 5 a, nota-se que houve correlação média entre a perda de solo mensal e a chuva ( $r^2 = 0,626$ ), ou seja, a chuva indicou uma influência de 64% nas perdas, a correlação média pode ser explicada pela intensificação do pastoreio ao longo do ano, por ser uma área restrita. Com o aumento do pastejo, a tendência é que aumente a exposição do solo, que neste caso indicou correlação média também com a perda de solo ( $r^2 = 0,505$ ). Apesar das correlações serem significativas ( $p > 0,05$ ), a chuva e a exposição do solo indicaram menor influência nas perdas de solo no potreiro em relação à pastagem e a floresta.

## COMPARAÇÃO ENTRE OS DIFERENTES USOS DO SOLO

A perda de solo estimada por esta pesquisa esta acima daquelas encontradas na literatura, o que pode ser em decorrência da forma de criação de animais, da quantidade de animais por hectare e das espécies que predominam em determinados ambientes (Figura 6).

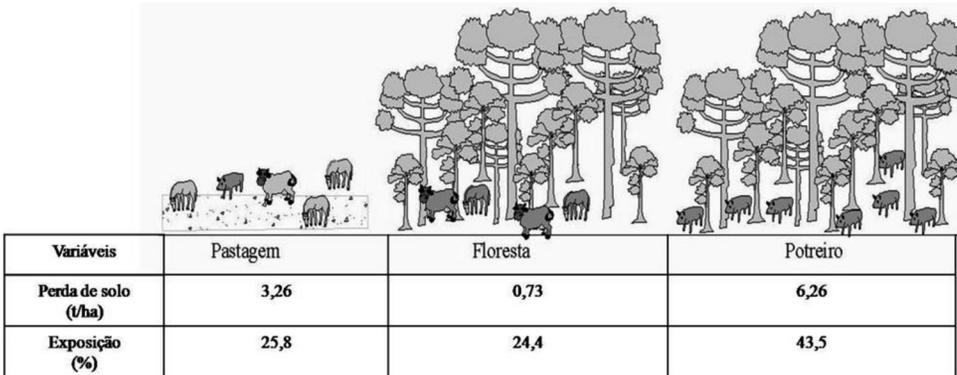


**Figura 6 – Comparativo de perdas de solos entre as áreas**

Se os dados forem convertidos em toneladas por hectare temos uma perda de  $0,7 \text{ t/ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , na floresta. Valor pouco acima daquele estimado por Thomaz (2005), em uma área de mata secundária com presença de animais, onde a perda foi de  $0,2 \text{ t/ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . Assim como pesquisas estimadas por Franco et al., (2002), que indicaram perda média de solo em florestas com consorciamento de animais em torno de  $0,2 \text{ t/ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ .

A pastagem apresentou perda média de  $3,2 \text{ t/ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de solos, sendo superior àquelas encontradas por Sorrenson e Montoya (1989), com perdas de  $1,8 \text{ t/ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  em Campo Mourão PR em clima tropical; Barbosa e Fearnside (2000), em torno de  $1,1 \text{ t/ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  em Roraima em clima equatorial; Antoneli (2011) em uma área de faxinal em Guamiranga-PR, com perdas de  $0,7 \text{ t/ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  a  $1,34 \text{ t/ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ; Andrade et al. (2012) com perdas de  $0,2 \text{ t/ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , ambos em clima subtropical e Oudenhoven et al. (2015) com  $1,5 \text{ t/ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  em pastagem semi-áridas. No potreiro as perdas foram em torno de  $6,2 \text{ t/ha}^{-1}$ . Cerca de 05 vezes inferior as perdas encontradas por

Alemayehu et al. (2011) em pastagens comunitárias no norte da Etiópia. As perdas de solo das três áreas e a exposição do solo são representadas na figura 7.



**Figura 7 - Esquema de representação das formas de uso do solo monitoradas e seus respectivos valores**

## CONCLUSÕES

As áreas de pastagem tiveram uma produção de sedimento 4,4 vezes maior que a área de floresta. Já a área de potreiro produziu 8,5 vezes mais sedimento em relação à floresta e aproximadamente 1,9 vezes mais que a área de pastagem. Portanto, nas áreas de pastagens e florestas onde ocorre o criadouro comunitário, por serem áreas maiores apresentam menor pressão por parte dos animais. Já nas áreas de potreiro, por serem áreas isoladas e restritas há maior pressão sob as condições ambientais que culminou em maiores perdas de solo.

Os suínos através do revolvimento, potencializam a exposição do solo contribuindo assim para as maiores perdas encontradas na área de potreiro.

Concluimos, que os faxinais apesar de ser considerado um exemplo de adaptação do homem ao meio natural ao distribuir equilibradamente essas atividades no tempo e no espaço, estes ecossistemas podem não representar um padrão ambiental sustentável. A degradação ambiental promovida pelo pastoreio desordenado pode ser um dos indicadores de desarticulação deste sistema.

## AGRADECIMENTO

Ao CNPq pela concessão do projeto "Influência dos animais nos condicionantes hidrogeomorfológicos da Floresta Ombrófila Mista com domínio do Sistema de Faxinal na Região Centro-sul do Paraná" aprovado pelo EDITAL MCT/CNPQ N. 14/2011 - Universal.

## REFERÊNCIAS

ALEMAYEHU, M.; AMEDE, T.; BÖHME, M.; PETERS, K. J. Collective management on communal grazing lands: Its impact on vegetation attributes and soil erosion in the upper Blue Nile basin, northwestern Ethiopia. **Livestock Science**, v.157, I.1, p 271-279, 2013.

ANDRADE, A.R.; ANTONELI, V.; BEDNARZ, J. A. Comparação da dinâmica geomorfolimática entre áreas florestadas e de pastagens influenciadas por migração de animais no Faxinal Marmeleiro de Cima - Rebouças-PR. **Caderno Prudentino de Geografia**, v.1, n. 34, p. 4-23, 2012.

ANTONELI, V. **Dinâmica do uso da terra e a produção de sedimentos em diferentes áreas fontes na bacia hidrográfica do Arroio Boa Vista-Guamiranga-PR**. 2011. 354 p. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal do Paraná – UFPR. Curitiba.

ANTONELI, V. E THOMAZ, E. L. Produção de serrapilheira em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista com sistema de faxinal. **Sociedade & Natureza**. Uberlândia, n.24, n. 3, p. 489-504, 2012.

ANTONELI, V. Avanço da fomicultura nas áreas de Faxinais no município de Prudentópolis-PR. In SILVEIRA, R. L. da. (Org) Tabaco, **Sociedade e Território: Relações e contradições no Sul do Brasil**. EDUNISC. Santa Cruz do Sul- RS. 2013. 264 p.

ANTONELI, V.; THOMAZ, E.L.; BEDNARZ, J.A. Produção de sedimento em caminhos de animais em Sistema de Faxinal na região Centro-Sul do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v, 13, n.3, p. 311-322, 2012.

BARBOSA R.I.; FEARNISINE, F.M. Erosão de solos na Amazônia: estudo de caso da Região Apiaú Roraima Brasil. **Acta Amazônica**, v.30, n.4, p. 601-613, 2000.

BERTONI, J. E LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 5ª edição, São Paulo: ícone Editora, 355p. 2005.

BU, C.; WU, S.; YANG, K. Effects of physical soil crusts on infiltration and splash erosion in three typical Chinese soils. **International Journal of Sediment Research**, v. 29, I. 4, p. 491-501, 2014.

CHANG, M. Y. **Sistema Faxinal**: uma forma de Organização Camponesa em Desagregação no Centro-Sul do Paraná. **Boletim Técnico**, n. 22. Londrina: IAPAR, 1988. 124 p.

CAMPIGOTO, J. A. Os Faxinais na Perspectiva Hermenêutica: A questão da Origem. In: ENCONTRO REGIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE HISTÓRIA – ANPUH/PR, 11 **Anais ....** 2008.

DUNNE, T. WESTERN, D. DIETRICH W.E. Effects of cattle trampling on vegetation, infiltration, and erosion in a tropical rangeland. **Journal of Arid Environments**, v.75, I. 1, p. 58-69, 2011.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2. ed. 2006. 306 p.

FEDEROV, S. F; MARUNICH, S. V. Forest curt and forest regeneration effects on water balance and river runoff. **IAHS**, n. 187, p. 291 – 297. 1989.

FRANCO, F.S.; COUTO, L.; FIORINI DE CARVALHO, A.; JUCKSCH, I.; FERNANDES FILHO, E. I.; ELIAS SILVA E.; E MEIRA NETO J. A. A. Quantificação de erosão em sistemas agroflorestais e convencionais na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.6, p.751-760, 2002.

HILTBRUNNER, D.; SCHULZE, S.; HAGEDORN, F.; HYPERLINK "<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706111003442>"SCHMIDT, M.W.; ZIMMERMANN, S. Cattle trampling alters soil properties and changes soil microbial communities in a Swiss sub-alpine pasture. **Geoderma**, v.170, p. 369-377, 2012.

IMHOFF, S.; SILVA, A.P.; TORMENA, C.A. Aplicações da curva de resistência no controle da qualidade física de um solo sob pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.1493 – 1500, 2000.

INÁCIO, E. dos S. B.; CANTALICE, J. R. B.; NACIF, P. G. S.; ARAÚJO, Q. R. de; BARRETO, A. C. Quantificação da erosão em pastagem com diferentes declives na microbacia do Ribeirão Salomea **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.4, p. 355-360, 2007.

JOHNSON, K. G.; STRACK, R. Effects of shade use on grazing, drinking, ruminating and postural patterns of Merino sheep. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 43, p. 261-264, 1992.

MARTINHUK, A.; ANTONELI, V. Mapeamento do uso do solo do faxinal Tijucu Preto no município de Prudentópolis-PR. ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 23. **Anais...** Londrina. 2014. Londrina: UEL, 2014.

KRAICZEK, T.; ANTONELI, V: O avanço do cultivo do tabaco no município de Prudentópolis-PR: estudo de caso da década de 2000. **Revista Percorso - NEMO** Maringá, v. 4, n. 2, p. 59- 77, 2012.

LÖWEN SAHR, C. L. Faxinalenses: populações tradicionais no bioma da mata com araucária. In: ENCONTRO DOS POVOS DE FAXINAIS 1. **Anais...** Irati – PR. v.1, p. 53-62, 2005

LÖWEN SAHR, C. L. O pré-Moderno na Pós-Modernidade: refletindo sobre as comunidade de Faxinais da Floresta com Araucária do Paraná. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA,18. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro : UERJ, v. 1, p.1-25. 2006.

MAACK, R. **Geografia Física do Paraná**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná e Instituto de Biologia e Pesquisa Tecnológica, 350 p. 1968.

Munsell Color Company. **Munsell Soil Color Charts**, Baltimore: New Wendson, 1988.

ODENHOVEN, A.P.E. van.;VEERKAMP, C. J.; ALKEMADE, R.; LEEMANS, R. Effects of different management regimes on soil erosion and surface runoff in semi-arid to sub-humid rangelands. **Journal of Arid Environments**, v. 121, p.100-111, 2015.

ROSOLEM, C.A.; VALE, L.S.R.; GRASSI FILHO, H.; MORAES, M.H. Sistema radicular e nutrição do milho em função da calagem e da compactação do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.18, p. 491-497, 1994.

SORRENSEN, W. J.; MONTOYA, L.J. Implicações econômicas da erosão e do uso de algumas práticas conservacionistas no Paraná. **Boletim Técnico n. 21** Londrina. IAPAR. 1989. 110 p.

SOUZA. R. M. **Mapeamento Social dos Faxinais no Paraná**. Instituto Equipe de Educadores Populares – IEEP, Articulação Puxirão dos Povos Faxinalenses. 2007, 59 p.

STRUNK, H. Soil degradation and overland flow as causes of gully erosion on mountain pastures and in forests. **CATENA**, v. 50, I. 2-4, n.1, p.185-198, 2003.

THOMAZ, E. L. **Processos hidrogeomorfológicos e o uso da terra em ambiente subtropical Guarapuava-PR**. 2005. 297p. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo (USP) São Paulo.

THOMAZ, E. L.; DIAS, W. A. Bioerosão – Evolução do Rebanho Bovino Brasileiro e Implicação nos Processos Geomorfológicos. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.10, n.2, p. 3-11, 2009.

VÁSQUEZ-MÉNDEZ, R.; VENTURA-RAMOS, E.; OLESCHKO, K.; HERNÁNDEZ-SANDOVAL, L.; PARROT, J.-F.; NEARING, M.A. Soil erosion and runoff in different vegetation patches from semiarid Central Mexico **Catena**, v, 80, I 3, n.15, p. 162-169, 2010.

WIDOWSKI, T. M. Shade-seeking behavior of rotationally-grazed cows and calves in a moderate climate. In: STOWELL, R. R., BUCKLIN, R.; BOTTCHEER, R. W. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 6th., 2001. **Proceedings...** Louisville, Kentucky, USA: ASABE, v.1, p. 632-639. 2001.

YISEHAK, K.; BELAY, D.; TAYE.T; GEERT JANSSENS, P.J. Impact of soil erosion associated factors on available feed resources for free-ranging cattle at three altitude regions: Measurements and perceptions **Journal of Arid Environments**, v. **98**, p. 70-78, 2013.

Recebido em julho de 2015

Revisado em janeiro de 2016

Aceito em fevereiro de 2016