

145/1898

ANÁLISE ESTRUTURAL DOS METASSEDIMENTOS ASSOCIADOS AO FALHAMENTO DE CUBATÃO NA REGIÃO DE PEDRO BARROS E JUQUIÁ - SP

Marcos Egydio da Silva
USP/IG
Roland Trompette
USP/IG/ O.R.S.T.O.M.

ABSTRACT

The study of the Juquiá-Pedro Barros region reveals the importance of transcurrent faults that juxtaposed blocks of different age and nature. The deformations that affected the North and Central Blocks permit the reconstruction of the structural evolution of this portion of the Ribeira Fold Belt. The uncertainty in the understanding of the structural pattern leads to the formulation of two hypotheses:

- Hypothese I The episode responsible for the isoclinal folds was a regional event related to the appearance of the transcurrent faults. This would have been the first phase of the Central Block and perhaps the second phase of the North Block. About the first phase of the North Block we know nothing about its style and origin only that it resulted in metamorphic banding. To this phase we attribute a high metamorphic grade for the North Block and a medium metamorphic grade for the Central Block. The second phase in the Central Block was a regionally low grade metamorphic event marked by the development of flexural slip and chevron folds.

- Hypothese II The first phase of deformation of the North Block is correlated with the origin of isoclinal folds in the Central Block, so there was only one metamorphic event of varied grade, high grade in the North Block and medium-low in the Central Block. During the second phase, formed flexural slip folds that through transposition gave rise to transcurrent faults. This idea is in concordance with the interpretation of Hasui et al. (1976) regarding the Ribeira Fold Belt.

II - INTRODUÇÃO

A região em estudo situa-se nos arredores de Miracatu e Juquiá, no Estado de São Paulo (fig. 1A) e foi objeto de uma Dissertação de Mestrado (EGYDIO DA SILVA, 1981).

O trabalho tem por finalidade fornecer uma explicação sobre a geometria das faixas ectiníticas associadas ao falhamento de Cubatão. Deu-se ênfase a análise estrutural, especialmente das falhas e juntas associadas, segundo a metodologia de Riedel (1929), Arthaud (1969) e Vialon et al. (1976).

A área faz parte da denominada Faixa de Dobramento Ribeira, de idade de Brasiliana (cerca de 600 m.a.) (Almeida et al., 1973; Hasui e Sadowski, 1976) e compreende:

- uma seqüência metassedimentar que constitui os Grupos Açungui e São Roque, do Proterozóico Superior, que foram metamorfizados nas Fácies xistos-verdes.

- Gnaisses e xistos, alguns deles migmatizados, estes seriam os equivalentes mesozonais do Grupo Açungui.

- Migmatitos e granulitos do Proterozóico Inferior que constituiriam o embasamento reativado.

- Rochas granitóides intrusivas sin e pós-tectônicas (450 a 650 m.a.).

A seqüência metassedimentar exibe duas fases de dobramento, uma primeira fase isoclinal, sincrônica do metamorfismo e uma segunda fase do tipo "chevron" com o desenvolvimento de clivagem do tipo "strain-slip". O fraturamento ocorre no final da tectônica brasileira, região onde possuem um desenvolvimento excepcional, com deslocamento horizontal de centenas de quilômetros.

A região pesquisada apresenta-se cortada por duas grandes falhas, Cubatão e Itariri, conferindo à região um padrão de organização de blocos tectônicos (fig. 1B). O que aqui denominamos Bloco Norte é uma parte do Bloco Juquitiba (Hasui, 1973), o Bloco Sul faz parte do Bloco Itatins (Sadowski, 1974) e o Bloco Central é uma porção do Bloco Costeiro (Coutinho, 1972). Preferimos a denominação de Blocos Norte, Central e Sul por estarmos trabalhando em região restrita.

O Bloco Sul é formado de charnoquitos, gnaisses e migmatitos de composição predominantemente granodiorítica e com algumas intercalações de metassedimentos, principalmente quartzitos (fig. 2). Com base em dados geocronológicos, que foram obtidos em regiões vizinhas, ele é interpretado como um pedaço do embasamento trans-amazônico, retrabalhado no Brasileiro, não tendo sido ainda estudado em detalhe.

O Bloco Central é formado de filitos e micaxistos com intrusões graníticas, ele representa vestígios da cobertura brasileira. O Bloco Norte, com gnaisses bandados, supomos que represente o equivalente mais metamórfico desta cobertura. Apenas o Bloco Central foi estudado em detalhe, juntamente com o Bloco Norte foram feitas algumas descrições e considerações.

II - O BLOCO NORTE

2.1 - LITOLOGIA E METAMORFISMO

No Bloco Norte predominam as rochas gnáissicas que apresentam uma alternância marcante em bandas quartzo-feldspáticas e bandas ricas em minerais ferromagnesianos. Em seções delgadas comprovamos associações mineralógicas do tipo: cordierita, sillimanita, biotita, feldspato potássico, plagioclásio ácido, quartzo e, como minerais acessórios, apatita e zircão. De acordo com Winkler (1976), uma associação mineralógica desta natureza, mostra a mudança do metamorfismo do grau médio para o de grau forte.

Encontramos, ainda, dentro deste compartimento, rochas de grau metamórfico médio com a seguinte associação mineralógica: plagioclásio (oligoclásio-andesina), hornblenda, biotita, moscovita e quartzo. Concluindo acreditamos que o grau metamórfico das rochas do Bloco Norte seja do final do grau médio e início do grau forte, de acordo com a classificação de Winkler (op.cit.) enquanto que, segundo Miyashiro (1961), o grau metamórfico que melhor se encaixaria para a litologia do Bloco Norte, seria a série andalusita-sillimanita, no fácies anfíbolito C. Significando isso o limite em relação ao fácies granulito.

2.2 - GEOLOGIA ESTRUTURAL

Os gnaisses do Bloco Norte apresentam nas proximidades da falha de Cubatão, duas foliações (fig. 3A):

- um bandamento metamórfico (S_{N1}) que se encontra dobrado (dobras cilíndricas) e que não apresenta evidências de ser o acamamento original (S_{NO}).
- uma foliação (S_{N2}) plano axial das dobras; trata-se de um bandamento com faixas quartzo-feldspáticas e ferromagnesianas alternadas. O bandamento gnáissico S_{N2} possui, nos flancos da dobra, a mesma direção do bandamento metamórfico S_{N1} . Estas duas foliações são semelhantes, porém a denominada S_{N2} apresenta uma diferenciação litológica mais importante e com bandas quartzo-feldspáticas mais espessas que as de S_{N1} .

A segunda e mais desenvolvida das foliações (S_{N2}), é gerada por transposição ao longo dos flancos das dobras, segundo o modelo proposto por Mason (1978) (fig. 3B). Pudemos observar um desenvolvimento marcante nos flancos das dobras.

Além disso, verifica-se ainda que ao longo dos planos do bandamento metamórfico S_{N2} ocorrem deslocamentos dextrais, parecem estas acenar-se à medida que se aproxima das grandes zonas de transcorrência. Fraturas deslocam essas foliações S_{N2} sinistralmente, indicando tratar-se

de estruturas pós S_{N2} com direções predominantes $N150^{\circ}E$ e $N100^{\circ}E$.

A análise deste afloramento e de outros semelhantes permite re construir a história da deformação do Bloco Norte como a seguinte:

1. Existiu uma "primeira" fase de deformação (F_1), sobre a qual não temos dados. Sabemos apenas que ela deu origem ao bandamento metamórfico denominado (S_{N1}), que é marcante na região.

2. Um outro episódio de deformação (F_2) dobra o bandamento gnáissico (S_{N1}) formando dobras cilíndricas e da classe 1 C de (Ramsay, 1967). Localmente este evento mostra a geração de um novo bandamento gnáissico (S_{N2}) que se torna paralelo a S_{N1} nos flancos das dobras. Em outros locais este mesmo evento (F_2) mostra a ausência de uma nova xistodidade e/ou bandamento.

3. Há indícios de uma deformação (F_3) que conhecemos apenas localmente, trata-se de uma fase até agora, pouco conhecida. Ela foi constatada por uma foliação (S_{N3}), que é uma clivagem de fratura e por deslocamentos sinistrais ao longo de pequenas fraturas NNE.

III - O BLOCO CENTRAL

3.1 - LITOLOGIA E METAMORFISMO

O Bloco Central vem a ser o compartimento tectônico delimitado ao norte pela faixa cataclástica Cubatão e ao sul pela zona de falha Itariri (fig.2). Caracteriza-se por uma litologia muito variada onde predominam os metapelitos, metapsamitos, calco-silicáticas, metabásicas, básicas e rochas granitoides.

Entre as rochas metapelíticas, os filitos e sericita xistos são as predominantes, enquanto que os quartzitos se sobressaem entre as metapsamíticas. Os filitos possuem xistosidade conspícua, que lhe confere uma físsibilidade em planos paralelos caracterizados pelo brilho sedoso. Com põem-se essencialmente de moscovita, sericita e quartzo, com textura lepidoblástica. Os xistos também se constituem em partes importantes no estudo da litologia do Bloco Central. Possuem xistosidade bem desenvolvida e geralmente são constituídos de quartzo, biotita e/ou moscovita, sericita e alguns opacos como grafita, pirita e hematita. A textura que os caracteriza é a lepidoblástica, os grãos de quartzo possuem extinção ondulante sob lâminas cruzadas e normalmente possuem forma achatada e orientação segundo a xistosidade. As rochas calco-silicáticas são constituídas, predominantemente por calcita, quartzo, diopsídio, titanita, zoisita, plagioclásio e hornblenda. Estas estão associadas às rochas básicas, metabásicas e aos bolsões pegmatíticos. As rochas granitoides são de dois tipos: um de composição granodiorítica e outro de composição granítica. O segundo tipo é constituído por microclínio, plagioclásio (oligoclásio - andesina), quartzo, biotita, zoisita, sericita e opacos, como acessórios tem-se calcita, apatita e turmalina. Nos granitoides de composição granodiorítica os minerais predominantes são os plagioclásios (andesina - labradorita), biotita, hornblenda, quartzo, titanita e apatita, como acessórios calcita e epidoto.

Sobre o metamorfismo do Bloco Central podemos tecer as seguintes considerações:

Os estudos de difratometria de raios X, em xistos grafitosos, elaborados por Egydio da Silva et al. (1979) permitiram determinar o grau de cristalinidade da grafita e por sua vez o grau metamórfico sofrido por esses sedimentos. Encontraram temperatura de metamorfismo ao redor de 450-500°C.

O estudo em secções delgadas mostrou dois tipos de associações mineralógicas. Um deles confirma o grau metamórfico encontrado por Egydio da Silva et al. (op.cit.), com associações mineralógicas do tipo tremolita-actinolita, quartzo, calcita, plagioclásio e epidoto, em rochas calco-silicáticas. Um outro compatível com um grau metamórfico baixo, onde predominam minerais do tipo biotita, moscovita, clorita e epidoto, em rochas metapelíticas.

Uma possível explicação para o metamorfismo de grau médio (anfíbólico), é que talvez ele seja decorrente da influência de granitos, principalmente granitos sintectônicos os quais desenvolveram um tipo de metamorfismo de contato, porquanto nos grafita xistos temos minerais como a chiastolita.

Devemos também levar em consideração a dificuldade de encontrar associações mineralógicas características devido ao alto grau de intemperismo que se encontram essas rochas.

3.2 - GEOLOGIA ESTRUTURAL

A ênfase ao estudo da geologia estrutural foi dada ao Bloco Central, pois nesse compartimento tectônico encontramos grandes quantidades de metassedimentos pelíticos e, psamíticos sobre os quais realizamos estudos mais aprofundados a respeito de sua geometria.

Pudemos distinguir três fases principais de deformação. A fase principal, isto é, a dominante na região é a segunda fase de deformação. Esta fase é caracterizada pela presença de dobras do tipo "flexural-slip" e do tipo "chevron". O diagrama C da figura 4 refere-se aos polos de planos axiais e aos eixos das dobras desta segunda fase. As superfícies axiais possuem uma direção E-W e são, em sua maioria, verticais; os eixos possuem, evidentemente, a mesma direção dos planos axiais, com mergulhos que variam de 30 a 75 graus para oeste.

Para as proximidades de Juquiã construímos o diagrama D da figura 4 onde foram plotados os polos das superfícies axiais e os dos eixos de dobras mesoscópicas. Trata-se de um diagrama interessante por mostrar as superfícies S_2 com mergulhos variáveis ora para noroeste ora para sudeste, além do fato de seus respectivos eixos possuírem dois máximos; talvez se trate da evidência de uma terceira fase de deformação, fase esta bastante suave, com dobramento de S_2 .

Sobre a segunda fase de dobramento pudemos concluir que ela é caracterizada por dobrar uma superfície S_1 (xistosidade), com dobras do tipo "flexural-slip", com o desenvolvimento de dobras em "chevron" e de uma clivagem do tipo crenulação ("stran-slip-cleavage").

Nos trabalhos de campos distinguimos uma diferenciação litológica em bandas, a qual constatamos tratar-se do acamamento original. Foi possível, somente através do estudo em secções delgadas, verificarmos que a primeira fase de dobramento consiste de dobras isoclinais onde se observa S_0 paralelo a S_1 , nos flancos das dobras, e S_0 perpendicular a S_1 nos ápices, como mostrado na figura 3C.

O estudo sistemático das feições estruturais permitiu-nos a elaboração dos diagramas da figura 4. O diagrama A refere-se a 100 polos de xistosidade (S_1/S_0), esta foliação apresenta uma direção preferencial N70E com mergulhos de 70° a 80° tanto para SE como para NW.

Referimo-nos, em parágrafos anteriores, a importância das grandes falhas transcorrentes na compartimentação tectônica da região sendo assim, o diagrama B da figura 4 refere-se à foliação cataclástica. Observamos a grande similaridade entre os diagramas A e B. A semelhança entre eles pode significar: 1º) as grandes falhas transcorrentes estariam relacionadas com a primeira fase de deformação (F_1) ou 2º) a foliação S_1 seria um plano de fraqueza que foi usado para o desenvolvimento das falhas transcorrentes, pois a direção da foliação cataclástica é aproximadamente a direção da fase 2.

Nos filitos grafitosos nos foi possível observar estruturas relacionadas a um terceiro evento de deformação e este se caracteriza por apresentar-se de diferentes maneiras em afloramentos distintos. Portanto não nos é fácil fazer uma cronologia em relação a elas, pois sabemos apenas que são posteriores à fase 2.

A figura 3D refere-se a um croqui de afloramento onde a deformação pós- F_2 se apresenta através de deslizamentos "normais" ao longo de S_1/S_0 , ocasionando o dobramento de S_2 . No diagrama D da figura 4 observamos um basculamento suave dos eixos das dobras da fase 2, seria este um outro tipo de manifestação de uma fase pós- F_2 . Temos ainda o desenvolvimento de fraturas sinistrais que deslocam a foliação S_2 . Verificamos a complexidade em se relatar sobre uma terceira fase de deformação, pois temos diferentes manifestações desta fase, portanto, resolvemos denominá-la "fases" pós- F_2 .

Em relação aos grandes falhamentos transcorrentes, (Egydio da Silva et al., inédito) realizaram estudos geométricos e cinemáticos e mostraram a importância destas grandes cataclases na conservação preferencial dos metassedimentos dos Grupos Açungui e São Roque ao longo destes corredores de cisalhamento, como por exemplo, o Bloco Central.

CONCLUSÕES

O estudo dos metassedimentos da região de Juquiá e Pedro Barros coloca em evidência a importância das falhas transcorrentes, com deslocamentos horizontais importantes, levando a justaposição, blocos de natureza e idades diferentes: o Bloco Sul representa, provavelmente, um resto do embasamento transamazônico afetado pela orogênese brasileira. O Bloco Central é constituído pela cobertura brasileira epizonal, granitizado, e o Bloco Norte constituído pelos gnaisses mesozonais que representariam uma cobertura afetada por um metamorfismo mais forte; a passagem entre a cobertura epizonal e mesozonal faz-se através de uma grande falha, a de Cubatão. Os rejeitos verticais são também localmente importantes, permitindo a preservação de relíquias da cobertura no seio destes corredores que funcionariam como "grabens".

O estudo das deformações que afetaram os Blocos Norte e Central nos permitiram reconstruir a evolução estrutural desta porção da faixa Ribeira. Devido às incertezas na compreensão do padrão estrutural entre os blocos, decidimos pela formulação de duas hipóteses:

A) Hipótese I

O episódio formador das dobras isoclinais constituiu-se em um evento de âmbito regional dos mais relevantes, porquanto, à esta fase poderiam estar relacionados o surgimento dos grandes falhamentos transcorrentes, que seriam decorrentes de uma "exageração" do processo de transposição referentes a estes dobramentos. Esta fase se constituiria na primeira para o Bloco Central (F_1) e talvez na segunda para o Bloco Norte, figura 5. O metamorfismo associado à primeira fase de deformação do Bloco Central seria do grau médio, fácies anfíbolito.

Sobre a primeira fase de deformação do Bloco Norte sabemos apenas que gerou o bandamento metamórfico, desconhecemos seu estilo e sua origem. A esta fase supõe-se associado um metamorfismo de grau alto, gerador da paragénese mineral do tipo cordierita, sillimanita e feldspato potássico.

No Bloco Central a segunda fase de deformação (F_2) foi marcante em toda a região. Este evento está caracterizado pelo desenvolvimento de dobras do tipo "flexural-slip", dobras em "chevron" e pelo desenvolvimento de uma clivagem do tipo "strain-slip" secundário. A esta fase estaria associado um metamorfismo de grau baixo.

B) Hipótese II

Na segunda hipótese correlacionamos a primeira fase de deformação do Bloco Norte com o surgimento de dobras isoclinais no Bloco Central, sendo que no Bloco Norte o metamorfismo seria de grau alto e no Bloco Central seria do fácies xistos-verdes a anfíbolito baixo. Teríamos um único metamorfismo com intensidade variável. Para estes dois compartimentos tectônicos a segunda fase de dobramento gerou dobras do tipo "flexural-slip" além do desenvolvimento de uma clivagem do tipo "strain-slip", que por transposição teria dado origem às grandes falhas transcorrentes. Esta hipótese está em acordo com as interpretações propostas para a faixa Ribeira por Hasui et al. (1976) (Fig.5).

Qualquer que seja a hipótese aceita, o importante é distinguir dois tipos de gnaisses nesta porção da faixa Ribeira:

- paragnaisses com associação do tipo sillimanita-cordierita que apresentam uma foliação gnáissica regular e
- ortognaisses mais ou menos migmatizados com composição média granodiorítica e com enclaves de metassedimentos.

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F.F.M. de; AMARAL, G.; CORDANI, U.G. e KAWASHITA, K. - 1973 - The Precambrian Evolution of the South American Cratonic margin South of the Amazon River. In: The Ocean basins and margins. New York Plenum Publ., v. 1, p. 411-446.

- ARTHAUD, F. - 1969 - Méthode de détermination graphique des directions d'allongement, de raccourcissement et intermédiaire d'une population de failles. Bull. Soc.Geol.France (7), 11, p. 729-737.
- COUTINHO, J.M.V. - 1972 - Petrologia do Pré-Cambriano em São Paulo e arredores. Bol. O.G.A., nº 3, p. 5-99, Inst.Geoc. USP.
- EGYDIO DA SILVA, M.; DIAS NETO, C.M. e FELITTI FILHO, W. - 1979 - Ocorrência de xistos grafitosos na região de Miracatu e Sete Barras, Estado de São Paulo. II Simpósio Regional de Geologia, Rio Claro, Atas, vol.1.
- EGYDIO DA SILVA, M. - 1981 - Análise Estrutural das Faixas Ectiníticas associadas ao Falhamento de Cubatão entre as regiões de Juquiã e Pedro Barros, Estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado, IGUSP.
- EGYDIO DA SILVA, M.; SADOWSKI, G.R.; TROMPETTE, R.R. - inédito - Modelo geométrico e cinemático para os falhamentos de idade Brasileira da faixa de dobramento Ribeira - Estado de São Paulo - Brasil - enviado ao 5º Congr.Latinoamericano de Geologia, Buenos Aires.
- HASUI, Y. - 1973 - Tectônica da área das Folhas de São Roque e Pilar do Sul. Tese de Livre-Docência, IGUSP.
- HASUI, Y. e SADOWSKI, G.R. - 1976 - Evolução geológica do Pré-Cambriano na região sudeste do Estado de São Paulo. Rev.Bras.Geoc., v.6, nº 3.
- MASON, R. - 1978 - Petrology of the metamorphic rocks. G.Allen e Unwin/London.
- MUYASHIRO, A. - 1961 - Evolution of metamorphic Belts. Jour.Petrol.2(3): 277-311.
- RAMSAT, J.G. - 1967 - Folding and fracturing of rocks. McGraw Hill Co.
- RIEDEL, W. - 1929 - Zur mechanik geologischer - Brucherscheinungen - Zentralblatt Min.Geol. Pol. - Abt. B. 354-369.
- SADOWSKI, G.R. - 1974 - Tectônica do complexo migmatítico da Serra de Cubatão. In: Congr.Bras.Geol., 28, Porto Alegre, Bol.Esp. nº 1, p. 557-561.
- VIALON, P.; RUHLAND, M. e GROLIER, J. - 1976 - Elements de Tectonique Analytique 1a. ed. - Ed. Masson, Paris.
- WINKLER, H.G.F. - 1976 - Petrogenesis of metamorphic rocks - 4a. ed. Springer Verlag.

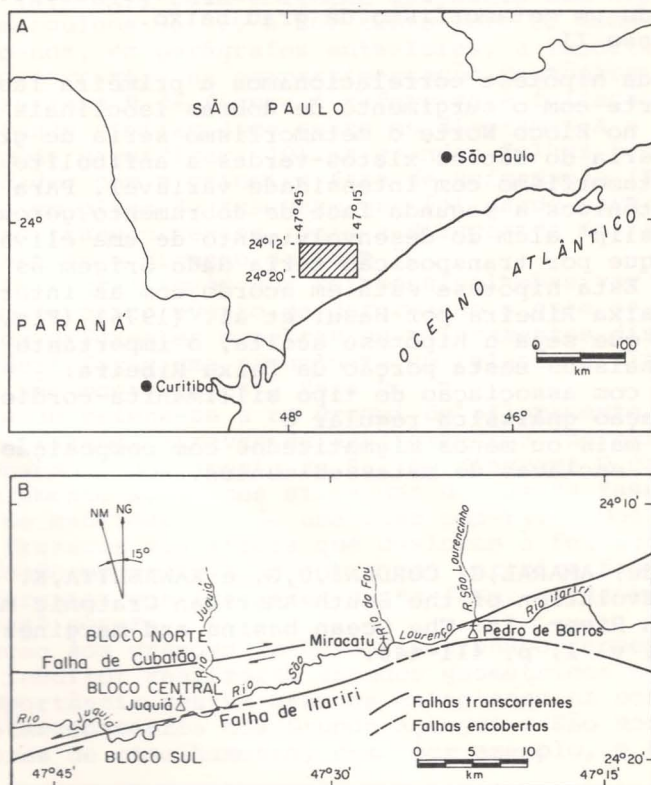


Fig.1- A- LOCALIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA.
B- COMPARTIMENTAÇÃO TECTÔNICA DA ÁREA.

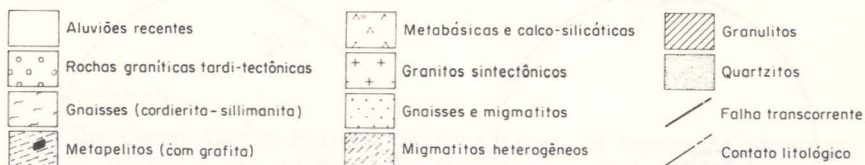
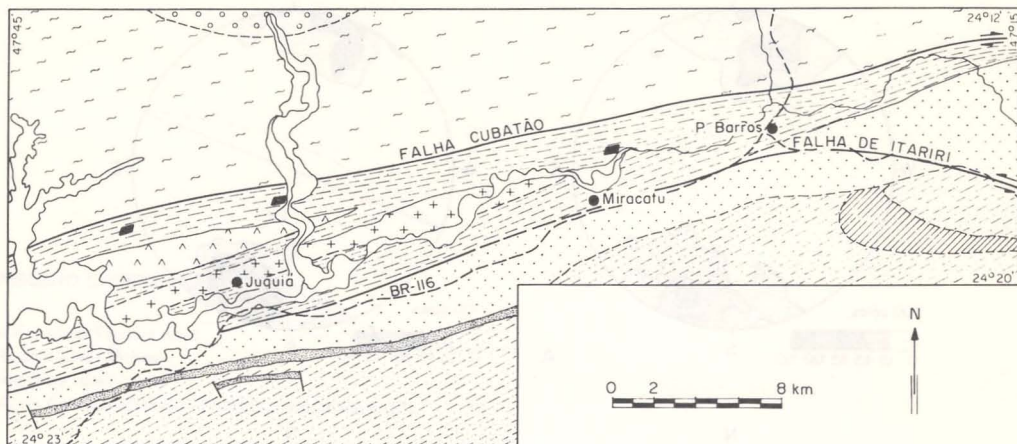


Fig. 2- MAPA GEOLÓGICO ESQUEMÁTICO, PEDRO BARROS, MIRACATU E JUQUIÁ (modificado de Egydio da Silva- 1981)

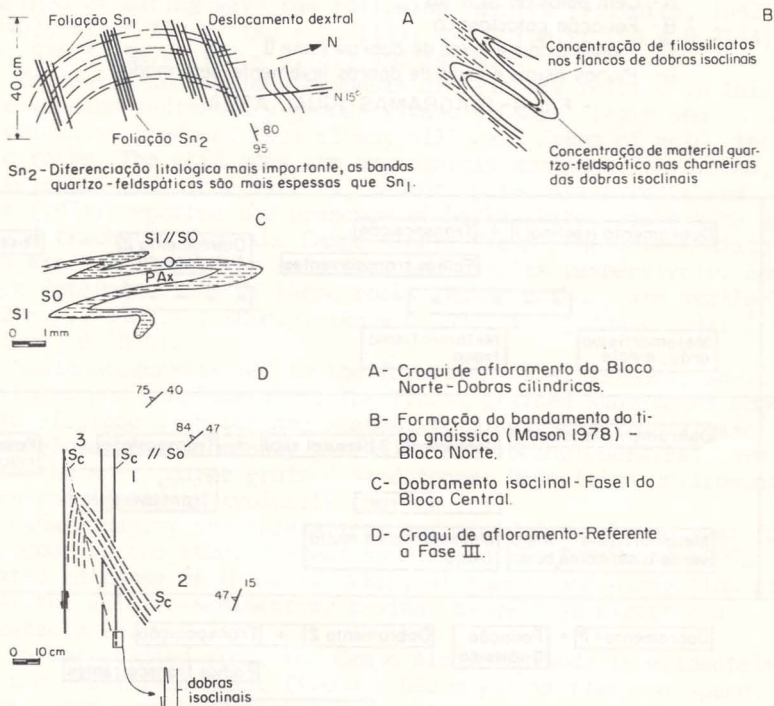
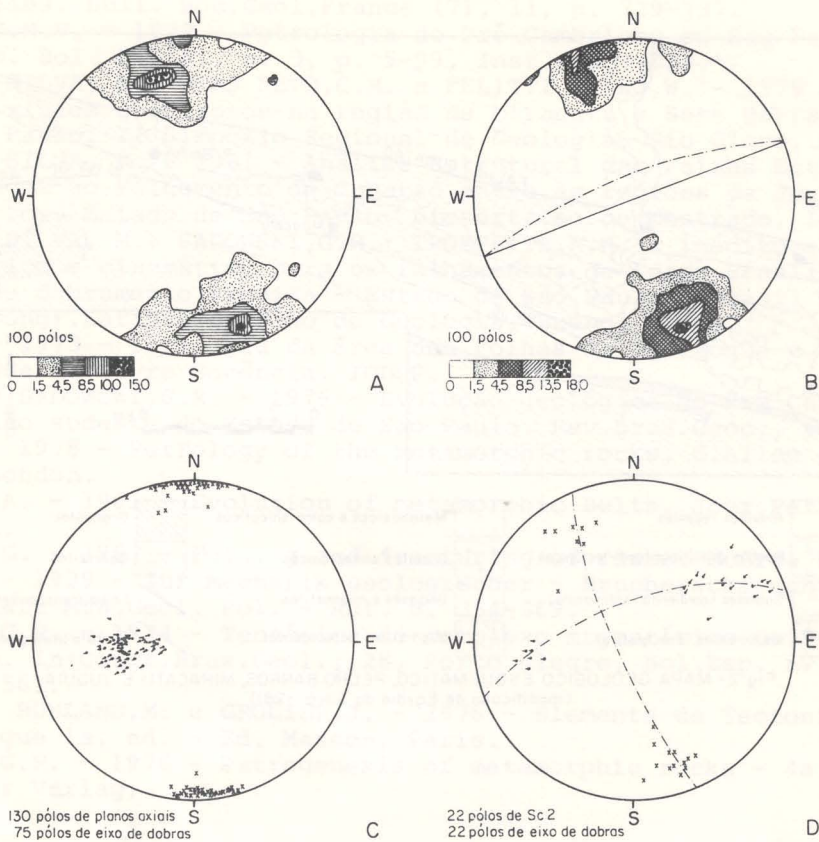


Fig. 3- DEFORMAÇÕES OBSERVADAS NO BLOCO CENTRAL E BLOCO NORTE.



- A- Cem pólos de $S_1 // S_0$
- B- Foliação cataclástica
- C- Planos axiais e eixos de dobras. Fase II
- D- Planos axiais e eixos de dobras levemente deformados

Fig. 4- DIAGRAMAS IGUAL ÁREA

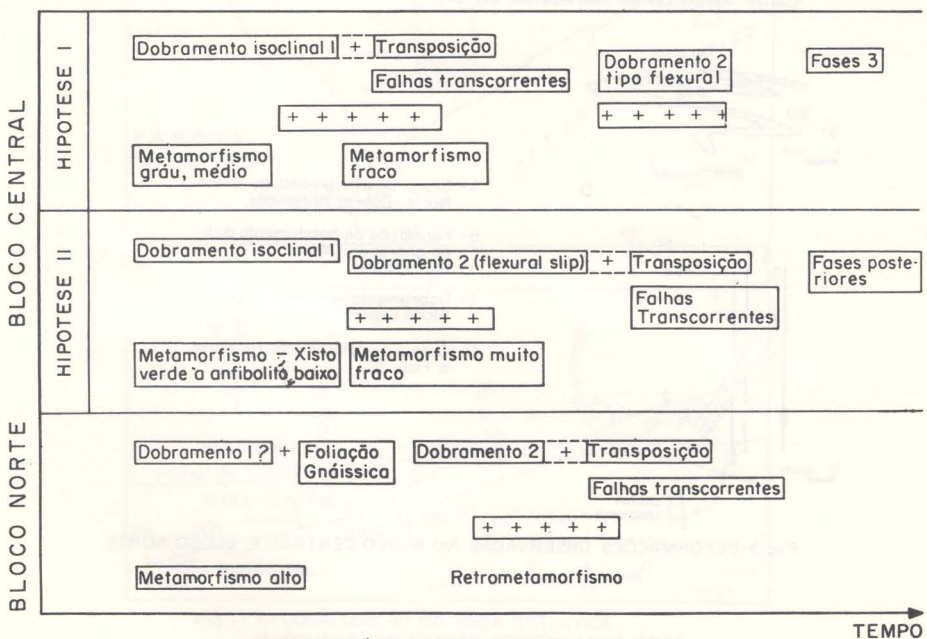


Fig.5-QUADRO DE SÍNTESE SOBRE A REGIÃO ESTUDADA.