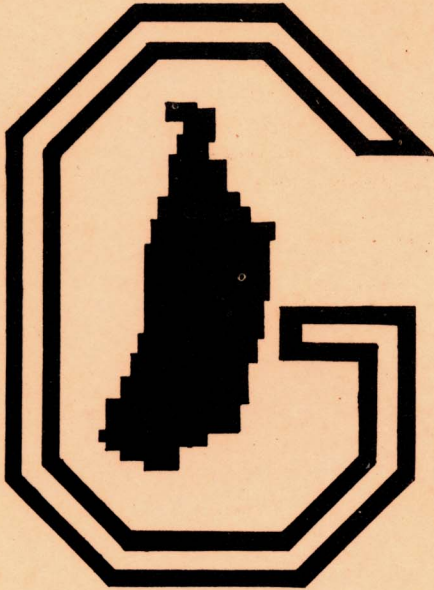


ISSN 0101-708X



UFG – IQG

DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

BOLETIM GOIANO DE GEOGRAFIA

PUBLICAÇÃO SEMESTRAL — VOL. 3 N. 1-2 — JANEIRO/DEZEMBRO 1983

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DOS FENÔMENOS PLUVIO-EROSIVOS EM GOIÂNIA - GOIÁS

VALTER CASSETI*

RESUMO

A avaliação dos processos procurou relacionar as diferenças pluviófases (duração e intensidade das precipitações) com a quantidade de material proveniente das vertentes (terra e água), em função da forma, declividade e tipologia da cobertura vegetal ou uso e manejo do solo.

Os resultados da análise processual foram obtidos através de áreas de amostragens dirigidas, no período de uma série meteorológica. Assim, após estabelecer a seleção dos indicadores espaciais e temporais, implantou-se a estação de observação dos processos morfodinâmicos, representados por nove parcelas isoladas, que compunham três grupos de coberturas (mata, plantio e pastagem) e declives diferentes.

O controle de campo foi realizado através de observações diárias dos efeitos pluvioerosivos. Após avaliação quantitativa das perdas erosivas, os materiais foram amostrados e analisados (análise granulométrico-textural para o solo arrastado e determinações químicas para os elementos solubilizados pelo escoamento superficial). Através dos valores obtidos foram consideradas ainda as relações entre intensidades pluvioerosivas e poder de transporte do material intemperizado, segundo dimensão das partículas e grau de solubilização de macro-nutrientes.

Os resultados demonstram o expressivo significado da cobertura vegetal-uso do solo, do declive e forma de vertente, bem como do comportamento hídrico da superfície (capacidade de campo) nas diferenciações pluvioerosivas.

* Departamento de Geografia - IQG/UFG.

SUMMARY

The evaluation of the processes tried to make connections with different pluviophase (duration and intensity of the precipitations) with the quantity of material arising from the slopes (soil and water), as to the form, declivity and topology of the vegetal covering or use and handling of the soil.

The outcome of the analysis carried out were obtained through directed sample areas in a period of a meteorological successions. Thus, after to set up the choice of the special indicating and temporal, an observations station was implanted for the morphodynamic processes, represented by nine detached parts that composed three covering groups (wood, planting and pasturage) and different slopes.

The field control was achieved through daily observations of pluvioerosive effects. After quantitative evaluation, of erosive loss, the material was analysed and showed (granulemetric-structural to the ground dragged and chemistry determinations for solubilized elements by the surface drainage). Through the value attained, the relations between pluvioerosives intensity and power of transportations of the uncerciful material were also regarded, according to the particle dimension and degree of solubilization, of macro-nutrientes.

The outcome demonstrated the expressive meaning of the vegetal covering-use of the ground, slope and flowing form, as well as the hydraulic behaviour of surface (the field capacity) in the pluvioerosive differentiation.

I, INTRODUÇÃO

A presente análise apoiou-se em resultados parciais de "Estudos dos Efeitos Morfodinâmicos Pluviais no Planalto de Goiânia" (CASSETI, 1983), que tem por objetivo, oferecer subsídios quantitativos dos fenômenos pluvioerosivos, visando uma melhor compreensão das relações processuais em Geomorfologia. A referida tese fundamentou-se em pesquisa experimental realizada na Fazenda Retiro, município de Goiânia, durante uma série meteorológica - agosto de 1980 a julho de 1981, para a qual foram utilizados vertentes, considerando basicamente a tipologia da cobertura vegetal ou modalidade de uso do solo e a declividade, assim caracterizadas:

GRUPO	PARCELA	DECLIVE (%)
Mata	M1	14,39
	M2	15,80
	M3	40,65
Cultura	C1	6,73
	C2	11,01
	C3	16,14
Pastagem	P1	4,71
	P2	14,44
	P3	36,00

Quanto à tipologia da cobertura observou-se no grupo de matas a presença da *Hymenaea stilbocarpa* Hayne (jatobá), *Aspidosperma pruinosum* Mgf (canela de velho), *Callisthene microphila* Wasm e *Apuleia Molaris* Spruce (garapa), além de estrato arbustivo e sub-arbustivo representados pelos gêneros *Palicourea* sp, *Serjania* sp, *Cordia* sp e *Ruellia* sp. A parcela C1, área referencial, estava representada por plantas ruderais do gênero *Bidens* sp, sendo a C2 caracterizada pela *Oriza sativa* Lineu (arroz), enquanto a C3 pelo *Pennisetum purpureum* Schum (Napier). No grupo das pastagens observou-se o domínio da *Hyparrhenia Rufa* (Ness), Stapf (jaraguá), além de ocorrências de *Brachyria* sp.

Necessário se faz observar que a área em questão acha-se inserida no domínio de gnaisses anfibolíticos do Complexo Basal Goiano, com estrutura superficial marcada por consideráveis depósitos de cobertura, de predomínio limo-arenoso, que grada para areno-argiloso e argiloso com a profundidade. Níveis de pedimentos detríticos adelgaçados acham-se totalmente coluvionados.

Com exceção dos talhões P3 e M3, que apresentam uma forma de vertente CV - comprimento e largura côncavos -, os demais são caracterizados por um domínio VL - comprimento levemente convexos e largura retilínea (RUH E, 1975).

As referidas parcelas, apesar de se considerar as dimensões convencionais (100 m²), apresentaram uma forma hexagonalizada (Fig. 1), isolada por chapas galvanizadas (CLAUZON & VAU -

DOUR, 1969), tendo a juzante, calhas pluviais que permitiam o carreamento do fluxo de superfície bem como as perdas de solo resultantes, para os respectivos tanques de sedimentação, devidamente calibrados (BERTONI et Alii, 1975).

Os materiais coletados nos referidos tanques, quando existiam, eram devidamente avaliados quantitativamente e submetidos a análises granulométrico-texturais, para o caso de perdas de solo, visando estabelecer as relações entre intensidade e duração das pluviofases na capacidade de transporte; e determinação química de macro-nutrientes (cálcio, magnésio, potássio e fósforo) solubilizados com as perdas de água.

Os resultados das referidas perdas foram submetidos a tratamento estatístico (NIE et Alii, 1975), a seguir considerados.

2. RESULTADOS

2.1. PERDAS DE SOLO E AGUA

Ao se analisar as perdas totais de terra e água (Tab.1), observa-se uma grande relação com a modalidade de uso do solo ou densidade de cobertura vegetal. Entre essas duas modalidades constatase uma maior discrepância no total de perdas de solo, o que demonstra uma maior vinculação com os fatores acima considerados.

Enquanto as parcelas C1 e C2 assumem destaque especial na distribuição de frequência (37,64 e 61,43% do total geral das perdas de solo), correspondendo a 99,07% do total, as demais apresentam valores insignificantes (inferiores a 0,5% por parcela).

No caso de perdas de água por escoamento superficial, constatase mais uma vez, um destaque especial das parcelas supra mencionadas (C1 com 37,51% e C2 com 28,54% do escoamento total), que juntas perfazem 66,05% do total, não devendo contudo desconsiderar os índices obtidos nas parcelas P2 (10,23%), P3 (8,74%) e C3 (7,77%). Acredita-se que a falta de uma correspondência entre escoamento e as perdas de solo nas últimas parcelas esteja relacionada ao sistema radicular da cobertura. Ao contrário, a parcela C2, em função do uso do solo e manejo, além do declive (11,01%), apresentou no total, uma perda percentual de terra superior a de escoamento.

Tab.1. Perdas de Terra e Água por parcela

Parcelas	Perdas de Terra			Perda l	de %	Água % da chuva
	gr.	%	t/ha/a			
P1	589,55	0,07	0,06	992,05	1,98	0,71
P2	2.300,20	0,27	0,23	5.127,32	10,23	3,66
P3	1.012,25	0,12	0,10	4.378,24	8,74	3,12
M1	96,95	0,01	0,01	811,78	1,62	0,58
M2	321,60	0,04	0,03	607,33	1,21	0,43
M3	-	-	-	1.201,27	2,40	0,86
C1	316.382,44	47,64	41,64	18.790,45	37,51	13,41
C2	516.543,52	61,43	51,65	14.294,77	28,54	10,20
C3	3.503,23	0,42	0,35	3.891,30	7,77	2,78
Total	841.762,74	100,0		50.094,51	100,00	

Tanto para as perdas de solo quanto de água, observa-se uma certa correspondência entre o total de saída com a variação, o que implica automaticamente na amplitude total.

Conforme pode ser constatado através da tabela que se segue (Tab.2), de agosto a novembro e de janeiro a julho, o percentual de perdas acha-se numa relação quase direta ao percentual pluviométrico, com diferença inferior a 5%. Em dezembro observa-se uma verdadeira anomalia associada a inversão, com diferença de - 25,78% entre a precipitação e a perda de solo (23,69 e 49,47% do total anual, respectivamente). Considerando que 99,06% da perda mensal, em dezembro, esteve relacionada às parcelas C1 e C2, torna-se lógico justificar esse "superavit" erosivo pela condição de manejo a que esteve submetido o solo.

Quanto a perda de água, também evidenciou-se uma anomalia negativa em dezembro, em menores proporções, com -13,97%, constatando-se nos demais meses da série, diferenças inferiores a 5%.

Conforme se observou, as perdas de solo não ocorrem nas mesmas proporções das perdas de água e nem com a mesma extensividade, ou seja, enquanto se faz em praticamente todas as parcelas, muitas vezes até mesmo com baixo índice pluviométrico, as perdas de solo apresentam uma maior vinculação principalmente ao uso e manejo da terra.

Com o intuito de se oferecer subsídios à prática conservacionista, converteu-se os resultados obtidos, em perdas estimáveis por hectare/ano, bem como à perda equivalente ao total precipitado (Tab.1). Ainda, a fim de se estabelecer comparações das referidas perdas convertidas com os resultados apresentados pelo IAC (BERTONI et Alii, 1972), elaborou-se a tabela que se segue (Tab.2).

TAB.2. DISTRIBUIÇÃO MENSAL DAS PERDAS DE SOLO E ÁGUA (SOMA DAS PARCELAS) - 1980/1

M E S	P R E C I P I T A Ç Ã O		P E R D A D E Á G U A		P E R D A D E S O L O	
	ABSOLUTA (mm)	RELATIVA(%)	ABSOLUTA (l)	RELATIVA(%)	ABSOLUTA(Gr.)	RELATIVA(%)
Agosto	1,7	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00
Setembro	64,5	4,60	721,04	0,01	6.534,81	0,77
Outubro	70,3	5,02	1.164,84	2,33	14.863,89	1,76
Novembro	203,9	14,55	7.501,71	15,00	124.072,58	14,74
Dezembro	331,9	23,69	18.834,70	37,66	416.441,56	49,47
Janeiro	149,8	11,40	4.472,34	8,94	55.251,58	6,56
Fevereiro	44,9	3,20	146,11	0,29	366,05	0,04
Março	361,0	25,76	13.251,81	26,50	191.310,86	22,73
Abril	97,7	6,54	2.032,28	4,06	16.641,38	1,98
Maió	23,0	1,64	847,71	1,69	3.701,89	0,44
Junho	44,6	3,18	1.041,67	2,08	12.558,14	1,49
Julho	3,9	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	1.401,2	100,00	50.094,51	100,00	841.762,74	100,00

Tab. 3. Relação de perdas obtidas através das observações em Goiânia (1) com as realizadas pelo IAC, em São Paulo (2)

Uso do Solo	Perda da Terra (t/ha/a).		Perda de Água (% da chuva)	
	(1)	(2)	(1)	(2)
Mata	0,021	0,004	0,53	0,70
Pastagem	0,130	0,400	2,50	0,70
Cultura	41,650	41,500(+)	11,81	12,00

(+) Cultura de mamona

Nota: Os valores relativos àquele Instituto resultam da média ponderada para três tipos de solo do Estado de São Paulo (arenoso, argiloso e terra-roxa), obtidos em parcelas de 8,5 a 12,0% de declive, com lançante de 25 metros, num total pluviométrico de 1.300 mm. Os valores correspondentes à estação em estudo, resultam da média de perdas entre as seguintes parcelas: mata - M1 e M2, uma vez que a M3 não apresentou perda de terra; cultura - C1 (desprovida de cobertura) e C2 (plântio de arroz), sendo que a C3 foi desconsiderada pela perda insignificante em relação ao referido grupo, dada a elevada densidade de área foliar; pastagem - foram consideradas todas as parcelas.

Quanto às medidas de assimetria (A) da distribuição pluviométrica, constata-se para todas as parcelas, nas diferentes perdas, um coeficiente sempre positivo, o que resumidamente demonstra que as maiores saídas ocorreram no primeiro semestre (Tab.2) da série de observação (agosto-janeiro). Assim, quanto menor o valor, mais próximas encontram-se as perdas de uma distribuição e - equilibrada, o que demonstra uma maior simetria no escoamento, com exceção das parcelas C3 e P1 (A de 6,10 e 6,43, respectivamente), em relação a perda de solos. Conclui-se então, que enquanto o escoamento parece progredir com o umedecimento do solo, apesar da assimetria ser positiva, este demonstra uma maior susceptibilidade de erosão quando ainda se encontra pouco umedecido (assimetria superior a 3,0), fácil de ser transportado, sendo agravado pelas condições de manejo na época do plantio (novembro e dezembro, que responderam a 64,21% do total de perdas de solo, quase que integralmente representados pelas parcelas C1 e C2).

A distribuição é melhor caracterizada através das medidas de curtose (k). Assim, com exceção da parcela C1 (perda de água, cujo coeficiente demonstra uma condição de achatamento da

curva de distribuição (platicúrtica), as demais são leptocúrticas (K de 3,0), atingindo máximo de 126,97 para a parcela M1 (perda de solo), o que demonstra uma forte concentração da distribuição em curto espaço de tempo (novembro a janeiro).

Normalmente presença-se uma distribuição mais regular para o caso de perdas de água, com exceção das parcelas C3 e P1 (K de 41,69 e 46,74, respectivamente), que além de relativamente simétricas, denunciam uma maior concentração de perdas entre dezembro a março. Nas perdas de solo a curdose normalmente apresenta-se com coeficiente acima de 20,0 (perdas ocorridas principalmente entre outubro a abril). Também com relação a perda de solos, as parcelas C3 e P1 (K de 47,42 e 42,83, respectivamente), o que evidencia uma estreita relação entre as perdas de água com a de solo. O alto coeficiente da M2 (K de 70,32) bem como da M1 (perda de solo), não demonstram qualquer relação com a distribuição de escoamento, o que leva a considerar, genericamente, como para os demais casos, a importância do comportamento hídrico do solo nas diferentes ocorrências de perdas, superando assim o significado direto do escoamento sobre a erosão laminar.

Utilizando-se da correlação "point-biserial" para relacionar perda-forma da vertente e perda-cobertura vegetal, obteve-se os coeficientes de 0,404 e de -1,002, respectivamente. Testada a significância através dos níveis estabelecidos por SIEGEL (1979, p.315), constatou-se que a primeira apresenta significância ao nível de probabilidade 0,05 ("r" tabelado em 0,600), demonstrando que a convexidade assume uma correlação positiva com as perdas de solo. O segundo coeficiente caracteriza uma alta correlação negativa ($r = -1,002$) o que demonstra uma relação inversa entre a perda do solo com a densidade da cobertura vegetal (mata e pastagem).

Considerando os valores máximos de perdas com a incidência periódica das ocorrências, individualizou-se três episódios significativos na série (Tab.4), um dos quais, apesar de proporcionar repercussão em apenas uma parcela, respondeu por efeitos abrasivos de grandes proporções em áreas susceptíveis a erosão.

O primeiro episódio refere-se aos máximos de perdas registradas em 17 de dezembro de 1980 (Tab.4), representados pelas parcelas C3, M1 e M3 (perdas de água) e C1, C2, C3 e P3 (perdas de solo), que receberam o máximo pluviométrico mensal de 76,9mm e uma intensidade máxima de 28,3 mm em 30 (chuva forte, cf. classificação do INEMET).

Tab.4. Episódios plubioerosivos individualizados

Parcelas	Perda de Solo (gr)			Perda de Água (l)		
	23.11.80	17.12.80	29.03.81	23.11.80	17.12.80	29.03.81
C1	32.014,78	38.657,86	25.677,15	884,78	886,87	974,93
C2	18.574,06	118.706,71	61.973,34	739,46	867,43	967,98
C3	308,10	1.040,83	-	149,24	835,63	660,42
M1	-	-	-	40,95	72,61	46,65
M2	-	-	-	26,52	38,73	62,75
M3	-	-	-	36,10	94,96	75,94
P1	-	65,60	-	38,32	144,39	176,04
P2	433,20	282,70	220,70	466,34	469,26	471,48
P3	-	251,45	207,90	31,24	462,87	467,26

Diante do destaque assumido pelo estado hídrico do solo e admitindo-se uma implicação direta da água retida no mesmo, em termos de comportamento abrasivo, por dois ou três dias (capacidade de campo), deve-se considerar o fenômeno como uma dependência do abastecimento hídrico anterior. Assim, o episódio esteve relacionado às chuvas ocorridas a partir de meados de novembro, sendo que de então não se deu estiagem superior a um dia (se se considerarmos mínimos pluviométricos), fase essa interrompida apenas no dia 4 de janeiro de 1981.

A título de exemplo, o episódio caracterizado pelo dia 23 de novembro, que se considerou mais pelos efeitos erosivos extra-parcelas, ou seja, em áreas susceptíveis de erosão, constatou-se um máximo de 29,2 mm em 30' (chuva forte).

Diante do estado hídrico apresentado pelo solo e pela intensificação de manejo, nos talhões C1 e C2 constatou-se o máximo mensal de perdas de solo e água. A parcela P2 teve nesse dia a perda máxima de solo de toda série de observação.

O terceiro episódio foi individualizado pelo dia 29 de março de 1981, com precipitação de 100,0 mm e intensidade máxima de 27,4 mm/30', que respondeu pelos máximos de perdas de água nas parcelas C1, C2, M2, P1, P2 e P3 (Tab. 4). Enquanto os fenômenos anteriores demonstraram uma incidência maior em termos de máximos de perdas de solo, o que foi justificado pelo comportamento inicial do mesmo, aqui se constata o domínio dos máximos de escoamento da série.

Esta pluviofase erosiva, utilizando o mesmo critério exposto, apresenta-se definida por um curto espaço de tempo, ou seja, de 20 a 30 de março, iniciando com uma considerável precipitação de 64,1 mm. e intensidade máxima de 17 mm/30', o que teria respondido diretamente para as representativas perdas de solo e água registradas. Diante das condições hídricas do solo e a incidência pluviométrica diária, com exceção do dia 25, pode-se registrar consideráveis perdas de solo e sobretudo de água. Acredita-se que a pronunciada erosão nas parcelas C1 e C2 (59,204 e 102,200 kg. de terra seca no período) deveu-se parcialmente ao manejo sofrido anteriormente, visando a eliminação de leguminosas e malváceas que julgava-se implicar na morfodinâmica pluvial.

As relações pluvioerosivas demonstram uma certa correspondência entre o total pluviométrico com o escoamento ou perda de água. Exemplo da significância do estado hídrico do solo pode ser considerado entre os dias 20 e 23 de março: no primeiro, em função da provável deficiência hídrica superficial, a perda de água nas parcelas C1 e C2 foi de 24,86 l/mm, enquanto no dia 23, em condições de excedente hídrico, foi de 55,95 l/mm. Observou-se ainda uma inversão em termos de fornecimento, pois enquanto no dia 20 a perda maior foi representada pelo talhão C1, no outro foi pela C2. Este fenômeno foi acompanhado pela perda de solo e pode ser justificado pela prática de manejo em ambas parcelas, com inversão comandada pela diferença de declividade.

À guisa de conclusão, pode-se atribuir à precipitação total (Fig.2), apoiada pela intensidade máxima, a significância das perdas constatadas, reguladas pela disponibilidade hídrica superficial.

Ao se observar os resultados obtidos pela relação de entrada (quantidade precipitada) e saída (material retido nos tanques por escoamento), constata-se um elevado índice de infiltração em todas as parcelas, com pequenas variações determinadas sobretudo pela cobertura vegetal e uso do solo.

Parece que o baixo teor de argila (inferior a 25%) bem como a caracterização granulométrica dos horizontes superficiais (coeficiente de assimetria positiva superior a 0,100) das referidas parcelas respondem pela redução do fluxo laminar. Vale acrescentar que não se considerou, em termos de avaliação, o fluxo de sub-superfície.

Ao se analisar o índice de infiltração por agrupamento de parcelas, de modo geral percebe-se uma redução pequena do mesmo com o declive, fato este invertido pelo talhão C3, que apesar do maior

declive, encontra-se revestido por grande densidade de cobertura, representada pelo Napier. Apesar da grande relação de relevo entre as parcelas M3 e P3 com os respectivos agrupamentos, a forma da vertente, conforme já se considerou, implica diretamente na redução do escoamento, às vezes até mesmo inferior ao talhão antecedente, como do P3 em relação ao P2, nos meses de novembro, dezembro e janeiro.

Considerando os 136 casos de ocorrências pluviométricas na série estudada, associadas ou não a qualquer tipo de perdas (sem "missing observations"), calculou-se o coeficiente de correlação de Pearson.

Sem maior esforço analítico, constata-se quase de imediato (Tab. 5), que os coeficientes mais significativos acham-se determinados pela precipitação total (Fig. 2) e pela intensidade máxima de chuva em 30' (índice de Wischmeier), admitindo-se como correlacionáveis os valores acima de 0,6. Assim, pode-se observar que a precipitação total tem o poder de estabelecer coeficientes fortemente correlacionáveis, até mesmo acima de 0,9, como no caso das perdas de água em M1 e M2; muito correlacionáveis (acima de 0,8) como nas perdas de água em C1, C2, M3, P1 e perda de solo em C1; e correlacionáveis (acima de 0,6), nas perdas de água em C3, P2-P3 e perda de solo em C2. Obteve-se contudo, coeficientes sem correlação alguma ou correlação insignificante, como nas perdas de solo em C3, M1, M2, M3, P1, P2 e P3 (observando-se que não houve registro da referida perda na parcela M3, durante toda a série de observação).

Existe uma estreita concordância entre as parcelas consideradas com a intensidade máxima da chuva em 30'. Pelos coeficientes obtidos, atribui-se também a esta variável independente, uma importância fundamental na relação com as diferentes perdas, apesar dos valores não terem atingido coeficientes fortemente correlacionáveis.

O baixo coeficiente obtido, tanto entre a precipitação total ou intensidade máxima em 30' como as variáveis perdas de solo das parcelas C3, M1/M3 e P1/P3, é justificado pela insignificância de perda registrada, que não atinge 1% do total (0,93%) somando-se as parcelas, valores estes anteriormente justificados.

Tab. 5 Coeficiente de Correlação: Precipitações/ perdas

Parcelas	Precip.	Total	Intens.	Máxima	Intens.	Média	1307A
	Terra	Água	Terra	Água	Terra	Água	
C1	0,81	0,83	0,83	0,86	0,45	0,51	0,41
C2	0,69	0,83	0,69	0,80	0,33	0,39	-0,37
C3	0,49	0,78	0,59	0,70	0,30	0,30	0,26
M1	-0,04	0,93	-0,03	0,89	0,01	0,49	-
M2	0,13	0,96	0,07	0,83	0,04	0,43	0,07
M3	-	0,89	-	0,82	-	0,42	-
P1	0,32	0,86	0,22	0,69	0,12	0,27	-0,19
P2	0,51	0,68	0,66	0,74	0,39	0,45	0,09
P3	0,58	0,66	0,50	0,63	0,21	0,31	-0,38

2.2. RELACÃO ENTRE O GRAU DE ASSIMETRIA DAS PARTÍCULAS DE SOLO TRANSPORTADO COM A INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA

O objetivo da presente análise foi o de relacionar o coeficiente de assimetria da distribuição granulométrica do material erodido com a intensidade máxima de precipitação em 30" (130). Para se atingir estes resultados foram realizadas 136 análises granulométrico-texturais de amostras relacionadas às perdas de solo, cujo resultados, para efeito de simplificação, foram tratados estatisticamente. Convém observar que não foram realizadas testes probabilísticos visando a qualidade da distribuição e que o grau de assimetria se constituiu no referencial de maior importância no processo de correlação com a intensidade pluviométrica.

As intensidades máximas obtidas através das pluviofases registradas em 30", em determinadas precipitações pareceu manter uma estreita relação com a assimetria, porém, quando foi observada no conjunto, constatou-se a existência de inversões que compensavam a lógica (Tab.5). Tal fato pode ser corroborado através de tratamento mantido, cujo coeficiente de correlação obtido foi o de -0,006, o que identifica uma ausência de correlação ou uma correlação negativa incipiente. Assim, justifica-se de certa forma, que em caso de precipitações contínuas, como as observadas, a intensidade máxima responde pelo transporte de partículas de maiores dimensões, apesar de insignificante, uma vez que a correlação é feita em função da assimetria. Está aumentando positivamente, segun-

do a disposição dos dados, caracteriza a redução da dimensão das partículas e vice-versa.

Observou-se que as assimetrias negativas ou coeficientes baixos de positiva, tanto podem como não estarem relacionados a intensidade máximas (assimetria de $-0,834$ relacionada a uma intensidade máxima em 30° de 17mm , enquanto uma assimetria de $0,484$ a uma intensidade de $21,3\text{mm}$).

Estabeleceu-se ainda correlação entre a precipitação total diária com a disposição granulométrica da amostragem, tendo-se obtido um coeficiente de $0,056$, portanto, também insignificante a pesar de positivo, o que leva a deduzir a existência de mascaramento das pluviofases efetivas ou significativas em função do tempo de ocorrência.

Percebeu-se ainda uma pequena correlação entre a precipitação do final das observações com a assimetria, constando-se valores maiores, que identificaram um leve acréscimo da participação de partículas mais finas nos materiais amostrados, existindo assim, uma relação entre a erosão laminar com a disposição morfológica do solo. Tentou-se também estabelecer uma correlação linear entre a l_{30} e o teor de argila constante das análises de perdas de solo, tendo-se mais uma vez, obtido um coeficiente insignificante de $0,136$, demonstrando uma leve relação entre a intensidade máxima da chuva com a capacidade de transporte da mesma.

Por fim calculou-se a assimetria e curtose médias bem como o teor de argila médio de cada uma das parcelas, observando-se que os mesmos acham-se muito mais relacionados às condições físicas da superfície das respectivas parcelas que às variáveis apresentadas anteriormente.

2.3. RELACÃO ENTRE PRECIPITACÃO E PERDA DE MACRO-NUTRIENTES POR SOLUBILIZACÃO.

Inicialmente tentou-se uma correlação diária entre a solubilização dos elementos químicos determinados e a quantidade ou intensidade de precipitações. O fato de não ter-se percebido a pretensa correlação, levou a uma comparação da soma das perdas mensais com o total mensal das precipitações, tendo-se observado uma variação muito grande das relações tratadas, oscilação essa constatada também entre as próprias perdas de cada parcela.

Pode-se assim constatar que os valores máximos, praticamente em todos os meses, foram caracterizados pelas re-vestidas por formações florestais, cujos extremos sempre foram identificados pela parcela M3. Acredita-se que a redução do escoamento exercida pela cobertura vegetal seja a responsável direta pela concentração ou retenção desses elementos na superfície.

Apesar das anomalias constatadas, acreditou-se em uma provável compensação entre perdas máximas e mínimas em função das precipitações efetivas, razão pela qual tentou-se uma correlação entre os valores mencionados. Feito isso, obteve-se da soma das perdas mensais, resultados correlacionáveis com o total mensal das precipitações.

Apesar da correlação obtida entre precipitação e grau de solubilização dos macro-nutrientes analisados, deve-se considerar que observações particulares não permitem evidenciar os coeficientes gerais, demonstrando inclusive uma relação inversa. A título de exemplo, individualizou-se dois grandes índices pluviométricos, referidos nos episódios descritos anteriormente e procurou-se relacioná-los, em termos de solubilização, a outras ocorrências próximas, eleitas de forma aleatória ou acidental, considerando contudo, perdas de água em todas as parcelas. O resultado foi o seguinte: a relação de solubilização média das parcelas entre os dias 17.12 (precipitação total de 76,9 mm, com 130^{de} de 28,3 mm) e 10.12 (PT de 8,8 mm e 130^{de} de 4,1 mm) foi de 0,20/0,59% para o cálcio; 0,20/0,049% para o magnésio; 1,50/9,28 ppm para o potássio e 0,88/1,19 ppm para o fósforo. Entre os dias 29.03 (PT de 100 mm e 130^{de} de 27,4 mm) e 26.03 (PT de 8,7 mm e 130^{de} de 6,1 mm) foi de: Ca, 0,28/0,81%; Mg, 0,28/0,81%; K₂O, 0,47/39, 35 ppm e P₂O₅, 2,92/1,98 ppm. Assim, pode-se observar, que com exceção da solubilização de P₂O₅ e K₂O no segundo exemplo, os demais valores foram negativos, o que demonstra perfeitamente, que tanto a precipitação total como a intensidade máxima, vistas isoladamente, não respondem por um coeficiente de correlação significativo.

3. DISCUSSÃO CONCLUSIVA

Conforme se observou através da análise dos efeitos pluviocerosivos, a quantificação das resultantes processuais e respectivo tratamento estatístico da informação, constituíram-se em pressupostos indispensáveis a comprovação teórica da pesquisa, oferecendo subsídios essenciais a compreensão de determinados fenôme-

nos. A carência de um maior controle das variáveis envolvidas levou a certas inferências, apoiadas em bases científicas.

Os cálculos de assimetria demonstram, nas diferentes perdas, coeficientes sempre positivos, o que caracteriza uma maior saída no primeiro semestre da série (agosto-janeiro): enquanto a pluviometria corresponde a 59,38% da PT, a perda de solo foi de 73,30% e a de água 63,93%, em relação ao total geral. Tais valores evidenciam uma certa progressão das perdas em função da precipitação, até determinado ponto, o que só pode ser justificado pelo comportamento físico do solo (chuvas mais constantes) e efeitos do manejo no referido período. Se a continuidade pluviométrica responde pela progressão do escoamento (perda de água), a condição de manejo atenua o processo evolutivo, implicando em relativo aumento da infiltração. Um outro fator que pode ser considerado, refere-se à intensidade máxima de chuva em 30, que sempre se apresentou bem correlacionada com as referidas perdas: enquanto no semestre agosto-janeiro esta foi em média de 7,5 mm/30, no período seguinte, fevereiro-julho, esteve próxima aos 5,0 mm/30. Portanto, além da maior continuidade pluviométrica no primeiro semestre da série, observou-se também uma maior frequência de intensidades máximas, caracterizadas por chuvas moderadas à fortes.

Quanto à disposição da vertente, pode-se observar que apesar de ter-se atribuído uma grande importância ao declive, a forma da mesma se constitui em variável de maior significância no comportamento das perdas, o que foi comprovado também estatisticamente. Assim, apesar de uma relação de relevo elevada para as parcelas P3 e M3 (0,221 e 0,296 m/m, respectivamente), o modelo de vertente CV (comprimento e largura côncavos) respondeu pela menor erodibilidade, levando-se a admitir que esta forma corresponde a uma tendência decrescente do estágio evolutivo de uma vertente.

A cobertura vegetal ou modalidade de uso do solo, como interface entre tensão e resistência, demonstrou um comportamento especial na dinâmica pluvioerosiva, inicialmente interceptando a intensidade da energia potencial e posteriormente a cinética, representada por diferenciação de fluxo. Conforme se observou, a relação entre a cobertura e rugosidade, associada ainda à participação da cobertura morta mais a disposição da vertente, se constituíram nos fatores de controle direto da tipologia e intensidade do fluxo e por conseguinte, na perda resultante.

Através dos episódios relatados, tornou-se evidente a participação do comportamento hídrico do solo nas implicações de perdas, bem como as demais variáveis consideradas. A intenção foi a

de se tentar construir uma curva de calibração, procurando demonstrar a relação entre o "estado de carência" da umidade no solo com a propensão de perdas, porém, a ausência de valores lisimétricos e a dificuldade de se ajustar um programa de avaliação, fez com que se prorrogasse o intento para outra oportunidade. A opção de se considerar a capacidade de campo como referencial para o estabelecimento do comportamento hídrico, pareceu corresponder às expectativas das resultantes processuais.

Conforme resultados apresentados durante as análises (Tab. 2), enquanto as parcelas C1 e C2 responderam por 99,07% do total de perdas de solo, as demais apresentaram valores insignificantes. Nas perdas de água por escoamento superficial, os mesmos talhões responderam por 66,04% do total, o que demonstra uma certa ausência de correspondência, provavelmente em função do uso e manejo do solo. A diferença de perdas entre ambas (37,63 e 51,44% do total, respectivamente), acha-se diretamente determinada por uma relação de declive (6,73 e 11,01%, respectivamente). Com relação às parcelas P2, P3 e C3, observa-se uma ausência de correlação entre perdas de solo (inferior a 0,5% do total) e água (em torno de 10% do total), provavelmente determinada pelo sistema radicular da cobertura vegetal (retenção do solo).

Enquanto o escoamento parece progredir com o umedecimento do solo, a superfície demonstra uma maior susceptividade abrasiva, quando ainda se encontra pouco hidratada. Dado o período de maior concentração de perdas, caracterizado pela própria assimetria positiva, admite-se um agravamento do estado de "safada" pela intensificação de manejo.

Em síntese observa-se a participação da cobertura vegetal ou modalidade de uso e manejo do solo, da forma e declive da vertente e do comportamento hídrico da superfície, como variáveis indispensáveis à compreensão dos fenômenos erosivos. Considerou-se ainda o baixo teor de argila (inferior a 25%) bem como a caracterização granulométrica dos horizontes superficiais (assimetria superior a 0,100), como indispensáveis ao entendimento do evidente domínio da componente perpendicular.

O coeficiente de correlação de Pearson serviu para comprovar e demonstrar o grau de dependência entre a precipitação total e a intensidade máxima em 30" com as perdas consideradas. A ausência de uma correlação maior das referidas variáveis independentes com as perdas de solo nas parcelas C3, M1 e M2 (na M3 não foi registrada perda de solo) e P1/P3, foi demonstrada pela insignifi

cância das saídas, devidamente justificadas em função da interface cobertura e forma da vertente. Os coeficientes obtidos na relação entre intensidade média e perdas resultantes, demonstraram significância de dependência, definindo a sua exclusão na análise antecedente dos efeitos pluvioerosivos.

A ausência de uma maior correlação das medidas de assimetria e curtose entre as perdas de solo e água, demonstra, genericamente, uma maior participação do comportamento hídrico do solo que da ação direta do escoamento sobre a erosão laminar.

A hipótese de que a intensidade máxima de chuva em 30° encontra-se numa razão inversa a assimetria, ou seja, que o aumento da intensidade máxima implica num aumento da granulometria do solo transportado, pode ser comprovada através de casos isolados. Porém, correlações realizadas em 136 amostras, ofereceram um coeficiente de -0,006 (sem "missing values"), o que demonstra uma ausência de dependência, apesar de se comprovar, de maneira insignificante, a inversão assimétrica. Eliminando-se a influência do excedente hídrico no solo, considerado como referencial à capacidade de campo, obteve-se um coeficiente de correlação de 0,298, demonstrando que a condição do solo implica no grau de infiltração e o baixo escoamento laminar reduz conseqüentemente, a capacidade de transporte das partículas de maiores dimensões. Também se constatou baixo coeficiente (0,136) entre a intensidade máxima em 30° com o teor de argila da superfície, além da obtenção de coeficientes negativos para o caso de determinadas parcelas (P2, C1 e C3).

Em síntese, pode-se concluir, que a dimensão das partículas resultantes das perdas de solo encontram-se muito mais relacionadas às condições granulométrico-texturais da superfície, que propriamente à intensidade máxima da chuva.

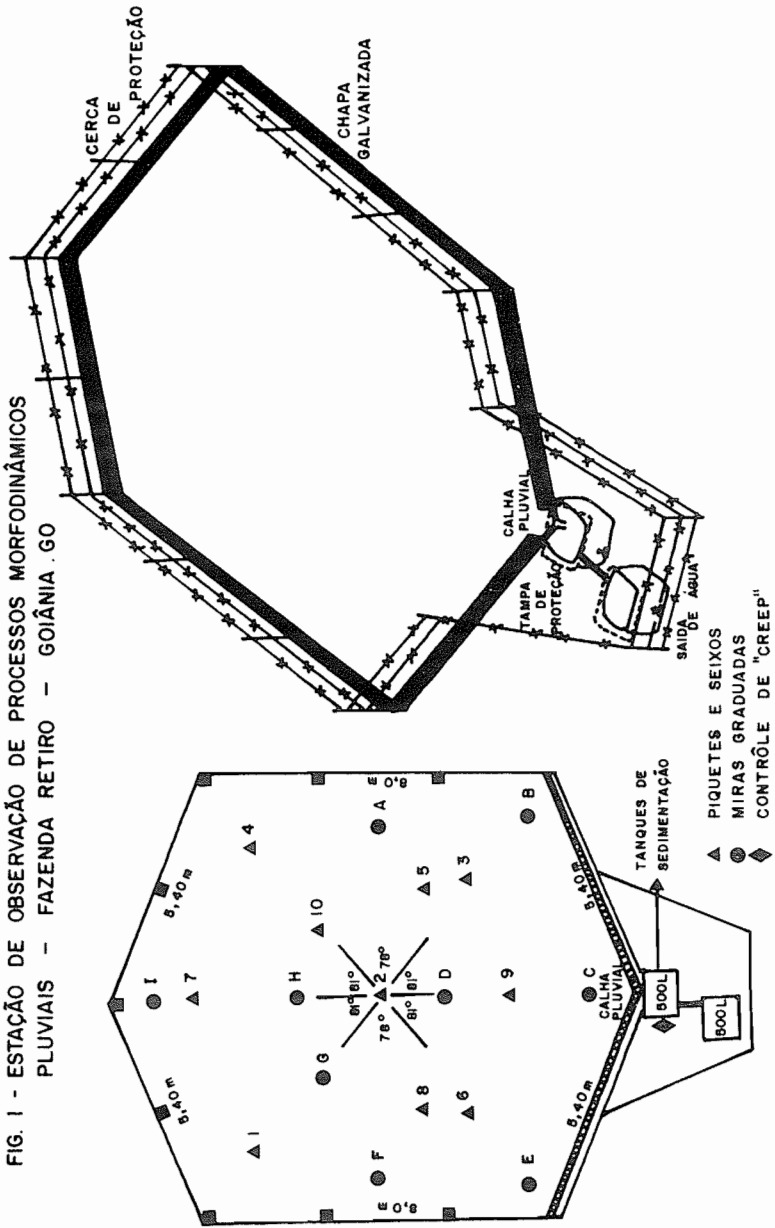
Conforme se observou, não existe uma dependência direta entre a solubilização dos elementos químicos determinados e quantidade de água escoada. A perda por solubilização acha-se vinculada ao estado químico da superfície, o qual encontra-se, de certa forma, relacionada à cobertura vegetal ou uso do solo, que implicam no comportamento da disponibilidade.

Finalizando deve-se acrescentar que apesar de implicações nos resultados reais determinados pelo isolamento de vertentes (parcelas), caracterizadas principalmente pela ruptura da energia cinética do fluxo por terra, os mesmos se constituíram em subsídios amostras significativos de perdas, fundamentais ao processo comparativo.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- CASSETI, V. Estudo dos efeitos morfodinâmicos pluviais no Planalto de Goiânia (Uma análise quantitativa de resultados experimentais). FFLCH-USP, Tese de doutoramento, S. Paulo, 1983.
- CLAUZON, G. & VAUDOUR, J. Observations sur les effects de la pluie en Provence. Z Geomorph.N.F., Berlin, 13 (4):390-405, 1969.
- NIE, N.H. et. Alii. SPSS-Statistical Package for the Social Sciences. N. York, Mc. Graw-Hill Book Company, 1975.
- RUHE, R.V. Hillslopes. In: Geomorphology - geomorphic processes and surficial geology. USA, Houghton Mifflin, 1975, p.99-123.
- SIEGEL, S. Estatística não paramétrica para as ciências do comportamento. S. Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1979

FIG. 1 - ESTAÇÃO DE OBSERVAÇÃO DE PROCESSOS MORFODINÂMICOS
 PLUVIAIS - FAZENDA RETIRO - GOIÂNIA . GO



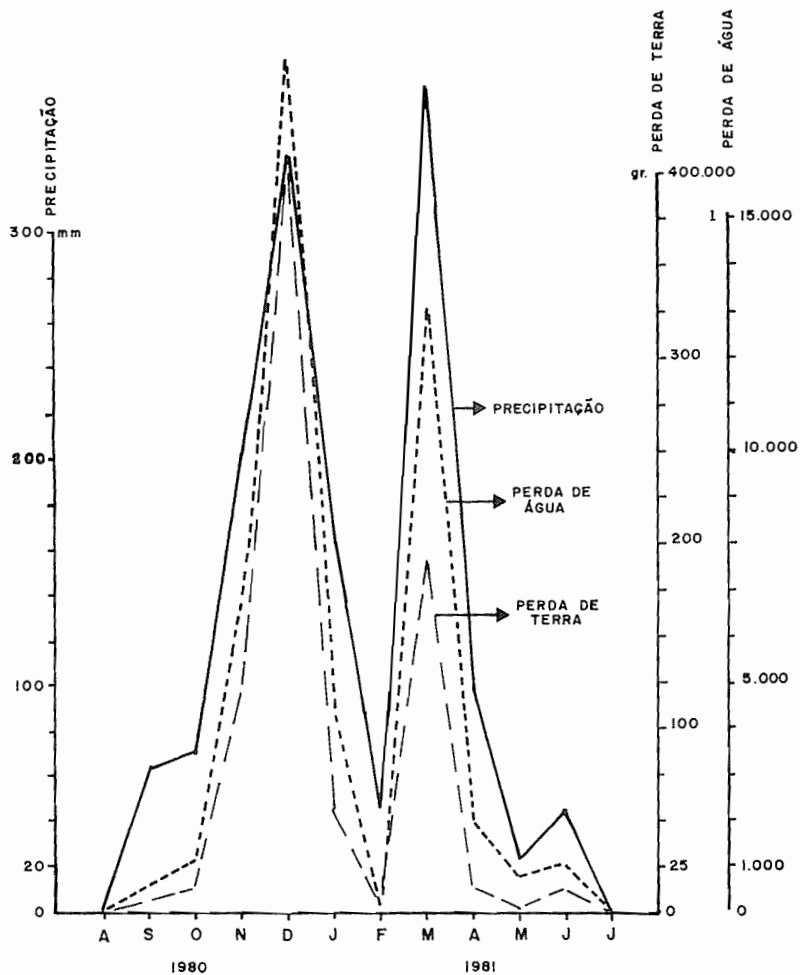


FIG.2 - RELAÇÃO ENTRE PRECIPITAÇÃO E PERDAS