

# O PAPEL DAS ENXURRADAS NO MODELADO DO RELEVO BRASILEIRO<sup>(\*)</sup>

FRANCIS RUELLAN<sup>(\*\*)</sup>

As viagens que fizemos pelo litoral e através do interior do Brasil, a partir de 1941 - de norte a sul, entre Belém do Pará e Pôrto Alegre, no Rio Grande do Sul, e, de Leste a Oeste, do Rio de Janeiro ao Planalto Central -, permitiram-nos observar as enxurradas<sup>(\*\*\*)</sup> com uma facilidade tanto maior devido ao fato dessas excursões terem sido realizadas, geralmente, durante a estação das chuvas.

---

\* O presente trabalho foi apresentado ao XVII Congresso Internacional de Geografia, reunido em Washington (julho de 1952), e aparece publicado, em primeira mão, nas páginas do Boletim Paulista de Geografia, que muito se orgulha de o fazer. Trabalho publicado originalmente no Boletim Paulista de Geografia nos 13 e 14, respectivamente março e julho de 1953.

\*\* O prof. FRANCIS RUELLAN, sócio honorário da A.G.B. e que vem dirigindo desde 1952, um curso de Geomorfologia aplicada ao Brasil, junto à Faculdade de Filosofia da Universidade de São Paulo, não necessita de apresentação, de tal maneira seu nome é conhecido entre aqueles que se dedicam aos estudos geográficos.

\*\*\* A palavra enxurrada figura, no presente trabalho, como correspondente à expressão nappes d'eau pluviale ruisselante, utilizada pelo autor no original escrito em francês (Nota da Redação). Tal expressão ("rainsheet" de FENNEMAN, 22) pode ser simplificada e apresentada sob a forma de "nappe de ruissellement pluvial". Também pode-se dizer "nappe pluviale ruisselante" ou, ainda, "nappe ruisselante", convindo recordar que não se trata nem de transbordamento fluvial, nem da fusão das neves, cujas condições são diferentes (Nota do autor).

FRANCIS RUELLAN

## I. As condições climáticas<sup>(1)</sup>

A maior parte das regiões que percorremos até agora está submetida a um regime de alternância de uma estação seca e de uma estação úmida. Segundo as médias mensais do período de 1914-1938, em três quartos desse território as chuvas se concentram de novembro a março (num total de 500 a 1100 mm, por três meses consecutivos), e o estio de junho a setembro (atingindo, apenas, de 25 a 150 mm, por três meses consecutivos).

As regiões do Nordeste, onde esta repartição é bem diferente - estação seca de setembro a dezembro (total de 5 a 150 mm, por três meses consecutivos), e estação chuvosa de março a julho (atingindo de 200 a 1100 mm, por três meses consecutivos), não chegam a acusar em geral, uma tão forte diferença de pluviosidade entre as duas estações. Pelo contrário, a relação entre a pluviosidade dos três meses mais secos e a dos três meses mais úmidos, raramente é superior a 1/4, podendo atingir, entretanto, em alguns pontos, a relação de 1/20.

No Baixo Amazonas e na área que bordeja o litoral do Nordeste Ocidental, a estação de estio mais pronunciado vai de agosto a novembro (num total de 50 a 250 mm, por três meses consecutivos), e a estação de maior umidade e chuvas vai de fevereiro a maio (atingindo de 900 a 1300 mm, por três meses consecutivos), fatos que dão uma relação de pluviosidade, entre as duas estações, que varia entre 1/20 e 1/4, aproximadamente.

Enfim, no extremo Sul (Santa Catarina e Rio Grande do Sul), atenua-se sensivelmente a diferença entre a estação seca (que ali alcança um total de 250 a 500 mm, por três meses consecutivos) e a estação úmida (que atinge de 400 a 600 mm, por três meses consecutivos); a repartição dos meses de estio varia muito num espaço reduzido, enquanto que as maiores chuvas caem de março a outubro. Trata-se, pois, de um clima temperado úmido que difere, a um tempo, do clima mediterrâneo, porque não apresenta secas acentuadas de verão, e, do clima da China Meridional, porque é menos frio e menos seco no inverno.

Se excluirmos esta zona do extremo Sul, veremos que, de Belém a Florianópolis, a oposição entre a estação seca e estação úmida é o traço característico do clima do Planalto Brasileiro nas áreas em que dominam os campos ou a caatinga. Entretanto, ao Norte, a Leste e a Sudeste, a zona litorânea é suficientemente rega-

<sup>1</sup> - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 47, 48.

da de chuvas em todas as estações, permitindo o desenvolvimento da floresta, particularmente sobre as vertentes montanhosas que fazem face ao mar.

Um outro fato igualmente deve merecer atenção: o volume das chuvas precipitadas durante uma tempestade.<sup>(2)</sup> Se considerarmos períodos de 10 a 15 anos, raros são os meses em que, em um ou outro ano, não tenham ocorrido tempestades. Na realidade, durante a estação das chuvas, estas precipitações acentuadas podem subir a mais de 100 mm e, algumas vezes, mesmo, excepcionalmente, a mais de 200 mm, em vinte e quatro horas.<sup>(3)</sup>

## II. O processo da erosão pluvial elementar

O que devemos salientar, em primeiro lugar, é a questão da força das chuvas tropicais.<sup>(4)</sup> Possuem elas incontestavelmente um tal poder de choque, no momento que batem no solo, seja este mole ou movediço, que chegam a imprimir sua marca na superfície, ao mesmo tempo que projetam, centrifugamente, as partículas encontradas. Esta ação é tanto mais importante, se considerarmos que, na região da caatinga espinhosa, e, mesmo, dos "campos cerrados" (com extensões de pequenas árvores de troncos torcidos), ou "campos limpos" (herbáceos), o solo detritico é insuficientemente coberto pela vegetação, e, alternadamente, umedecido e dessecado pela insolação intensa. Trabalhado pelos ácidos húmidos, pelos insetos e pelos animais escavadores, o solo é constantemente reduzido a finas partículas, as quais sofrem, ainda, uma ligeira ação de deflação eólica, que dispersa a poeira ou transporta por rolamento as partículas menos finas. As gotas d'água, que tombam, encontram, pois, uma material movediço, susceptível de ser deslocado e transportado caso não haja uma infiltração imediata da água.

Os pequenos regatos instáveis formam-se ao iniciar-se a chuva e quando o escoamento se arrefece, predominando por ocasião das chuvas mais comuns das regiões temperadas. Desde que o lençol se forma (e isto se produz em alguns minutos, no momento das chuvas pesadas), ocasiona ela o desaparecimento dessa rede instável de escoamento superficial difuso.<sup>(5)</sup>

2 - RUELLAN (Francis), 54; STERNBERG (Hilgard), 72, p. 232.

3 - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 47.

4 - COTTON (C. A.), 14, p. 13-16 e 150-156; 15, p. p. 31-32.

5 - Para compreender-se o que se passa, basta observar o que acontece numa rede de escoamento superficial em uma praia, quando ele é alcançado pelo lençol de água muito

FRANCIS RUELLAN

Seu reaparecimento, com um outro traçado, ao terminar a chuva, drenando o excedente deixado pela infiltração, não deve iludir quanto ao papel representado por essa rede. É evidente, por outro lado, que a passagem ao escoamento superficial concentrado vê-se favorecida todas as vezes que as chuvaradas não são suficientemente fortes para formar lençóis que venham a recobrir a rede de escoamento superficial difuso. Neste caso, há uma tendência à estabilidade, pelo menos em relação aos mais importantes elementos da rede e passa-se, então, insensivelmente, para um regime de erosão fluvial, bem estudado nas regiões temperadas das duas margens do Atlântico Norte. Já tivemos ocasião de observar que o mesmo não acontece nos climas temperados de monção, no Japão e na China do Norte, por exemplo, onde certas chuvas são tão violentas como nas regiões tropicais e podem durar várias horas.

A violência da chuva é tal, que somente os materiais grosseiros e as areias muito permeáveis fazem-na desaparecer em profundidade, por meio de uma infiltração rápida. Mesmo nesse caso, porém, a infiltração não impede que a película de água que corre na superfície deixe de envolver blocos rochosos e seixos, lavando os sedimentos soltos dos interstícios e transportando os materiais finos recolhidos em sua passagem. Se se tratam de areias finas ou argilosas, ou se, a pouca profundidade, existe uma camada de concreções ferruginosas (canga) ou calcárias, a água não se infiltra após a saturação da camada superficial, passando a correr e recobrir o solo na forma de um verdadeiro lençol d'água. Sobre os rochedos, esse estágio é alcançado mais rapidamente ainda, sendo que o lençol d'água corrente se inicia desde os primeiros aguaceiros.

É necessário salientar que a água das chuvas corre por todos os lugares, sobre todas as formas de relevo e vertentes, transportando partículas em sua massa líquida, quando não é retardada ou impedida por um obstáculo. Neste último caso, as partículas mais grosseiras transportadas se depositam tendendo a regularizar, desta forma, o relevo da superfície por onde a água correu.

Algumas chuvas muito pronunciadas desgastam ligeiramente uma zona de várias centenas de quilômetros quadrados, onde o regolito é levantado, arrastado, empurrado e, às vezes, detido por obstáculos, para ser, logo mais, impulsionado novamente deixando tufo de ervas escavados.<sup>(6)</sup>

---

delgado, levado por uma vaga de translação. A rede desaparece e se restabelece seguindo um traçado diferente, à medida que o masto d'água torna a descer através do declive da praia e que uma grande parte se infiltra.

6 - FURON (Raymond), 29, p. 38 e 195; JACQUES-FELIX (H.), 34.

Uma primeira observação se impõe, portanto: não importa qual o tipo de vertente sujeito à erosão pluvial, porque qualquer que seja a sua forma, ela será submetida à ação da enxurrada. O lençol d'água superficial envolve todos os pequenos acidentes do relevo, antes de se concentrar, pudemos constatar, mesmo, caminhando sobre áreas de declive relativamente suave, que a massa das águas de algumas enxurradas atingia e ultrapassava 10 cm de espessura.

Num caso parecido, sobre um declive de alguns graus, não é raro encontrar-se 3 a 5 cm d'água corrente e, em certas passagens de depressões rasas, atingimos pontos onde grandes sapatos restaram submersos. À noite, muitas vezes nos ocorreu, quando acampados sobre um declive suave, afastado de qualquer curso d'água, termos nossa barraca invadida pelo lençol d'água, que subiu e transpos as pequenas valetas de aproximadamente 20 cm de profundidade previamente por nós construídas em torno, para proteção.

Sem dúvida, o escoamento termina rapidamente, desde que as chuvas cessem e as águas, infiltradas a pouca profundidade, também deixem de ressurgir; mas o trabalho realizado durante esses aguaceiros pelas enxurradas é sempre considerável. É suficiente para determinar a importância desse trabalho o estabelecimento de uma pequena barragem, onde as águas, momentaneamente detidas, possibilitam a deposição de sua carga de areias e de cascalhos angulosos ou ligeiramente desarestados.

É importante salientar que a água permanece geralmente clara. Deve-se atribuir, se dúvida, a causa desse fato à deflação que arrasta e eleva constantemente as poeiras, mesmo durante a estação úmida, no intervalo dos aguaceiros, porque o solo se desseca muito rapidamente. Torna-se preciso observar que cada chuva, que não é suficientemente forte para formar uma enxurrada de longo percurso, leva consigo pelo menos as poeiras e penetra com elas nas areias e cascalhos do solo, infiltrando-se. Tais poeiras, muitas vezes aglomeradas sob a forma de lama, têm tendência a formar com os pedregulhos um cimento de fraca consistência, que entulha os poros do solo, tirando sua permeabilidade.

Se a água da chuva encontra um solo argilo-arenoso formam-se, muitas vezes, zonas de lamaçais, sobretudo quando a terra foi pisoteada pelos animais ou pelo homem, ou quando os veículos nelas cavaram sulcos. Note-se, de passagem, que as zonas lamacentas estão localizadas nas depressões, sendo constituídas de sedimentos finos trazidos pelas águas de enxurrada. Os lençóis d'água superficial exercem, pois, uma verdadeira seleção nos aluviões que eles atravessam, sendo esta, talvez, uma das explicações das curiosas alternâncias de "areidões" ou acumu-

FRANCIS RUELLAN

lações arenosas encontradas sobre pontos elevados dos planaltos, ao passo que as poeiras, que não foram sopradas pelo vento, vêm-se arrastadas e depositadas nas depressões pela enxurrada. Nas depressões fechadas dos calcários ou nas depressões das zonas semi-áridas, formam-se verdadeiras “playas”, lamacentas ou pantanosas.

Note-se que este processo de erosão e transporte refere-se rigorosamente ao que se denomina erosão elementar, interessando a toda a superfície do solo, sem que se tenha de fazer intervir o transbordamento dos rios<sup>(7)</sup> ou, mesmo, a água proveniente das vertentes de um “inselberg” ou de uma montanha qualquer.

Contribuindo desta forma para soerguer, deslocar, transportar e extrair finas partículas, para, depois, depositá-las durante o abrandamento da correnteza e o desaparecimento do escoamento em lençol, a massa d’água das enxurradas realiza um trabalho de regularização, mais ou menos semelhante ao que ocorre com a água lançada em lençol pelas vagas marinhas de translação, numa praia pisoteada. Sabe-se que a ressaca é capaz de nivelar, em poucos momentos, a superfície da praia sem nenhuma ação direta das vagas propriamente ditas. A comparação é ainda mais surpreendente quando aplicada ao caso da areia de praia, colocada sobre um afloramento rochoso, cujas arestas aparecem entre secções de depósitos arenosos igualados pelo lençol das águas marinhas, que aí se arrebatam.

Creemos que é preciso emprestar uma grande importância a esse processo de regularização do relevo, pois, assim como no seu movimento de vai-e-vem, o lençol d’água lançado pelas águas se apóia, sobre a superfície arenosa imersa, para regularizar a areia sub-aérea pisoteada, a enxurrada cria uma série de patamares de regularização, à montante dos obstáculos por ela encontrados, formando, deste modo, níveis de base locais. Finalmente, para regularização do conjunto, apóia-se sobre o nível de um pântano, de um lago, de um coletor fluvial ou, quando este coletor se encaixar por retomada de erosão, apóia-se no nível do terraço ou do patamar que constitui a ruptura de declive cíclica. Em outras palavras, trata-se do princípio que enunciamos há doze anos passados<sup>(8)</sup> e que encontra sua aplicação tanto para as enxurradas como para os rios. Dizíamos já, naquela época:

“As superfícies senis ou peneplanos superiores são as mais evoluídas, não, como se tem descrito muitas vezes, porque seriam testemunhas de superfícies de grande extensão que atingiriam o mesmo grau de evolução e que, em seguida, fo-

7 - BAILEY (Reed W.), 2; CAILLEUX (André), 12; DAVIS (William Morris), 17; FENNEMAN (N. M.), 22; GEE (Mc), 43; WORCESTER (Phillip G.), 75, p. 233-254.  
8 - RUELLAN (Francis), 55, p. 112 e 120.

ram dissecadas pela erosão, mas, sim, porque seu modelado representa uma soma de ações erosivas de longa duração; ações erosivas que perduram ainda hoje e que realizaram seu trabalho durante o período de emergência consecutivo à instalação de seu primeiro ciclo de erosão, retomando sua atividade cada vez que uma cobertura móvel foi removida. O nível de base atual dessas superfícies é a beirada superior da ruptura de declive do rio no momento em que ele passa a um ciclo mais recente. Em função desse nível de base, o modelado da superfície senil continua a evoluir, de uma forma normal, enquanto restarem elementos do talvegue para servir de base à evolução das vertentes. Em outras palavras, enquanto perdurar o escoamento fluvial e o escoamento concentrado sobre as vertentes, uma superfície senil, completa ou fragmentária, não possui, no decurso do tempo geológico, outro limite que não seja o sepultamento por uma cobertura sedimentar lacustre ou marinha ou sua destruição por um novo ciclo de erosão. Até aí, continua sua evolução. Se esta superfície estiver recoberta por um capeamento sedimentário pouco resistente, tendo sido exumada posteriormente, retomará imediatamente sua evolução interrompida, feita uma única reserva no que se refere à interferência dos fenômenos de epigenia.”

E dizíamos ainda:

“A dissecção da superfície primitiva pode se entender mais longe ainda, até que não haja mais do que um único patamar de crista. Na realidade, esta crista representa ainda um fragmento da antiga superfície e o escoamento superficial que age sobre esse patamar possui uma velocidade e, por consequência, uma ação de modelado relacionado com o declive; isto é, dependendo estreitamente da saliência que separa o plano ou o patamar de crista da ravina vizinha. Esta saliência do beiral superior do patamar continua sendo o nível de base da crista, enquanto a erosão remontante não fizer desaparecer a ruptura de declive”.<sup>(9)</sup>

A extraordinária regularidade das altas superfícies de erosão explica-se, assim, por esse lento trabalho de modelado, que compreende um tempo tão longo que, para muitas delas, não há fato algum que nos permita adiantar que as mesmas só tenham sido modeladas a partir de tal emergência dos tempos recentes. Em relação a algumas dessas superfícies, torna-se necessário remontar-se pelo menos à série de tilitos e conglomerados glaciais de Lavras, que seriam do Cambriano ou mesmo do Algonquiano superior, ou à série Itacolomi, atribuída ao Algonquiano médio ou superior, ou, talvez mesmo, ao complexo granítico-gnáissico, parcialmente

9 - RUELLAN (Francis), 55, p. 120.

FRANCIS RUELLAN

arqueano pelo menos, para se encontrar um ponto de partida em relação aos ciclos erosivos, porque, como demonstramos,<sup>(10)</sup> é somente disto que se trata, quando se pretende datar uma superfície de erosão. O outro termo da evolução de uma superfície só pode ser conhecido quando há uma cobertura inumadora dessa superfície, como aconteceu no Paleozóico, depois do Triássico, Jurássico, Cretáceo e, algumas vezes, até mesmo no Terciário, em certas regiões do interior do Brasil. A extensão dessas coberturas antigas a outras regiões e, particularmente, à faixa granítico-gnáissica do litoral oriental, permanece no terreno das conjecturas.

As superfícies fósseis, cujo termo final, anterior à exumação, pode ser atribuído ao Terciário, já são mais raras. Quanto às superfícies exumadas, retomam elas sua evolução seguindo o mesmo processo, sendo que as rupturas de declive que indicam o limite dos novos ciclos posteriores à remoção servem de pontos de apoio à sua evolução atual, sob a ação das enxurradas. Trata-se, pois, neste caso, de uma verdadeira retomada no modelado de uma superfície, a qual poderá atingir, então, formas mais evoluídas que as da superfície recoberta anterior.

### III. Importância das condições climáticas locais e da natureza das rochas

Os materiais trabalhados pelas enxurradas desempenham grande papel no caráter do modelado das superfícies de erosão por eles produzidas segundo as condições climáticas locais.

As rochas ígneas granulares, submetidas aos processos de desagregação e decomposição dão um material cuja mobilidade está na dependência da umidade do clima. Já demonstramos,<sup>(11)</sup> há algum tempo, que a desagregação cortical do granito e das rochas do mesmo tipo é feita em profundidade e que os blocos arredondados que se encontram na superfície testemunham a remoção do material móvel de decomposição. Frequentemente, estes blocos são encontrados em fundos de vale, deslocados e dispostos em caos pitoresco devido à intervenção da erosão fluvial.<sup>(12)</sup> Em outros lugares, nas regiões litorâneas, a erosão marinha executa o mesmo trabalho,<sup>(13)</sup> mas, desta vez, com relação aos blocos das vertentes ou

10 - RUELLAN (Francis), 55, p. 112.

11 - RUELLAN (Francis), 53.

12 - RUELLAN (Francis), 60, est. XII, foto C.

para aqueles colocados a uma relativa altura. Nesse último caso, quando não é possível pensar-se numa ação direta da erosão marinha ou da erosão fluvial, poder-se-ia invocar, como causa principal do modelado, a lenta descida dos aluviões (creeping) ou, o que é muito mais rápido, o arrastamento do material incoerente pelas enxurradas.

#### IV. Na zona da floresta pluvial tropical a ação das enxurradas não é desprezível

Nas regiões úmidas e quentes das Guianas, da Amazônia e do litoral oriental do Brasil, a desagregação mecânica e a decomposição podem atingir várias dezenas de metros de espessura;<sup>(14)</sup> pode-se bem compreender, neste caso, a excepcional importância das enxurradas. É verdade que, nestas regiões, a floresta recobre ou já recobriu todo o solo, constituindo uma proteção.<sup>(15)</sup> Note-se, entretanto, que para aqueles que já passaram dias de chuva em plena floresta tropical, não há razão alguma para considerá-la como uma couraça ou um toldo impenetrável à ação das águas pluviais. Quando se inicia a chuva tropical, toda a folhagem é rapidamente recoberta por uma quantidade de água muito maior do que poderia suportar ou reter.<sup>(16)</sup> Grossas gotas d'água tombam de folha em folha e de galho em galho, atingindo o solo, e se é verdade que elas são precipitadas com uma força sensivelmente menor do que no espaço descoberto, sua grossura é tal que deslocam facilmente o material móvel, orgânico ou mineral, que se encontra misturado ao tapete de plantas e detritos vegetais. Mas, por outro lado, cada tronco é uma pequena fonte de escoamento concentrada durante o decorrer da chuva, deixando a água escorrer para o chão pelos entrevãos das raízes e enriquecendo, depois, os pequeninos riachos estabelecidos temporariamente entre árvores. Caminha-se, desta forma, sobre a água que escorre. Não é, de maneira alguma, um lençol tão contínuo quanto o dos campos, ainda que seja possível encontrar-se certas semelhanças com relação ao caso dos campos cerrados. No caso do escoamento pluvial na área das

13 - RUELLAN (Francis), 53-B, est. XVI, foto A.

14 - FREISE (Friedrich W.), 23, 25, 26; MARTONNE (Emmanuel de), 46; PAES LEME (Alberto Belim), 50, p. 271-274; RUELLAN (Francis), 60, p. 452 e p. 467-469; 64.

15 - Essa proteção é muito importante. Ver igualmente: BALEY (Reed W.), 2; e STERNBERG (Hilgard O'Reilly), 72, p.242.

16 - FURON (Raymond), 29; ver o papel dos musgos, p. 195.

FRANCIS RUELLAN

florestas, trata-se de um verdadeiro dédalo de minúsculos riachos anastomosados, que constantemente escavam os pés das árvores, pondo as raízes à mostra e testemunhando, desta forma, a quantidade de substância perdida pelo solo. Como já se notou há muito tempo,<sup>(17)</sup> esta erosão é acompanhada de lavagens e dissoluções preparadas no ambiente quente e úmido do solo. Trata-se de uma forma de erosão que produz um recuo gradual das vertentes, paralelamente ao seu perfil,<sup>(18)</sup> lembrando em parte o que acontece nas vertentes montanhosas das regiões áridas e semi-áridas sujeitas à pedimentação. A enxurrada é aqui um poderoso agente do modelado, apesar da existência da cobertura florestal, cujo papel, aliás, não pode ser negligenciado, consistindo sobretudo num retardamento generalizado da velocidade dos lençóis de escoamento. Numerosos obstáculos existentes no interior da floresta diminuem a força das precipitações e da corrida das águas superficiais, subdividindo extremamente o lençol de escoamento em inúmeras pequenas correntes anastomosadas, através das passagens mais fáceis encontradas entre as árvores. Por outro lado, processa-se uma renovação do húmus, pela decomposição dos vegetais, o que equivale, de certa forma, a uma espécie de auto-conservação do solo florestal; é evidente, porém, que o solo é mais facilmente trabalhado pelas raízes e que a umidade e os ácidos orgânicos podem penetrar mais profundamente, facilitando as ações de decomposição e dissolução que preparam o solo. É por esta razão que a destruição da floresta torna o solo muito sensível à erosão dos lençóis d'água pluvial; rompeu-se um certo equilíbrio.

É conveniente notar que a infiltração da água nos solos florestais não diminui sensivelmente o volume da enxurrada porque o solo úmido está muito próximo do ponto de saturação. A verdade é que a destruição da floresta faz desaparecer toda a possibilidade de renovação do húmus, ao mesmo tempo que acelera e aumenta a potência erosiva do lençol de águas pluviais. Removida a cobertura florestal, as enxurradas não encontram mais obstáculo algum para retardar o transporte dos materiais móveis da superfície. O solo vegetal fica reduzido, às vezes, a uma espessura inferior a 15 ou 20 cm, renovando-se apenas cada ano, antes das queimadas, que arrebatam de novo a proteção superficial parcialmente reconquistada.

O desaparecimento da floresta na região do complexo granítico-gnáissico tem outra consequência, que é conveniente assinalar: a densidade da rede hidrográfica diminui, em parte pela evaporação acentuada que abaixa o nível hidrostático e, ainda, pelo desaparecimento do húmus e do limo argiloso associado, que for-

<sup>17</sup> - FREISE (Frederich W.), 23, 24, 25, 26, 27, 28.

<sup>18</sup> - MARTONNE (Emanuel de), 44, 45, 46.

ma a porção mais permeável do solo. Nestes casos, passamos a nos defrontar com uma extensão forçada do regime dos campos, devida exclusivamente à intervenção do homem. A estação seca, sempre mais ou menos bem acentuada, até mesmo na zona da floresta pluvial tropical, aumenta a semelhança dos fatos em relação à região dos campos, em particular nas partes acidentadas do planalto, situadas atrás das áreas montanhosas paralelas ao litoral, tais como o Vale do Paraíba, onde se produz um verdadeiro efeito de "foehn". Sobre as garupas dos baixos níveis do vale, que indicam antigas posições do rio,<sup>(19)</sup> observa-se perfeitamente a ação da enxurrada em lençol e seus efeitos, sobretudo por ocasião das grandes chuvas de verão. As extensas regiões que eram recobertas pela floresta ao tempo das viagens de Saint-Hilaire<sup>(20)</sup> e que foram transformadas em plantações de café, em meados do século XIX, nada mais são hoje, que um conjunto de baixas garupas peladas, desnudas de vegetação e recobertas por fracas pastagens. O solo arável de quase toda essa região foi removido pela ação vigorosa dos lençóis d'água pluvial.

Essa transformação estendeu-se a toda à "Zona da Mata" mineira,<sup>(21)</sup> designação que aparece algumas vezes na toponímia brasileira, embora haja perdido toda a força de seu significado primitivo.

Por conseguinte, nas vertentes mais bem regadas por chuvas, a floresta tropical pode-se reconstituir espontaneamente, a princípio sob forma de "capoeiras", desde que cessem as queimadas anuais. Nós mesmos fizemos a experiência na Mantiqueira, ao norte de Barra Mansa, e conhecemos, também, na própria região do Rio de Janeiro um dos mais belos casos de reconstituição da floresta situada na vertente meridional da Serra da Carioca. Nestas regiões, o cultivador e o criador lutam contra a invasão do "mato", isto é, contra a expansão dos arbustos e plantas rasteiras, em primeiro lugar, e, depois, a "capoeira" propriamente dita. Nas zonas limiares da mata e dos campos, esta reconstituição espontânea nos pareceu inteiramente impossível, tomando-se necessário plantações sistemáticas. Subsiste, portanto, uma diferença sensível entre esta zona úmida e a de estação seca mais pronunciada: o processo iluvial é menos ativo e não conduz à formação de uma couça laterítica ou "canga".

Como já se evidenciou muito bem, a laterização é muito ativa nas regiões florestais.<sup>(22)</sup> Não somente a Amazônia, como também a região da floresta pluvial

19 - RUELLAN (Francis), 56.

20 - SAINT-HILAIRE (Auguste de), 68.

21 - STERNBERG (Hilgard), 72.

22 - ERHART (H.), 20.

## FRANCIS RUELLAN

tropical do litoral oriental do Brasil testemunham esse fato. Se é que existem concreções, não se pode dizer que existam crostas compactas de limonita, a despeito de ser frequente a presença generalizada de dezenas de metros de argilas mais ou menos lateríticas. Julgamos que a estação seca não é suficientemente acentuada para facilitar o refluxo capilar das águas ferruginosas e a sua evaporação próximo à superfície. O que se observa de mais expressivo, nesta zona, é a formação de uma endurecimento superficial das argilas mais ou menos arenosas depois de alguns dias de secas. Já assinalamos, aliás, fenômeno, idêntico com relação ao Japão.<sup>(23)</sup> Não podemos, de modo algum, negligenciar este fato, pois é a ele que se deve o deslizamento relativamente fácil das enxurradas ao iniciar-se a chuva. É devido ao endurecimento por dessecação das argilas caolínicas mais ou menos lateríticas e à relativa maleabilidade que lhes é imprimida depois pela umidade, que se torna possível e facilitada a erosão do solo pelas enxurradas.

Nesta zona do complexo granítico-gnáissico, que corresponde ao domínio do clima quente e úmido da floresta pluvial tropical, existem diferenças de resistências das rochas à erosão e ao intemperismo, que precisamos levar em consideração; em qualquer caso, porém, trata-se menos de uma resistência diferencial à erosão direta das enxurradas, do que uma facilidade maior ou menor para com os processos de desagregação e decomposição. É assim que os granitos e os gnaisses, a biotita e os micaxistos do complexo granítico-gnaisses se decompõem com grande facilidade, preparando os materiais móveis que, depois, são removidos e transportados pelas enxurradas;<sup>(24)</sup> os leptínitos resistem um pouco mais, enquanto que os quartzitos do complexo e os gnaisses lenticulares formam, muitas vezes, relevos residuais em que a rocha é nua e onde se observam algumas caneluras pouco profundas de enxurrada, acima das superfícies de formas suaves, modeladas nas argilas de decomposição pelas enxurradas em diversos níveis cíclicos.

Aqui intervém, desde logo, uma outra noção. Se a erosão diferencial foi bem estudada no que concerne ao trabalho erosivo dos rios, não se pode dizer o mesmo quanto à erosão elementar. Ora, no relevo de tipo apalachiano, a erosão dos talvegues não satisfaz como explicação das formas das cristas, das vertentes e dos fundos dos vales. Em particular, a conservação e mesmo o aperfeiçoamento das formas cíclicas locais entre duas linhas de cristas, formas determinadas por soleiras de rochas duras onde a erosão marcou uma parada, são fatos incompreensíveis caso não se dê à erosão realizada pelas enxurradas um papel genético preponde-

23 - RUELLAN (Francis), 53.

24 - SILVEIRA (Engo Icarahy da), 70.

rante, porque, na maior parte dos casos, os afluentes do rio que segue a direção das camadas (curso subsequente) têm somente uma fraca importância fisiográfica, absolutamente fora de proporção com a regularidade do modelado dos níveis de erosão que aparecem no interior do vale apalachiano.

Torna-se, pois, necessário admitir que o modelado de erosão, em casos semelhantes, é feito por outros agentes complementares da erosão fluvial e não cremos que possa existir um outro complexo de forças erosivas mais eficaz, no caso, do que as enxurradas em lençol, que utilizam a meteorização das rochas menos resistentes, tomando primeiramente como nível de base local o talvegue do curso d'água mais próximo. Se houver um aprofundamento do talvegue, o nível de base será a ruptura de declive cíclica da vertente, que, sem dúvida, se abaixará pela erosão, mas que comandará a evolução de todo o relevo situado à montante, até a sua adaptação completa ao novo ciclo iniciado pelo rio.

Nas regiões úmidas, como as que constituem a fachada costeira oriental do Brasil, forma-se, apesar de tudo, grande número de rios e riachos afluentes. Correspondem a uma concentração inicial das águas de escoamento, na maior parte das vezes guiadas por linhas de fraqueza da estrutura local: falhas, fraturas e, mais freqüentemente ainda, por simples diáclases. Seguindo estas linhas, executam uma erosão remontante por retomadas de erosão vertical, enquanto que o modelado lateral das vertentes é feito pelas enxurradas, controladas pelas rupturas de declive de caráter cíclico. Se a erosão das vertentes descobre um banco de rochas duras, este passará a comandar, pelo menos momentaneamente, a erosão dos lençóis de enxurrada que trabalham à montante da soleira recém-estabelecida.

O modelado das vertentes, no relevo apalachiano, parece-nos, pois, ligado a esse processo. É por essa razão, mal compreendida ainda, aliás, que emprestamos tanta importância à figuração das rupturas de declive, estruturais ou cíclicas, na figuração das interpretações de fotografias aéreas.

Deve-se comparar a desagregação dos sienitos nefelínicos e rochas aparentadas com tipo de desagregação dos granitos. Em qualquer caso, os cristais mais grosseiros tornam mais fácil sua disjunção; a rocha toma, algumas vezes, o aspecto rugoso e, ao arrastar os elementos que se desagregam, a erosão executada pelas enxurradas chega a modelar caneluras,<sup>(25)</sup> formas de erosão tanto mais interessantes porque, situadas nos cumes e nas vertentes abruptas de morros isolados, de-

<sup>25</sup> - MARTONNE (Emmanuel de), obras citadas; GUIMARÃES (Fábio de Macedo Soares), 30; RUELLAN (Francis), 56, 60, 63.

**FRANCIS RUELLAN**

monstram que não resultam de qualquer escoamento organizado, mas, apenas, do escoamento direto das águas da chuva.

Nota-se, no Itatiaia, que acima das altas superfícies de erosão de relevo suavizado (superfície dos Campos), subsistem maciços residuais que lembram verdadeiros "inselbergs".<sup>(26)</sup> As águas de enxurradas, que modelam as caneluras, depositam nos sopés da superfície de erosão de 2200 m, mais ou menos, uma arena cujos cristais encontram-se apenas alterados. Esta alta superfície de erosão apresenta contra-vertentes, lagos e pântanos, anichados em seu dorso. Podemos atribuí-los aos nichos de nivação quaternária ou a uma decomposição in situ; de qualquer maneira, porém, há necessidade de se salientar a existência de uma ruptura de declive bastante acentuada entre os sopés das vertentes dos blocos montanhosos e os pedimentos que os franqueiam. Não se trata, aqui, de solapamento lateral,<sup>(27)</sup> nem da origem fluvial do pedimento; é necessário, mesmo, admitir que a forte precipitação das águas pluviais que envolve a montanha executa um recuo generalizado dos altos paredões rochosos das vertentes, de um modo paralelo a elas próprias, aumentando sua inclinação porque há um progressivo engrossamento do lençol de enxurrada desde o cimo dos blocos montanhosos até os sopés das vertentes.

Enfim, para completar este estudo do comportamento das rochas cristalinas e cristalofílicas, em regiões quentes e úmidas, torna-se necessário assinalar que, em profundidade, os diabásios, basaltos e meláfiros decompõem-se em finas partículas, muito ricas em limonita, que são facilmente arrastadas pelos lençóis d'água de enxurrada nas regiões de declive acentuados e que, ao contrário, se acumulam, desde que os declives se atenuem, cessando de mover-se nos pontos onde aparecem contravertentes.

Parece-nos, assim, que, num clima quente e úmido, sujeito a fortes aguaceiros, as enxurradas têm sua ação diretamente condicionada pelo declive. Sendo extremamente violenta sobre as vertentes montanhosas, esta ação têm uma tendência para levar os produtos de desagregação cortical granular, fazendo recuar as vertentes e acentuando a sua inclinação; em qualquer caso, porém, esses lençóis de águas correntes têm um apoio cíclico nos talwegues dos rios onde eles se integram e, se esse talvegue se aprofundar, o apoio se fará sobre a ruptura de declive que marca sua antiga posição cíclica.

---

<sup>26</sup> - MARTONNE (Em. de), 46.

<sup>27</sup> - COTTON (C.A.), 15, p. 259.

Se o rio já calibrou seu vale, o lençol d'água pluvial ficará imediatamente afrouxado aos sopés das vertentes, contribuindo apenas para aumentar a largura do vale, regularizando as formas, enquanto os baixos flancos do vale recuarão progressivamente para os lados. Esta evolução será tanto mais pronunciada quanto menos ativas forem as ações de ravinamento por escoamento concentrado, devido ao retardamento determinado pela vegetação o que significa dizer que, nesses casos, a erosão em lençol poderá ser mais importante do que a própria erosão fluvial.

## V. A erosão pelas enxurradas tem um papel muito importante na zona dos campos

Na zona dos Campos, que corresponde a uma enorme extensão do território brasileiro, inclusive grandes trechos da Amazônia, particularmente ao Norte do grande rio, o fato de ser mais bem caracterizada a estação seca (que dura de cinco a seis meses) ocasiona uma desorganização temporária da hidrografia. Numerosos cursos d'água correm de maneira intermitente ou apenas em trechos restritos, limitados por soleiras, as fontes acabam por secar, grande número de regatos chegam mesmo a desaparecer; a insolação e forte e considerável a evaporação. Por isso mesmo, a vegetação mal recobre o solo. Salvo no fundo dos vales, onde aparecem fontes perenes; salvo nas veredas, em que os olhos d'água mantem a umidade e ocasionam a formação de pântanos; salvo ainda as margens dos cursos d'água permanentes, a vegetação arborescente e espessa, com densos sub-bosques, desaparece completamente. As pequenas árvores retorcidas do cerrado, de casca espessa e muitas vezes espinhosa, com suas folhas geralmente muito grandes, porém recoberta de cera ou de penugem, além de raízes profundas, atestam uma adaptação à seca e uma defesa contra a evaporação.<sup>(28)</sup>

Observado de longe, assemelha-se o cerrado a uma área florestal; visto de perto apresenta-se como uma floresta sem sombra, em que o solo e, em toda parte, submetido a ação dos raios solares, por ocasião dos belos dias do inverno brasileiro. Salvo nas veredas, a vegetação herbácea dos cerrados e, mesmo, dos campos limpos ou campinas não chega a recobrir o chão. Vêm-se, apenas, tufos altos porém isolados, que nunca escondem completamente o solo.

---

28 - Leo Heinrich WAIBEL, 74.

**FRANCIS RUELLAN**

Ora, as médias das máximas mensais ultrapassam, em geral, 28 a 30 graus; as máximas absolutas alcançam de 33 a 40 graus; ao passo que as médias das mínimas mensais caem geralmente abaixo de 10 graus, e, nos planaltos do centro e do sul, as mínimas absolutas descem muitas vezes abaixo de zero.

A seca e as fortes variações da temperatura, no inverno, seguindo-se a grande umidade do verão, facilitam a fragmentação do solo e quando, mesmo durante o inverno, uma massa de ar frio do Sul consegue penetrar no planalto e provocar a chuva, encontra esta imediatamente um material pronto para ser deslocado. Além disso, os criadores de gado costumam levar a efeito queimadas no fim do inverno, a fim de destruir a vegetação arbustiva e limpar, assim, o solo, de maneira a deixar lugar à erva que vai despontar com as primeiras chuvas. A combustão faz-se muito lentamente e progride subterraneamente em virtude da potência das raízes. As temperaturas atingidas são, naturalmente, muito fortes e ocasionam o arrebentamento dos fragmentos rochosos da superfície e da zona subterrânea de combustão das raízes. As queimadas não constituem uma prática recente; os índios delas se serviam, nas mesmas áreas, para a caça e suas sementeiras primitivas. Pode-se, também, supor que raios de certas tempestades secas do fim do inverno e do começo da primavera, ontem como hoje, são os responsáveis pelos incêndios da mata, nessa atmosfera sufocante da pré-moção, durante a qual o dessecamento atinge seu "maximum" (em geral, em fins de agosto e setembro).

Dessa forma, o adelgaçamento do solo detrítico prossegue incansavelmente. As enxurradas de verão revolvem esse material, depositam-no, selecionam-no e, assim, continuam a talhar as superfícies de erosão muito regulares<sup>(29)</sup> que cortam, muitas vezes, as camadas aprumadas, pertencente ao Alonquiano, ao Cambriano, ao Ordoviciano ou ao Siluriano, sem falar, naturalmente, dos granitos dioritos, gabros, gnaisses e micaxistos, etc., encontrados também na zona dos Campos. É possível percorrer dezenas de quilômetros, em tais peneplanos, sem encontrar um só curso d'água. Quando aparecem, ocupam freqüentemente vales profundos, que correspondem a fortes retomadas de erosão ou a níveis intermediários,<sup>(30)</sup> a 100 ou 150 metros abaixo do peneplano, e que nada têm a ver com o aplainamento do planalto. Tais níveis, intermediários possuem formas bem menos evoluídas que as altas superfícies, primeiramente porque o modelado foi ali mais recente, mas também porque as infiltrações da água na massa detrítica dos peneplanos dão origem a rios e regatos muitas vezes perenes, que escavam o seu leito para se juntar ao rio

29 - Preston E. JAMES, 35.

30 - Francis RUELLAN, 61, 62, 66.

principal. Em tais níveis intermediários, as enxurradas trabalham no trecho intermediário dos vales; sua velocidade acelera-se chegando no sopé das vertentes, à proporção que os rios escavam, e, conforme a velocidade do escavamento fluvial, a resistência e a permeabilidade das rochas das vertentes, as formas apresentam-se convexas ou côncavas abaixo da ruptura do declive cíclico; entretanto, acima dessa ruptura de declive, as enxurradas, apoiadas nesse nível de base local, continuam seu trabalho de regularização e aplainamento. Somente quando se completa a destruição do testemunho interfluvial, pela regressão das vertentes, e que se interrompe essa evolução.<sup>(31)</sup>

O solo das superfícies penplainisadas da zona dos Campos nem sempre é formado de areia ou de pedregulhos de ângulos mais ou menos desarestados; veem-se, ali muitas vezes, concreções arredondadas, formadas de limonitas e cujo tamanho é variável, mas geralmente de alguns milímetros de diâmetro. É importante precisar a origem dessas concreções pisolíticas. Têm elas, muitas vezes, espessura de alguns decímetros e estendem-se, por vezes, através de vários quilômetros, constituindo um solo muito seco. Por debaixo, encontra-se geralmente a carapaça laterítica ou “canga”, que corresponde à aglomeração de um grande número de tais concreções e domina uma camada de argila laterítica, a que se sucedem em profundidade arenas de decomposição.<sup>(32)</sup> Quando se encontra um subsolo de arenitos não-ferruginosos ou de quartzitos, essas concreções deixam de existir.

Entra em jogo, aqui o processo iluvial. As águas infiltradas por ocasião das chuvas exercem forte trabalho de hidratação e de dissolução. No decurso da estação seca e, também, por ocasião das queimadas, a água carregada de óxidos de ferro concentrados sobe por capilaridade, vem formar pequenas bolas de concreções, que se aglomeram depois sob a forma de canga, em virtude da evaporação da água antes de atingir a superfície.

Concreções e carapaças lateríticas indicam que, nesse trecho, alcançou-se uma certa estabilização da superfície de erosão. Não nos lembramos de ter visto tais concreções e essa carapaça formarem-se quando o declive é forte. Verdadeiramente, parecem indicar uma diminuição do escoamento superficial. As águas infiltram-se mais facilmente, porque o declive tornou-se muito fraco, agindo mais pela dissolução do que pelo transporte, exceto por simples retoques na regulariza-

31 - Francis RUELLAN, 55, p. 120.

32 - Francis RUELLAN, 58, 61, 62, 66; Leo Heinrich WAIBEL, 74.

#### FRANCIS RUELLAN

ção das superfícies, por ocasião das grandes quedas de chuva. Não se deve perder de vista esse papel da dissolução no ataque do relevo, enquanto a massa de desagregação e de decomposição, embebida de água durante a estação chuvosa, tende naturalmente a formar uma superfície plana.

A formação da carapaça laterítica seria, dessa forma, um fenômeno ligado ao enfraquecimento das ações de transporte pelas enxurradas, correspondendo a uma diminuição do declive e à predominância das dissoluções e das ascensões por capilaridade num solo rico de óxidos de ferro. O clima quente, com alternância de seco e úmido, parece-nos importante para explicar a formação dessas concreções. A posição do lençol freático e do limite da umidade do solo (que são diferentes) também é muito importante e varia com as estações. As concreções forma-se-iam, então, na estação seca as expensas da argila laterítica desenvolvida por ocasião da estação úmida. A posição da camada concrecionária e da carapaça ou “canga” seria determinada pela posição do nível hidrostático e pelo limite de umidade da terra, durante a estação seca. Ora, não nos esqueçamos, também, que as retomadas da erosão fluvial fazem baixar o nível hidrostático, aumentando a infiltração das águas pluviais e mudando a posição do nível das concreções lateríticas. O efeito desta modificação é diminuir, pela infiltração, a ação das enxurradas e estabilizar as superfícies peneplainizadas que elas modelaram, enquanto que a sua orla é protegida pela crosta laterítica de canga contra os ataques das retomadas da erosão fluvial.<sup>(33)</sup>

É nesta orla que se observam, nas agulhas lateríticas ou nas areias, as voçorocas ou ravinamentos profundos<sup>(34)</sup> que, quando se generalizam numa determinada zona, produzem uma topografia de “badlands”. Essas ravinas atestam a predominância do escoamento concentrado sobre o das águas em lençol.<sup>(35)</sup> Vêmo-las progredir por erosão remontante. A concentração das águas, que é condição primordial nesse caso, produz-se com frequência nas zonas em que aparecem as vertentes, as quais marcam o limite das superfícies mais ou menos niveladas. Nas garupas que sofreram o devastamento da antiga floresta pluvial, tropical, a concentração das águas já não encontra nenhum obstáculo e aceleração das velocidades sobre o declive convexo também nada encontra que o modere; por isso, as voçorocas se multiplicam.

33 - Francis RUELLAN, 61, 62, 65, 66.

34 - Victor Ribeiro LEUZINGER, 41, p. 130-132.

35 - Segundo Reed W. BAILEY, 2, p. 999, os declives de 40% dão um escoamento superior de 1/5 ao dos declives de 30% e produzem 3,5 vezes, mais de matérias transportadas.

Na zona dos Campos, a erosão diferencial produzida pelas enxurradas não é menos importante que na zona da floresta pluvial tropical, mas as rochas que aí se encontram são diferentes, mais variadas do que na região essencialmente granito-gnáissica do litoral oriental e, por outro lado, as ações de decomposição são menos ativas, o que dá uma preponderância dos materiais clásticos relativamente grosseiros, sobre as argilas e torna o solo mais permeável e, por conseguinte, limita de certa maneira a erosão dos lençóis. Não obstante, as ações eólicas, por ocasião da estação seca, e os adelgamentos devidos à erosão mecânica elementar reduzem os fragmentos em partículas muito finas facilmente carregadas pelas enxurradas, mais facilmente, talvez, do que as argilas compactas das zonas da floresta pluvial tropical sobre as quais desliza a enxurrada sem muito as retalhar pois ela, neste caso carrega pouco material coloidal, como se pode comprovar pela sua cor. No solo da zona dos campos é muito diferente. O exemplo da terra-roxa é bem característico. É um solo rico, graças ao "húmus" de cor vermelha, que aparece frequentemente no interior do Brasil, em virtude da enorme extensão dos derramamentos de lavas de basalto, de diabases e de meláfiros. Sua composição química indica o predomínio dos elementos alumínio-ferrosos e no-lo mostra em via de laterização. O exame granulométrico e morfológico<sup>(36)</sup> de uma amostra de terra-roxa recolhida perto de Uberaba, no Triângulo Mineiro, acima de um afloramento de basalto, deu, depois de lavagem, o seguinte resultado, na distribuição dos calibres:

0,0 a 0,3 mm	36,7%
0,4 a 0,6 mm	30,8%
0,7 a 0,9 mm	22,0%
1 a 1,2 mm	10,2%

Neste material, predominam os quartzos com alguns cristais de hornblenda escuro, já bastante alterados. Há, por conseguinte, um enriquecimento muito importante do solo em quartzo, devido à saída dos outros elementos, pois os basaltos sub-jacentes são pouco quartzíferos.

O exame morfológico dos grãos de quartzo de 0,6 a 0,8 mm deu uma proporção de 50% sem nenhum desgaste e 50% polidos e brilhantes, o que corresponde,

36 - Exame feito por Annette F. Ruellan.

#### FRANCIS RUELLAN

sem dúvida, a um deslocamento pluvial superficial e não acusa ainda nenhum vestígio de transporte eólico.

Pequeninos cristais de quartzo achavam-se reunidos por uma pasta argilosa que havia resistido a três lavagens, e muitos grãos, apesar dessas lavagens, conservam a cor vermelha.

Observamos, também, esta terra-roxa molhada e constatamos que ela não forma uma pasta argiloso plástica. Secada ao Sol, ela se abre apenas em ligeiras fendas: um ligeiro endurecimento da superfície não a impede de retornar a sua condição de poeira ao simples roçar dos dedos. São tão finos elementos que ela contém que mancham os dedos e tingem as paredes de vidro ou de louça vidrada. Encontramos 15% em volume de poeiras num estudo densimétrico.

A terra-roxa, originalmente, se apresenta coberta de floresta, mesmo quando a mais de 1.000 metros de altitude, mas uma vez roçada (e sempre e ela a primeira a ser roçada), nada mais retém o escoamento, sem falar de um importante transporte eólico. Seu empobrecimento rápido, destruindo o resto das matérias coloidais, torna-a, ainda, mais sensível à ação das enxurradas.

Quanto aos solos bastante lateríticos da zona dos campos são compostos de areias finíssimas e de verdadeiras poeiras, que se mantem em suspensão na água e são facilmente removidas. Por ocasião da estação das chuvas, esses solos se transformam em barro vermelho, que, por serem muito ricos em quartzo geralmente, não se endurecem ao secar - racham apenas, como já vimos, ao passo que nas baixadas chamadas "veredas", onde se concentram as argilas cinzentas, o endurecimento e o conseqüente fendimento durante a estação seca são tão nítidos, que aparecem nas fotografias aéreas. Os solos lateríticos,<sup>(37)</sup> ao contrário, transformam-se em poeira vermelha, cujos elementos finos, impalpáveis, são alçados pelo vento e tudo impregnam. Desde as primeiras tempestades, este solos são arrebatados pelos lençóis que se tingem de vermelho.

Nesta zona dos campos, a alteração das rochas ígneas e cristalofilianas, cuja composição é igual a dos granitos, é menos rápida do que na região da floresta pluvial tropical, e toma freqüentemente a forma de desagregação granular, produzindo areia; contrariamente, as rochas microcristalinas e sobretudo as rochas microlíticas dão terras vermelho-violáceo muito finas e às vezes espessas.

As rochas micáceas: micaxistos, gnáiss-xistosos ricos em biotita, filitos mais ou menos sericitosos, cloritaxistos, talco-xistos desagregam-se e se decompõem

<sup>37</sup> - Jose SETZER, 69, p. 1912 e 1918.

facilmente em elementos finos argilo-arenosos, muito ricos em palhetas de mica extremamente leves e fácil de serem removidas pelas enxurradas. Admirável é, aqui, a regularidade da superfície de erosão. Perturbam-na, apenas alguns endurecimentos gnáissicos de xistos ardosianos resistentes ou de xistos silicosos metamorfisados em quartzitos, que se intercalam nos alinhamentos xistosos ou aparecem nas zonas de contato com os batólitos e dão cristas, às vezes, mesmo, verdadeiras lamínas; porém, os endurecimentos mais nítidos são devidos a filões de quartzo freqüentemente injetados "lit-par-lit".

Segundo a riqueza em quartzo desta rochas, encontramos com solos mais ou menos arenosos e, por conseguinte, mais ou menos permeáveis. Sua sensibilidade à erosão das enxurradas é pois, variável.

A sua riqueza em biotita é o ponto decisivo para a formação de concreções pisolíticas e de uma camada de canga. Outras rochas da zona dos campos, ao contrário, são muito resistentes à erosão dos lençóis d'água, particularmente os quartzitos que ocupam enormes áreas nas séries de Minas e Itacolomi, atribuídas ao algonquiano, e na série de Lavras, esta pertencendo ao algonquiano superior ou ao cambriano. Tais quartzitos são mais ou menos resistentes segundo a dureza do seu cimento e a metamorfização que sofreram. Quando estas rochas se desagregam em profundidade, produzem areias finas facilmente removíveis; esta erosão é, em geral lenta; torna-se, porém, mais importante no sopé das vertentes, porque o lençol d'água, reforçado do alto para baixo, ou seja, pela altura e declive forte dos relevos rochosos, torna-se mais eficaz.

Há, portanto, nesta zona, relevos residuais, quartzíticos que lembram as formas e a posição dos "inselbergs". Os quartzitos podem tomar a forma de maciços importantes, onde cada alinhamento resistente impõe, a montante, um nível fixo, bem limitado, para o trabalho de aplainamento feito pela enxurrada. Devido à frequência da estrutura monoclinal, os quartzitos formam, também, às vezes, pequenos maciços residuais isolados, do tipo "hogback". O itabirito ou a hematita compacta tem o mesmo papel que os quartzitos, por causa da sua grande resistência à erosão.

Enfim, as dimensões do maciço residual são, às vezes, tão reduzidas que não passam de um simples rochedo ou mesmo de algumas astilhas. Devemos notar, neste caso, a semelhança que se impõe com o processo da formação dos relevos residuais montanhosos a montante dos pedimentos, mas, quando se trata do escoamento em lençol, o declive das superfícies de erosão é muito inferior ao declive dos pedimentos.<sup>(38)</sup>

#### FRANCIS RUELLAN

Enfim, os maciços residuais são freqüentemente nivelados no cume. Representam testemunhos de superfícies de erosão niveladas antigamente, pois as camadas são freqüentemente talhadas obliquamente, em bisel, e sua superfície continua evoluindo sob a ação da enxurrada até o desaparecimento completo desses testemunhos. Quando o testemunho resiste é constituído pelo itabirito, tem ainda a reforçá-lo uma crosta de "canga" particularmente espessa. Encontram-se destas capapaças lateríticas, provenientes do itabirito, na região central de Minas Gerais.<sup>(39)</sup>

Os arenitos ocupam, igualmente, uma área muito importante na zona dos campos. Pertencem os arenitos a diversas formações que se sucederam desde os tempos primários. Muitos deles são bastante permeáveis. Sua superfície é, pois, mais raramente percorrida por lençóis de água, visto que seria necessário, para os aguaceiros de importância média, uma saturação completa de todos os interstícios que existem entre os grãos. Os diversos cimentos representam um papel considerável, pois diferenciam os diversos tipos de arenitos e sua respectivas reações à erosão das enxurradas. Os arenitos de cimentação argilosa são, evidentemente, os mais favoráveis à esta erosão.

Nos arenitos de cimentação calcária e nos calcários, a ação da enxurrada é, ao contrário, muito reduzida, porque a água que se infiltra colabora para uma dissolução rápida e na formação de uma circulação subterrânea concentrada. Alguns arenitos que perderam o cimento em profundidade em proveito de uma crosta superficial silicificada e freqüentemente ferruginosa dão fenômenos cársticos análogos.

Este maciços calcários ou de arenitos de cimentação calcária representam um elemento original do relevo e da vegetação. Trabalhadas por numerosas "lapiés" e cavidades, que provam não somente as ações de dissolução mas também uma lavagem constante da superfície que transporta todos os elementos móveis deixados pela dissolução, estes maciços calcários ou de arenitos calcários se apresentam recobertos de uma vegetação xerófila do tipo que se encontra na caatinga do Nordeste. Suas vertentes são, geralmente, abruptas, mas muito trabalhadas pela dissolução e pelo escoamento superficial. Só desaparecem lentamente porque as retomadas de erosão, abaixando o nível dos rios, deixam secos os cursos de água subterrâneos, diminuindo, assim, o solapamento interno dos maciços.

Tais são as formas que dão os diversos tipos de rocha na região dos Campos. ã regularidade das altas superfícies peneplainizadas, às suaves ondulações dos ní-

<sup>38</sup> - COTTON, 15, pag. 261-262.

<sup>39</sup> - Francis RUELLAN, 58.

veis intermediários opõem-se os abruptos perfis do relevo residual, cujas vertentes, muito ravinadas, recuam paralelamente a si mesmas, sem nada que lembre o abrandamento progressivo dos escarpados feitos pela erosão fluvial.<sup>(40)</sup>

Nossa noção de “frente dissecada de bloco falhado”<sup>(41)</sup> toma igualmente, aqui um valor capital concernente à posição antiga do escapamento de falha. Não há somente dissecação pelas torrentes e riachos da frente do bloco falhado, mas o recuo geral do escarpado, paralelamente a si mesmo sob o efeito combinado da desagregação e da decomposição das rochas por hidratação durante a estação úmida, da fragmentação por ocasião da estação seca, e da descida dos detritos para o sopé ou base das vertentes, formando taludes de coluvião que se adelgaçam pouco a pouco. Mas agem, também a deflação durante esta mesma estação seca, age a vegetação que desenvolve suas raízes nos leitos destas vertentes por ocasião da estação quente e úmida e morre na estação seca, após ter contribuído na fragmentação; e agem, ainda, os animais e insetos escavadores, muito numerosos na zona dos Campos. Mas domina, sobretudo, a ação das enxurradas pluviais, que além de transportar todos os detritos preparados por estas erosões, umidecem os cimentos argilosos; arrancam tudo o que mal se prendia ao escarpamento e desentulham, finalmente, a base das vertentes de todos os elementos removíveis, provenientes freqüentemente da própria desagregação dos coluviões grosseiros. A erosão feita por estes lençóis e tão forte que suas águas chegam ao pé das vertentes com um volume acrescido de tudo quanto a chuva trouxe desde o cume e uma velocidade que aumenta muito rapidamente em relação ao declive. Quanto mais alto for o escarpado, tanto mais forte será a erosão da enxurrada na base da vertente. Constitui, pois, um verdadeiro solapamento, e não vemos como, neste caso, o declive deste escapamento poderia abrandar-se. Ao contrário, a água da chuva, que forma uma película no cume, não toma força erosiva senão progressivamente. Isto explica que os diversos perfis da vertente abrupta, longe de tomar apoio no sopé do declive, tem o cume como “charneira”. Em terrenos quase uniformes, como o de certos arenitos, o aumento de resíduos e a maior velocidade dos escoamentos tendem a produzir formas convexas, que se vão retificando lentamente até tornar-se uma vertente quase vertical. A aceleração da velocidade do lençol d’água na base da vertente produz, aí no sopé, o mesmo efeito de escavação que uma pequena queda d’água sobre o solo que a recebe e faz o solapamento da parede do escarpado que varia com a resistência da rocha. O limite teórico desta ação da enxurrada é a ver-

40 - Henri BAULIG, 3 p. 137-140.

41 - Francis RUELLAN, 55, 60.

#### FRANCIS RUELLAN

tical, mas, na realidade, o lençol de água só forma cortina ao cair diante da escavação, quando a queda da chuva atinge uma grande intensidade, quando há uma ruptura do declive marcada entre a superfície plana, vertical e a superfície concava da escavação, ou quando obstáculos - pontas rochosas e moitas vegetais - conduzem a água por cima do vazio. Fora disso, vemos o lençol aderir-se à parede do escarpado e continuar correndo sobre esta parede até à base da vertente. Claro que este escoamento sobre o declive não possui a mesma força erosiva, pois, como é lógico e como muitas vezes o observamos, as quedas muito fortes de chuva dão ao mesmo tempo um lençol que cai em cortina diante da escavação. Notemos, ainda, que estas escavações não continuam a evoluir sob a ação dos lençóis de água senão quando, elas mesmas, são mais ou menos atingidas pela chuva. Nas grutas, só a parede de entrada e atingida e a água não desliza além da ruptura do declive quando esta é bem marcada. Enfim, já não precisamos insistir sobre o limite absoluto que marcam as contravertentes, que constituem sempre a origem das quedas das cortinas ou da formação das goteiras.

Durante os nossos trabalhos no interior do Brasil, tivemos, muitas vezes, a oportunidade de observar a ação destas enxurradas sobre os escarpamentos. O temos passado, com nossos alunos, uma tarde de tormenta em Vila Velha,<sup>(42)</sup> perto de Ponta Grossa, no Estado do Paraná, sob uma chuva violenta, muito aprendemos sobre o papel deste lençóis de água no modelado deste célebre lugar. Os arenitos devonianos, muito heterogêneos, neste local, são esculpido em torres e muralhas e de tal maneira que dão a impressão de uma cidade em ruínas. Podemos ver que essas formas pitorescas não eram o resultado exclusivo das ações eólicas, como se acreditava até então, mas, sim, da enxurrada, pois pudemos observar como a água da chuva esculpia todos os pontos frágeis, como ela ampliava o escavamento das diáclases e como formava, no sope do escarpamento, uma zona deprimida pela ação das goteiras freqüentemente reunidas por debaixo dos declives verticais, até formar um lençol de pequena queda água. Não se trata de negar, aqui, o papel da deflagração da estação seca e, mesmo, de uma pequena corrosão natural na formação deste relevo; mas este papel é muito reduzido, pois há pouquíssima areia fina e o solo se apresenta recoberto de vegetação nos campos vizinhos. A ação da meteorização é mais importante, porque a rocha se desagrega facilmente e diferencialmente, em virtude do seu caráter heterogêneo. O que domina, portanto, é esta enxurrada que estremece e arranca, transporta e escava o escarpamento, e mantém

42 - Pedro GEIGER, 31, p. 1931; Francis RUELLAN, 59.

limpo o sopé das vertentes sem lhe deixar sequer a proteção dos coluviões arenosos, mas apenas alguns blocos e seixos caídos das paredes rochosas. É preciso assinalar, também, o papel da água da chuva que cai sobre a superfície superior dos arenitos devonianos, enchem as cavidades das "lapíés", transbordam e correm nos canais escavados, seguindo as diáclases até alcançar a orla do escarpamento, de onde elas caem em jatos que saltam sobre as saliências e auxiliam, assim, na erosão das paredes e do sopé do escarpamento.

Compreende-se, então, porque as formas das vertentes não se suavizam em Vila Velha; porque, igualmente, o escarpado conserva esta aparência de muralha arruinada e recua paralelamente ao seu próprio perfil, hoje, quase vertical. Esta constatação é mais interessante ainda, porque, nos campos do Paraná, achando-nos próximos do limite do clima de estação seca bem marcada. Achamos, além disso, que a intensidade dos aguaceiros é um fenômeno mais importante para explicar estas formas de escarpamento abrupto do que a preparação dos materiais feita pela erosão elementar, por ocasião da estação seca.

Este processo de afastamento das vertentes abruptas aplica-se também às frentes de "cuestas". Na região sul do Brasil, a Bacia do Paraná<sup>(43)</sup> oferece um conjunto notável de "cuestas" cuja origem já analisamos.<sup>(44)</sup> Algumas possuem escarpamentos de formas atenuadas, porque são constituídas de materiais argilosos, como os tilitos permianos da Série Tubarão; mas os arenitos, tão frequentes na bacia de subsistência do Paraná, onde se acumularam os sedimentos detríticos, desde o Devoniano ao Cretáceo superior, dão escarpamentos notáveis em cima dos xistos argilosos ou de tilito. Basaltos e diabases, inclinados suavemente para o centro da bacia, formam escarpamentos de "cuestas" que constituem um elemento essencial da paisagem e conservam o seu vigor, enquanto que a seus pés, nos sedimentos mais friáveis, que podem ser mesmo arenitos (Serra de Maracaju, junto de Campo Grande, Mato Grosso), superfícies trabalhadas pelas enxurradas, nivelam-se aos vales subseqüentes ou aos níveis que foram construídos, dada a sua antiga posição.

O afastamento das frentes de "cuestas" é aqui facilitado por uma erosão mecânica importante por ocasião da estação seca, pela decomposição da estação úmida e quente, pela violência dos aguaceiros cujas águas correntes pulam o escarpamento meteorizado, escavam o sopé da rocha tenra e nivelam a sua superfície que

---

43 - Fernando de ALMEIDA, 1.

44 - Francis RUELLAN, 67.

FRANCIS RUELLAN

separa a base da "cuesta" do rio subsequente. Já assinalamos, também, a independência da evolução das "cuestas" com relação a rede hidrográfica que lhes deu origem.<sup>(45)</sup> Esta observação se aplica às "cuestas" da zona dos campos. Algumas tem, como rocha friável, arenitos ou calcários permeáveis, e a rede hidrográfica, já bastante empobrecida devido à longa estação seca, o é mais ainda pela natureza do solo. Não há cursos d'água obsequentes, mas somente um escoamento superficial concentrado obsequente e temporário, sendo por isso a frente de "cuestas" muito bem marcada. Só a meteoração e as enxurradas são as responsáveis por estas formas com numerosos sulcos de escoamento concentrado, temporário.

As mesmas observações se aplicam, claro está, às mesas e aos escarpamentos de planaltos sedimentários horizontais, que se encontram na zona de longa estação seca.

Não se processa de maneira diferente a evolução dos escarpamentos no limites das peneplanícies, especialmente porque a sua proteção é, geralmente, assegurada pela cornija de carapaça laterítica ou canga. O que se produz, é pois, na realidade, uma verdadeira erosão diferencial, pela ação dos lençóis e pelo escoamento superficial concentrado, os quais acentuam o relevo dos escarpados de rochas, relativamente mais duras do que as que a ela se sobrepõem.

Mas resulta deste conjunto de observações outra consequência ainda mais importante: as rupturas de declive cíclicas são muito bem conservadas e tornam muitas vezes a forma de escarpamento. Quando se trata de uma estrutura horizontal, este fato não deve surpreender e menos se houver um arrematado de carapaça laterítica formando cornija, pois achamo-nos dentro dos casos que acabamos de estudar.

Analisando as fotografias aéreas da bacia do Vale do São Francisco e observando a perfeição atingida por certos níveis de erosão, como por exemplo, o nível de Moravia (600 a 650m) e o de Pirapora (450 a 500m),<sup>(46)</sup> notamos que nenhum rio importante poderia produzir esses aplainamentos e que seria preciso atribuí-los às enxurradas de que acabamos de falar; mas, assim como em muitos casos e sem que tenham havido mudanças da natureza da rocha, a rampa cíclica, ao juntar as duas superfícies, sem apresentar a nitidez de um escarpamento de "cuestas", era, não obstante, bem marcada na paisagem e perfeitamente traduzida nos perfis que levantamos sobre o terreno. Pensamos, pois, que a enxurrada, vinda da super-

---

45 - TRICART, 73, p. 1006.

46 - Francis RUELLAN, 67.

ficie de erosão superior precipita-se - concentrando-se em pequenos riachos, seguindo as linhas de fraca resistência - ao longo da vertente acentuada que marca a passagem entre as duas superfícies e produz uma erosão ligada à aceleração devida a este declive, forma no sopé - pela velocidade adquirida - uma escavação, e continua o seu caminho estendendo-se lateralmente sobre a superfície inferior, contribuindo para nivelá-la por erosão e com o material que deposita. Esta aceleração na base da vertente produz, no sopé, uma erosão mais acentuada e por conseguinte a rampa cíclica recua, mas o seu declive aumenta. Nos caminhos que descem esta rampa, este fenômeno se traduz em terríveis escavações. Aqui, a enxurrada se concentra nas fossas laterais em correntezas que escavam profundamente o solo, produzindo ravinamentos separados por cumes em forma de cristas, como se encontra nos "badlands". O mesmo fenômeno se produz quando trabalhos de cultura são iniciados nestas rampas, sobre tudo se os sulcos acompanham o declive. Um simples atalho basta, às vezes, para provocar a formação de uma voçoroca. A vegetação, impedindo a concentração destas correntezas sobre as rampas, evita estes ravinamentos cujo efeito é extremamente rápido. Numa estação das chuvas, os sulcos, feitos na areia ou na argila de uma estrada com declive pela passagem dos veículos, são ravinados e às vezes uma estrada recém-construída torna-se intransitável durante a primeira estação das chuvas que se segue à sua construção.

## **VI. Na zona semi-árida, as enxurradas tem um papel importante ao lado dos lençóis de água fluvial**

Quando se passa da zona dos campos para a zona semi-árida o número de riachos que desaparecem durante a estação seca aumenta; mesmos os rios cessam de correr e se transformam em um rosário de lagoas. Também não é raro que só os rios muito importantes mantenham o seu curso. Na zona vizinha à cachoeira de Paulo Afonso, no rio São Francisco, só este grande rio possui água por ocasião da estação seca e, fortemente encaixado - fazendo por conseguinte descer o nível hidrostático -, ele passa como um estranho no meio de uma paisagem semidesértica, onde o solo é, às vezes, limpo, outras coberto de árvores e arbustos espinhosos da

**FRANCIS RUELLAN**

caatinga ou simplesmente pontilhado de plantas oleíferas de raízes profundas. Os rio afluentes, durante sua curta existência da estação seca, desaguard no grande rio pelos "canons".

Esta zona semi-árida compreende essencialmente a região Nordestina do Brasil, embora penetre profundamente no Vale do São Francisco e, em certos anos, durante alguns meses (sobretudo em agosto, setembro e outubro) chegue a atingir também os vales a montante de Pipapora.

Na margem direita do São Francisco, atrás da Serra do Espinhaço e da Chapada Diamantina, produz-se uma espécie de "foehn" e a caatinga espinhosa atinge 15 graus de latitude sul. Mais ao sul, vêmo-la sobre os fragmentos calcários em relevo.

Nesta zona semi-árida, a evolução do relevo, sob a influência das enxurradas, se processa nessa forma que acabamos de descrever. Às vezes, estes lençóis de água agem apenas durante alguns meses e a sua ação varia de um ano para outro, pois o clima do Nordeste do Brasil é muito irregular, de sorte que ficam muitos produtos detriticos no solo.

Por outro lado, vemos surgir, nas superfícies niveladas pelos lençóis de água, depressões formadas que nem sempre correspondem todas a calcários ou a arenitos calcários.

Nos granitos a biotita, em particular, a desagregação e a decomposição progridem nas depressões pantanosas, ou mesmo, ao redor das lagoas que permanecem depois da estação das chuvas. Quando escavamos estas depressões, encontramos um solo argiloso muitas vezes explorado pelas olarias. A diferença de nível, entre a borda e o fundo da depressão, é mais ou menos de um metro, segundo nossas observações. Quando escavadas, estas depressões podem ser usadas para conservar água, embora a evaporação seja muito intensa.

O declive extremamente fraco das superfícies modeladas nos terrenos granito-gnáissicos exclui toda e qualquer interpretação de pedimento; podem, porém, ao contrário, tratar-se da ação das enxurradas. Vemos, tal como na região dos campos, rampas cíclicas separando superfícies de erosão nitidamente diferenciadas e modeladas em rochas semelhantes àquelas destas superfícies.

O escarpamento de mesas, de chapadas ou planaltos horizontais, os de "cuestas" e de falhas, evoluem também como na zona dos campos, mas com um acréscimo ainda maior da erosão mecânica elementar.

As formas são ásperas e as paredes dos escarpados muito rochosas. Há, enfim, verdadeiros pedimentos mais ou menos importantes da mais pura forma clássica de maciço, de paredes abruptas, mas muito dissecadas pelo escoamento superficial, tendo à frente, um "glacis"<sup>(47)</sup> onde a rocha é talhada pela correnteza anastomosada que varre uma grande superfície e a regulariza, deixando-lhe quase sempre um relativamente forte declive de 2 a 3 graus em média,<sup>(48)</sup> seguindo de uma planície de "piedmont" denominada "bajada", formada pela coalescência das construções sedimentárias, enfim, por uma depressão úmida ou "playa", não muito freqüente no Nordeste do Brasil.<sup>(49)</sup> Às vezes, é o próprio rio São Francisco ou outro rio exageradamente largo com margens pantanosas, que recebe as águas.

Um pedimento apresenta-se pois, como uma verdadeira superfície de abração continental ao pé de um escapamento, sensivelmente inclinado para o exterior, produzido pelos escoamentos superficiais que se estendem em lençóis, mas cuja água de chuva sofreu, primeiro, uma concentração nas torrentes da montanha.<sup>(50)</sup>

Há uma grande diferença com as superfícies de aplainamento produzidas pelos lençóis de água corrente que não têm, forçosamente, como ponto de partida, o sopé de um escarpamento e que já são lençóis por sua origem pluvial. Notemos, ainda, que os pedimentos têm freqüentemente um relevo acentuado pela dessecação produzida pelo escoamento superficial concentrado. Esta escavação pode atingir até uma dezena de metros de profundidade. Os pedimentos, mais freqüentemente que a superfície de aplainamento das enxurradas, são encimadas pelos "inselbergs" provenientes da destruição do relevo montanhoso. Enfim, sobre a estreita camada de detritos que recobre os pedimentos, que é retomada pelo rio que deles se encarrega, contribuindo desse modo à erosão e ao nivelamento da superfície, resta o vestígio dos regatos e as anastomoses dos leitos e braços dos rios.

47 - PEDIMENTO, que vem de "pedimentum" (isto é, ornato) possui geralmente, forma triangular e encima fachadas, portas, janelas ou nichos. Em geomorfologia, o sentido é bem diferente, de vez que o pedimento longe de coroar o escapamento é um "glacis" que se acha no sopé. Buscando um termo de arquitetura, dir-se-ia, talvez, um andro; estes lugares, porém, situados diante das igrejas são geralmente, horizontais. Será, pois, falarmos de "glacis".

48 - Segundo Eliot BLACKWELDER, 8, p. 37, o declive dos pedimentos do SW. dos Estados Unidos é de 1º a 7º, declive médio é de 2 a 30', pouco ultrapassem 3 a 30' de declive.

49 - Henri BAULIG, 4, Pierre BIROT, 6, 7; Eliot BLACKWELDER, 8; Kirk BRYAN, 10, 11; C. A. COTTON, 13, 14, 15; William Morris DAVIS, 16, 17; Jean DRESCH, 18, 19; Norman E. A. HINDO, 32; Douglas W. JOHNSON, 36; Fernand JOHY, 37, p. 123-124; Lester KING, 38, 39; M. J. MACGEE, 43; J. L. RICH, 51, p. 1003, Philip G. WORCESTER, 75, p. 250.

50 - André CAILLEUX 12; T. J. D. FAIR, 21; A. D. HOWARD, 33; Paul MACAR, 42, p. 74; SNYDER and PASCHALL, 71, p. 94.

FRANCIS RUELLAN

Em resumo, não podemos falar de pedimentos no Nordeste do Brasil, salvo onde a ação dos lençóis fluviais é nitidamente marcada. É, em suma, o resultado da erosão lateral dos rios sobrecarregados, que se estendem ao pé das montanhas.<sup>(51)</sup> Notemos, além disso, que esses pedimentos são, certamente, muito numerosos no Nordeste do Brasil, como pudemos constatar quer pela observação direta do terreno, quer estudando as fotografias aéreas. Aí se encontram também pedimentos embutidos dentro de outros pedimentos, o que é normal em virtude dos movimentos epirogênicos de conjunto e das dobras de fundo que afetaram esta região.<sup>(52)</sup>

Por outro lado é certo que a dessecação foi mais acentuada outrora do que hoje em dia. Temos a prova disso no cretáceo superior, pela natureza e distribuição dos depósitos lacustres antigos, pelas camadas de estratificação entrecruzada, pelas madeiras petrificadas, pela fauna, etc. A região árida e semi-árida cobria, então, uma grande área nos planaltos brasileiros. É preciso, pois, ter em conta as construções dos pedimentos feitos durante esse período. Notemos imediatamente que estas formas interessam também as regiões elevadas, as que correspondem à superfície dita neogena de 800-900 metros, e que, neste caso, elas são, por conseguinte, posteriores ao "maximum" dos dobramentos de fundo transversais e, pelo contrário, anteriores ao grande movimento epirogênico de conjunto do escudo brasileiro.<sup>(53)</sup>

Mas, na era terciária, houve igualmente uma fase igualmente uma fase de desorganização da rede hidrográfica com numerosas bacias fechadas, algumas de origem tectônica.

Nestas regiões, novos pedimentos surgiram, mesmo na zona atualmente clima tropical úmido. Este problema dos climas antigos merece uma série de estudos regionais, mas é evidente para dar um exemplo concreto - que o depósito dos calcários da caatinga supõe uma concentração considerável das matérias minerais contidas na água e está ligado ao clima semi-árido ou árido. Seu nível corresponde a 450-500 metros (nível de Pirapora), ou menos. É preciso, pois, dar grande atenção à possível origem pedimentária das superfícies aplainadas, talhadas na rocha viva o montante dos depósitos calcáreos, como podemos observar na orla da Cha-

---

51 - Eliot BLACKWELDER, 8.  
Douglas W. JOHNSON, 36.  
Philip G. WORCESTER, 75, p. 252-254.  
52 - Francis RUELLAN, 67.  
53 - Francis RUELLAN, 57, 67.

pada Diamantina e do Espigão Mestre. A evolução destes antigos pedimentos é continuada, hoje em dia, pelas enxurradas pluviais.

No baixo, São Francisco, os depósitos terciários que atingem freqüentemente 450-500 metros são, sem dúvida alguma, contemporâneos dos calcários das caatingas. Eles formam "rasos" ou campos detríticos desertos, muito característicos, hoje, isolados em planaltos pela escavação dos rios. São antigas "bajadas" ou mesmo fundos de "playa" em relação com os antigos pedimentos dos maciços montanhosos vizinhos.<sup>(54)</sup>

Mas nestas zonas semi-áridas não se deve relacionar todos os aplainamentos à pedimentação. As chuvas muito fortes dão lençóis que encontram um solo amudado onde as areias granito-gnáissicas alternam-se com as areias provenientes da decomposição dos arenitos e das argilas arenosas que vêm dos xistos. Os "inselbergs" são frequentes, erguidos no meio de imensas regiões aplainadas que não possuem um declive bem definido como os pedimentos e onde não há tão pouco, rios que possam explicar o trabalho de aplainamento através de uma rede anastomosada. São, por conseguinte, essencialmente as enxurradas pluviais que fazem Este trabalho de peneplainização, varrendo todo o material detrítico.

Quando nos aproximamos do litoral, onde as chuvas são mais abundantes, a ação destes lençóis no modelado se intensifica e o papel da pedimentação diminui. Observando a disposição das antigas depressões fechadas, vê-se também que a rede do Nordeste se reorganizou depois do último período seco e que a ação das enxurradas pluviais também aumentou, enquanto que a pediplanação e a formação de "bajadas" perdiam o seu papel preponderante.

Há, enfim, sobre áreas imensas do Brasil um lençol de seixos rolados de quartzo, muitas vezes reduzido a uma espessura de apenas alguns seixos e que atingem em outros lugares uma espessura de alguns metros. Encontramos desses lençóis em regiões onde os rios já não carregam atualmente seixos rolados e mesmo lugares onde não existe a menor relação com o atual traçado dos rios. Em certos pontos,<sup>(55)</sup> é um verdadeiro manto de pedregulhos que cobre o relevo e espousa as suas formas. A posição dos seixos rolados nos cumes das colinas ou sobre as suas vertentes é tal que só podem pertencer a uma época recente, anterior às últimas retomadas da erosão, pois os vales atuais cortam o seu lençol. Somos levados a supor um período mais úmido, uma espécie de dilúvio, durante o qual as enxur-

54 - Francis RUELLAN, 67.

55 - Avelino Ignácio de Oliveira e Othon Henri LEONARDOS, 49.

FRANCIS RUELLAN

radas pluviais houvessem sido mais frequentes e mais volumosas, lavrando os fragmentos de quartzo que provêm de numerosos filões que penetram o escudo brasileiro. Corresponde, talvez, a essa fase úmida, o lago quaternário de Juazeiro<sup>(56)</sup>, cujos limites parecem coincidir mais ou menos com a curva de nível atual de 400 metros, e cujo dessecamento parece estar ligado ao nível de Juazeiro (360-380 m). Como os depósitos argilosos deste período não podem estar associados a um clima seco, é preciso pensar que a erosão das enxurradas pluviais foi particularmente ativa e contribuiu poderosamente para a regularização da superfície que corta, neste lugar, o cristalino; é muitas vezes uma verdadeira planície de erosão.

## VII. Conclusão - A ação das enxurradas e o problema dos antigos climas

Os autores por nós consultados não abordaram diretamente o problema que acabamos de estudar, mas dedicam alguns capítulos ao "rainwash" ou "sheetwash"<sup>(57)</sup> (literalmente, "lavagem pela chuva"), que corresponde, parece, às nossas enxurradas pluviais,<sup>(58)</sup> Quanto ao "sheetflood", é a inundação em forma de lençol, isto é, o transbordamento e a conseqüente inundação de um ou mais rios. É um lençol que não se forma pela ação direta de uma chuva violenta, mas, sim, pela concentração preliminar das águas caídas numa rede de regatos e rios. A formação de pedimentos parece ligar-se à inundação em lençol.

Estes dois agentes de erosão estão evidentemente ligados, difíceis de distinguir em relação aos pequenos canais ou mesmo riachos; mas eles não trabalham nas mesmas condições quando se trata de rios que transbordam. Uma diferença bem patente aparece, sobretudo, quanto à sobrecarga, relativamente fraca para as enxurradas pluviais ou "rainwash", forte, ao contrário, quando se trata de lençóis de inundação fluvial,<sup>(59)</sup> Pensamos, assim, que é necessário distinguir bem as duas ações, pois a inundação em forma de lençol, proveniente das grandes enchentes

56 - Boris BRAJNIKOV, 9 pág. 103.

57 - N. N. FENNEMAN, 22.

58 - É o escoamento pluvial difuso de Baulig (3, p. 126). Mas também é preciso notar que durante os aguaceiros tropicais, o escoamento superficial não conserva a forma de filetes d'água minúsculos, como observou Baulig nos países temperados, mas estendendo-se em lençóis continuados.

59 - Henri BAULIG, 3 pg. 81; 4 pg. 99.

dos rios, não existe exclusivamente na zona árida; observámo-la, também, na zona dos campos, onde a estação seca dura meio ano; sem falar na zona tropical úmida, onde ela se produz várias vezes por ano, no sopé das montanhas. No Rio de Janeiro, por exemplo, observamos contemporaneamente a ação das enxurradas e a ação do lençol de inundação fluvial,<sup>(60)</sup> cuja erosão e aluvionamento são mais violentos, mas também mais limitados.

O objeto deste estudo não é fazer um relatório exaustivo, que exigiria maior número de exemplos, mas chamar atenção dos estudiosos para o papel dessas enxurradas, cuja ação depende da intensidade das chuvas e da preparação dos materiais detriticos nos intervalos desses aguaceiros. Os climas tropicais de estação seca e úmida alternadas e os climas de monções constituem o domínio privilegiado da ação desses lençóis. Em presença de uma rede fluvial pouco densa, de subsolo permeável, porque os produtos clásticos grosseiros, mais ou menos consolidados, são aqui mais numerosos que as argilas compactas, o escoamento superficial em lençol é mais importante do que o escoamento superficial organizado e hierárquico. Vêmo-lo de imediato quando o afloramento de argila aparece excepcionalmente com seu conjunto de pequenos vales que podem ficar secos durante muitos meses, mas que funcionam como coletores desde a primeira chuva.

Nas regiões menos impermeáveis, ao contrário, é a enxurrada pluvial que desce as vertentes, aumenta de volume nos sopés e faz, ao passar, um trabalho de limpeza e de nivelamento até a primeira ruptura do declive. Precipita-se, em seguida, sobre as rampas que ela erode e ravina, para continuar depois levando consigo todos os materiais que arrancou e dos quais ela deposita os mais grosseiros. Isso continua até que o lençol de água encontre uma pequena depressão alongada no sentido do declive, um simples sulco, muitas vezes, mas que fará o papel de coletor - inicialmente pouco profundo, mas que depois apresenta ravinamentos de "badlands".

De toda parte virão lençóis de água juntar-se, seja a um rio cujo volume aumenta desmesuradamente de repente, seja a um lago cuja o nível eles farão subir, seja ao mar. Seu trabalho de erosão e de sedimentação, feito em função de cada ruptura de declive, o qual constitui um nível de base local, terminará no coletor ou, mais exatamente, no nível que ele atinge quando um violento aguaceiro o avoluma.

---

60 - Eng. Icarahy da SILVEIRA, 70.

## FRANCIS RUELLAN

Pensamos, assim, que a perfeição das formas planas de inúmeras superfícies de erosão no Brasil e em muitos outros países tropicais ou de monções<sup>(61)</sup> não possui outra causa. Não é a erosão fluvial que as produz, pois ela não aplaina senão em circunstâncias especiais do solapamento lateral, mas é a erosão das enxurradas pluviais, completando a obra da meteorização e da igualização da massa de detritos embebida de água. O caráter espasmódico dos aguaceiros e das enxurradas, que eles provocam, não deve tomar desprezível a sua ação. Como em muitos outros fenômenos e inclusive o da erosão fluvial, uma ação violenta e de curta duração dá resultados mais importantes do que dezenas de anos de erosão lenta,<sup>(62)</sup>

Isto nos leva a propor o problema da origem de certas superfícies muito aplainadas<sup>(63)</sup> de regiões do globo, onde os aguaceiros são, hoje, muito fracos para formar enxurradas frequentes e eficazes. Não se trata aqui de formas ligadas a antigos climas, que a natureza dos depósitos superficiais e às vezes, também, os fósseis nos permitem precisar?<sup>(64)</sup>

Nós aproveitamos a ocasião do Congresso Internacional de Geografia, reunido em Washington, em agosto de 1952, para propor esse problema, pois pensamos que, entre a erosão fluvial propriamente dita e a que produz os pedimentos nas regiões submetidas a fortes aguaceiros, de lhe dar um lugar mais importante do que se tem dado até hoje<sup>(65)</sup> à erosão das enxurradas pluviais.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 - ALMEIDA (Fernando M. de) - *Relêvo de "cuestas" na bacia sedimentar do Rio Paraná*. - Bol. Paul de Geog. Nº3, out. de 1949, p. 21-33. 1 carte h. 1 pl. de coupes.
- 2 - BAILEY (Reed. W.) - *A new Epicycle of Erosion* - Journal of forestry, vol. 35, Nº11, 1937, p. 999.
- 3 - BAULIG (Henri) - *Essais de géomorphologie*. - X 157 p., 1 carte, 5 fig. Les Belles Lettres, Paris, 1950.

61 - O efeito dos grandes aguaceiros não é desconhecido nos países temperados, porém eles são mais raros.

62 - André CAILLEUX, 12 p. 255, citando uma carta de L. C. KING.

63 - J. L. RICH, 52.

64 - Pierre BIROT, 5 p. 74-75.

65 - Entre os autores que deram muita importância a esta ação erosiva convém destacar, de maneira particular; Henri BAULIG 3 p. 82-84; p. 134-142. N. N. FENNEMAN, 22; A. C. LAWSON, 40.

BOLETIM PAULISTA DE GEOGRAFIA - Nº 68

- 4 - BAULIG (Henri) - *Géomorphologie divisienne*. - L'information géographique, 15 année, Nº 3, mai-juin 1951, p. 93-100.
- 5 - BIROT (Pierre) - *Essai sur quelques problèmes de morphologie générale*. - IV + 176 p., 29 fig. Lisbonne, 1949.
- 6 - BIROT (Pierre) - *Sur le problème de l'origine des pédiments*. Comptes rendus du Congrès Intern. de Geog. Lisbonne 1949. - t. II, p. 2-18, Lisbonne, 1950.
- 7 - BIROT (Pierre) - *Sur les reliefs granitiques en climat sec*. Bull. de l'Assoc. de Geog. Franç. Nº 220-221; nov-déc. 1951, p. 138-141.
- 8 - BLACKWELDER (Eliot) - *Desert Plains*. - Journ. Geol. Vol. 39, 1931, p. 133-140.
- 9 - BRAJNIKOV (Boris) - *Alguns aspectos geológicos do Rio São Francisco* MINISTRO DA AGRICULTURA. Anuário Fluviométrico Nº 6, p. 93-107, 1 carte et 3 graph. h. t. Belo Horizonte, 1945.
- 10 - BRYAN (Kirk) - *Processes of formation of pediments at Granite Cap. - New Mexico*. Zeitsch. Geomorphologie Band 9.
- 11 - Bryan (Kirk) - *The formation of pediments*. - XVIe Cong. Geol. Inter. Washington 1933, publié en 1935.
- 12 - CAILLEUX (André) - *Écoulements liquides en nappes et aplanissements*. Revue de géomorph. dynamique, Nº 6, l'année 1950 p. 243-269, 5 fig. 2 tableaux.
- 13 - COTTON (C.A.) - *Climatic accidents in landscape making*. - 1942 p. II-73.
- 14 - COTTON (C.A.) - *Landscape*. - XVIII + 361 p.; 214 fig. 44 planches de 2 photos - Cambridge University Press; London: Bentley House, 1941.
- 15 - COTTON (C.A.) - *Geomorphology*. - 5th edition, 505 p., 473 fig. ou photo. John Wiley and Sons, New York, 1949.
- 16 - DAVIS (William Morris) - *Rock floor in arid and in humid climates*. Jour Geol. 38, 1930, p. 136-158.
- 17 - DAVIS (William Morris) - *Scheelfloods and streamfloods*. Bull. Geol. Soc. America, 49, 1938, p. 1337-1410.
- 18 - DRESCH (Jean) - *Les surfaces de piémont dans les Djebilet et le Massif Central du Grand Atlas*. - C.R. Cong. Int. Géol. Amsterdam, 1938.
- 19 - DRESCH (Jean) - *A propos des pédiments en Afrique méditerranéenne et tropicale*. - XVI Cong. Inter. Geog. Lisbonne, avril 1949.
- 20 - ERHART (H.) - *Traité de Pédologie*. T I, 203 p. - Strasbourg, Institut pédologique, 1935.
- 21 - FAIR (T. J. D.) - *Rillslopes and pediments in the semi-arid Karoo*. - S. A. Geog. Journal. 30, 1948.

**FRANCIS RUELLAN**

- 22 - FENNEMAN (N. M.) - *Some features of erosion by unconcentrated wash* - Journal of Geol. XVI, 1908, p. 746-754.
- 23 - FREISE (Friedrich W.) - *Über die Erosion des brasilianischen Küstenwalds* Forstwirtschaftliches Centralblatt. - L. 1934, p. 231 e seguinte.
- 24 - FREISE (Friedrich W.) - *Brasilianische Zuckerhutberge*. - Zeitschrift für Geomorphologie, B. VIII, H. 2, p. 49-66, 4 fig. 1 pl. Leipzig, 1933.
- 25 - FREISE (Friedrich W.) - *Erscheinungen Erdflusses in Tropenwäldern, Beobachtungen am Brasilianischen Küstenwald*. Zeitschrift für Geomorphologie, Leipzig, 1935.
- 26 - FREISE (Friedrich W.) - *Bodenverkrustungen in Brasilien*. Zeitschrift für Geomorphologie, B. IX, H. 6 p. 233-248, Leipzig, 1936.
- 27 - FREISE (Friedrich W.) - *Inselberg und Inselberglandschaften in Granit und Gneisgebiet Brasiliens*. - Zeits. f. Geomorphologie, B. X, H. 4 und 5, p. 137-168, Leipzig, 1938.
- 28 - FREISE (Friedrich W.) - *Der Ursprung der brasilianischen Zuckerhutberge*. Zeits. f. Geomorphologie, B. XI, H. 2 und 3, p. 92-112, Leipzig, 1940.
- 29 - FURON (Raymond) - *L'erosion du sol*. - 218 p., 24 fig. et 16 photo. h. t.
- 30 - GUIMARÃES (Fábio de Macedo Soares) - *A Bacia terciária de Resende*. - Décima oitava tertúlia semanal realizada a 18 de maio de 1943 - Boletim Geográfico, ano I, outubro de 1943, n. 7, p. 71-74.
- 31 - GEIGER (Pedro) - *Relatório geral da Excursão dirigida pelo Prof. Francis Ruellanm, de Curitiba a Guarapuava* Bol. Geog. Ano II, 3. 1945, Nº 24, p. 1929-1936.
- 32 - HINDS (Norman E. A.) - *Geomorphology* - Prentice-Hall, Inc New York 1943, 894 p., 94 cartes, 93 fig., 598 photos.
- 33 - HOWARD (A.D.) - *Rock Mountains penepines or pediments*. Jour of Geomorph. 4, 1941, p. 138-141.
- 34 - JACQUES-FELIX (H.) - *Géographie des dénudations et dégradations du sol au Cameroun, conditions physiques et humaines* Min. de la France d'Outremer, Section Technique d'agriculture tropicale, Bull. scient. Nº 3, in-4, 128 p. 16 pl. phot. 1950. Nogent-sur-Merne, 500 frs.
- 35 - JAMES (Preston E.) - *The surface configuration of Southeastern Brazil*. Assoc. of Amer. Geographers, Annals, v. 33, Nº 3, p. 165-193, 15 fig. Albany, 1933.
- 36 - JOHNSON (Douglas W.) - *Rock plains of arid regions*. Geog. Rev., vol. 22, P. 656-665, 1932.
- 37 - JOLY (Fernand) - *Pédiments et glacis d'érosion dans le Sud-Est du Maroc*. - Comptes rendus du Congrès Intern. de Géog. Lisbonne 1946. t. II, Travaux des sections II et III, p. 110-125, 1 carte, 4 photo. Lisbonne 1950.
- 38 - KING (Lester C.) - *The pediment landform: some current problems*. Geol. Mag. v. 86, Nº 4, p. 245-250, 1949.

BOLETIM PAULISTA DE GEOGRAFIA - Nº 68

- 39 - KING (Lester C.) - *On the ages of African lands surface*. Quart. Jour. L CIV, p. 439-459, 12 July 1949.
- 40 - LAWSON (A.C.) - *Rainwash erosion in humid region*. - Bull. Geol. Soc. Amer., vol. 43, sept. 1932, p. 703-724.
- 41 - LEUZINGER (Victor Ribeiro) - *Controvérsias geomorfológicas*. - in 8; 207 p., 17 fig. Rio de Janeiro, 1948.
- 42 - MACAR (Paul) - *Principes de géomorphologie normale*. 304 p., 212 fig. Masson et Cie, 1946.
- 43 - MC GEE (W.J.) - *Sheetflood erosion*. Bull. Geol. Soc. Amer. V. 18, P. 87-112, pl. 10-13, feb. 1897.
- 44 - MARTONNE (Emmanuel de) - *Sur le modelé tropical au Brésil*. - C. R. Ac. Sciences Paris, 21 mars 1938, t. CCVI, Nº 12, P. 926-928.
- 45 - MARTONNE (Emmanuel de) - *Sur la formation des pains de sucre au Brésil*. Comptes rendus, Acad. Sci. Paris, T. CCVIII, Nº p. 1163-1165, Paris, 1939.
- 46 - MARTONNE (Emmanuel de) - A - *Problèmes morphologiques du Brésil tropical Atlantique*. Primeiro artigo, com 1 mapa e 3 pranchas fot. fora do texto, 7 fig. no texto - Annales de Géographie nº 277 - ano XLIX - janeiro-março, 1940 p. 1-27. Segundo artigo, com 5 pranchas, fot. fora do texto e 5 fig. - Annales de Géographie, ano XLIX, abril-setembro, 1940. Números 278-279, p. 106-129.  
B - *Problemas morfológicos do Brasil tropical atlântico*. - Revista Brasileira de Geografia. Primeiro artigo, ano V, Nº 4, outubro-dezembro de 1943, p. 523-550; mesmas ilustrações. - Segundo art., Ano VI, Nº 2, abril-junho 1944, p. 155-178; mesmas ilustrações.
- 47 - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA - Serviço de Meteorologia - *Normas climatológicas*. - 167 p. Rio de Janeiro, 1941.
- 48 - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA - *Atlas Pluviométrico do Brasil (1914-1918)* - Bol. Nº 5, 1948; in folio - 6 p. de texto, 5 tableaux, 26 cartes.
- 49 - OLIVEIRA (Avelino Ignado de) e LEONARDOS (Othon Henry). - *Geologia do Brasil*. 2ª edição refundida e atualizada, XIX - 813 p., 202 fig. no texto, 151 fot. e mapa em 9 côres a 1:5.000.000 fora do texto. Ministério da Agricultura, Serviço de Informação Agrícola - Série didática, Nº 2 - 1943.
- 50 - PAES LEME (Alberto Betim) - *História Física da Terra (vista por quem a estudou no Brasil)*. - 1020 p. c/ prefácio de R. Roquette Pinto. C/ 41 figuras, 6 cartogramas e 251 fot. no texto. Rio de Janeiro - F. Briguiet e Cia Editôres - 1943.
- 51 - RICH (J.L.) - *Origin and evolution of rock fans and pediments* Bull. Geol. Soc. Amer. V. 46, p. 999-1024, fig. HI, 1935.

**FRANCIS RUELLAN**

- 52 - RICH (J.L.) - *Recognition and significances of multiple erosion surfaces*. *Bull. Geol. Soc. Amer.* v. 49, p. 1695-1722, fig. H, 1938.
- 53 - RUELLAN (Francis) - *La décomposition et la désagrégation du granite à biotite au Japon et en Corée et les formes du modèle qui en résultent*. B - *Compte rendu du Congrès International de Géog.* 1931, t. II, 1er fasc., p. 670-684. 7 photos, 3 planches phot. I carte, 2 croquis. A - *Compte rendu des séances de l'Académie des Sciences de Paris*: séance du 6 juillet 1931, p. 67-69.
- 54 - RUELLAN (Francis) - *Le typhon du 21 sept. 1934 au Japon*. *Bull. Assoc. géogr. franc.* N°90, juil.-oct. 1935 séance du 4-7-1935, p. 102-109.
- 55 - RUELLAN (Francis) - *Le Kwansai - Etude geomorphologique d'une région japonaise*. Illustrée de 184 cartes, graphiques, croquis et gravures dans le texte, de 52 pl. h. y. contenant 253 reproductions en prototype et d'un Atlas contenant des cartes en 8 couleurs, des planches et des profils, de diag., perspectifs assemblages et un index des noms et des lieux. IX-821 p., grand in-8 soleil. Tours, Arrault, 1940. Ouvrage couronné par l'Académie des Sciences, Prix HIRN en 1942.
- 56 - RUELLAN (Francis) - *Comunicação sobre a excursão a Campo Belo e a Itatiaia*. - A - 19a tert. sem. du 25-5-43. *Bol. C. N. G.* ano I, oct. de 1943, N°7, p. 76-78. - B - 20a tert. sem. du 1er juin 1943. *Bol. C. N. G.* ano I, oct. de 1943, N°7, p. 78-80.
- 57 - RUELLAN (Francis) - *Comunicação sobre os problemas a serem estudados na bacia do São Francisco*. - 26a tert. sem. 15-43. *Bol. géog.* ano I, N°8, nov. 1943, p. 111-114.
- 58 - RUELLAN (Francis) - *A origem da Serra do Cirral del Rei e dos diversos níveis observados*. - 60a tert. sem. 11-4-44. *Bol. geof.*, ano II, N°15, junho de 1944, p. 354-346.
- 59 - RUELLAN (Francis) - *Observações sobre as formas cársticas dos arenitos de Vila Velha e sobre as dolinas de "avens" (poços) dos arredores de Ponta Grossa*. 87a tert. sem. 28-11-44. *Bol. geogr.* ano II, N°21, dez. de 1944, p. 1379.
- 60 RUELLAN (Francis) - *A evolução geomorfológica da Baía de Guanabara e das regiões vizinhas*. - *Rev. Bras. Geogr.* ano VI, N°4, out-dez, de 1914, p. 445-508. 2 cartes geomorph. et reprod. de 2 cartes anciennes h. t. 8 cartes diagrammens et graphiques dans le texte. XXVII planches de 78 fotogr. h. t.
- 61 - RUELLAN (Francis) - *Quelques problèmes de l'expédition chargée de trouver des sites pour la nouvelle capitale des Etats Unis du Brésil*. - *Bull. de l'Assoc. des geogra. français*, N°194-145 - Mai Juin 1148. 12 pages.
- 62 - RUELLAN (Francis) - *Les surfaces d'érosion de la Région Sud-Orientale du plateau central brésilien*. *Compte rendu du XVI Congrès international de géographie de Lisbonne*, Avril 1949, p. 659-653, 10 planches de 19 photos, 1 carte h. t.

BOLETIM PAULISTA DE GEOGRAFIA - Nº 68

- 63 - RUELLAN (Francis) - *A região do vale do Paraíba e a serra do Mantiqueira*. - Excursão "B" da Reunião Pan-Americana de Consulta sobre geografia, 43 4 p. 6 cartes h.t., Rio de Janeiro, 1949.
- 64 - RUELLAN (Francis) - *Excursão a Teresópolis*. Guia 17p. I carte geomorphologique h. t. 4 diag ou dessins h. t. Rio de Janeiro, Serviço gráfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística sept. 1951.
- 65 - RUELLAN (Francis) - *Note préliminaire sur un plissement rencontré entre Pirapora (Minas Gerais) & Formosa (Coláz)*. - Communication faite à l'Academia Brasileira de Ciências, v. 24, Nº1, 31 mars de 1952 p.
- 66 - RUELLAN (Francis) - *Alguns aspectos do Relevo no Planalto Central do Brasil*. Anais da Ass. dos Geogr. Bras. Vol. II, 1947, p. 17-28, 8 photo.
- 67 - RUELLAN (Francis) - *Le rôle des pils found dans le relief du bouclier Sud-Américain*. - Comm. au Congrès int. de géol. Alger 1952, 28p. dactyl. I carte.
- 68 - SAINT-HILAIRE (Auguste de) - *Voyage dans les Provinces de Rio de Janeiro et de Minas Gerais*. - 2 vl. XVI 458 p. I grav.
- 69 - SETZER (José) - *Noções gerais de pedologia*. - Bol. geog., Ano II, 3. 1945, Nº24, 1904-1922, 4 cartes.
- 70 - SILVEIRA (Eng. Icarahy da) - *Considerações sobre o problema da erosão e desmonte natural*. Revista Municipal de Engenharia, P.D.F., Secretaria Geral de Viação e Obras, vol. X. outubro de 1943, Nº4, p. 250-258, 8 fotog. 9 desenhos e diagramas.
- 71 - SNYDER and PASCHALL - *Report of Subcommittee on Erosion Terms*. Am. Soil. Surv. Ass. Bul. 17. 1946.
- 72 - STERNBERG (Higard O'Reilly) - *Enchentes e movimentos coletivos do solo no Vale do Paraíba em dezembro de 1948. Influência da exploração destrutiva das Terras*. Rev. Bras. de Geog. Ano XI, 4-6-1949, Nº2 p. 223-261, 5 cartes, 23 photo.
- 73 - TRICART (J.) - A - *Cours de géomorphologie I re partie. Géomorphologie structurale*. - Centre de Documentation Universitaire, Tournier et Constans, Paris 1949. - B - *O Relevo de Cuestas*, tradução de Orlando VALVERDE. - Bol. Geog. Ano VII, Nº80, nov. de 1941, p. 885-896 et Nº81, dez. de 1949, p. 1002-1035, 38 fig.
- 74 - WAIBEL (Leo Heinrich) - *A vegetação e o Uso da Terra no Planalto Central*. - Anais da Ass. dos Geog. Brasileiros Vol. II, 1947, p. 13-16.
- 75 - WORCESTER (Philip G.) - *A textbook of Geomorphology*. - 565 p., 375 m fig. ou photo. - Chapman and Hall Ltd, London, 1939.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_