

## UTILIZAÇÃO DE SENSORIAMENTO REMOTO NA INVESTIGAÇÃO NA ÁREA DO BAIXO RIO NEGRO E GRANDE MANAUS

Elena Franzinelli  
Departamento de Geociências  
Universidade do Amazonas

Hailton Luiz Siqueira da Igreja  
Departamento de Geociências  
Universidade do Amazonas

### RESUMO

A região do Baixo rio Negro faz parte de um lineamento estrutural de direção geral noroeste-sudeste, que condicionou o curso do rio e que pertence a um sistema maior de estruturas geológicas que ocorrem na Bacia Amazônica.

Um estudo desta área com utilização de sensores remotos (imagens de satélite LANDSAT, preto e branco nos canais 7 e 5 e coloridos na escala 1:250.000, imagens de RADAR de mesma escala, fotografias aéreas de diversas escalas) e verificação de campo para alguns trechos da área, permitiu chegar a formulação do modelo tectônico da região.

A configuração tectônica do Baixo rio Negro revela um modelo neotectônico de meio-graben com o eixo de estiramento máximo na direção N50-55E, se bem que parte dos dados estruturais convergem para um sistema direcional dextral divergente, com direção geral de transcorrência para S80-90E e eixo de compressão máxima na direção S30E. Este modelo é coerente com as feições hidrográficas, geomorfológicas e sedimentológicas da área e encaixa-se perfeitamente no modelo tectônico regional.

### ABSTRACT

A research of the Low Negro river region, carried out by remote sensing (LANDSAT satellite images, 1:250.000, RADAR sheets of the same scale, and aerial photos of different scales) and verification of some neotectonic features in the field, permitted to establish a tectonic model for this region.

The tectonic outline of the Low Negro river, region shows an halfgraben feature, having the maximum stretch axis along the N50-55E direction, although part of the structural data converges to a directional dextral diverged system, with general transcurrent direction to S80-90E and maximum compression axis along the S30E direction. In this manner, this model is coherent with the hydrographical, geomorphological and sedimentological features of this area and fits very well to the regional model.

### 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A região do Baixo Rio Negro constitui um exemplo didático de lineamento ativo na Amazônia Oriental (Igreja e Franzinelli, 1987). Os estudos geológicos dos pesquisadores da Universidade do Amazonas tem contribuído sobretudo na elucidação do padrão flúvio-ambiental daquele exótico rio, considerando-o como um resultado direto da atividade tectônica regional.

Novos dados de campo, adquiridos segundo alvos estratégicos estabelecidos através de imagens de radar e de satélite, permitiram o estabelecimento de um modelo neotectônico mais consistente, que inclusive permite a previsão de estruturas neotectônicas ao longo de blocos que controlaram os sistemas deposicionais desde o mesozóico passando pelo cenozóico, e que também governam os ambientes atuais.

A movimentação vertical da região do Baixo

Rio Negro foi documentada em seus traços gerais por Sternberg (1950) ao definir através da retibilidade e paralelismo dos rios, "dilatações laterais" e direções predominantes da rede de drenagem regional, os grandes lineamentos da Amazônia Oriental, entre os rios Solimões e cabeceiras do Jatapu, (Figura 01). O referido pesquisador evocou os princípios da isostasia para explicar o arcabouço geológico, e no ângulo da neotectônica as causas dos sismos, os fenômenos de "terra-caída" e o provável controle estrutural das várzeas.

A movimentação horizontal foi registrada por Igreja e Franzinelli (1987), que baseados nos critérios de Sternberg (op. cit.), e no estudo das feições geológicas do Grupo Trombetas paleozóico, da F. Alter do Chão mesozóica, das várzeas e de perturbações nos níveis lateríticos desenvolvidos nos solos, estabeleceram um padrão tectônico direcional dextral, sugerindo

a subducção da placa caribeana ao norte do continente sulamericano, como a causa primordial dos movimentos meso-cenozóicos.

O estudo do processo estrutural atual da

região rionegrina passa pela coadunação dos registos da movimentação vertical com a horizontal, mesmo porque, na verdade, são contemporâneas, embora, episodicamente uma ou outras possa ser predominante.

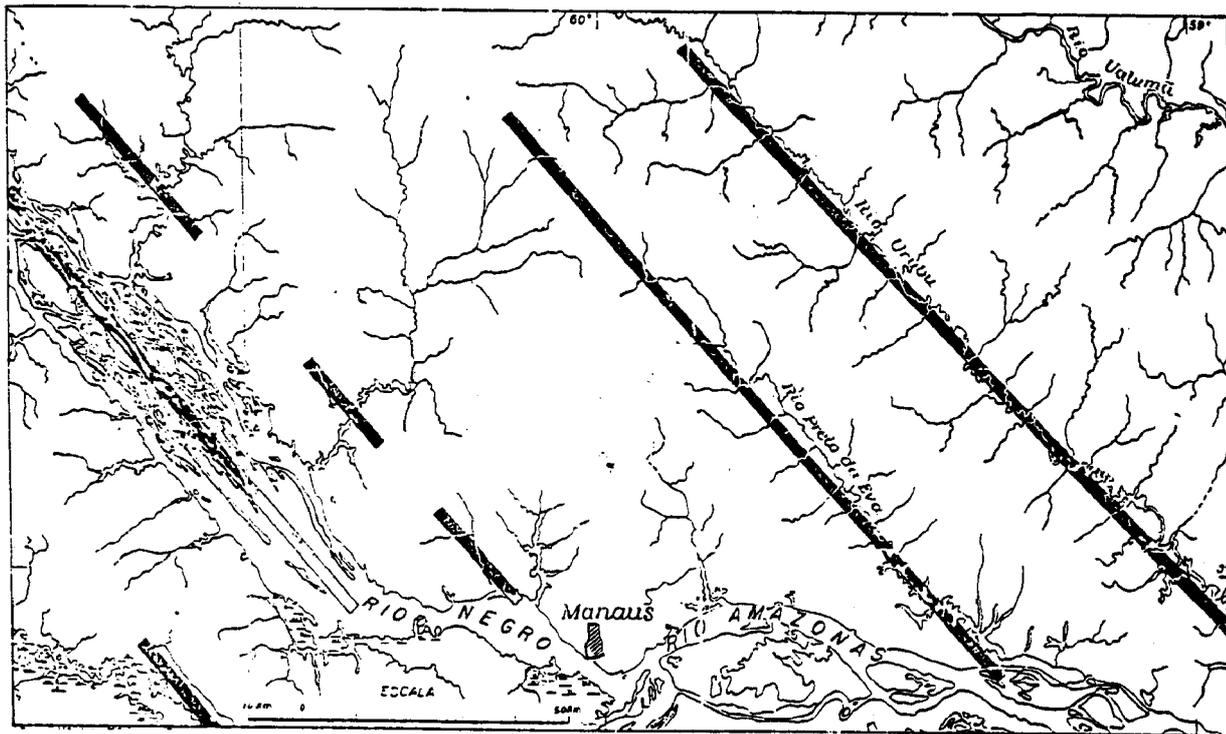


Figura 01 - Paralelismo dos rios Negro, Preto da Eva, Urubu e Uatumã, observado por Sternberg (1950), justificando assim a movimentação vertical (inclusive atual), considerada como resultante de processos de isostasia.

## 2. GEOLOGIA REGIONAL E GEOMORFOLOGIA

A região do baixo rio Negro pertence a parte central da bacia sedimentar do Amazonas, aflorando nessa área depósitos da Formação Alter do Chão, sequência de sedimentos clásticos de origem continental, intemperizados e inconsolidados. A litologia da formação consta de argilitos, folhelhos, arenitos e siltitos quartzosos com níveis conglomeráticos que atingiu a espessura de 545 metros na sondagem de Alter do Chão na margem direita do rio Tapajós. A formação teve seu nome consagrado na nomenclatura estratigráfica da Bacia Amazônica por Caputo et al. (1972) e idade cretácica definida por Daemon (1975) com base no conteúdo micropaleontológico.

Do ponto de vista geomorfológico, a região faz parte do planalto dissecado rio Trombetas-rio Negro, de idade neo-pleistocênica (Barbosa et alii, 1978). Os relevos, interflúvios tabulares e colinas, são esculpidos nos depósitos da Formação Alter do Chão e alcançam entre 100 e 150 metros acima do nível do mar. O rio Negro, no seu baixo curso, secciona o planalto rio Trombetas-rio Negro, apresentando margens escarpadas originando falésias. A planície aluvial é desenvolvida apenas em limitados trechos de sua

margem esquerda. (Franzinelli, 1987). Na parte central de seu baixo curso o rio Negro apresenta-se anastomosado: ilhas compridas, paralelas as margens do rio ocorrem apresentando vastos lagos em seu interior, e são cortadas por um sistema de paranãs que isolam ilhas menores dentro do conjunto conhecido como Arquipélago das Anavilhanas. No final do trecho anastomosado, em direção a Manaus, as ilhas se dispõem em forma de "cauda de cometa" (Barbosa et al. 1978). Mais ao sudeste do rio Negro não mais apresenta ilhas, correndo encaixado com margens escarpadas de tipo falésia, com desníveis de 5 a 10 metros. Os afluentes das duas margens apresentam foz afogada, configurando rias fluviais. São mais frequentes no Arquipélago das Anavilhanas, onde o rio tem padrão anastomosado. As rias dos igarapês Açú e Tumbira, e dos rios Apuaú e Cuieiras não estão bloqueados por sedimentos, e apresentam margens escarpadas. A retilinearidade e o escarpamento das margens são características que permitem aventar a origem tectônica para esses vales fluviais.

## 3. MODELAMENTO TECTÔNICO

A margem direita do baixo rio Negro apresenta uma direção geral N45W, entre outros cri

térios a sua retilinidade reflete uma falha normal com mergulho para nordeste, concordante às demais falhas normais da margem esquerda, bem delineadas pelos igarapés Baleteiro, Tucumã, Coanã e Tarumã-mirim, (Figura 02). A conjugação destas falhas com as falhas Apuaú e Cuieiras

compartimentaliza a margem esquerda do baixo rio Negro em três (03) megablocos losangulares, os quais considerando-se as falhas menores, podem ser subdivididos em blocos menores, cujas diagonais (de maior dimensão) tendem, regionalmente, à direção E-W.

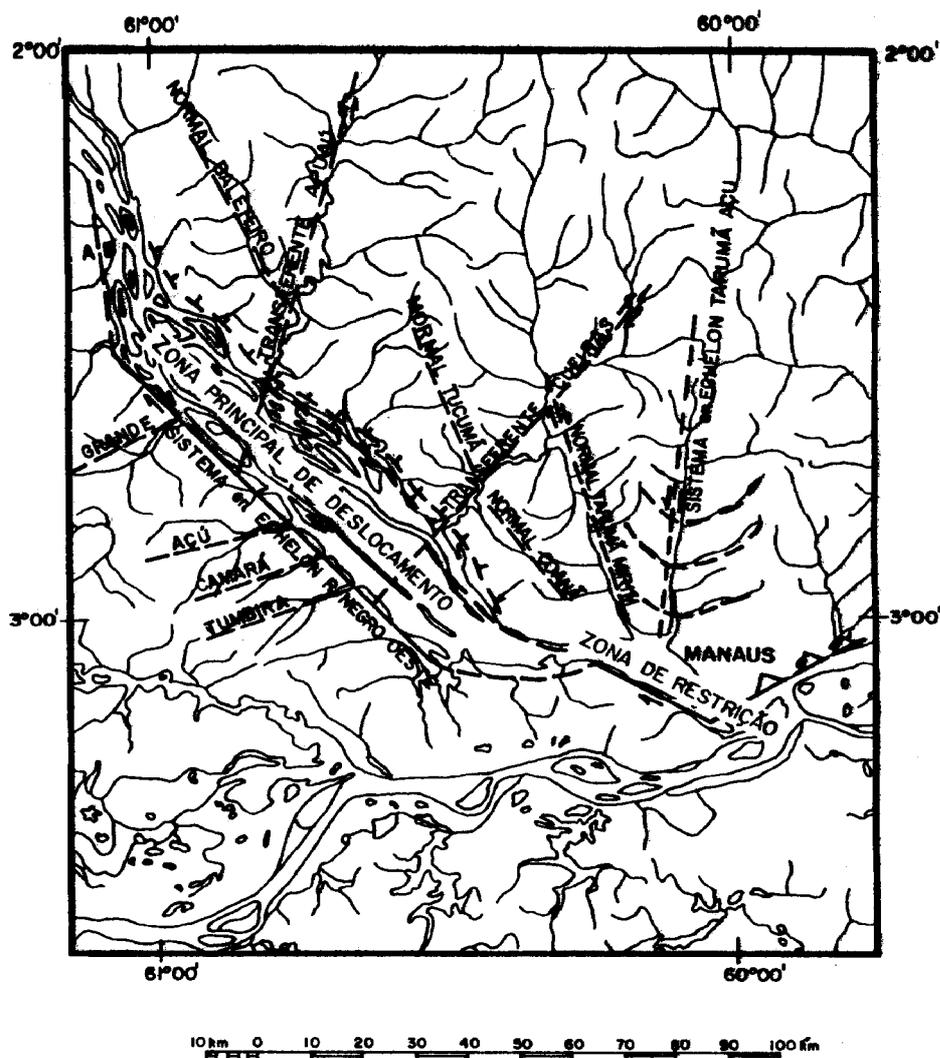


Figura 02 - Lineamentos estruturais principais do Baixo Rio Negro. A/B = Bloco Alto e Bloco Baixo; ≡ = Deslocamento horizontal relativo; ∇ = Componente reversa significativa. (Da Fotografia WRS248 -62 de 3 julho 1979 - INPE LANDSAT 27918-132413)

O modelo de desenvolvimento estrutural de bacias extensionais (Gibbs, 1984), para os estágios iniciais, permite interessante analogia com a região em estudo; consequentemente, para o ajuste geomecânico da zona de falha rio Negro, as falhas de Apuaú e Cuieiras são necessariamente falhas transferentes.

O ajuste geomecânico da movimentação vertical (Dip slip) da falha rio Negro e similares, não se faz exclusivamente por intermédio das

falhas transferentes, no caso, Apuaú e Cuieiras, mas também ao longo de suas extremidades através de deslocamentos oblíquos resultando estruturas direcionais. Dentre os registros geológicos corroboradores, configurando uma estrutura em flor negativa, é o caso do afloramento do porto da Fogás dentro da Grande Manaus, (Figura 03).

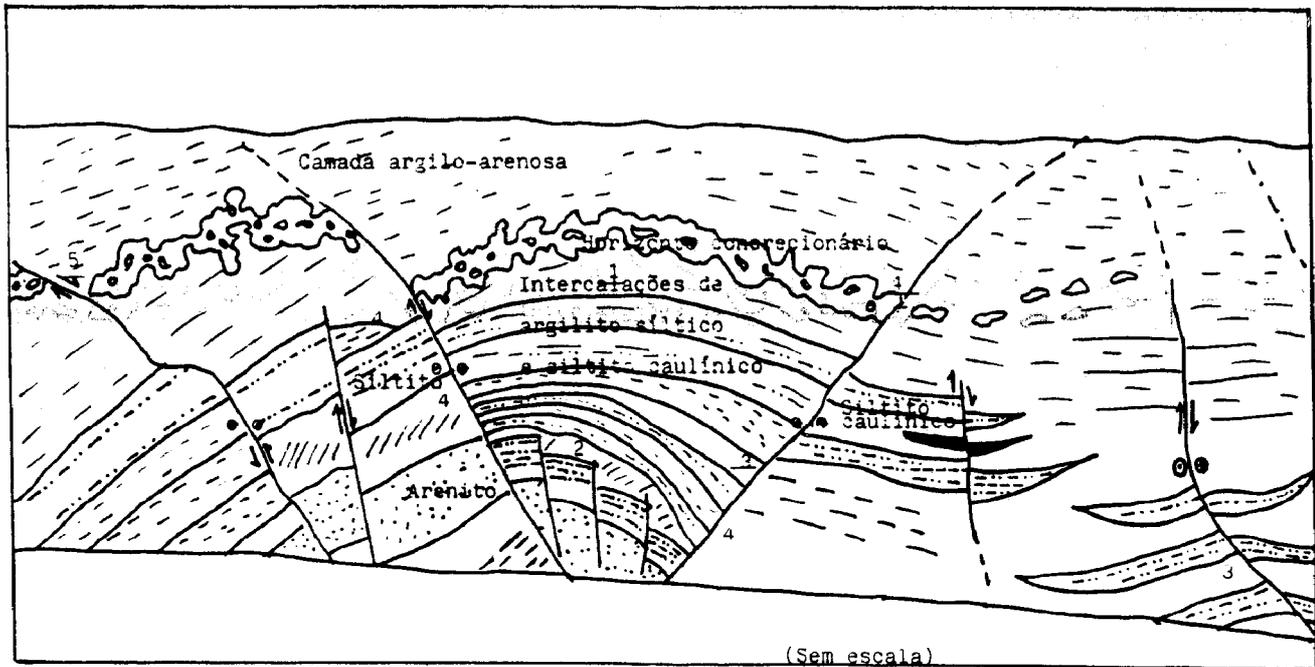


Figura 03 - Descrição esquemática de parte do afloramento do Porto da Fogás (Grande Manaus) mostrando as evidências megascópicas da movimentação horizontal. // = Rejeito normal ou reverso; ⊙/⊕ = Rejeito direcional sinistral; 1 = Estrutura em Flor negativa; 2 = Falhas em "En Échelon"; 3 = Mudanças abruptas de espessuras de camadas no plano de falha; 4 = Desaparecimento de camada; 5 = Reversão de rejeito de Falha

Esta geodinâmica essencialmente verticalizada responde pelos "estranhos" estrangulamentos a norte e sul do baixo rio Negro, porém não é suficiente para explicar os Sistemas em echelon da margem direita: Lineamentos Tumbira, do Camará, Açú e Igarapé Grande, assim como, pela margem esquerda, o Sistema Tarumã-Açú; Lineamentos da Bolívia, Mariano, Leão, Santo Antonio, Santa Rosa e Preguiça, (Figura 04); Para tanto, há a necessidade de uma componente direcional dextral, inclusive para justificar os registros geohorizontais documentados por Igreja e Franzinelli (1987) e Franzinelli e Piuci (1988), para outra área dentro da bacia Amazônica. (Figura 05).

A configuração tectônica do baixo rio Negro, avaliada segundo critérios locais: Grande Manaus e cercanias, e regionais: compartimentos rio Negro, rio Preto e rio Urubu, revela um modelo neotectônico de meio-graben que poderia ser explicado por uma distensão oblíqua com o eixo de estiramento máximo na direção N50-55E, porém, uma parte dos dados estruturais, sedimentológicos e ambientais, convergem para um sistema direcional dextral divergente com a direção geral de transcorrência para S80-90E, e o eixo de compressão máxima aproximadamente na direção S30E; deste modo o modelo é consistente com a hidrografia, geomorfologia, sedimentologia e ambientes atuais do baixo rio Negro, e coaduna-se também com os demais aspectos tectônicos regionais (Figura 06).

#### 4. LINEAMENTOS TECTÔNICOS DA ÁREA DA GRANDE MANAUS

A Cidade de Manaus está situada na margem esquerda do rio Negro onde o rio bruscamente inflecte de sudeste para nordeste.

A área da Cidade, para estar localizada na extremidade leste do complexo tectônico do baixo rio Negro, não está isenta de feições características do conjunto.

O relevo sobre o qual se assenta a Cidade tinha despertado o interesse dos geomorfólogos; Gourou (1949), in Barbosa et alii, 1978) referindo-se aos aspectos do relevo da área afirmou a existência de um planalto arenoso e vales de fundo plano. Este autor identificou diante da Cidade, às margens do rio Negro, "abruptos" acompanhados em sua base por formações praias.

A retinidade da margem do rio tem sido observada e descrita como fazendo parte das feições maiores do complexo neotectônico do baixo rio Negro. Perturbações comprobatórias de fenômenos neotectônicos nesta área, foram observados no Porto da Fogás (Figura 03). O estudo de fotografias aéreas de diferentes escalas revelou, na área da grande Manaus, a ocorrência de dois lineamentos principais, ortogonais, paralelos às direções tectônicas gerais da região do baixo rio Negro. (Figura 07).

Observações de campo, mostrando perturbações com deslocamentos inclinados múltiplos em níveis lateríticos dos horizontes superiores do solo, na parte distal do lineamento de São Rai

60°10'

50°00'

2°30'

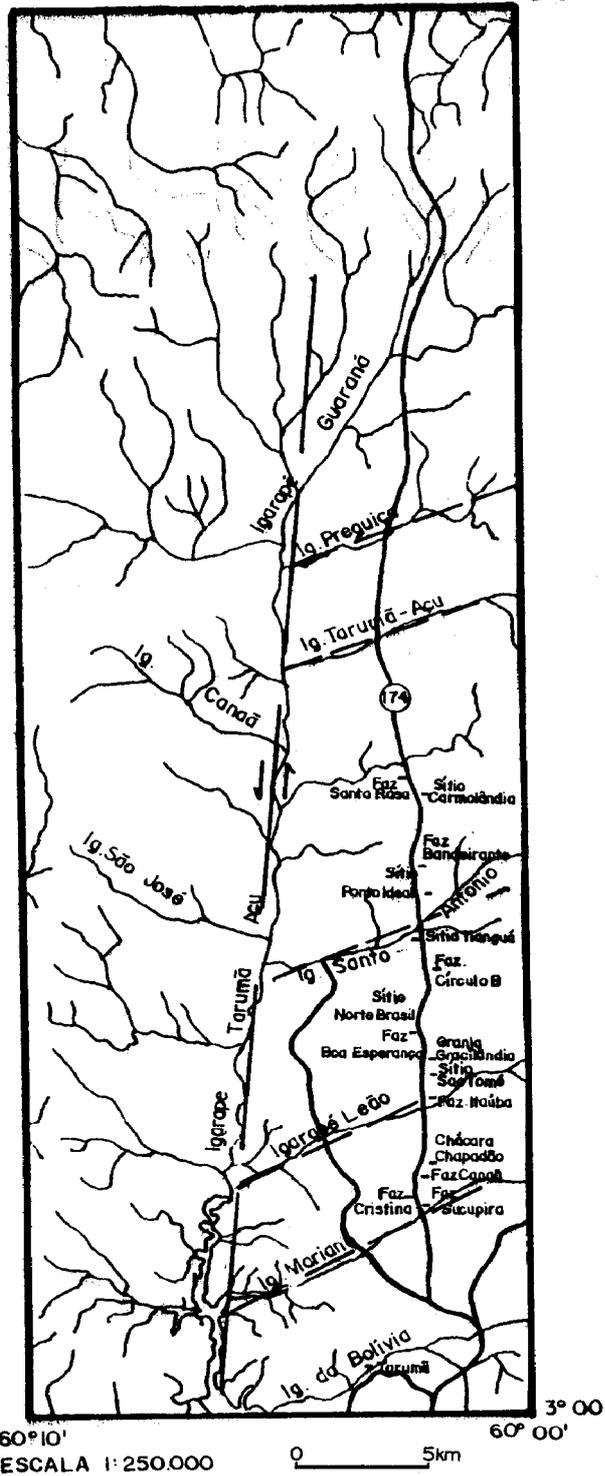


Figura 04 - Sistema Direcional Tarumã-Açu. Pulso predominantemente horizontal. Arranjo "En échelon" dos vales. Componente Antitética.

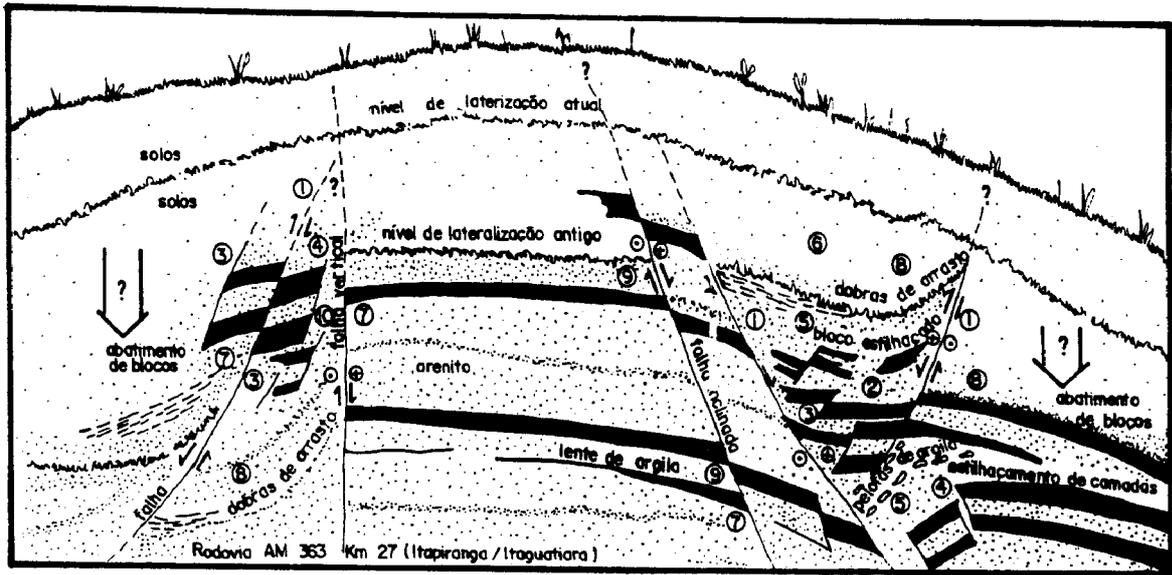


Figura 05 - Evidências megascópicas da movimentação direcional no afloramento do Km 27 da rodovia AM-363 (Itapiranga-Itacoatiara). (Modificado de Franzinelli e Piuci, 1988). ⊕/⊙ = Componente direcional; ⊕/⊗ = Componente Normal ou Reversa; 1 = Reversão de rejeito de falha; 2 = Duplicação de camadas; 3 = Falhas "En échelon"; 4 = Falhas normais e reversas associadas; 5 = Brechação e rotação horizontais; 6 = Estruturas em flor (Positiva e negativa); 7 = Desaparecimento de camadas; 8 = Dobras de arrasto inconsistente; 9 = Mudanças de espessuras de camadas (ante e pós-plano de falha); 10 = Duplex direcional.

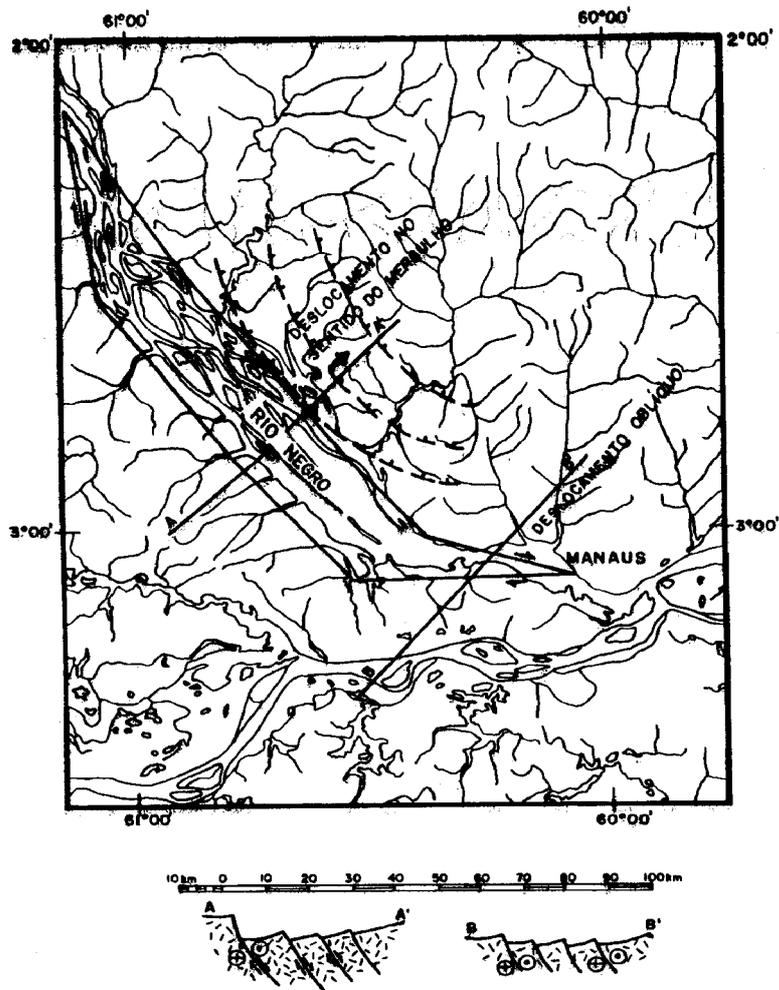


Figura 06 - Modelamento Neotectônico do Baixo Rio Negro. Pulso tectônico predominantemente distensional. Adaptação dos Modelos de Scott e Rosen dahl, 1989. (Da fotografia WRS248-62 de 3 ju lho 1979 - INPE - LANDSAT 27918 - 132413).

mundo, confirmam as movimentações tectônicas que deram origem a esta feição. Também as características dos vales curtos e largos e relativamente profundos que ocorrem nas nascentes dos breves afluentes do Igarapé do Quarenta, situados próxi-

mos aos divisores de águas, são pouco compatíveis com a dinâmica erosional fluvial, sendo portanto sugerida a influência de colapso devido à netoectônica para sua formação.

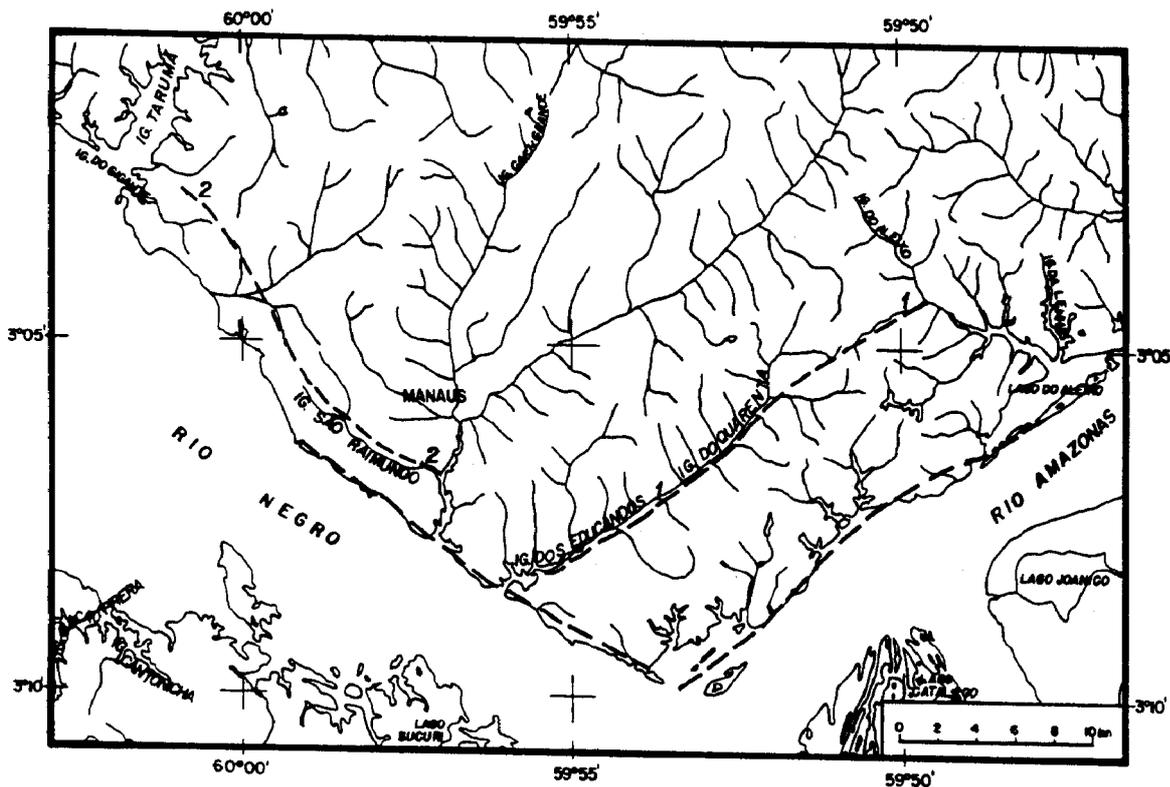


Figura 07 - Lineamentos principais na área da Grande Manaus. 1 - Lineamento do Igarapé Quarenta; 2 - Lineamento de São Raimundo

## 5. CONCLUSÕES

O sensoriamento remoto mostrou ser uma ferramenta fundamental para o estudo da tectônica na região do baixo rio Negro, confirmando o controle da hidrografia - percursos e direções de rios e forma de lagos - pela neotectônica.

O modelo tectônico para o baixo rio Negro parece ser coerente com as feições desse tipo que ocorrem em outras áreas da bacia, o que será verificado, tendo então a possibilidade de ser amplamente adotado.

O presente estudo também revelou a importância dos elementos neotectônicos como parâmetros controladores dos sistemas deposicionais atuais, proporcionando inclusive a elaboração de modelo tectono-sedimentar para a região, com a perspectiva de aplicações práticas na geologia ambiental e outras áreas da Geociências.

## 6. BIBLIOGRAFIA

BARBOSA, G.V. et alii. Geomorfologia in Projeto RADAMBRASIL. v.18 - DNPM. Brasília. 1978.

CAPUTO, M.V.; RODRIGUEZ, R. Vasconcelos, D.N.N. Nomenclatura estratigráfica da Bacia do Amazonas; histórico e atualização. Cong. Bras. Geol. XXVI. Anais v.3, pg. 35/46. Belém. 1972.

DAEMON, R.F. Contribuição a datação da Formação Alter do Chão, Bacia do Amazonas. Rev. Bras. Geoc. 5(2). pag. 78/84. 1975.

FRANZINELLI, E. Quaternary sedimentation in the lower Negro River, Amazonas, Brasil. III Int. Cong. INQUA. Programme with Abstracts. pg. 168. Ottawa. 1987.

FRANZINELLI, E.; PIUCI, J. Evidências de Neotectonismo na Bacia Amazônica. Anais VII Cong. Lat. Amer. pg. 80/90. Belém do Pará. 1988.

GIBBS, A.V. Structural evolution of tensional basin margins. Geol. Soc. of London. v.141, pg. 609-620. 1984.

IGREJA, H. e FRANZINELLI, E. Neotectonica: O lineamento Rio Negro, um exemplo. ICE, Manaus, (4) 17/18. Degeo. FUA. 1987.

STERNBERG, H.O'. R. Vales tectonicos na planície Amazônica? Rev. Geografia. Rio de Janeiro (4)3/26. 1950.

SCOTT, D.L.E. e ROSENDAHL, B.R. North Viking Graben: An east Africa perspective. Bull. A.A.P.G.. v.73. nº 2. pg. 155-165. 1989.