

A PROPÓSITO DE MEANDROS*

HILGARD O'REILLY STERNBERG
Centro de Pesquisas de Geografia do Brasil
Universidade do Brasil

CONCEITUAÇÃO

As observações e especulações aqui alinhadas dizem respeito ao traçado coleante dos rios que, modelando sua calha em terrenos aluvionares, tendem a descrever uma série de curvas em forma aproximada de S (veja-se a figura 1).

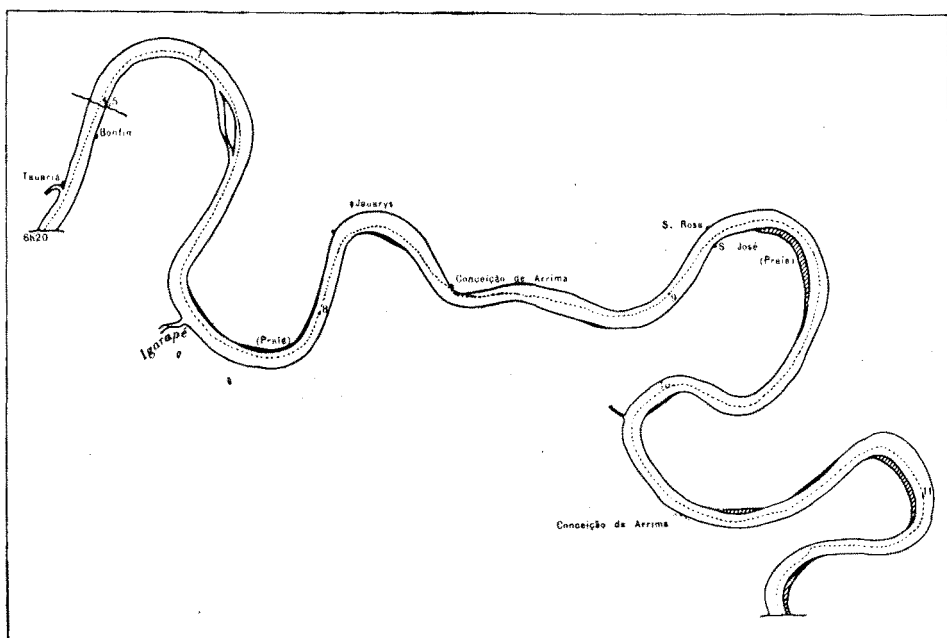


Fig. 1 — Meandros regulares em um trecho do rio Purus, segundo EUCLIDES DA CUNHA, 1905. Copiado do original (em 12 folhas a nanquim, sem escala declarada), existente na mapoteca do Ministério das Relações Exteriores (folha 4). A área abrangida pela folha localiza-se entre 5° e 6° lat. S e entre 63° e 64° long. E Greenwich.

Do rio Meandro, hoje Menderes (veja-se a figura 2), veio-nos o termo genérico para designar as voltas dêsses cursos d'água que se deslocam em um processo contínuo de erosão e deposição, operando a transferência dos materiais das margens côncavas para as convexas, a jusante. Na medida em que as aluviões trabalhadas por um rio meândrico se apresentam uniformes, quanto a granulometria e friabilidade, tende o processo migratório a produzir uma padronagem definida, torcendo-se o leito em arqueaduras harmoniosas, que, embora não sejam idênticas, podem ser referidas, em determinados trechos, a uma mesma

* Fique consignado aqui o reconhecimento do autor pelas facilidades que lhe concederam, para a utilização de material cartográfico ou aerofotográfico, a Comissão Brasileira Demarcadora de Limites (2.ª Divisão), os Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S/A., o Serviço de Conclusão da Carta de Mato Grosso, a Divisão de Cartografia do Conselho Nacional de Geografia e a Mapoteca do Ministério das Relações Exteriores.

ordem de grandeza. O conceito de meandramento ganha em precisão quando se evita classificar um laço de rio como meândrico, tão somente por apresentar traçado tortuoso ou em linha mais ou menos quebrada. Em alguns casos, a tortuosidade reflete apenas a influência exercida pela estrutura geológica sobre o afeiçoamento do vale fluvial. Cumpre, com efeito, distinguir entre os rios tortuosos cujo leito foi esculpido pela erosão e aqueles outros de morfologia vinculada ao aluvionamento — isto é, os rios autenticamente meândricos. Assim, os rios que exibem as formas que convencionalmente se chamam “meandros encaixados” resultam de processos outros e não serão considerados na presente nota.

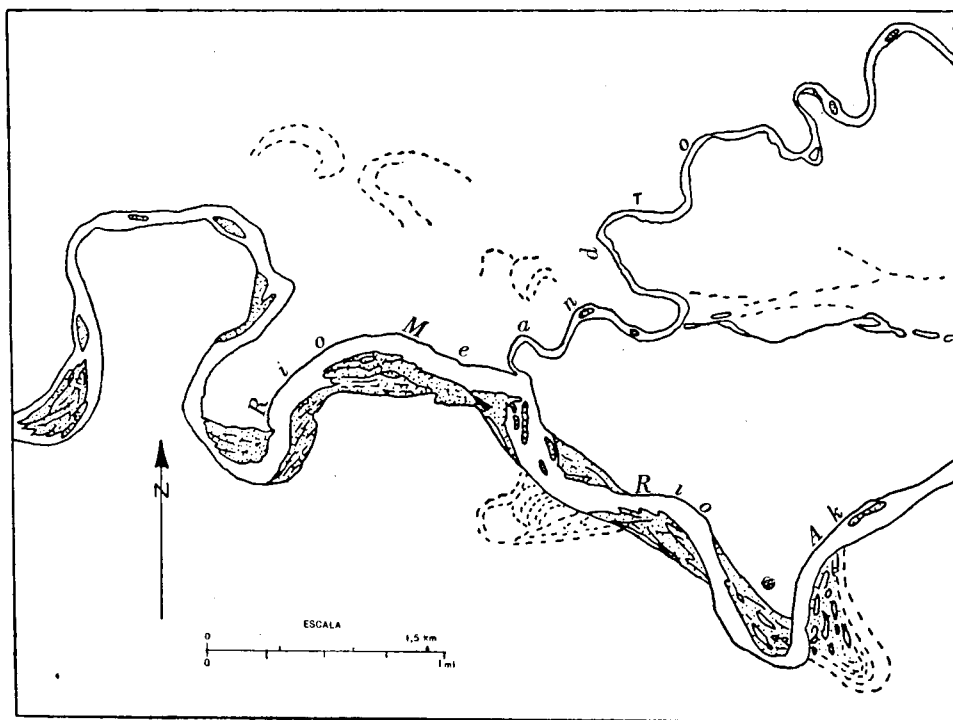


Fig. 2 — Trecho do rio Meandro na Anatólia. Observe-se como a importante contribuição do rio Ak, carreador de sedimentos grosseiros, estimulou a formação de praias e aumentou a amplitude dos meandros a jusante da confluência. (Segundo RUSSELL, 1954b).

A medida que deixa depósitos sucessivos no remanso da margem convexa, vai o rio aluindo a margem oposta; o deslocamento da calha é refletido nas cristas aluviais e baixadas intervenientes, que constituem topografia característica das margens convexas, ou melhor, das penínsulas, lobos ou “pontas”. Esse relevo destina-se a ser esbatido ou mesmo amortalhado pela sedimentação posteriormente verificada durante as enchentes. Ainda quando o processo de mascaramento, auxiliado pela acomodação dos sedimentos, tenha progredido a ponto de tornar dificilmente perceptível o contraste topográfico, podem as antigas cristas e baixas entremostrear-se nas aerofotografias, especialmente quando a desigualdade que ocasionam aos solos é reforçada por diversidades na vegetação ou na utilização agrícola. O feixe de arcos subparalelos, registrando as diferentes posições da calha, um pouco à semelhança do que ocorre com os anéis de crescimento das árvores, mostra em que direção o laço do meandro se desen-

volveu com mais vigor. Propusemos a expressão “arcos de crescimento” (STERNBERG, 1956a) para estas feições, “cicatrices de crescimento” (*accretion scars*) na terminologia da Mississippi River Commission. Vêem-se, na figura 3, os arcos

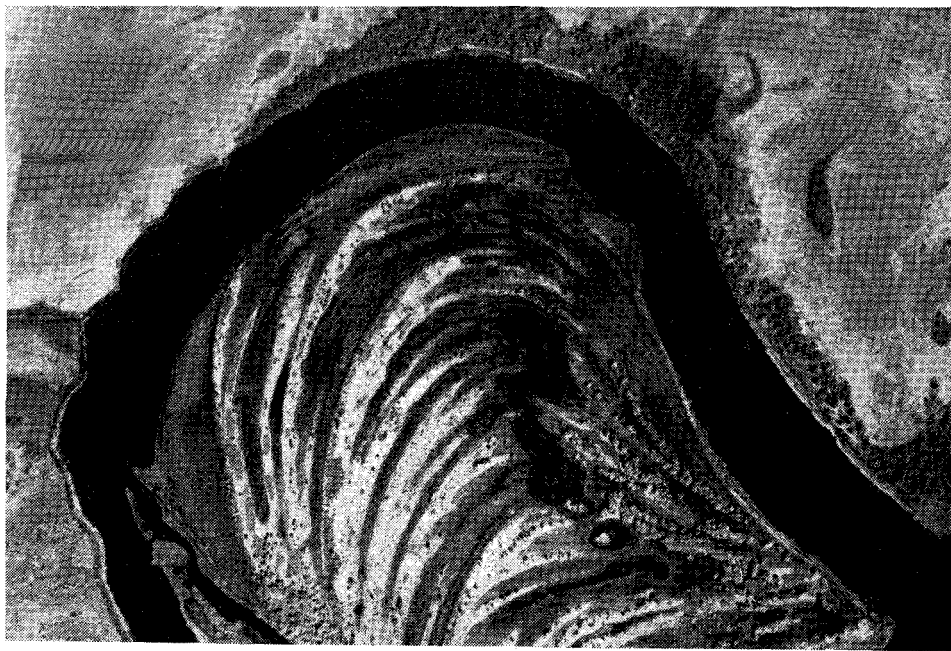


Fig. 3 — Arcos de crescimento na península envolvida por uma volta (abandonada) do rio Paraguai. Proximidades de Porto Esperança, Mato Grosso. Aerofotografia executada em 2 de junho de 1952 por Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S/A. Escala aproximada de 1:20 000.

deixados pelo crescimento de uma volta (ora abandonada) do rio Paraguai e, na figura 4, a representação esquemática da mesma feição, tal como aparece na ponta envolvida pelo chamado Rio Falso, velho meandro do Mississipe, na Luisiana, ao qual, logo adiante, voltaremos.

A COMPARTIMENTAÇÃO DA PLANÍCIE ALUVIAL

Em tôdas as planícies aluviais, as margens dos rios recebem uma deposição mais abundante, constituindo-se, assim, ao correr do rio, uma orela de terrenos mais altos, de diques naturais. A formação dêstes lombos justafluviais tem sido, às vêzes, atribuída à presença da vegetação marginal, que, agindo como uma sorte de filtro, obriga as águas a abandonarem aí parte de sua carga (veja-se, entre outros, SILVA, 1950). Entretanto, observações que se podem realizar, por exemplo, nas extremidades do delta em pé-de-ganso do rio Mississipe levam-nos a colocar êste fator em segundo plano. Realmente, é fácil reparar como as cristas aluviais que balizam o grande rio se estendem subaquaticamente pelo gôlfo do México a dentro, constituindo altos-fundos lineares. Para a constituição dêstes, a vegetação, por ausente, não poderia concorrer. A origem das terras mais elevadas que acompanham os rios aluviais se prende, na verdade, ao fenômeno da turbulência, ou melhor, à brusca diminuição desta, nos limites do leito menor. O que importa salientar aqui é que os terrenos de beira-rio, mais hetero-

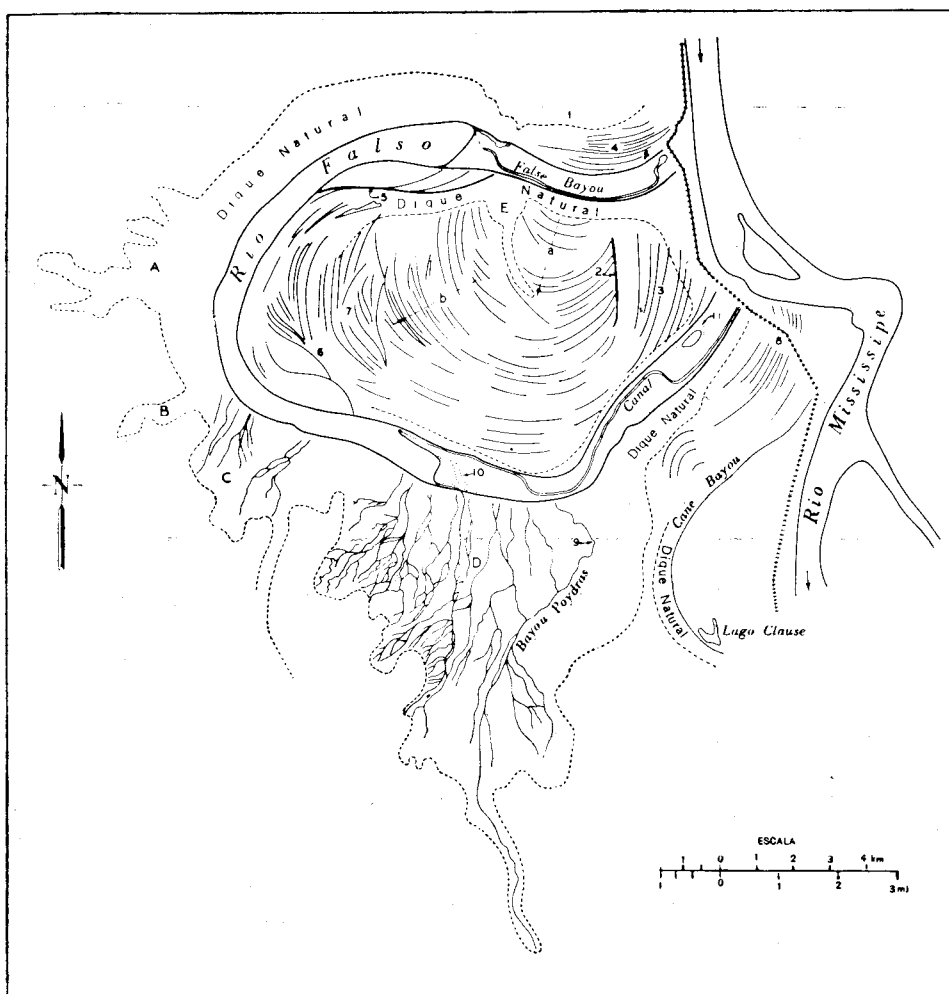


Fig. 4 — Feições geomorfológicas da área contígua ao Rio Falso, sacado do rio Mississipe, na Luisiana. O antigo leito parece ter ocupado uma posição próxima de 1 ao acentuar-se a arqueadura que iria dar o meandro do Rio Falso; o desenvolvimento mais vigoroso se fez, de início, segundo a seta a e, depois, no sentido da seta b. As divagações da calha no trecho que corresponde atualmente ao ramo inferior, aterrado, da ferradura truncaram os arcos de crescimento (segundo a linha grossa 2); afastando-se novamente, a referida seção do rio deixou os arcos 3, indo ocupar a posição em que a encontraria a ruptura do meandro. O desenvolvimento da volta de montante destruiu os primeiros depósitos do embrionar Rio Falso, substituindo-os pelos arcos de crescimento 4. Este fenômeno se deu posteriormente ao truncamento em 2: se tivessem sido concomitantes os dois fatos, ter-se-ia realizado prematuramente a ruptura do pedúnculo do Rio Falso. Aliás, tão recentes são os arcos de crescimento em 4, que a delgada camada de depósitos justafluviais, posteriormente formada, não bastou para escondê-los. A padronagem plumuliforme em 5, 6 e 7 é explicável por pequenas mudanças na direção da corrente. Cane Bayou sublinha, com seu traçado, a margem interna de um velho dique natural do rio Mississipe, depositado após a construção dos arcos 8 e, por ser cultivado, claramente reconhecível nas aerofotografias; a presença de terrenos paludosos e de um lago-reliquia no entulho do antigo álveo é um indicio de que o atêrro é relativamente recente. Admitimos, assim, no preparo da figura 12, que aqui estivesse a calha envolvente da península ou ponta "Menoir", a jusante, na ocasião em que se efetuou o sacado do Rio Falso. Em A, B, C e D, línguas irregulares de terreno mais elevado avançam em direção aos baixios: são depósitos altamente vascularizados de "brechas de extravasão", como o Bayou Poydras (9). Os acrecidos que preenchem as extremidades do Rio Falso vão avançando lago a dentro (10); compartimentam-nos os diques naturais de pequenos cursos d'água que sobre eles serpenteiam, dando, assim, origem a lagos de acrecidos, como o Grand Bay (11). Esboço baseado no foto-indice do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América.

gêneos e enxutos, pendem suavemente para baixios mais ou menos paludosos, forrados de solo argiloso e geralmente cobertos de água durante as enchentes.

Os tratos peninsulares cingidos pelas voltas de um rio meândrico tendem, em certos casos, a constituir verdadeiros "vales" rasos, cercados por todos os



Fig. 5 — Compartimentação da planície inundável por meio de diques naturais. O igarapé do Imanha, cujas margens se altearam pela deposição dos sedimentos carreados, avançou em curvas caprichosas sobre o lago do Rei, que ocupa a parte central da ilha do Careiro, próxima a Manaus. Na concha que assim se formou, vê-se o lago do Imanha. Fotografia executada em 11 de março de 1952, por Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S/A. Reduzida para a escala aproximada de 1:26 000.

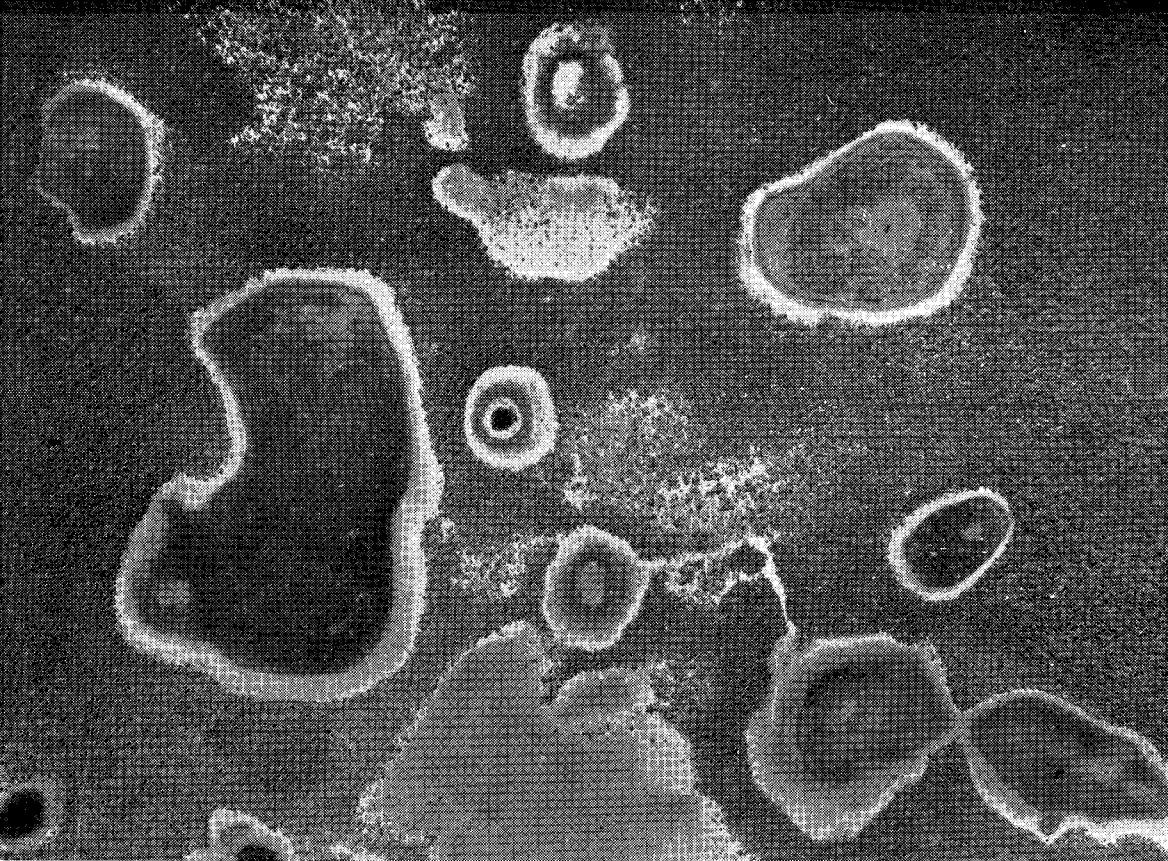


Fig. 6 — Depressões típicas dos tratos mais altos do Pantanal, nas quais se aninham lagoas, umas de água doce, outras, salinas. Aerofotografia da Comissão Brasileira Demarcadora de Limites reduzida para a escala aproximada de 1 : 19 500.

lados exceto um, pelas lombas justafluviais da margem interna. Nêles pode estabelecer-se uma rede de drenagem característica, alimentada por numerosos tributários, cujo traçado está, às vezes, vinculado às baixas subparalelas. Os cursos d'água que, desta forma, asseguram o escoamento das pontas são os “*point streams*”, notados por RUSSELL (1939). Declive suave e área receptora acanhada limitam ordinariamente as possibilidades de erosão dos “cursos d'água de ponta”, vale dizer, o volume da carga sólida que conduzem; são pouco eficientes no aterrar as áreas de jusante e até no construir os próprios diques submersíveis. A situação muda inteiramente de figura se um dos pequenos tributários assume o papel de sangradouro ou “brecha de extravasão” (STERNBERG, 1956b) do rio maior, passando, pois, a evacuar, além da água precipitada na península ou nela infiltrada, uma contribuição barrenta do rio em cuja volta se aninha. Depósitos aluviais, provenientes essencialmente de uma tal extravasão, chegam então a inibir o deflúvio da ponta e a apaular a área baixa existente em seu interior (RUSSELL, 1939). O próprio rio meândrico pode bloquear essa drenagem quando aproxima e faz coalescer no pedúnculo os depósitos que orlam a terra enlaçada, fechando, destarte o “vale” da ponta. As águas, assim enconchadas, dão origem aos “lagos de ponta” (*point lakes*), reconhecidos por RUSSELL (1939).

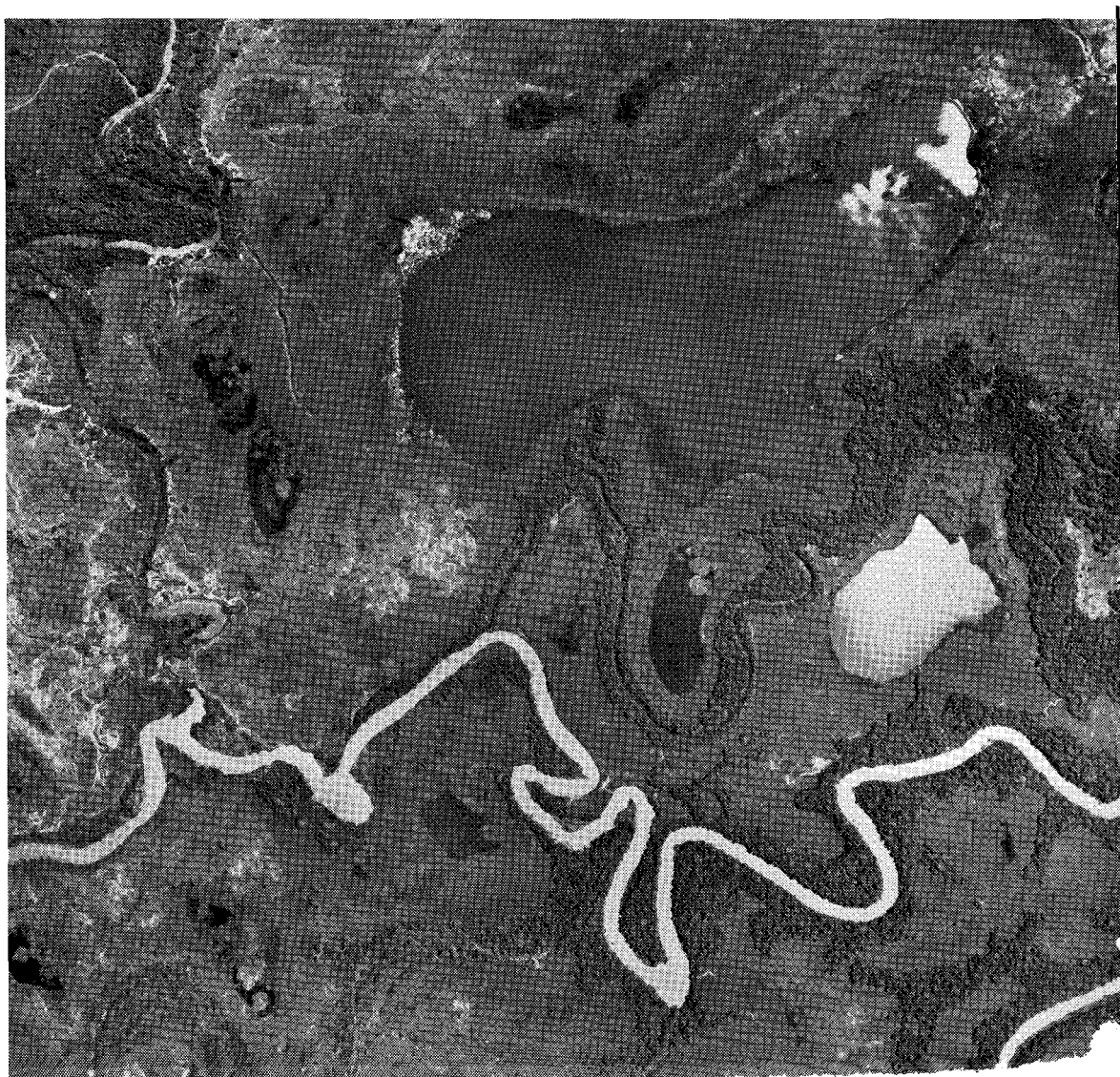
Outro fator contribui eventualmente para o rebalsamento da água nas penínsulas dos rios sinuosos. Quando a corrente rasga um caminho direto através do istmo aluvial, abandonando um braço morto, o alteamento das margens da

nova calha, não tende apenas a isolar o sacado, mas também a impedir a drenagem da ponta.

Já tivemos ocasião de mostrar, com referência à Amazônia, como as fimbrias de terrenos alteados ao longo dos cursos d'água podem, com seus serpeios, ramificações e tangências, subdividir a várzea em uma série de conchas lacustres (STERNBERG, 1956b). Nesses compartimentos em que fica dividida a planície quaternária recente (figura 5), o espelho desimpedido das águas desaparece freqüentemente diante da invasão da hidrossere, sendo substituído por aningais e chavascais, que assinalam estágios na formação de novas terras.

Observações registradas em agosto de 1948, ao sobrevoarmos a região centro-ocidental de Mato Grosso, tem-nos levado a externar o ponto de vista de que na investigação das depressões predominantemente circulares ou elípticas que

Fig. 7 — Compartimentação da planície inundável do Pantanal por meio de diques naturais. O rio de água branca que se destaca na parte inferior da figura é o braço ocidental do São Lourenço, onde este se bifurca, a montante da confluência com o rio Itiquira. Assinale-se que junto à borda esquerda da figura ainda se reconhece a presença de arcos de crescimento. As manchas mais ou menos circulares que se vêem no interior dos lagos são ilhas flutuantes, camalotes que se deslocam ao sabor do vento; observa-se que nos lagos do canto esquerdo inferior (acomodados, ao que parece, entre os diques do curso atual do São Lourenço e de outro, abandonado) a vegetação aquática cobre quase completamente a superfície das águas. Fotografia executada em 13 de julho de 1950 por Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S/A. Reduzida para a escala aproximada de 1:24 000.



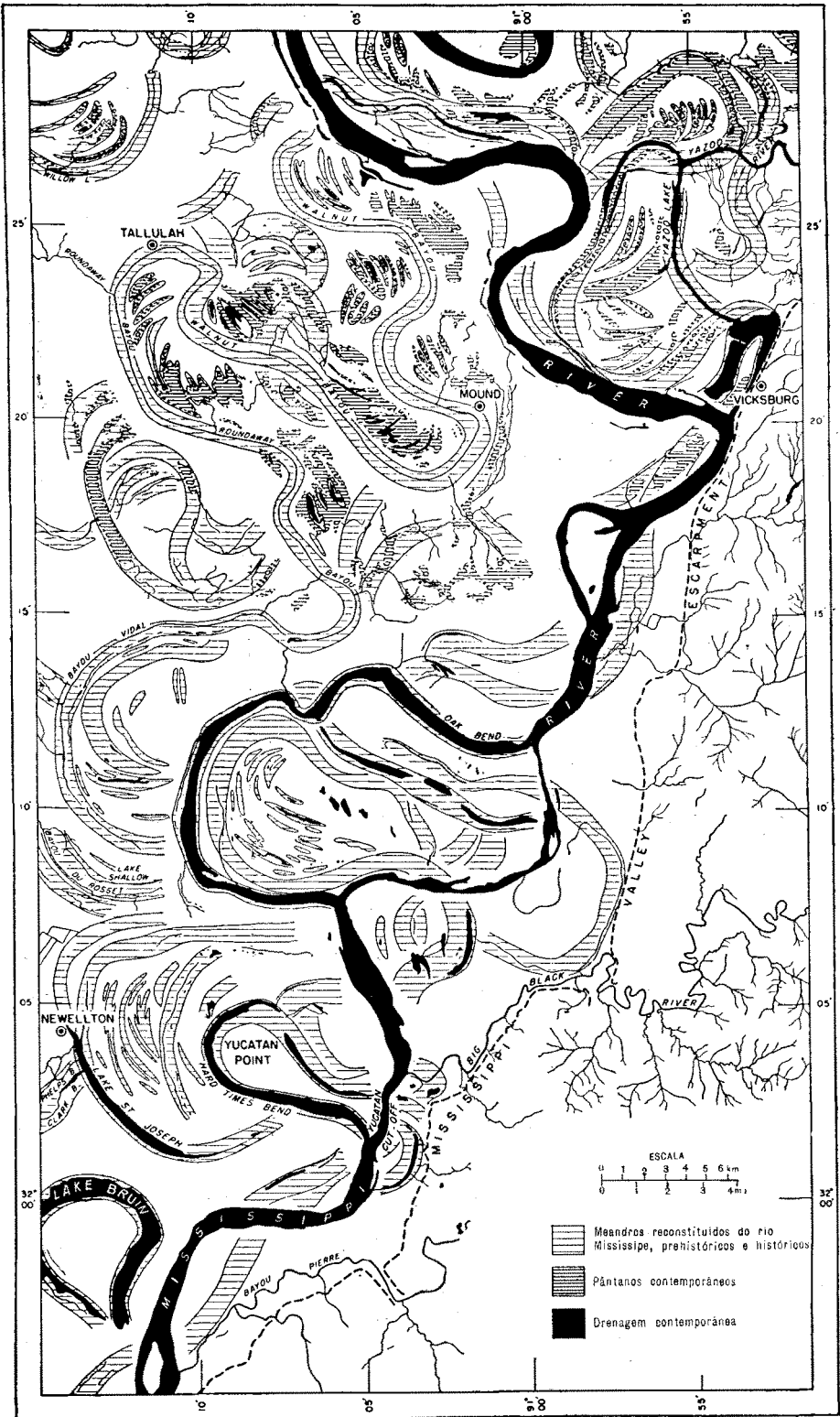


Fig. 9 — Traçado atual e cursos históricos e pré-históricos seguidos pelo rio Mississipi no nordeste da Luisiana durante a época recente. Observe-se a semelhança com os cursos do pleistoceno superior, existente no terraço 'Prairie', conforme a figura 8 (segundo Frisk, 1940).

constituem uma peculiaridade do Pantanal (veja-se a figura 6), se deva atentar para os processos que acabam de ser referidos. As depressões em aprêço, separadas por tratos de terreno mais elevado, ou "cordilheiras", foram descritas por ALMEIDA, que, reconhecendo a dificuldade de explicar-lhes a gênese, avançou a idéia de que esta estivesse vinculada à ação eólica, o avanço de dunas (ALMEIDA, 1945). Por um trabalho do mesmo autor, vindo a lume por ocasião do XVIII Congresso Internacional de Geografia, verificamos que a origem das chamadas "baías" do Pantanal (na terminologia de ALMEIDA, 1945) continuava então desconhecida, presumindo-se, entretanto, que elas pudessem ser devidas à acomodação resultante da compactação de matérias aluviais diferentes, acrescida da influência local de outros fatores, como a deflação (ALMEIDA, 1956).

Ora bem, sem negar a possível influência dos fatores lembrados por ALMEIDA e sem pretender conhecer as etapas da evolução por nós suspeitada, que iria desde as conchas da várzea às que são limitadas pelas "cordilheiras" pantaneiras, não-inundáveis, temos sido levados a indagar se, em alguns casos pelo menos, não se poderá estabelecer a existência de um parentesco entre umas e outras.

Nos tratos submersíveis do Pantanal, encontram-se, em vários estágios de formação, lagos enconcados nas tortuosidades de calhas fluviais, ativas ou abandonadas (figura 7). Aquelas áreas apresentam, ademais, indícios da grande volubilidade dos rios, cujas divagações seriam capazes de semear por toda a planície inundável feições semelhantes.

As verdadeiras "baías" e "cordilheiras" inexistiriam, todavia, nas regiões mais sujeitas à submersão, sendo assinaladas quase que exclusivamente nas partes mais elevadas do Pantanal (ALMEIDA, 1945). Convém, pois, esclarecer que semelhante distribuição topográfica não é incompatível com o pensamento de que as bacias referidas, por vezes ocupadas por lagoas salinas (algumas análises se encontram em (CUNHA, 1943), pudesse estar vinculada, de início, ao processo de compartimentação de um plano de inundaçào por intermédio de cristas justafluviais de cursos d'água já desvanecidos. Aí está o exemplo da superfície conhecida por "Prairie", no vale do Baixo Mississipe. É o menos elevado e mais recente dos quatro terraços deposicionais que FISK correlacionou com os estágios interglaciais do pleistoceno (FISK, 1938). Antiga planície fluvial e deltaica soerguida, encontra-se, na Luisiana, a uma dezena ou vintena de metros acima do plano inundável contemporâneo. Embora parcialmente dissecada pela erosão regressiva, que se efetua a partir dêste, a velha superfície ainda reflete, através de antigas padronagens de meandros, diques naturais e baixios, os mesmos processos de aluvionamento operantes na sua contraparte recente (comparem-se as figuras 8 e 9, tiradas de FISK, 1940).

Não nos consta já haverem sido apontados no Pantanal terraços deposicionais comparáveis aos da região mississippiana, embora terrenos como os da margem direita do rio Paraguai, deante de Cáceres, estejam a merecer uma investigação nesse particular). No Pantanal, são comuns feições que sugerem um "afogamento aluvial"; ao estabelecer hipóteses que as expliquem,

convém ter presente que essa baixada não é uma sinclinal simples, mergulhada, mas um conjunto de grandes blocos abaixados e limitados por falhas (veja-se, por exemplo, BEURLEN, 1956). ALMEIDA (1954) já lembrava que fraturas antigas pudessem ter sido reativadas durante o quaternário. O estudo de aerofotografias da Comissão de Limites, na escala aproximada de 1:18 500, e o exame de cartas inéditas da mesma Comissão sugerem-nos a possibilidade de que tais fraturas continuassem ativas mesmo no holoceno, atingindo a superfície recém-depositada do entulho pantaneiro (veja-se a figura 10). Assim, ainda que

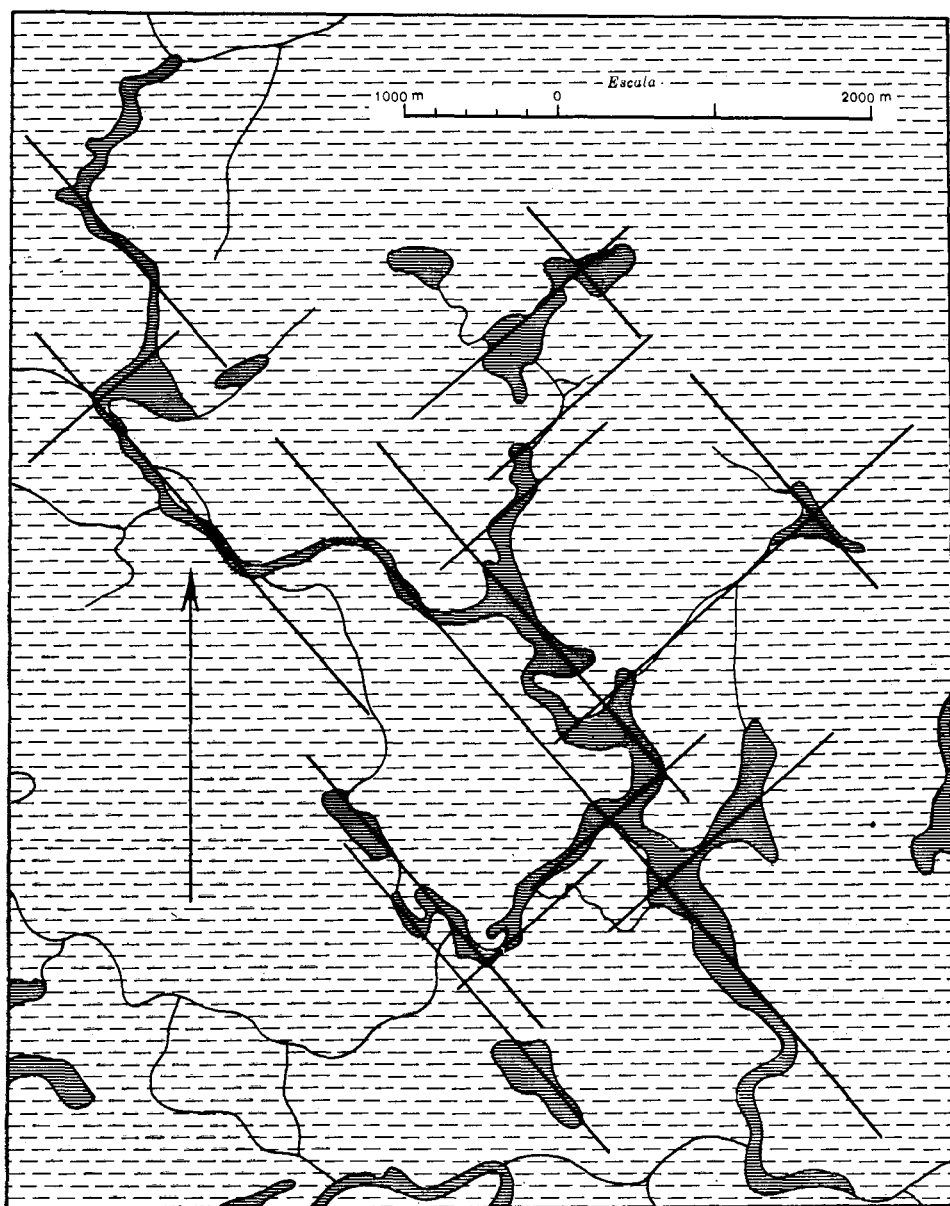


Fig. 10 — Indícios de padronagem ortogonal (grosseiramente NE-SW e NW-SE) na região da Corixa Grande, no Pantanal de Mato Grosso. Extraído de carta inédita da Comissão Mista Demarcadora de Limites Brasileiro-Boliviana na escala de 1:50 000. Região: Destacamento da Corixa-Lagoa Uberaba, fôlha 23, lagoa das Piranhas.

não atuassem outros fatores, pequenos movimentos relativos dos blocos da crosta, amantados pelas aluviões inconsistentes, poderiam explicar, a um tempo, o afofamento aluvial de certas áreas e (caso se venha a positivar a sua presença) os vestígios de certas feições varzinhas em terrenos atualmente a cavaleiro das enchentes.

À luz do exemplo que nos fornece o vale do Mississipi, não teremos maiores dificuldades em admitir como possível a conservação dessas feições nos terrenos mais altos, afastados do rio Paraguai ou de seus tributários maiores. Con-



Fig. 11 — Depressão circular, cuja origem ainda claramente se revela vinculada à compartimentação de um plano de inundação. Entretanto, já se vai esbatendo, em parte da circunferência, a linha geminada de diques naturais que, com suas correspondentes faixas de vegetação de maior porte, envolve o lago. A oeste do rio São Lourenço e cerca de 40 quilômetros ao norte de Porto Jofre. Fotografia executada em 13 de julho de 1950 por Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S/A. Escala aproximada de 1:20 000.

fessamos, pelo contrário, que o maior estôrvio em vincular a gênese das baías aos processos descritos para a planície de inundação está justamente em se não reconhecer, de pronto, naqueles, certos traços que nesta não faltariam, notadamente a linha dupla de diques naturais a contornar as conchas. Entretanto, é preciso ter presente aspectos como os da figura 11; a aerofotografia em aprêço parece ter surpreendido, justamente em vias de desaparecimento, a linha geminada de lombas justafluviais, que, com suas correspondentes faixas de vegetação de maior porte, fecha a circunferência em torno de um lago pantaneiro. Uma série de sondagens bem locadas e o estudo granulométrico das amostras colhidas trarão talvez solução definitiva para o enigma das baías e lagoas existentes nas áreas insubmergíveis do pantanal.

ANOMALIAS NAS DIMENSÕES DOS MEANDROS

O rompimento do istmo da península em que se transforma o terreno envolvido por um meandro põe termo ao crescimento dêste. A volta, isolada do rio, pode dizer-se inativa ou morta; cessa a coexistência dinâmica da erosão e do aluvionamento, que vinha caracterizando a calha ativa, e esta, reduzida a lago em ferradura, ou sacado, entra a deteriorar, sendo aos poucos entulhada. Quanto mais cedo ocorrer o "furado", tanto menos tempo terá tido para desenvolver-se a volta e tanto mais modestas serão suas dimensões; quanto mais tardio o sacado, tanto mais alongada a respectiva calha.

Deve-se a JEFFERSON (1902) a introdução do conceito de que a largura da faixa ou leito de meandros, isto é, a "distância entre linhas tangentes aos pontos extremos de meandros sucessivos, plenamente desenvolvidos" (na definição de INGLIS, 1941), é proporcional à largura do respectivo rio. Sejam embora passí-

veis de crítica, por excessivamente teóricas, as relações numéricas propostas, a idéia de JEFFERSON teve o mérito de chamar atenção para uma certa proporcionalidade existente entre a amplitude dos meandros e a magnitude do rio. Esclareça-se que, em um mesmo rio, a amplitude dos meandros cresce para jusante, à medida que a corrente vai sendo engrossada pelos afluentes.

Interessante problema é o suscitado pelas dimensões anormais de certas voltas, que, de pequenas ou grandes, destoam das vizinhas. Tal é o caso, por exemplo, do já citado Rio Falso, lago em ferradura correspondente a uma volta do rio Mississipe, anormalmente ampla (vejam-se as figuras 4 e 12). Examinados

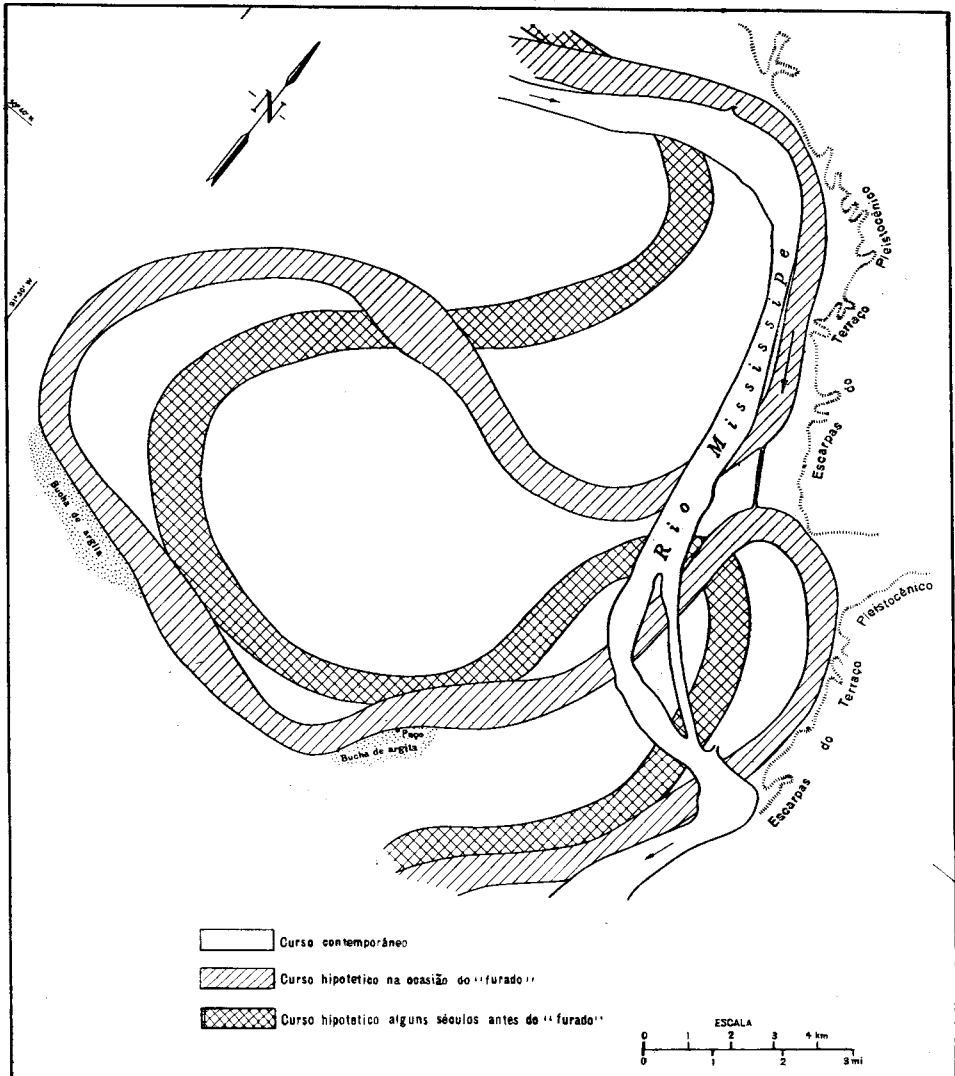


Fig. 12 — *Curso contemporâneo e antigos leitos do rio Mississipi. O curso atual foi extraído dos Maps of the Mississippi River, Cairo, Illinois, to the Gulf of Mexico, Louisiana, na escala de 1:62 500, 12.ª ed., 1944, e os traçados anteriores foram reconstituídos na base de velhos arcos de crescimento e diques naturais, de linhas de drenagem e barrancos de terra firme.*

os diversos fatores que pudessem contribuir para o alongamento da volta referida, chegamos à conclusão de que o principal foi a presença da “terra firme” de idade pleistocena, a leste (STERNBERG, 1956a). Esta afirmação pode parecer

surpreendente, por dois motivos: 1) o crescimento da volta que daria o sacado se fêz em direção oeste, pela erosão de terras da planície quaternária recente, afastando-se justamente da margem do terraço pleistocênico e 2) êste, graças, à maior consistência de seus terrenos, resistiria melhor à erosão da margem côncava da volta de montante, contribuindo, portanto, de forma relativamente modesta para o atêrro da margem convexa do futuro Rio Falso. Mas foi, precisamente, ao inibir o desenvolvimento das voltas contíguas de montante e jusante, que o barranco pleistocênico parece ter concorrido para o alongamento da volta intermediária, objeto de nossa atenção. É que o rompimento do istmo de um meandro não depende pròpriamente de uma como que maturação da volta respectiva, mas do crescimento dos meandros contíguos. Seja uma seqüência de meandros a desenvolver-se em material homogêneo (figura 13 a): é a dilatação dos laços A e C que acabará por seccionar a ponta B,

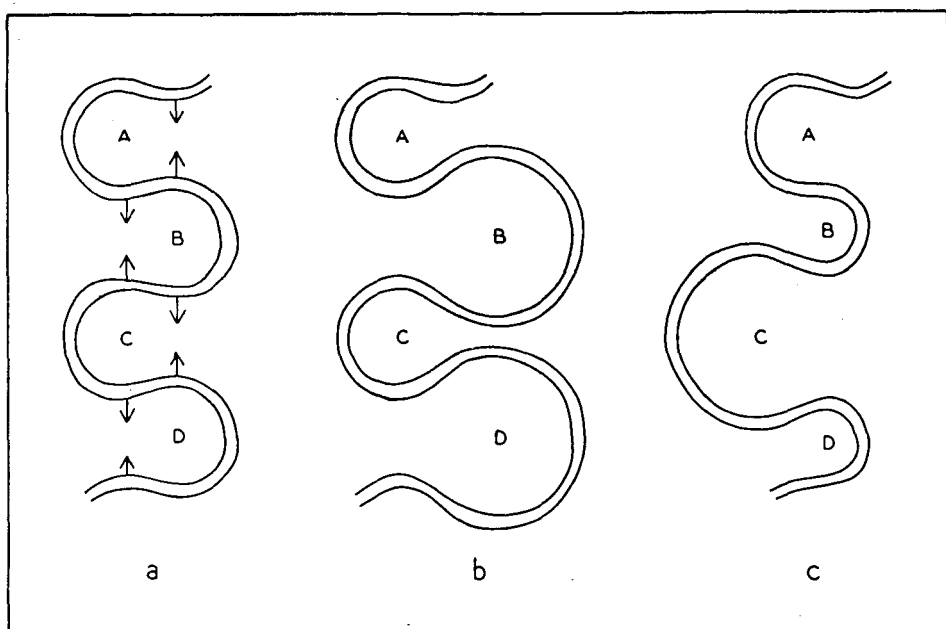


Fig. 13 — *Influência do desenvolvimento das voltas de montante e jusante sobre o tamanho de um meandro intermediário: a) o crescimento dos laços A e C tende a produzir a amputação de B, enquanto o crescimento de B e D tende a destacar a volta C; b) o desenvolvimento excessivo dos laços B e D pode produzir o decepamento precoce de C; c) o subdesenvolvimento das voltas B e D favorece o gigantismo do arco C.*

enquanto o crescimento das voltas B e D tende a transformar em sacado o laço C. Representou-se na figura 13 b a distensão exagerada dos laços B e D, enquanto C se desenvolve normalmente, situação que poderia ser ocasionada por uma dissimilaridade na friabilidade dos materiais em que se inserem as diferentes voltas: é evidente que o istmo da ponta C tende a ser rasgado antes que a volta correspondente tenha podido alongar-se apreciavelmente. Inversamente, a evolução dos laços B e D, em ritmo inferior ao normal (figura 13 c), favorece o gigantismo da volta intermediária C, que pode ultrapassar as dimensões que lhe seriam apropriadas, sem que a ruptura do pedúnculo ponha fim a sua atividade, seu crescimento.

ANOMALIAS NA CONFIGURAÇÃO DOS MEANDROS

Os meandros ideais, que têm sido objeto da análise matemática, são constituídos de arcos simétricos, uniformes. Nos experimentos de laboratório, em que se procura reproduzir, em escala reduzida, os fenômenos geomorfológicos, as voltas se sucedem de maneira muito regular (veja-se a figura 14) — desde que, na imitação da planície aluvial, se tenha empregado material homogêneo.

Já na natureza, é de esperar um certo desvio em relação ao paradigma teórico. Entretanto, quando os desvios são muito grandes (como nos casos, por exemplo, em que o rio se dobra sobre si mesmo, à moda de um grampo de cabelo), podemos ter certeza que causas exteriores cercearam o livre desenvolvimento do meandro. Um desses fatores externos — e dos mais óbvios — é a presença de terra firme, quando o rio contra ela preme um laço de meandro (veja-se a figura 15).

O efeito inibidor de rochas duras, soterradas nas aluviões, há muito foi tratado por DAVIS (1902). Mais recente é a observação de que certos tratos contrastados no próprio preenchimento aluvial de um vale podem opor quase tanta resistência às migrações do rio quanto a rocha coerente (FISK, 1947). Com efeito, a causa mais freqüente das deformidades observáveis no meandramento, quando o rio anda longe da terra firme, é justamente a presença de corpos resistentes, para os quais sugerimos a designação vernácula “buchas de argila” (ou, conforme o caso, “buchas de silte”) e cuja origem passaremos a explicar.

Recorde-se, inicialmente, que a planície inundável não é simplesmente uma superfície preexistente sobre a qual o rio oscila de um lado para outro. O álveo modela-se na parte superior de um depósito aluvial, por vezes muito espesso, que se formou à custa de processos de deposição seletiva semelhantes aos que caracterizam a atividade geomórfica atual. O rio, oscilando de um lado para outro na massa aluvial, irá encontrar, por exemplo, depósitos de material mais grosseiro, correspondentes a velhas cristas justafluviais, e sedimentos finos, decantados nos baixios. Interessa-nos aqui o recheio dos antigos lagos em ferradura. Quando um ou ambos os braços da calha abandonada atuam como canais de derivação em relação ao novo álveo, sorvendo grande proporção da carga de fundo (*Geschiebe*), pela forma que já tivemos ensejo de descrever (STERNBERG, 1956b), o entulhamento do lago tende a ser efetuado rapidamente e à custa de sedimentos grosseiros. Se o rio em sua andanças tornar a esta área, o depósito arenoso não lhe oporá maior resistência. Bem diversa é a situação, quando a volta fica logo isolada da calha ativa e seu preenchimento se faz lentamente, graças unicamente a sedimentos finos, carregados em suspensão pelas águas transbordadas, siltes finos e argila — desde que, bem entendido, estes façam parte da carga sólida do rio. Constituir-se-á um corpo de configuração crescêntica, compacto, resistente; de vez que as duas extremidades do sacado são, em geral, preenchidas mais rapidamente com material grosseiro, ocupa geralmente a parte central da volta de um velho meandro, justamente onde se encontra a maior profundidade do álveo, o chamado “poço”. As massas de sedimentos finos podem ter, assim, várias dezenas de metros de profundidade e alguns quilômetros de extensão. São estas as “buchas

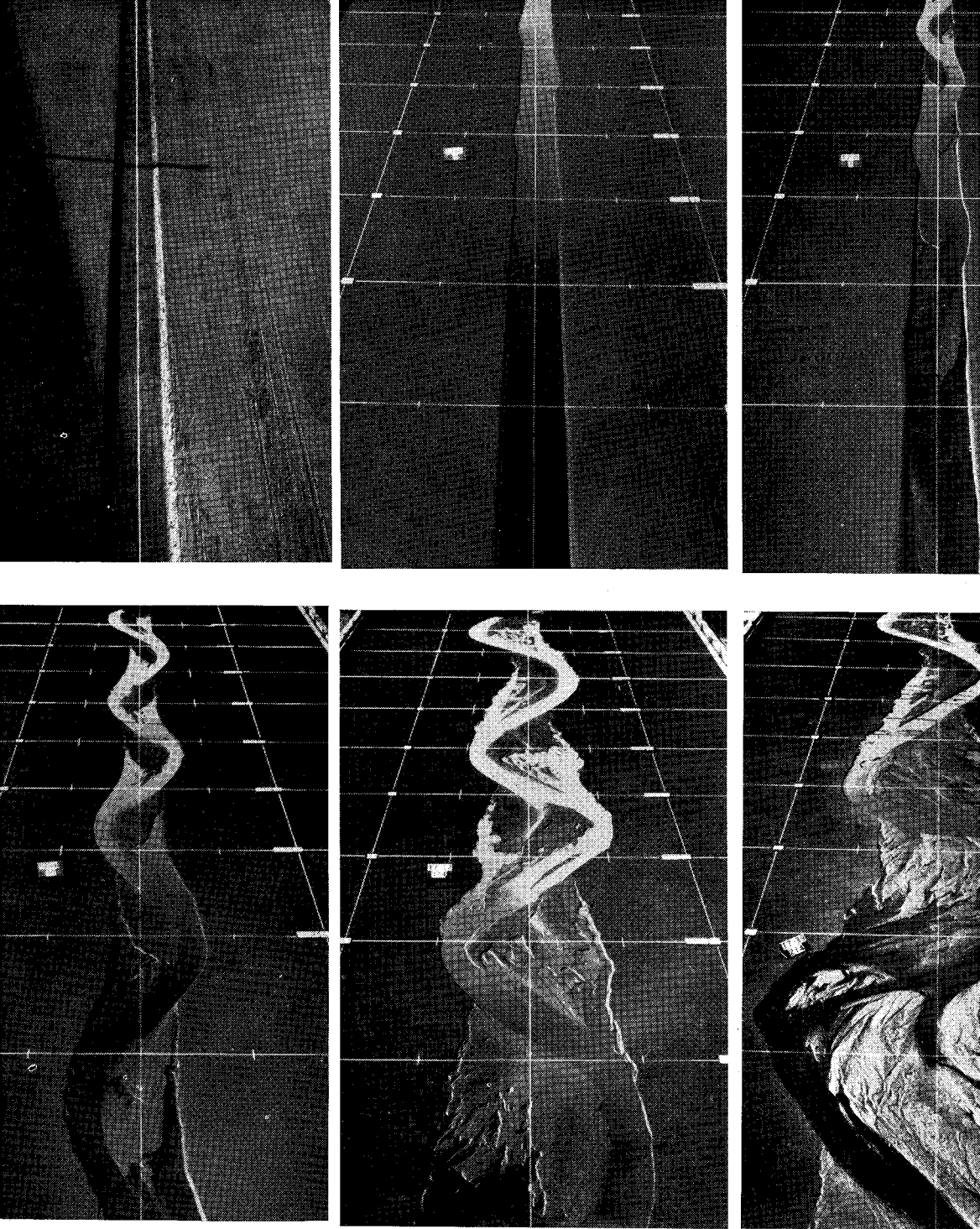


Fig. 14 — Ensaios visando a esclarecer as tendências de um curso d'água com respeito ao desenvolvimento e à manutenção de uma padronagem de meandros definida. O tanque, carregado de material incoerente, de forma a simular a planície aluvial, tem uma área útil de 38 por 12 metros, sendo de 3 metros os lados das quadriculas. Antes de cada experimento, durante o qual se permitirá ao rio meandrar livremente, modela-se um leito reto ao longo da linha mediana do tanque, colocando-se à entrada uma pequena seção de calha fixa, de modo a imprimir uma diretriz angular à corrente. As três fotografias superiores correspondem a um experimento realizado com descarga constante e declive de 0,0010 m/m, vendo-se as condições da calha no início e após quatro e cinco horas de funcionamento, respectivamente. As fotografias seguintes correspondem a um ensaio realizado com o mesmo declive, mas com uma descarga variável, efetuada em ciclos de 3 horas e 10 minutos; observa-se o modelo no fim dos terceiro, vigésimo-nono e quinquagésimo-oitavo ciclos, respectivamente. (Gentileza da US. Waterways Experiment Station, Vicksburg, Mississipe).



Fig. 15 — Deformidade produzida em um meandro premido contra a terra-firme. Outras voltas semelhantes, ativas ou já abandonadas, podem ser encontradas a jusante e a montante deste "grampo de cabelo" formado pelo rio Paraguai ao pé da cidade de Cáceres, a histórica Vila Maria do Paraguai. Observe-se na parte média superior da fotografia, como um trecho abandonado do rio se acha ocupado por um fio de água, cujo volume está em flagrante desproporção com a amplitude dos meandros do velho leito do Paraguai. Fotografia executada em 14 de agosto de 1956 por Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S/A. Reduzida para a escala aproximada de 1:24 000.

de argila", baluartes contra a erosão, capazes de embargar o meandramento normal dos rios. Estejam embora recobertos por depósitos justafluviais grossieiros, é possível reconhecer, nos barrancos das calhas ativas, as buchas de argila. No caso dos lagos em ferradura, porém, não havendo mais o solapamento da margem, é possível que as buchas, aos poucos, fiquem mascaradas pelos sedimentos mais grosseiros do dique natural sobreposto, que, ao desmoronarem, vão adoçando o perfil do velho barranco. Mesmo então, a configu-

ração do meandro pode sugerir-nos a presença de uma bucha de argila. Vêem-se na, figura 12, pontos de resistência, que teriam tolhido a evolução do meandro do Rio Falso, dando-lhe um aspecto "amassado". No caso, valioso subsídio para nossa interpretação foi fornecido pela presença de um poço profundo, perfurado justamente no sítio de uma das buchas.

A EVASÃO DO RIO À FAIXA DE MEANDROS

Quem contempla um rio de leito aluvial durante o período da enchente, quando as águas sobremontam os diques naturais e através dêles se derramam com violência pelas brechas de extravasão, poderia até surpreender-se pelo fato de que, na vazante, a corrente volve novamente à madre primitiva e não se estabelece, a cada enchente, em novo curso. A consideração tridimensional do rio mostra, entretanto, que embora a cota média da várzea esteja mais baixa que as margens fluviais, o talvegue se encontra, via de regra, consideravelmente abaixo do nível do plaino de inundação. Além disso, há que considerar as buchas de argila; embutidas, por assim dizer, na planície aluvial, balizama a faixa de meandros, na qual tendem a confinar o rio. Entretanto, quando êste logra evadir-se daquela faixa, a contenção se exerce no sentido contrário, isto é, de dificultar o retôrno do rio ao velho curso, que será, pois, definitivamente abandonado (RUSSELL, 1954a). Cabe, pois distinguir as divagações que se fazem dentro de uma determinada faixa, caracterizadas pela incessante criação e amputação de meandros, e os deslocamentos que representam a adoção de um curso inteiramente novo. Assim, os estudos pormenorizados da planície aluvial do baixo Mississipe têm permitido a identificação de vários cursos completamente diferentes, adotados pelo rio em diferentes fases de uma vida multimilenar. No Brasil, pode citar-se o exemplo de diversos rios da bacia paraguaia, cujos leitos são notoriamente erradios. É o caso do curso inferior do rio São Lourenço, que, sendo outrora afluente do rio Piquiri, alargaria uma sangria lateral, "Bôca-Brava", e adotaria um novo curso, diretamente tributário do rio Paraguai (CORRÊA FILHO, 1942).

Abandonado todo um trecho de rio a favor de um novo trajeto, passa o álveo antigo a sofrer inevitável deterioração. Vai sendo, aos poucos, obstruído e obliterado pela colmagem. Ao calibre diminuído da calha corresponde, por vêzes, nos estágios intermediários, um fio de água estreito e vagaroso, quando não estagnado. Destina-se também a desaparecer, entupido pelos sedimentos e pelas matérias vegetais, fornecidas pelas hidrosseres, que avançam das margens e, a espaços, bloqueiam, tôda a largura do corpo d'água. Os diques naturais do velho curso sobrevivem na paisagem, enquanto não forem esbatidos pela erosão superficial e, eventualmente, afogados por aluviões procedentes da calha ativa. Quando, portanto, se queira identificar uma velha porção de rio, pode-se desprezar a largura do leito atual, que será talvez apenas uma pequena fração do original, e utilizar as padronagens meândricas, a largura da faixa de meandros. Assim, embora um rio menor se apodere do traçado do percurso abandonado, como às vêzes acontece, a usurpação se deixa perceber na amplitude desmesurada dos meandros.

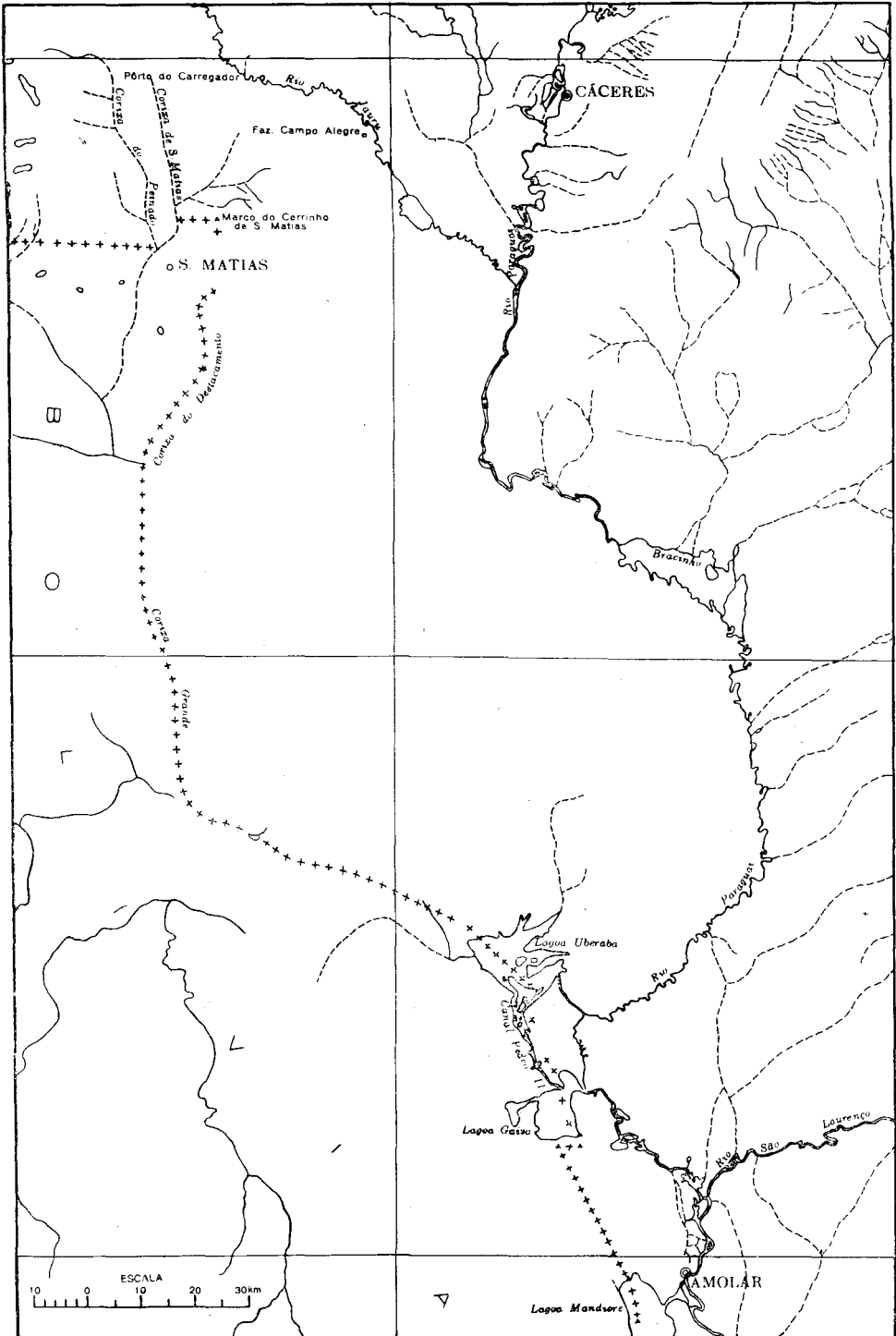


Fig. 16 — Região da fronteira boliviana, onde, sob as designações de Coriza do Destacamento e Coriza Grande, aparecem vestígios de importante curso d'água, de padronagem meândrica. Extraído (simplificado) da Carta do Estado de Mato Grosso e Regiões Circunvizinhas, organizada e desenhada sob a direção geral do Gen.-de-Div. CÂNDIDO MARIANO DA SILVA RONDON e direção gráfica executiva do Gen. FRANCISCO JAGUARIBE GOMES DE MATTOS, 1952, folha 5. Reduzido da escala de 1:1 000 000.

Interessante caso de um álveo abandonado pode ser observado na fronteira brasileiro-boliviana, no trecho que vai da latitude de São Matias, na Bolívia, à lagoa Uberaba, ao sul. Aparece nas cartas publicadas, sob as designações de Corixa do Destacamento e de Corixa Grande, respectivamente na parte setentrional e meridional do setor referido (veja-se a figura 16). O exame das fôlhas da carta inédita, que ora se prepara na Comissão Mista Demarcadora de Limites Brasileiro-Boliviana, mostra, entretanto, sem nenhuma dúvida, que se trata de um antigo leito fluvial, cuja padronagem meândrica as alterações degenerativas não conseguiram obliterar (veja-se a figura 17). Qual o curso

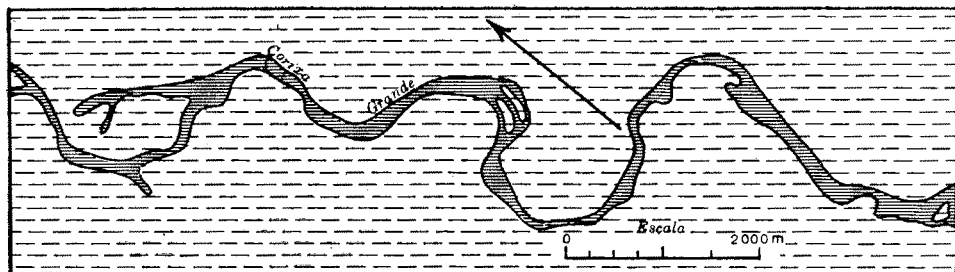


Fig. 17 — Padronagem meândrica deteriorada da Corixa Grande, no Pantanal de Mato Grosso. Extraído da carta inédita da Comissão Mista Demarcadora de Limites Brasileiro-Boliviana. Região: Destacamento da Corixa-Lagoa Uberaba, fôlha 22, Baía Redonda. Reduzida da escala de 1:50 000.

d'água cujo descaminho (favorecido talvez por alguma ruptura da crosta) deixou a calha abandonada? O traçado da rede hidrográfica contemporânea leva, de pronto, a considerar como possível responsável o rio Jauru ou o próprio rio Paraguai, ou, ainda, um braço dêste, defluindo uma parte apenas da descarga. Quando dispusermos de material cartográfico e, sobretudo, aerofotográfico menos fragmentário e de mais fácil cotejo, o confronto das padronagens de meandros dos vários cursos permitirá, sem dúvida, uma resposta definitiva.

R E F E R Ê N C I A S

- ALMEIDA, F.F.M. de (1945). *Geologia do Sudoeste Matogrossense*, Divisão de Geologia e Mineralogia, Dep. Nac. da Prod. Min. (Bol. n.º 116), 118 p. Rio de Janeiro.
- ALMEIDA, F. F. M. de (1954). *Geologia do Centro-Leste Matogrossense*, Divisão de Geologia e Mineralogia, Dep. Nac. da Prod. Min. (Bol. n.º 150), 97 p. Rio de Janeiro.
- ALMEIDA F.F.M. de (1956). *The West Central Plateau and Mato Grosso "Pantanal"* (Excursion Guidebook n.º 1), Eighteenth International Geographical Congress, 129 p. Rio de Janeiro.
- DEURLEN, K. (1956). *A Geologia Pós-Algonquiana do Sul do Estado de Mato Grosso*, Divisão de Geologia e Mineralogia, Dep. Nac. da Prod. Min. (Bol. n.º 163), 137 p. Rio de Janeiro.
- CORRÊA FILHO, V. (1942). Cuiabá, Afluente do Paraguai, *Revista Brasileira de Geografia*, 4:3-16.
- CORRÊA FILHO, V. (1946). *Pantais Matogrossenses (Devassamento e Ocupação)*, Conselho Nacional de Geografia (Biblioteca Geográfica Brasileira, Publ. n.º 3, Série A), 170 p., Rio de Janeiro.
- CUNHA, J. da (1943). *Cobre do Jauru e Lagoas Alcalinas do Pantanal (Mato Grosso)*, Laboratório da Produção Mineral, Dep. Nac. da Prod. Min. (Bol. n.º 6), 54 p., Rio de Janeiro.

- DAVIS, W. M. (1902). River Terraces in New England, *Bull. Mus. of Comp. Zool.*, 38:281-346, reproduzido in *Geographical Essays* (2.^a ed.), Dover Publications, 1954.
- FISK, H. N. (1938). *Geology of Grant and La Salle Parishes*, Louisiana Geol. Surv., State of Louisiana Dep. of Conserv., (Geol. Bull. n.º 10), 246 p., New Orleans.
- FISK, H. N. (1940). *Geology of Avoyelles and Rapides Parishes*, Louisiana Geol. Surv., State of Louisiana Dep. of Conserv., (Geol. Bull. n.º 18), 240 p., New Orleans.
- FISK, H. N. (1947). *Fine-Grained Alluvial Deposits and Their Effects on Mississippi River Activity*, 2 vols., Waterways Experiment Station, Miss. River Commission, Vicksburg.
- INGLIS, C. C. (1941). *Annual Report (Tech.) Central Board of Irrigation, 1939-40*, Government of India Press, Simla.
- JEFFERSON, M. (1902). Limiting Width of Meander Belts, *The National Geographic Magazine*, 3:373-84.
- MATTHES, G. H. (1941). Basic Aspect of Stream Meanders, *Transactions of the American Geophysical Union*, 632-36.
- RUSSELL, R. J. (1939). Louisiana Stream Patterns, *The Bull. of the Am. Assoc. of Petr. Geol.*, 23:199-277.
- RUSSELL, R. J. (1940). Quaternary History of Louisiana, *Bull. of the Geol. Soc. of Am.*, 51:199-234.
- RUSSELL, R. J. (1954a). Alluvial Morphology, *Rev. of the Geophysical Inst. of the Univ. of Stambul*, Intern. ed., 1:3-24.
- RUSSELL, R. J. (1954b). Alluvial Morphology of Anatolian Rivers, *Ann. of the Assoc. of Am. Geogr.*, 44:363-91.
- SILVA, L. P. da (1950). *Relatório*, Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê, Prefeitura do Mun. de São Paulo, 259 p., São Paulo.
- STERNBERG, H.O'R. (1956a). *A Contribution to the Geomorphology of the False River Area, Louisiana*, University Microfilms, Publication n.º 17 452, 181 p.
- STERNBERG, H.O'R. (1956b). *A Água e o Homem na Várzea do Careiro*, tese de concurso para a cátedra de Geografia do Brasil da Faculdade Nacional de Filosofia, 229 p., Rio de Janeiro.

RÉSUMÉ

Les bordures de terrains surélevés le long des cours d'eau alluviaux (grâce aux dépôts plus abondants le long des berges) peuvent, avec leurs sinuosités, leurs ramifications et leurs tangences, subdiviser la plaine alluviale en une série de compartiments occupés par des rivières, des lacs ou des marécages. On suggère ici que les dépressions principalement circulaires ou elliptiques qui constituent une particularité du Pantanal de Mato Grosso, puissent avoir une origine semblable, bien que les véritables "baías" d'après Almeida, ne paraissent pas exister dans les régions les plus sujettes à la submersion, n'étant signalées que presque exclusivement dans les parties les plus élevées du Pantanal. A ce sujet on peut citer le cas de la plus récente terrasse alluviale de la vallée du Bas Mississipi, dont la surface soulevée reflète, par d'anciens tracés de méandres, de cordons d'alluvions et de dépressions, les mêmes processus d'accumulation qui opèrent dans sa contre-partie récente. Les indices que des fractures anciennes auraient continué actives à l'holocène, atteignant les matériaux du Pantanal récemment déposés, permettent de supposer l'existence de petits mouvements relatifs des blocs de la croûte qui pourraient, en même temps, expliquer l'aspect d'un "ennoyage alluvial" que l'on observe dans certaines zones, et (au cas où l'on viendrait à confirmer sa présence) les vestiges de formes de plaines alluviales en terrains actuellement plus élevés que le niveau des hautes eaux. L'hypothèse émise devrait être examinée à l'aide d'une série de sondages bien localisés et par l'étude granulométrique des échantillons recueillis.

La discussion des causes capables d'expliquer les dimensions anormales de certains méandres, petits ou grands, contrastant avec les boucles voisines, ramène au fait que le recouplement du méandre ne dépend pas, à proprement parler, d'une sorte de maturité de la boucle respective, mais de la croissance des sinuosités contigües. L'évolution des méandres d'amont et d'aval à un rythme inférieur au normal (ce qui se produit, par exemple, quand ils rencontrent un matériel plus résistant) favorise le gigantisme de la boucle intermédiaire. La croissance exagérée des méandres contigus, au contraire, amènerait la rupture prématurée du pédoncule de la boucle intermédiaire.

Les anomalies dans la configuration des méandres se produisent quand des causes extrinsèques en gênent le développement. A propos du fait que le remblai argileux de la partie centrale et la plus profonde d'anciens méandres abandonnés, embouti dans les alluvions, est capable, par sa résistance à l'érosion, d'empêcher la formation de méandres libres, on cite l'exemple de la Fausse Rivière, dans la vallée du Mississipi.

On sait que les remblais d'argile qui marquent le lit des méandres tendent à confiner la rivière entre eux et, si celle-ci réussit à s'échapper de cette zone, l'obstacle s'exerce en sens contraire, c'est-à-dire entrave le retour de la rivière à son ancien cours qui est, alors, définitivement abandonné. Il semble que se soit le cas d'un ancien ancien lit détérioré qui s'étend le long de la frontière du Brésil et de la Bolivie et qui, d'après, l'aspect de ses méandres, semble avoir été occupé par des eaux qui aujourd'hui coulent quelques dizaines de Kilomètres plus à l'Est.

RESUMEN

Las fimbrias de terrenos alteados, a lo largo de los cursos de águas aluviales (gracias a la deposición más abundante que allí existe) pueden, con sus curvaturas, ramificaciones y tangencias, subdividir la planicie aluvial en una serie de compartimientos ocupados por ríos, lagos y pantanos. Se sugiere que las depresiones predominantemente circulares o elípticas, que constituyen peculiaridad del Pantanal de Mato Grosso, pudiesen tener un origen semejante, aunque las verdaderas "bahías", según la terminología de ALMEIDA, parecen inexistir en las regiones más sujetas a la submersión, siendo señaladas, casi exclusivamente, en las partes más altas del Pantanal. A propósito, se cita el caso del más reciente terrazo deposicional del Valle del Bajo Misisipi, cuya superficie sobresaliente refleja, a través de antiguos padronajes de meandros, albardones y bajos, los mismos procedimientos de aluvionamiento operantes en su contraparte reciente. Los indicios de que fracturas antiguas tuviesen continuado activas en el holoceno, alcanzando el relleno del Pantanal, recién depositado, sugiere la ocurrencia de pequeños movimientos relativos de los bloques de la corteza terrestre, que podrían, a un tiempo, explicar el aspecto de un "ahogamiento aluvial", observable en ciertas áreas, y (si llega el caso de que su presencia se haga positiva) los vestigios de formas típicas de la planicie inundable, en terrenos actualmente a cavallero de las inundaciones. La hipótesis levantada debería ser examinada, a la luz de una serie de sondeos bien localizados y el estudio granulométrico de las muestras cogidas.

La discusión de las causas capaces de explicar las dimensiones de ciertos meandros que, de pequeños o grandes, no se asemejan con los vecinos, lleva al enunciado de que el rompimiento del istmo de una península envuelta por un meandro no depende, propiamente, de la maduración de la vuelta respectiva: depende más de la evolución de las vueltas contiguas. El crecimiento de los lazos, aguas abajo y aguas arriba en ritmo inferior a lo normal, (lo que ocurre, por ejemplo, cuando ellos se enfrentan con un material más resistente) favorece la gigantéz de la vuelta intermediaria. La distensión exagerada de los lazos contiguos, al contrario, rompería prematuramente el pedúnculo de la vuelta intermedial.

Las anomalías en la configuración de los meandros ocurren, cuando causas extrínsecas cercan el libre desarrollo de este. A propósito del hecho de que el relleno arcilloso de la parte central y más profunda de antiguas vueltas abandonadas, embutido en los aluviones, es capaz, por su resistencia a la erosión, de embargar el meandramiento normal, se cita el ejemplo del Río Falso, en el Valle del Misisipi.

Se sabe que los rellenos de arcilla, balizando la faja de meandros del curso, tienden a confinar el río y que, si este consigue salirse de aquella faja, la contención se ejerce en sentido contrario, o sea, el de dificultar el retorno a su viejo cauce, que será, pues, definitivamente abandonado. Es el caso citado de un antiguo cauce deteriorado que se extiende por la frontera brasileño-boliviana y que, según sugieren los padronajes de meandramiento, habrá sido ocupado por aguas que hoy corren algunas decenas de kilómetros a leste.

SUMMARY

The complex pattern formed by the sinuities, branchings and tangencies of natural levees, built-up along stream banks in alluvial valleys, partitions the floodplain into a number of shallow basins, occupied by drainage branchworks, lakes or swamps. It is suggested that the predominantly circular or elliptical depressions, characteristic of the Pantanal, Mato Grosso, might have a similar origin. True, these so-called "bahias", encompassed by sandy swells which stand above the floodcrests and not infrequently occupied by salt lakes, apparently do not occur in the floodplain proper and have been noted almost exclusively in the higher tracts of the Pantanal. In this respect, attention is directed to conditions obtaining in the youngest depositional terrace of the Mississippi Alluvial Valley, where old meander patterns, levees and backswamps have been preserved on the broad uplifted plain and reflect aggradational processes similar to those prevalent on its modern counterpart, the present floodplain.

Certain patterns observable in the younger sedimentary deposits of the Pantanal indicate that ancient fractures may have remained active during Recent times; even minor adjustments of the blocks could perhaps, simultaneously, explain the aspect of alluvial drowning found in some and (if their presence should be established) the existence of features derived from floodplain morphology on tracts now rising above the present high water stage. The supposition put forward should be investigated in the light of a series of well-placed borings and the granulometric analysis of the ensuing cores.

Discussion of the factors involved in the formation of abnormally large or small individual meander loops leads to the proposition that the cutting-off of a meander does not merely depend on a ripening, as it were, of the loop itself, but rather on the development of the adjacent meander loops. Underdevelopment of the upstream and downstream loops (which can be brought about by the presence of more resistant materials) favours overdevelopment of the intermedial loop. An excessive enlargement of adjoining loops, on the contrary, leads to a premature cutting through the intervening meander neck. Major departures from ideal, smoothly rounded, meander loops occur when extraneous causes inhibit free meandering. The deformities of False River channel, in the Mississippi Valley, are mentioned in connection with the inhibiting effects on meandering of the compact plugs of fine-grained materials, which, eventually, fill the central and deepest part of many ox-bow lakes.

It is a known fact that flanking "clay plugs" tend to confine the stream to the meander belt, but, when the river escapes the barriers, hinder re-entry to the old course, which tends to be definitely abandoned. Such appears to be the case of a deteriorated channel which extends along the Brazilian-Bolivian border; on the basis of its meander pattern, one is led to suspect that this channel was formerly occupied by waters now flowing some tens of miles to the east.

ZUSAMMENFASSUNG

Die hoehere gelegenen Uferdaemmen der alluvialen Flusslaeuft (infolge der hier stattfindenden reichlichen Ablagerung) koennen mit ihren Windungen, Verzweigungen und Querverbindungen das flache Auen-Gelaende in eine Reihe von Becken zerlegen, die von Flusslaeuften, Seen und Suempfen eingenommen werden. Die im "Pantanal" von Mato Grosso so charakteristischen runden oder elyptischen Depressionen duerften auf diese Weise entstanden sein. Indessen kommen die typischen "Bahias" (Almeida, 1945) nur in den hoehere gelegenen Teilen des "Pan-

tanal" vor und scheinen kaum vorhanden in seinen niedrigen, periodisch ueberschwemmten Lagen. In diesem Zusammenhang wird auf die juengeren Aufschuettungsterrassen im Tal des unteren Mississippi hingewiesen, wo auf dem hochgelegenen Gelaende der fruehere Verlauf der Maeanderwindungen als Muster von Flusssdaemmen und Depressionen festgehalten ist und wo der heutige tiefer gelegene Flusslauf die gleiche Form des Sedimentierungsprozesses weiterfuehrt. Es gibt Indizien dafuer, dass alte Brueche ihre Taetigkeit bis in das Holozoen hinein erstreckten und auch die jungen Sedimente des "Pantanal" in Mitleidenschaft zogen. Man koennte somit durch kleine Hebungen bzw. Senkungen der Erdkruste zu gleicher Zeit erklaren: 1) die in bestimmten Bezirken beobachtete Auffuellung mit alluvialen Sedimenten und 2) die Reste von Au-Gelaenden (wenn ihr Vorhandensein sich bestaetigt) in Teilen, die heute ueber dem Ueberschwemmungsniveau liegen. Diese Hypothese muesste durch eine Reihe von an geeigneten Stellen vorgenommenen Sondierungen und granulometrischen Untersuchungen der Proben geprueft werden.

Die Diskussion ueber die moeglichen Ursachen der anormalen Dimensionen einiger kleinerer und groesserer Maeander, die sich von den benachbarten unterscheiden, fuehrte zu der Feststellung, dass der Durchbruch des Isthmus der umflossenen Landzunge nicht abhaengt von der Vergrößerung dieser Flussschleife selbst, sondern vom Wachstum der anprenzenden Windungen. Wenn diese mit einer geringeren als der normalen Intensitaet fortschreiten (wenn sie z.B. auf ein widerstandsfaeigeres Material stossen), dann wird eine besonders grosse Schleife ausgebildet. Die rasche Erosion des Isthmus, die durch das besondere Wachstum der benachbarten Schleifen hervorgerufen wird, muss dagegen die Entwicklung der Schleife fruehzeitig unterbrechen.

Die Anomalien in der Ausbildung der Maeander lassen sich auf aeussere Ursachen zurueckfuehren. Dass die Ausfuellung des mittleren, tiefen Teiles der Altwassers einer frueheren Flussschleife mit einem widerstandsfaeigen Kern von Lehm innerhalb der alluvialen Ablagerungen ("clay plugs") das normale Maeandern, infolge des Widerstandes gegen die Erosion, verhindert, kennt man z.B. vom Fausse Riviere im Tale des Mississippi her.

Es koennte beobachtet werden, dass, wie schon bekannt, diese Lehmkerne den Maeanderquertel begrenzen und den Fluss innerhalb dieser Grenzen festhalten. Sowie er aber einmal ausbricht, kann er kaum wieder in das alte Bett zurueckkehren, sodass es definitiv verlassen wird. Ein solcher Fall findet sich in einem veraenderten ehemaligen Flussbett an der brasilianisch-bolivianischen Grenze, wo es auf Grund von vergleichender Untersuchung der Art des Maeandersystems wahrscheinlich ist, dass es sich um Gewaesser handelt, die jetzt mehrere kilometer oestlich fliessen.

RESUMO

La randoj de terenoj altigitaj laulonge de la aluviaj akvofluoj (dank'al la pli abunda surfundigo, kiu tie okazas) povas, kun siaj serpentoj, disbrancigoj kaj tangentecoj, subdividi la ebenan kamparon en serion da partoj okupitaj de riveroj, lagoj aŭ marĉoj. Oni sugestias, ke la kavaĵoj precipe rondaj aŭ elipsaj, kiuj konsistigas apartaĵojn de Pantanal (marĉego) de Mato Grosso eble havas similan originon, kvankam la veraĵ "baías" (golfetoj) laŭŝajne neekzistas en la regionoj plej inklinaĵ al la subakvigo kaj nuŝ montriĝas preskaŭ nur en la plej altaj partoj de la Pantanal. Pri tio oni citas la okazon de la plei freŝdata surfundiga teraso de la valo de Malsupra Mississipi, kies levetiginta surfaco montras, per antikvaj modeloj de meandroj, malprofundaĵoj kaj rifoj, la samajn procezojn de aluviigo efikantajn en ĝia freŝdata kontrauparto. La indicoj pri tio, ke antikvaj frakturoj eble restis aktivaj en la holoceno kaj atingis la antaŭ nelonge surfundigitan marĉan plenigaĵon, pensigas al la okazaĵo de malgrandaĵ relativaj moviĝoj de la blokoj de la krusto, kiuj povus samtempe ekspliki la aspekton de iu "aluvia drono", rimarkebla en kelkaj areoj kaj (en la okazo, se ilia ĉesto konfirmiĝos) la postsignojn de kamparaj trajtoj sur terenoj nuntempe super la inundoj. La hipotezo prezentita devus esti ekzamenata laŭ la kriterio de serio da sondadoj bone lokitaj kaj de la granulometria studo de la rakoltitaj specimenoj.

La diskuto de la kauzoj kapablaj ekspliki la nenormalajn dimensiojn de kelkaj meandroj, kiuj, estante malgrandaĵ aŭ grandaj, kontrastas kun la najbaroj, kondukas al la formulaĵo, ke la rompiĝo de la istmo de iu duoninsulo envolvita de meandro ne dependas ĝuste de iu kvazaŭ maturiĝo de la konkerna kurbo, sed de la kresko de la apudaj kurboj. La evoluado de la ligiloj de supro kaj malsupro laŭ ritmo malsupera al la normala (kio okazas, ekzemple, kiam ili alfrontas pli rezistantan materialon) favoras al la giganteo de la meza kurbo. La troa streĝigo de la pudaj ligiloj, male, rompus antaŭtempe la pedunklon de la meza kurbo.

La anomalioj en la figuro de la meandroj okazas, kiam eksteraj kauzoj embarasa ilian liberan disvolviĝon. Koncerne la fakton, ke argila plenigaĵo de la centra kaj plej profunda parto de antikvaj forlasitaj kurboj, inkrustita en la aluvioj, kapablas, pro sia rezisto al la erozio, malebligi la normalan meandrigon, oni citas la ekzemplon de la rivero Falso, en la valo de la rivero Mississipi.

Estas sciata, ke la ŝtopiloj el argilo, limigantaj la strion de meandroj, emas konfirmi en ĝi la riveron kaj ke, kiam ĉi tiu sukcesa forliberiĝo de tiu strio, la streĝigo plenumiĝas laŭ la kontraŭ direkto, tio estas malfaciligi la revenon de la rivero al la malnova fluo, kiu, kiu estos do definitiva forlasita. Ĝi estas la citada okazo de malnova malbonigita fluejo, kiu etendiĝas tra la brazila-bolivia limo kaj kiu, kiel pensigas la komparo de la modeloj de meandrigo, eble estis la antikva fluo de la rivero Jauru.