

## ARQUEOLOGIA, DINÂMICA DAS VERTENTES E PERDAS DE SOLO

*Julio Cezar Rubin de Rubin  
Rosiclérr Theodoro da Silva*

RUBIN, J.C.R.; SILVA, R.T. Arqueologia, dinâmica das vertentes e perdas de solo. *Rev. do Museu de Arqueologia e Etnologia*, São Paulo, 14: 179-193, 2004.

**RESUMO:** O texto tem como objetivo tecer algumas considerações sobre sítios arqueológicos e dinâmica das vertentes utilizando-se de conhecimentos da Geomorfologia e da Agronomia, como movimentos de massa e perdas de solo. Estas considerações baseiam-se em observações de campo realizadas em pesquisas desenvolvidas no Planalto Central Brasileiro, especialmente nos últimos cinco anos. São apresentados alguns casos nos quais se faz necessária a adoção de práticas geoarqueológicas para uma melhor interpretação do contexto ambiental dos sítios arqueológicos, especialmente a distribuição horizontal e vertical dos vestígios arqueológicos.

**UNITERMOS:** Geoarqueologia – Patrimônio Cultural e Meio Ambiente – Arqueologia.

### Introdução

Considerando-se que uma grande parcela dos sítios arqueológicos encontra-se localizada nas vertentes, constata-se que há uma profunda relação entre a pesquisa arqueológica e a dinâmica das vertentes. A Geoarqueologia, linha de pesquisa que aplica os conhecimentos das Ciências da Terra à Arqueologia, tem nesta relação um fértil campo de trabalho, ainda pouco difundido no Brasil. Sobre as questões relacionadas à Geoarqueologia, Morais (1999) e Rubin *et al.* (2003a) salientam o fato de

que poucas pesquisas realizadas em território brasileiro apresentam enfoque geoarqueológico.

O presente texto busca apresentar, de forma simples e objetiva, algumas das relações entre sítios arqueológicos e dinâmica das vertentes, tema abordado por Rick (1976) e Araújo (1995), incluindo perdas de solo, voltando-se para estudantes de Arqueologia, Ciências da Terra (Geologia, Agronomia, Geografia Física) e outras áreas do conhecimento que trabalham ou que venham a trabalhar com Arqueologia. Considera-se oportuna a inclusão de questões referentes a perdas de solo pela profunda relação entre estas perdas e a dinâmica das vertentes, ressaltando que perdas de solo podem ocorrer em platôs, cumes, fundos de vales etc.

A bibliografia internacional possui excelentes obras referentes à Geoarqueologia que abordam a temática deste artigo, algumas mencionadas logo a seguir. Aconselha-se ao interessado a leitura de tais livros, acompanhada de obras em português que

(\*) Núcleo de Meio Ambiente do Instituto Goiano de Pré-História e Antropologia/ Departamento de Biologia da Universidade Católica de Goiás (IGPA/BIO/UCG). [rubin@ucg.br](mailto:rubin@ucg.br)

(\*\*) Núcleo de Arqueologia do Instituto Goiano de Pré-História e Antropologia da Universidade Católica de Goiás (IGPA/UCG). [rosicler@ucg.br](mailto:rosicler@ucg.br)

tratam de sedimentologia, estratigrafia e dinâmica de vertentes, como Christofletti (1980), Guerra & Cunha (1996, 2001a e 2001b), Mendes (1984), Netto & Avelar (1996), Netto (2001), Pacheco (1991), Penha (2001), Suguio (1973, 1980 e 2003), Teixeira *et al.* (2001).

Butzer (1989) apresenta dois capítulos especialmente relacionados com o presente texto, que são “Transformação e destruição de sítios arqueológicos” e “O impacto humano sobre a paisagem”, nos quais faz uma série de considerações sobre a relação entre a dinâmica da paisagem e os vestígios arqueológicos materiais, abordando desde a dispersão natural até as modificações antrópicas da paisagem. A leitura de tal obra é fundamental para os interessados no enfoque geoarqueológico.

Waters (1992: 232), ao abordar a relação entre sítios arqueológicos e movimentos de massa, menciona que

archaeological sites are commonly disturbed by slope processes and buried in mass movement deposits....archaeological remains situated on the failed slope or in the path of the movement are incorporated into the movement debris. When later discovered, these archaeological remains are clearly not in their original behavioral context.

No capítulo intitulado “Perturbação pós-deposicional do contexto arqueológico”, este autor cita alguns processos físicos e biológicos capazes de afetar os vestígios arqueológicos, como a *graviturbation*, ou perturbação pela gravidade, destacando-se uma figura modificada de Butzer (1989), na qual fica evidenciado que os processos de erosão podem inverter a posição de vestígios arqueológicos de períodos diferentes.

A obra de Rapp Jr & Hill (1998) assemelha-se à abordagem de Waters (1992), com ênfase nos processos de solifluxão e creptação. Segundo Suguio (1998), solifluxão corresponde a um tipo de movimento de massa relacionado à água de degelo. Christofletti (1980: 28) utiliza o termo como sinônimo de reptação ou rastejamento, que se caracteriza pelo “deslocamento das partículas, promovendo a movimentação lenta e imperceptível dos vários horizontes do solo.

*soil creep can also have a major influence on the spatial distribution of artifacts by causing a downslope movement*

*of deposits in which heavier and denser artifacts tend to be transported farther. Artifacts can also be buried by soil creep if they were originally situated at the base of a slope. More rapid massive downslope movement can transport large quantities of sediment very quickly, moving artifacts, producing geofacts, and burying archaeological sites.* (Rapp Jr & Hill 1998: 83)

Dincauze (2000), ao tratar de *landforms, sediments and soils*, faz algumas considerações sobre a dinâmica da paisagem, incluindo processos pedogenéticos e suas relações com sítios arqueológicos. Merecem atenção especial os itens relativos a “técnicas de estudos sedimentológicos” e “pedogênese e diagênese”. French (2003) apresenta alguns estudos de caso envolvendo a abordagem geoarqueológica, destacando-se a parte 2, que trata do “*monitoring desiccation, erosion and preservation of sites and landscapes in the East Anglian wetlands and elsewhere*”.

## Vertentes

Christofletti (1980: 26) apresenta sua definição de vertente com base em Dylík (1968) como sendo “uma forma tridimensional que foi modelada pelos processos de denudação atuantes no presente ou no passado, representando a conexão dinâmica entre o interflúvio e o fundo do vale”. Deve-se ressaltar que alguns autores utilizam os termos “encosta” e “vertente” como sinônimos, entre eles Granell-Pérez (2001: 50), que define ambos como uma “forma topográfica constituída por um plano ou conjunto de planos inclinados que divergem da linha cumeada, enquadrando o vale”. Segundo Guerra & Guerra (1997: 634), vertentes são “planos de declives variados que divergem das cristas ou dos interflúvios, enquadrando o vale”, e encostas são “declives nos flancos de um morro, de uma colina ou de uma serra”, sendo estes os conceitos adotados no presente texto.

## Processos naturais de transporte de massa associados a vertentes

Os processos naturais de transporte de massa associados a vertentes ocorrem na natureza sob diferentes tipos. Segundo Selby (1993, *apud*

Fernandes & Amaral 1996: 127), entre os critérios que diferentes autores utilizam para distingui-los estão o tipo de material, a velocidade, o mecanismo do movimento, o modo de deformação, a geometria da massa movimentada e o conteúdo de água.

Fernandes & Amaral (1996), ao tratarem de movimentos de massa, abordam classificações e condicionantes, documentação e investigação dos deslizamentos, previsão de deslizamentos e medidas para redução dos riscos associados, não incluindo os processos de erosão laminar e linear em sua abordagem.

*os processos de erosão laminar, em sulco ou mesmo por voçorocamento (Guerra 1995), que integram os processos naturais de transporte de massa da dinâmica superficial das encostas (IPT 1991), não são aqui tratados como deslizamentos porque o impacto da água e a desagregação das partículas não são, em geral, seguidos de movimentos coletivos de massa com arraste de grandes volumes de partículas liberadas.* (Fernandes & Amaral 1996: 129)

Se, para a abordagem de Fernandes & Amaral (1996), a prioridade é dos movimentos coletivos com arraste de material, para a pesquisa arqueológica a movimentação lenta de material é importante, e por isto também será tratada, em particular como processo erosivo por escoamento laminar e linear. Este texto utiliza a terminologia referente à classificação de movimentos de massa adotada por Fernandes & Amaral (1996), com base nos trabalhos do IPT (1991) e de Guidicini & Nieble (1976), assim descrita:

- *corridas são movimentos rápidos em consequência da alta viscosidade do material transportado;*
- *escorregamentos é um processo de curta duração, resultando em uma feição geralmente longa, onde identifica-se o plano de ruptura, sendo possível identificar o material transportado e aquele que permanece "in situ". É possível estabelecer uma distinção entre diferentes tipos de escorregamentos com base no plano de fratura e no tipo de material;*
- *quedas de blocos referem-se a um processo também rápido onde ocorre a queda de*

*fragmentos de rocha (blocos e matacões) pela ação da gravidade.* (Fernandes & Amaral 1996: 130-147)

Para alcançar a abordagem pretendida neste texto, é necessário definir os conceitos de depósitos coluvionares, aluvionares e eluvionares (Suguio 1998:28,161 e 263) utilizados principalmente para a compreensão dos blocos-diagramas dos casos apresentados:

- *colúvio é a designação genérica aplicada a depósitos incoerentes, de aspecto terroso, localizados em vertentes e sopés de relevo mais ou menos acentuados. Tálus (talus) e detritos de escarpas, transportados principalmente pela ação da gravidade, podem ser incluídos nesta categoria;*
- *elhívio é o material residual superficial que resultou do intemperismo químico das rochas (...), constitui parte do manto de intemperismo. Formado por decomposição in situ de uma rocha até uma profundidade mais ou menos grande;*
- *aluvião é um depósito fluvial detrítico (arenoso, argiloso ou cascalhoso), de idade bem recente (Quaternário), que pode ser litificado com o tempo, transformando-se em rocha aluvial.*

### **Processos erosivos por escoamento laminar e linear**

Segundo Almeida Filho (2001: 5), erosão é “o processo de desagregação e remoção de partículas do solo ou fragmentos de rocha, pela ação combinada com a água, vento, gelo ou organismos”. A erosão laminar, também conhecida como erosão em lençol, caracteriza-se por um fluxo superficial não concentrado, que retira finas camadas de solo uniformemente (Lima 1999), quase imperceptíveis, porém “evidenciadas por tonalidades mais claras dos solos”. (Almeida Filho 2001: 6)

A erosão linear origina-se do escoamento superficial concentrado, favorecido pela ação da erosão laminar, que retira os sedimentos mais finos, expondo ainda mais os sedimentos grossos, fato que favorece a formação de uma superfície irregular. Esta irregularidade, associada à chuva e à

declividade do terreno, favorece a formação de fluxo concentrado (Lima 1999). Em alguns casos, pode haver uma combinação entre escoamento superficial e subsuperficial (Oliveira 1994). As principais características e a classificação dos processos erosivos são apresentados na Tabela 1.

A partir dos conceitos apresentados, foram elaborados seis blocos-diagramas (Figs. 1 a 6) representando a interação entre os processos naturais de transporte de massa associados a vertentes e sítios arqueológicos, com ênfase na diferença de velocidade dos processos, no mascaramento dos vestígios, na necessidade de uma fotointerpretação

anterior ao trabalho de campo e, principalmente, na observação dos cortes realizados em campo.

**Sítios arqueológicos pré-históricos e processos naturais de transporte de massa do tipo corridas e escorregamentos: algumas das correlações possíveis e implicações quanto à interpretação**

A seguir são apresentados dois casos hipotéticos elaborados a partir de observações de campo, utilizando modelos de vertentes convexo-côncavas

**Tabela 1**

**Classificação de erosões segundo os modelos de escoamento e os mecanismos de erosão pluvial, visando à caracterização da produção de sedimentos**

<b>Modelos de escoamento</b>	<b>Classes de erosão</b>	<b>Feições correspondentes</b>	<b>Dimensões (ordens de grandeza)</b>	<b>Bordas da feição</b>	<b>Mecanismos de erosão</b>
Escoamento superficial difuso	Erosão laminar ou erosão entre sulcos				Desprendimento e transporte, partícula a partícula, na superfície do solo
Escoamento superficial concentrado	Erosão em sulcos	Feições erosivas de pequeno porte – sulcos	Largura 0,10m a 0,30m Profundidade 0,05m a 0,15m	Suaves, sem ruptura significativa da superfície do terreno	Desprendimento e transporte, partícula a partícula, na superfície do solo
Escoamento superficial concentrado	Erosão em calhas	Feições erosivas de pequeno porte – calhas	Largura 1m a 10m Profundidade 0,05m a 0,30m	Suaves, sem ruptura significativa da superfície do terreno	Desprendimento e transporte, partícula a partícula, na superfície do solo
Escoamento superficial concentrado	Erosão em ravinas	Feições erosivas de grande porte – ravinas	Largura superior a 1m Profundidade superior a 0,05m	Abruptas, com ruptura instável da superfície do terreno	Desprendimento e transporte, partícula a partícula, na superfície do solo – movimentos de massa
Escoamento subsuperficial concentrado	Erosão em boçorocas	Feições erosivas de grande porte – boçorocas	Largura superior a 5m Profundidade superior a 2m	Abruptas, com ruptura instável da superfície do terreno	Desprendimento e transporte, partícula a partícula, na superfície do solo – movimentos de massa – erosões subterrâneas

Fonte: (Oliveira 1994)

e côncavas, mas cujas considerações podem ser aplicadas também a modelos de vertentes retilíneas, convexas ou convexo-retilínea-côncavas. (Granell-Pérez 2001)

#### *Caso 1*

Em uma vertente convexo-côncava, a ruptura do declive resulta em um patamar onde está localizado um sítio arqueológico pré-histórico. Para efeito de estudo, esta vertente está subdividida em inferior, média (patamar relativamente plano) e superior. A ocorrência de um “escorregamento” na parte superior da vertente acarretará a movimentação rápida de grande quantidade de solo, blocos, grânulos, seixos e até mesmo matacões, juntamente com elementos da vegetação, depositando-se principalmente na ruptura do declive (patamar), podendo encobrir o sítio arqueológico. (Figs. 1, 2 e 3)

#### *Caso 2*

Uma vertente côncava possui um sítio arqueológico próximo a sua base, o qual foi encoberto por uma movimentação de massa do tipo “corrida”, que ocorreu na porção superior da vertente. Portanto, tem-se novamente um assentamento inumado por um depósito de colúvio. (Figs. 4, 5 e 6)

Situações como as apresentadas nos casos 1 e 2 podem interferir na metodologia a ser utilizada nos trabalhos de campo, principalmente em pesquisas sistemáticas por amostragem. Caso o levantamento de campo incida sobre uma das áreas acima descritas, a adoção de uma profundidade única para as sondagens poderá não ultrapassar o depósito de colúvio e, portanto, não alcançará o sítio arqueológico. Situações como estas podem ser bem observadas com a fotointerpretação prévia das áreas objeto de levantamento sistemático onde, muitas vezes, pode-se identificar a cicatriz do movimento de massa e até mesmo o depósito de colúvio.

Porém, mesmo que não tenha sido realizada uma fotointerpretação, um pesquisador de campo com conhecimentos de dinâmica das vertentes ou noções básicas de pedologia poderá notar a presença de um depósito de colúvio, estabelecendo considerações sobre sua origem e sobre o que ele pode representar no contexto da pesquisa arqueológica. A abertura de um corte-teste dará ao pesquisador uma idéia sobre a espessura do

depósito de colúvio, para que possa, então, adequar a profundidade das sondagens. O reconhecimento em campo de tal situação dará oportunidade para que sítios arqueológicos soterrados por movimentos de massa naturais venham a ser identificados.

### **Sítios arqueológicos pré-históricos e processos de erosão laminar e linear: algumas das correlações possíveis e implicações quanto à interpretação**

O exemplo apresentado a seguir utiliza-se da mesma vertente do caso 1, aplicando-se nesta situação as mesmas considerações feitas sobre os modelos de vertentes.

#### *Caso 3*

A ocorrência de sulcos e calhas (Tabela 1) ao longo do patamar acarretará a formação de uma rede de feições erosivas de pequeno porte que pode retirar os vestígios arqueológicos do seu local de origem, depositando-os em outro contexto, no próprio patamar ou até mesmo na porção inferior da vertente ou em sua base, próximo ao fundo do vale. Conclusões equivocadas quanto à distribuição dos vestígios podem se acentuar caso estas feições tenham sofrido um processo natural de recuperação, não sendo, assim, permitida sua observação durante a execução das sondagens. Neste caso, as sondagens são abertas em uma superfície ampla, com sulcos e calhas mascarados pela vegetação e pelo solo transportado.

Rubin *et al.* (2003b), estudando processos erosivos no alto curso do rio Meia Ponte-Goiás, monitoraram durante um ano a movimentação horizontal e vertical de fragmentos de rochas com arredondamento subangular e subarredondado, com formas laminar e esférica (Suguio 1973) próximos a sulcos e calhas, cujos eixos maiores situam-se entre 0,05m e 0,08m de comprimento. Em alguns casos, os fragmentos apresentaram movimentação horizontal para jusante, em direção à base da encosta, da ordem de 0,46m no período de fevereiro de 2003 a fevereiro de 2004. Em outros casos, os fragmentos migraram para a linha de maior profundidade dos sulcos e calhas, chegando a uma migração máxima de 1,2m na horizontal e 0,35m na vertical (diferença de nível entre os pontos inicial e final).

Estas observações foram realizadas em uma vertente utilizada como lavoura há cinco anos. Os processos erosivos (sulcos, calhas e ravinas) levaram o proprietário a aplicar medidas de recuperação, colocando pastagem no local. O monitoramento destes fragmentos de rocha foi possível pelo fato de a pastagem ainda estar ausente ou escassa nos locais onde as feições erosivas estão mais desenvolvidas. Ressalte-se que os valores obtidos para os fragmentos de rocha servem como parâmetro para os vestígios arqueológicos, devendo ser vistos com reservas, já que foram obtidos sem um monitoramento sistemático (Figs. 7 e 8).

Ainda no contexto do caso 3, a erosão laminar pode também

- a) retirar finas camadas de solo do local, geralmente de forma diferenciada sobre a superfície, uma vez que obstáculos como pedras, raízes, galhos podem diminuir a intensidade dos processos erosivos em determinados pontos. Este processo pode, com o passar do tempo, resultar em superfície total ou parcialmente rebaixada, irregular, deixando em planos diferentes vestígios contemporâneos;
- b) depositar material de montante, solo transportado, sobre o sítio arqueológico, cobrindo-o e mascarando a posição original dos vestígios arqueológicos. Uma amostragem por níveis artificiais pode colocar em diferentes níveis vestígios contemporâneos (Fig. 9). As considerações estabelecidas para o caso 3 estão relacionadas respectivamente com perdas de solo (a) e solos transportados (b).

### Vertentes e perdas de solo

Perdas de solo, objeto de estudo especialmente da Agronomia e da Hidrossedimentometria, também devem ser consideradas na abordagem geoarqueológica, uma vez que podem influenciar, por exemplo, na espessura do horizonte do solo onde estão inseridos os vestígios arqueológicos e na distribuição horizontal e vertical destes vestígios. A realidade é que as perdas de solo são quase que totalmente desconsideradas na pesquisa arqueológica (Tabela 2).

**Tabela 2**  
**Perdas de solo para os estados de São Paulo e Goiás em diferentes culturas**

Uso da Terra	São Paulo	Goiás
Mata Natural	0,001 a 0,004 ton/ha/ano	0,03 ton/ha/ano
Pastagem	0,40 ton/ha/ano	0,23 ton/ha/ano
Café	0,90 ton/ha/ano	
Algodão	26,60 ton/ha/ano	
Arroz		51,65 ton/ha/ano

Fonte: (Ross 1996)

Os dados da Tabela 2 são importantes na abordagem geoarqueológica de sítios arqueológicos, especialmente aqueles a céu-aberto e com vestígios culturais em superfície, em cujas vertentes predominam os processos de perdas de solo. Nos exemplos apresentados, as perdas de solo devem ser vistas como referência, assim como a rotação de culturas e a utilização do solo. Considere-se uma aldeia pré-histórica com uma área de um hectare, que foi abandonada. Neste local, se a mata nativa se restabelecer rapidamente, as perdas de solo serão de aproximadamente 0,03ton/ha/ano (Tabela 2). Considerando, por exemplo, a idade de 1.000 anos para o sítio arqueológico, obtém-se um valor acumulado para as perdas de solo de aproximadamente 30 toneladas para o período. Se a densidade do solo for considerada como de 0,9g/cm<sup>3</sup> (Balbino *et al.* 2003) ter-se-á uma camada<sup>1</sup> equivalente a 0,0033m (3,3mm), que representa uma taxa muito baixa.

Se nesta mesma área abandonada a vegetação retornar com pastagem, perdas de solo de 0,23ton/ha/ano (Tabela 2), cuja densidade é de aproximadamente 1,6 g/cm<sup>3</sup> (Valpassos *et al.* 2001), ter-se-á, no período de 1.000 anos, um acumulado de 230 toneladas, ou seja, terá sido retirada uma camada de 0,014m (14mm) em 1.000 anos. Ainda neste contexto, pode-se considerar:

(1) Obtém-se este valor dividindo-se a tonelage acumulada (30t) pela densidade do material (0,9 g/cm<sup>3</sup>), obtendo-se um volume (33 m<sup>3</sup>), o qual é dividido pela área (1 hectare = 10.000m<sup>2</sup>).

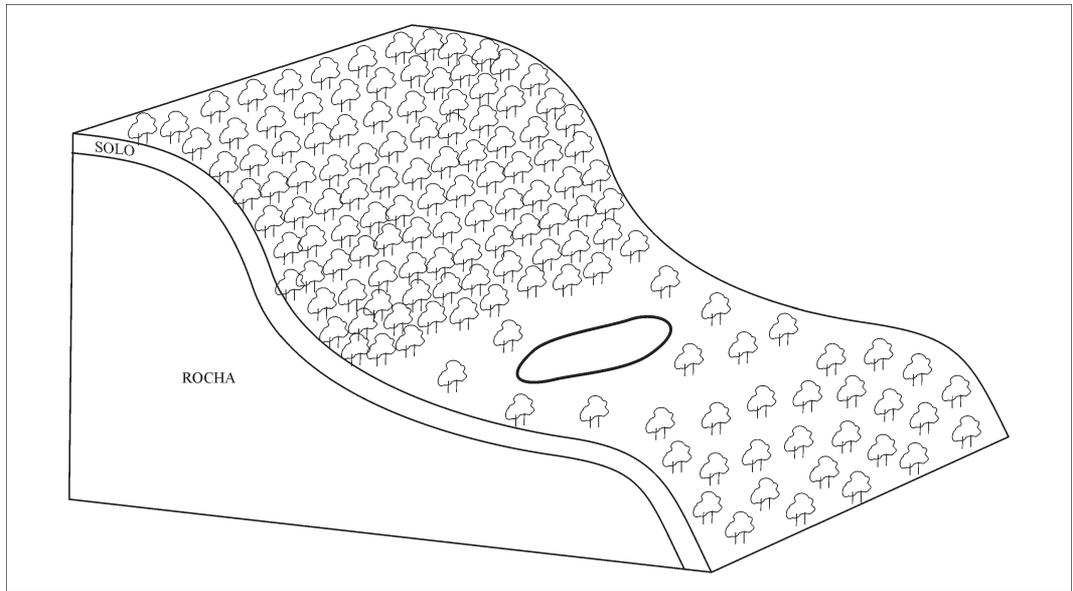


Fig. 1 – Bloco-diagrama de vertente convexo-côncava com aldeia pré-histórica na porção média. Sem escala.

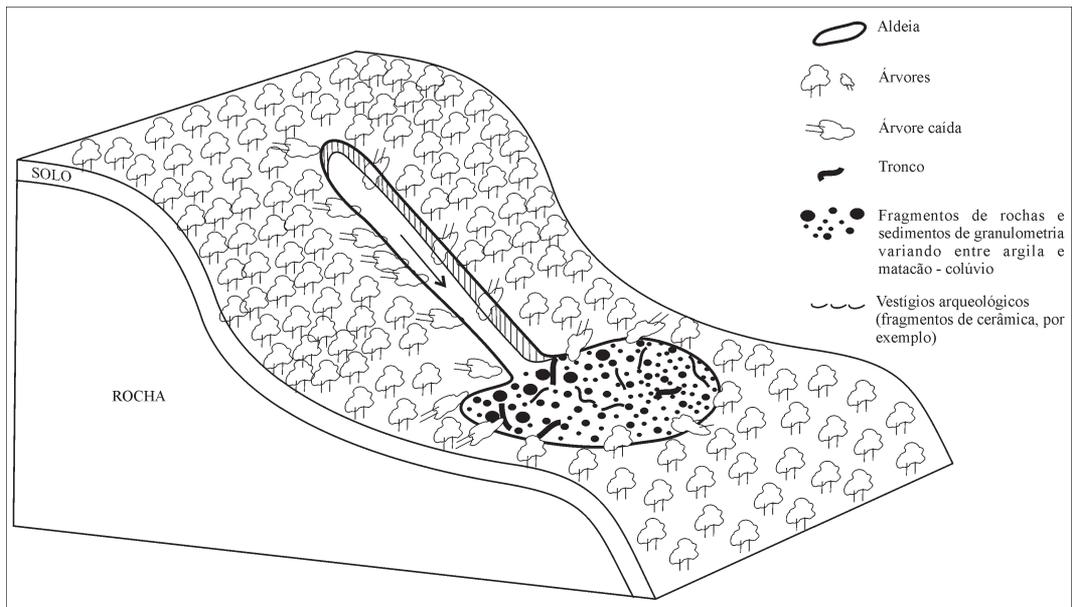


Fig. 2 – Bloco-diagrama evidenciando aldeia soterrada por escorregamento. Sem escala.

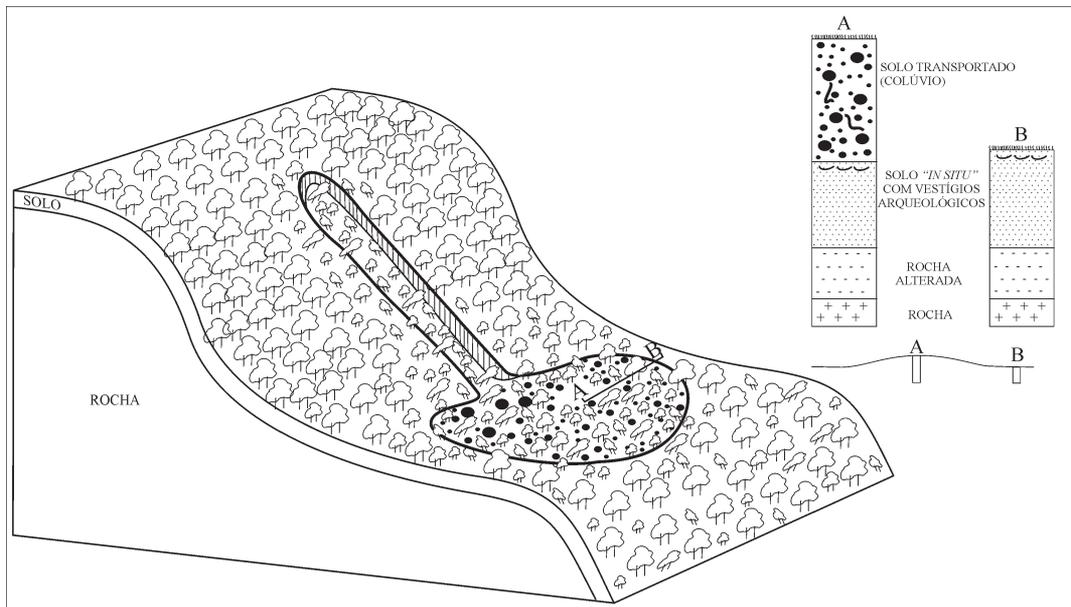


Fig. 3 – Bloco-diagrama mostrando que a área onde ocorreu o soterramento da aldeia está em processo de revegetação, o que pode mascarar os sedimentos transportados. Sem escala.

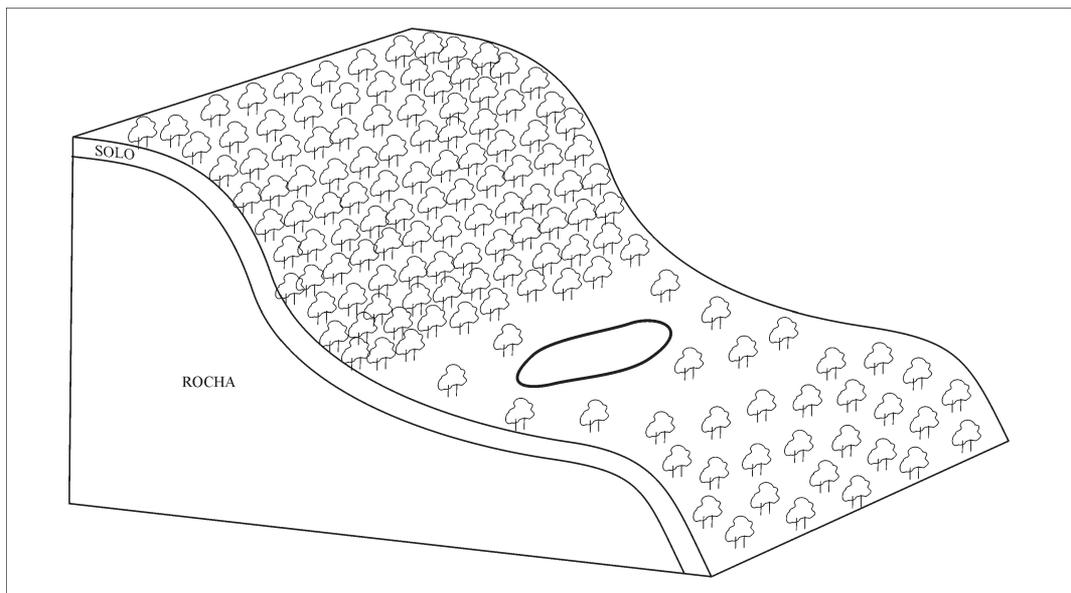


Fig. 4 – Bloco-diagrama de vertente côncava com aldeia pré-histórica na base. Sem escala.

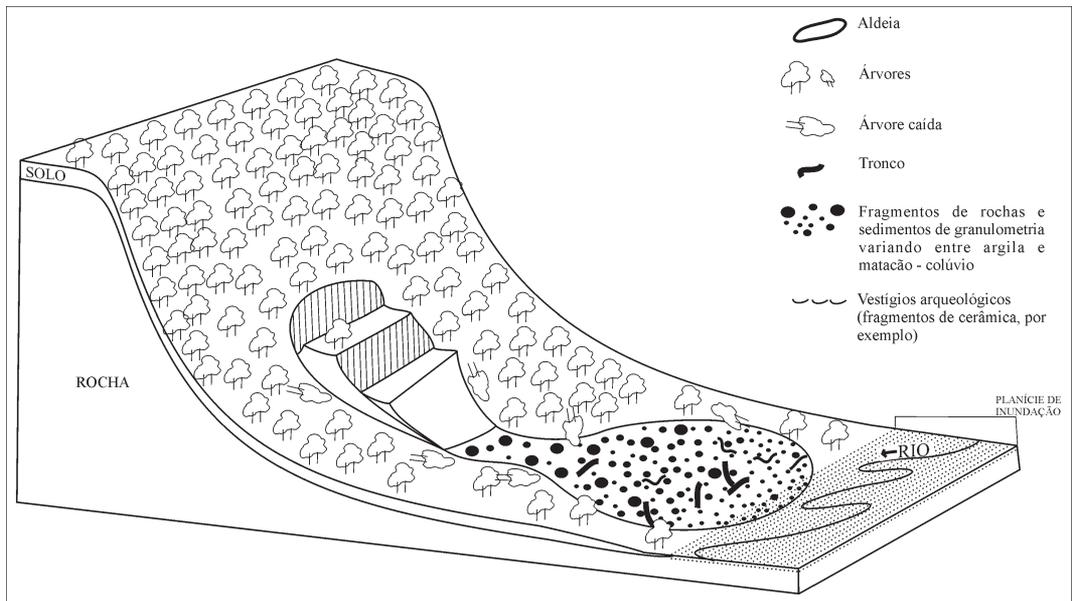


Fig. 5 – Bloco-diagrama evidenciando aldeia pré-histórica soterrada por sedimentos do movimento de massa tipo “corrida”. Sem escala.

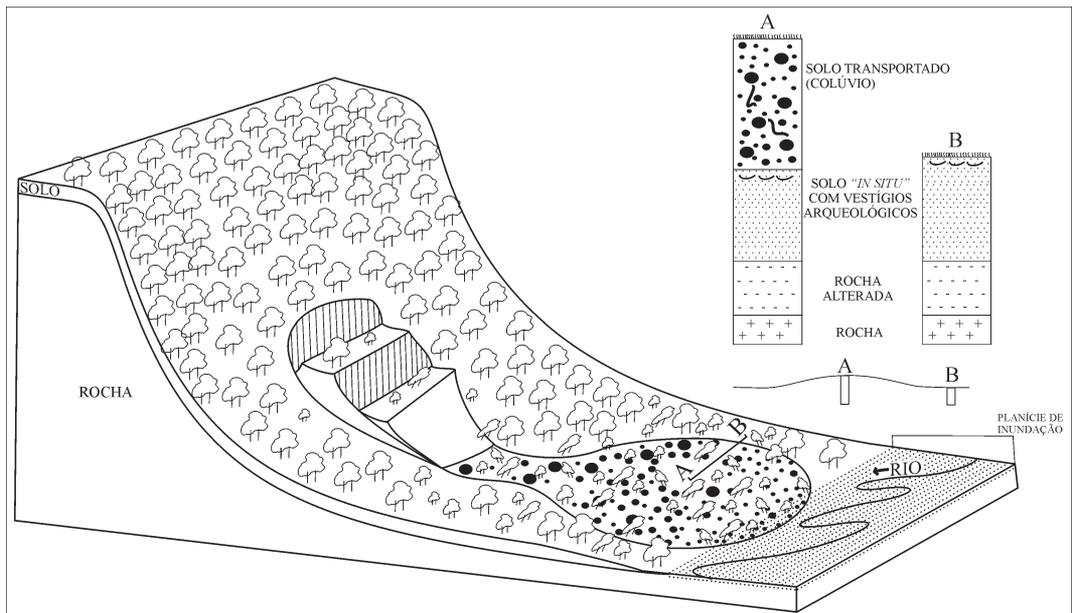


Fig. 6 – Bloco-diagrama mostrando área de aldeia soterrada em processo de revegetação, que pode mascarar os sedimentos transportados assim como a cicatriz erosiva. Sem escala.

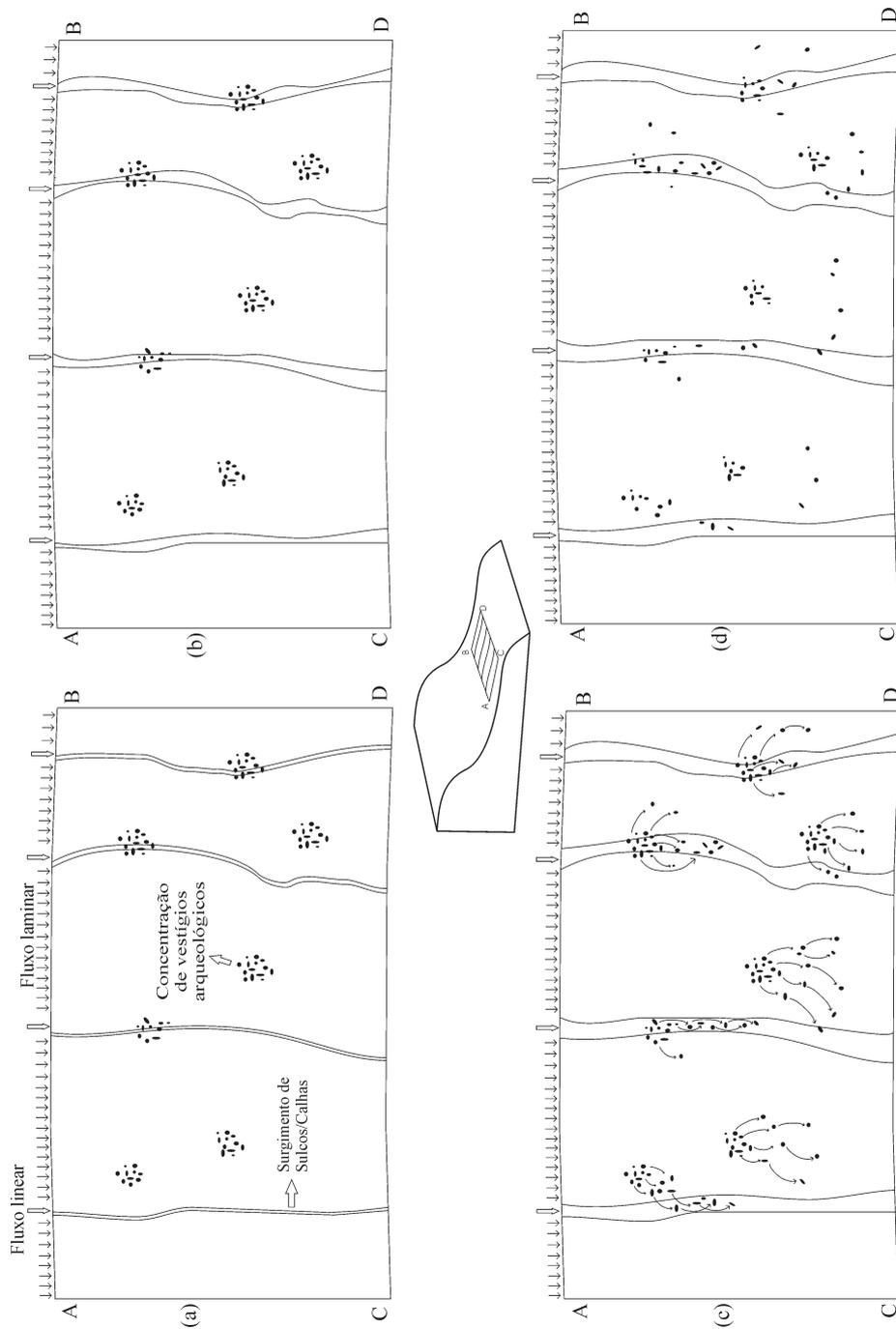


Fig. 7 – Representação hipotética em planta da porção média da vertente, indicando o tipo de fluxo, o traçado da feição erosiva e a concentração de vestígios arqueológicos: (a) distribuição horizontal dos vestígios arqueológicos, início do sulco erosivo; (b) aumento do sulco erosivo; (c) distribuição horizontal dos vestígios arqueológicos, indicando uma possível migração destes vestígios, indicados pelas setas; (d) distribuição final dos vestígios arqueológicos. Sem escala.

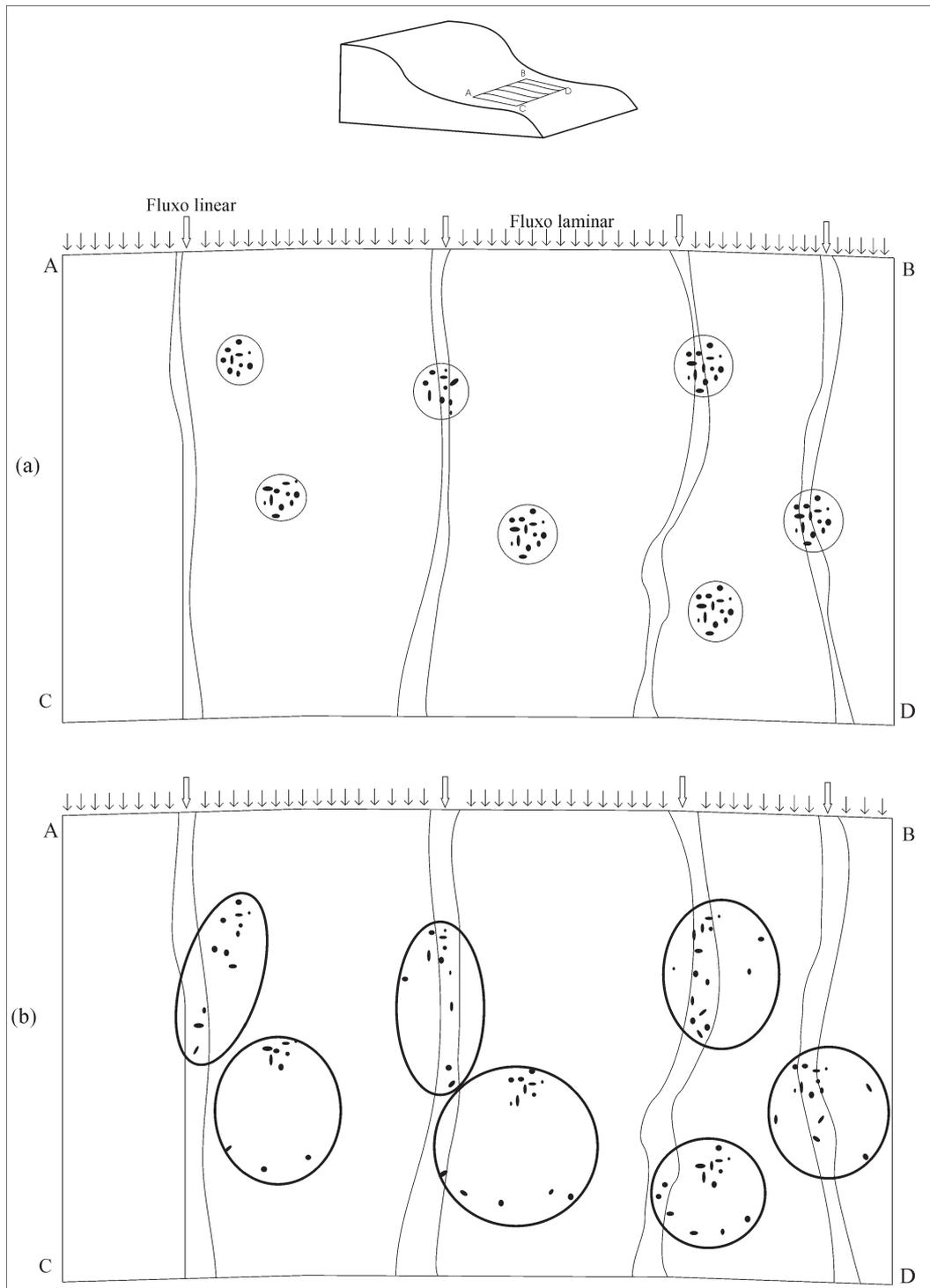


Fig. 8 – (a) distribuição horizontal hipotética inicial dos vestígios arqueológicos (ver figura 7a); (b) distribuição horizontal hipotética final dos vestígios arqueológicos (ver figura 7d). Sem escala.

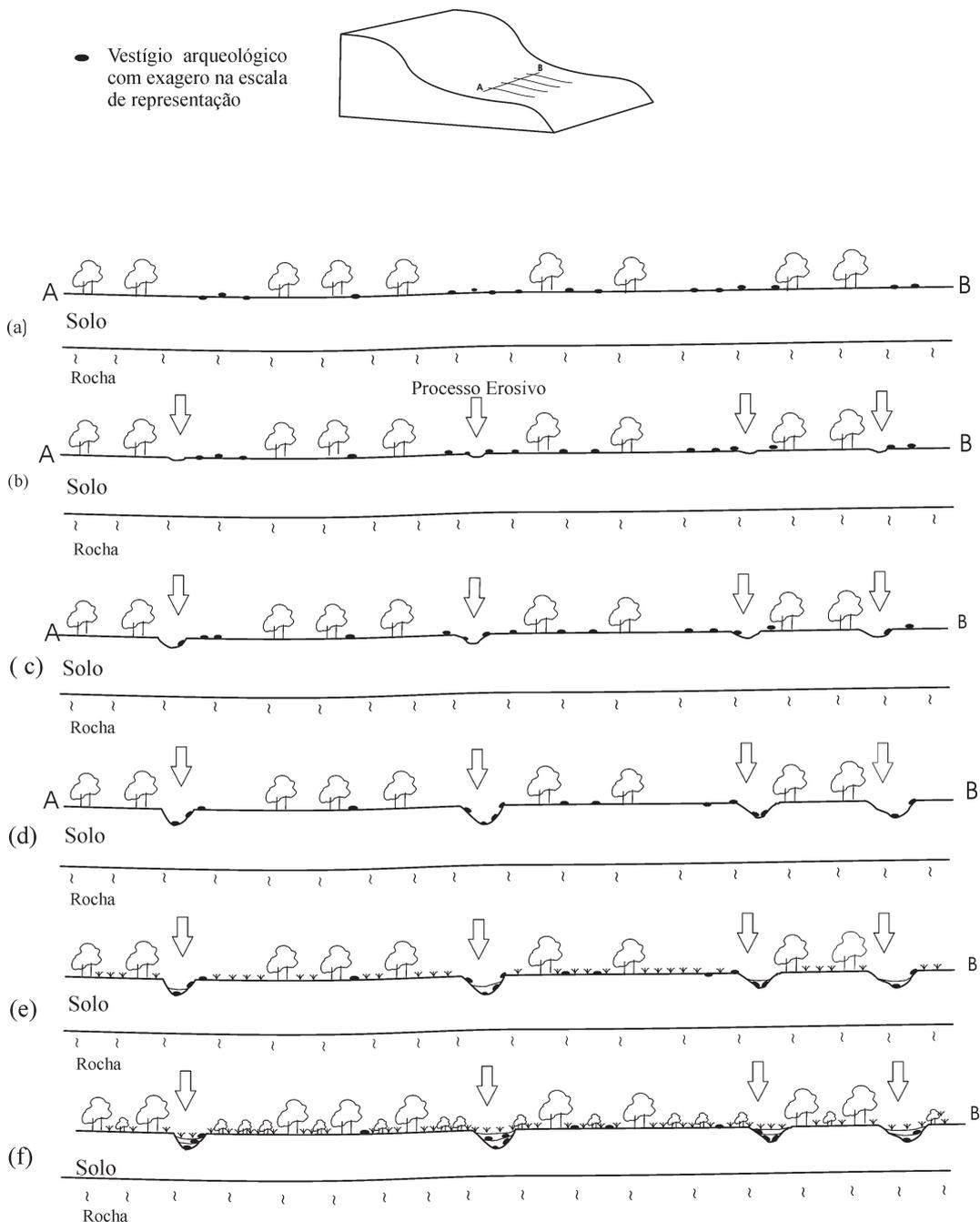


Fig. 9 – Perfil transversal hipotético (sem escala) indicando a migração horizontal e principalmente vertical dos vestígios arqueológicos em relação aos processos erosivos (erosão linear e laminar): (a) momento de abandono da aldeia, vestígios arqueológicos em superfície, solo exposto; (b) início dos processos erosivos; (c) desenvolvimento máximo dos processos erosivos sulcos/calhas/ravinas; (d) início do processo de recuperação da área (retorno da vegetação), preenchimento das erosões por sedimentos; (e) feições erosivas quase que totalmente recuperadas, com alguns vestígios arqueológicos fora do contexto original.

1 - uma aldeia de área igual à mencionada anteriormente, que tenha permanecido durante 970 anos com mata nativa, perdas de 29,1 toneladas no período, e que nos últimos 30 anos deu lugar ao cultivo de soja, perdas de 20,1 ton/ha/ano (Bertoni & Lombardi Neto 1999), em consórcio com feijão, perdas de 38,1 ton/ha/ano (Bertoni & Lombardi Neto 1999); considerando-se as perdas médias de solo como 29,1 ton/ha/ano, haverá perdas de 873 toneladas em 30 anos. Levando em consideração a densidade do solo como de  $1,43 \text{ g/cm}^3$ , referente ao consórcio soja-trigo-soja-feijão-algodão-feijão (Stone & Silveira 2001) terão ocorrido perdas de  $610,49 \text{ m}^3$ , correspondente a uma camada de 0,06m (60mm) em 30 anos;

2 - uma aldeia de área igual, onde a vegetação nativa retornou rapidamente, mas que nos últimos 300 anos tenha sido palco de atividades agropecuárias da seguinte forma:

- 150 anos de pecuária (pastagem), considerando perdas de 0,40t/ha/ano (Tabela 2) e densidade do solo de  $1,6 \text{ g/cm}^3$  (Valpassos *et al.* 2001), o que corresponde a uma camada de 0,00375m (3,7mm);
- 100 anos de agricultura com mandioca, perdas de solo de 33,9 t/ha/ano (Bertoni & Lombardi Neto 1999) e densidade de  $1,4 \text{ g/cm}^3$  (Valpassos *et al.* 2001), o que corresponde a uma camada de 0,24m (240mm);
- 50 anos com consórcio de culturas como soja, feijão e milho, cujas perdas médias de solo são de 23,4 ton/ha/ano (Bertoni & Lombardi Neto 1999) e densidade de  $1,4 \text{ g/cm}^3$  (Stone & Silveira 2001), o que corresponde, para os últimos 50 anos, a uma camada de 0,08m (80mm).

Para o período de 300 anos, foi perdida uma camada de 0,324m (340mm) de solo. Esta possibilidade deve ser considerada na pesquisa de campo, especialmente na interpretação das informações referentes à distribuição horizontal e vertical do material arqueológico e não simplesmente apresentar dados a este respeito como se a vertente não fizesse parte de um sistema dinâmico e, portanto, estivesse isolada do contexto ambiental.

Na caracterização ambiental de alguns sítios arqueológicos prospectados nas áreas direta e indiretamente impactadas pela Usina Hidrelétrica Corumbá (Mello *et al.* 1996), o primeiro autor

deste artigo não considerou as perdas de solo e a dinâmica das vertentes como fatores relevantes, como, por exemplo, nos sítios GO-CA-20 (Engenho de Serra), GO-CA-25 (Taquari 1) e GO-CA-26 (Taquari 2), os quais abrigavam áreas de cultivo há mais de dez anos e GO-CA-18 (Pequi), com parte de sua área utilizada na agricultura há mais de cinco anos. Da mesma forma foi feito para os sítios estudados por Silva *et al.* (1997). A consideração destes parâmetros acrescentaria variáveis importantes à interpretação destes sítios arqueológicos, especialmente na distribuição horizontal e vertical dos vestígios arqueológicos e, conseqüentemente, na área estabelecida como de ocupação.

### Considerações finais

Inicialmente, é importante frisar que as considerações quanto à dinâmica das vertentes e às perdas de solo estão apresentadas separadas por questões didáticas, e que as reflexões estabelecidas resultam da aproximação entre a pesquisa arqueológica e as Ciências da Terra. Infelizmente, como no Brasil não há dados oriundos de monitoramento em áreas de sítios arqueológicos, o tema é tratado apenas no campo das hipóteses.

Apesar disto, as hipóteses formuladas subsidiaram os pesquisadores quanto à utilização de procedimentos específicos visando a melhorar a qualidade dos dados de campo e, com isto, qualificar ainda mais a pesquisa arqueológica, permitindo também ressaltar a importância da multidisciplinaridade na pesquisa arqueológica.

Os exemplos apresentados indicam que os processos de transporte de massa e as perdas de solo estão intimamente relacionados à pesquisa arqueológica, devendo ser considerados nos trabalhos de campo, desde as interpretações referentes ao contexto ambiental dos sítios arqueológicos até a distribuição espacial dos vestígios materiais. Projetos de pesquisa, principalmente aqueles com mais de dois anos de duração, cujos sítios sejam identificados logo de início, podem perfeitamente desenvolver subprojetos abordando a perda de solo e/ou a dinâmica das vertentes, cujos dados podem ser incluídos na interpretação/caracterização dos assentamentos pré-históricos e fornecer subsídios para demais projetos que contemplem a relação dinâmica do meio ambiente com os sítios arqueológicos.

RUBIN, J.C.R.; SILVA, R.T. Archaeology, slope dynamics and soil loss. *Rev. do Museu de Arqueologia e Etnologia*, São Paulo, 14: 179-193, 2004.

ABSTRACT: This paper evaluates points on archaeological sites and slope dynamics using knowledge of Geomorphology and Agricultural Sciences, as mass movements and soil loss. These considerations are based on field observations accomplished in researches developed at the Brazilian Central Plateau, especially in the last five years. We present cases where adoptions of geoarchaeological practices are necessary for a better interpretation of the environmental context of the archaeological sites, especially horizontal and vertical distribution of archaeological evidences.

UNITERMS: Geoarchaeology – Cultural Heritage and Environment – Archaeology.

### Referências bibliográficas

- ALMEIDAFILHO, G.S.  
2001 Diagnóstico, prognóstico e controle de erosão. *Anais do VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão*. Minicurso. Goiânia: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia.
- ARAÚJO, A.G.M.  
1995 Peças que descem, peças que sobem e o fim de Pompéia: algumas observações sobre a natureza flexível do registro arqueológico. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, 5: 3-25.
- BALBINO, L.C.; STONE, L.F.; COBUCCI, T.; CUNHA, E.Q.  
2003 Sistema Santa Fé: uso da associação cultura de grãos-pastagem em plantio direto na recuperação das propriedades físicas do solo. *Resumos Expandidos do II Congresso Mundial sobre Agricultura Conservacionista: Produzindo em harmonia com a natureza*. Foz do Iguaçu: FEBRAPDP/CAAPAS: 183-185.
- BERTONI, J.; LOMBARDINETO, F.  
1999 *Conservação do solo*. São Paulo: Ícone.
- BUTZER, K.W.  
1989 *Archaeologia – una ecologia del hombre: método y teoría para un enfoque contextual*. Barcelona: Balestra.
- CHRISTOFOLETTI, A.  
1980 *Geomorfologia*. São Paulo: Blucher.
- DINCAUZE, D. F.  
2000 *Environmental archaeology: principles and practice*. Cambridge: Cambridge University Press.
- DYLIK, J.  
1968 Notion du versant en géomorphologie. *Bull. de l'Acad. Polonaise des Sciences*, 16 (2): 125-132.
- FERNANDES, N.F.; AMARAL, C.P. DO.  
1996 Movimentos de massa: uma abordagem geológico-geomorfológica. A.J.T Guerra; S.B. da Cunha (Orgs.) *Geomorfologia e meio ambiente*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil: 123-195.
- FRENCH, C.A.I.  
2003 *Geoarchaeology in action: studies in soil micromorphology and landscape evolution*. London: Routledge.
- GRANELL-PÉREZ, M.D.C.  
2001 *Trabalhar geografia com as cartas topográficas*. Ijuí: Unijui.
- GUERRA, A.J.T.  
1995 Processos erosivos nas encostas. A.J.T Guerra; S.B. da Cunha (Orgs.) *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil: 149-209.
- GUERRA, A.T.; GUERRA, A.J.T.  
1997 *Novo dicionário geológico-geomorfológico*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- GUERRA, A.T.; CUNHA, S.B. DA. (ORGS.)  
1996 *Geomorfologia e meio ambiente*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- 2001a *Impactos ambientais urbanos no Brasil*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- 2001b *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- GUIDICINI, G.; NIEBLE, C.M.  
1976 *Estabilidade de taludes naturais e de escavação*. São Paulo: Blucher.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS-IPT.  
1991 *Ocupação das encostas*. Publicação IPT n. 1831.
- LIMA, M.C.  
1999 *Contribuição ao estudo do processo evolutivo de boçorocas na área urbana de Manaus*. Brasília. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Tecnologia/UnB.

- MAFRA, N.M.C.  
1999 Erosão e planificação de uso do solo. A. J. T. Guerra; A. S. da Silva; R. G. M. Botelho (Orgs.) *Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil: 301-322.
- MELLO, P.J.C. (Org.)  
1996 *Projeto de levantamento e resgate do patrimônio arqueológico da área diretamente afetada pela UHE Corumbá – relatório final*. Goiânia: IGPA/Furnas Centrais Elétricas S/A. (não publicado).
- MENDES, J.C.  
1984 *Elementos de estratigrafia*. São Paulo: T. A. Queiroz/USP.
- MORAIS, J.L.  
1999 A arqueologia e o fator geo. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, 9: 3-22.
- NETTO, A.L.C.  
2001 Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. A. J. T. Guerra; S. B. da Cunha (Orgs.) *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil: 93-148.
- NETTO, A.L.C.; AVELAR, A.S.  
1996 Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. S. B. da Cunha; A. J. T. Guerra (Orgs.) *Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil: 103-138.
- OLIVEIRA, A.M. DOSS.  
1994 *Depósitos tecnógenos e assoreamentos de reservatórios: exemplo do reservatório de Capivara, rio Paranapanema, SP/PR*. Tese de Doutorado, São Paulo, FFLCH-USP.
- PACHECO, N.M.S.  
1991 *Evolução e dinâmica geomorfológica das vertentes na área da escarpa entre Taquara e São Francisco de Paula / RS – estudo experimental dos movimentos coletivos de solo e rocha intemperizada por rastejo*. Tese de Doutorado, São Paulo, FFLCH-USP.
- PENHA, H.M.  
2001 Processos endogenéticos na formação do relevo. A. J. T. Guerra; S. B. da Cunha (Orgs.) *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil: 51-92.
- RAPP, G. JR.; HILL, C.L.  
1998 *Geoarchaeology. The earth-science approach to archaeological interpretation*. London: Yale University Press.
- RICK, J.W.  
1976 Downslope movement and archaeological intrasite spatial analysis. *American Antiquity*, 41: 133-144.
- ROSS, J.L.S.  
1996 Geomorfologia aplicada aos Eias-Rimas. A. J. T. Guerra; S. B. da Cunha (Orgs.) *Geomorfologia e meio ambiente*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil: 291-336.
- RUBIN, J.C.R.; SILVA, R. T.; BARBERI, M.  
2003a Arqueologia e a dinâmica da paisagem: pesquisa arqueológica em ambientes fluviais. *Revista Habitus*, 1 (2): 297-316.
- RUBIN, J.C.R.; CARNEIRO, G.T.; MEDRADO, L.  
2003b Projeto identificação e cadastramento de processos erosivos no alto curso da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte: relatório final. Goiânia: IGPA. (não publicado)
- SILVA, R. T.; RUBIN, J.C.R.; VIANA, S.A.  
1997 *Resgate arqueológico: sítios Gengibre e Lourenço – Caldas Novas/GO*. Goiânia: IGPA/DERGO.
- STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M.  
2001 Efeitos do sistema de preparo e da rotação de cultura na porosidade e densidade do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 25 (2): 395-401.
- SUGUIO, K.  
1973 *Introdução à sedimentologia*. São Paulo: Blücher.  
1980 *Rochas sedimentares: propriedades, gênese-importância econômica*. São Paulo: Blücher.  
1998 *Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.  
2003 *Geologia sedimentar*. São Paulo: Blücher.
- TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M.; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. (Orgs.)  
2001 *Decifrando a Terra*. São Paulo: EDUSP.
- VALPASSOS, M.A.R.; CAVALCANTI, E.G.S.; CASSIOLATO, A.M.R.; ALVES, M.C.  
2001 Effects of soil management on soil microbial activity, bulk density and chemical properties. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36 (12): 1539-1545.
- WATERS, M.R.  
1992 *Principles of geoarchaeology: a north american perspective*. Tucson: University of Arizona Press.