3

GEOLOGIA ESTRUTURAL/TECTÔNICA

3.1 Domínios Tectono-Estruturais

Foram caracterizados seis domínios tectono-estruturais na área: A – Fragmento Cratônico/Núcleo Antigo, representado pelas rochas do Complexo Rio Apa; B – Cinturão Móvel Alto Tererê, de baixo a médio grau metamórfico, formado pelas rochas da Associação Metamórfica do Alto Tererê; C – Suíte Plutono-Vulcânica Ácida Amoguijá, a qual é representada pelas vulcânicas Serra da Bocaina e intrusivas Alumiador; D – Seqüências de Coberturas Plataformais, representadas pelos grupos Jacadigo e Corumbá, e pela Formação Coímbra; E – Suíte Plutono-Vulcânica Alcalina, correspondente às alcalinas Fecho dos Morros, e F – Seqüências de Coberturas Superficiais, representadas pelas formações Pantanal e Xaraiés, além dos depósitos coluvionares, eluvionares e aluviões recentes (figura 3.1).

A – Fragmento Cratônico/Núcleo Antigo

Está representado pelo Complexo Rio Apa, que forma o substrato cristalino das demais unidades e provavelmente faz parte de um núcleo antigo, a sul do Cráton Amazônico.

Este domínio acha-se caracterizado por uma tectônica dúctil-rúptil de baixo a médio ângulo, expressa através de zonas de cisalhamentos contracionais com componente oblíqua, marcadas por faixas miloníticas com espessuras hectométricas a quilométricas. Exibe foliação milonítica com direção submeridiana a NE/SW com mergulhos oscilando de 20 a 60 /SE, como pode-se observar nas regiões da Serra Esperança (Folha Porto Murtinho), borda leste do *Graben* da Lajinha, sul da morraria do Rabichão e entre as morrarias do Urucum e Santa Cruz, situadas na Folha Corumbá.

B – Cinturão Móvel Alto Tererê

Este domínio corresponde à Associação Metamórfica do Alto Tererê, de Corrêa *et al*. (1976). Situa-se na porção sudeste/leste da área mapeada, formando pequenas elevações que se destacam na planície pantaneira. Entretanto, de modo geral, as rochas dessa seqüência formam terras baixas.

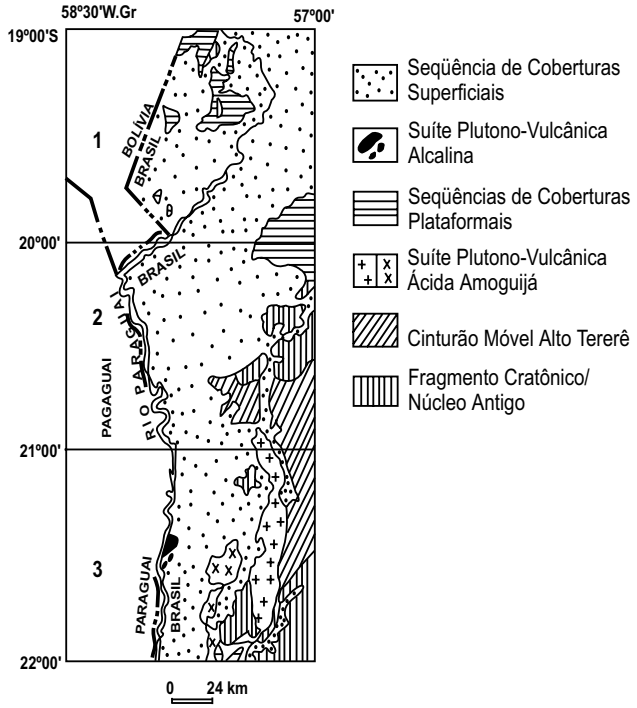
No âmbito das supracrustais da Associação Metamórfica do Alto Tererê, observam-se vênulas de quartzo leitoso, contidas em granada-quartzo-moscovita xistos com níveis de quartzito, dispostas em

forma sigmoidal, cuja assimetria indica um transporte de massa de sudeste para noroeste, evidenciado por uma foliação de transposição milonítica S_2 = N50 E/45 SE, em meio a uma deformação tangencial dúctil-rúptil.

É caracterizado por uma estrutura transpressional, onde fragmentos cratônicos (Complexo Rio Apa) acham-se projetados para oeste, através de megazona transcorrente oblíqua de direção NE-SW, sobre as rochas desse cinturão. Estas, por sua vez, também são empurradas na mesma direção através de outra megazona de cisalhamento, de direção aproximada submeridiana, com inflexão para NNW-SSE, sobre as rochas da Suíte Plutono-Vulcânica Amoguijá.

C – Suíte Plutono-Vulcânica Ácida Amoguijá

É caracterizada pelas rochas extrusivas Serra da Bocaina e intrusivas ácidas Alumiador, com pouco ou sem metamorfismo, dispondo-se numa faixa alongada na direção N-S. Seus litótipos foram submetidos a uma forte cataclase, com formação de uma foliação subvertical de direção NNE-SSW.



1 - CORUMBÁ; 2 - ALDEIA TOMÁZIA; 3 - PORTO MURTINHO

Figura 3.1 – Domínios tectono-estruturais.

Os litótipos dessa suíte foram afetados por uma deformação não-coaxial dominantemente rúptil que intercepta, indistintamente, as tectônicas transpressional e contracional registradas nos terrenos cratônicos do Complexo Rio Apa e Cinturão Móvel do Alto Tererê. Através das imagens de satélite detectaram-se indícios de sua ação até em sedimentos sub-recentes da Bacia do Pantanal. Admite-se que essas falhas antigas (Proterozóico) foram reativadas sucessivamente até o Cenozóico, com participação decisiva na formação do Chaco Boliviano e da Bacia do Pantanal Sul-Mato-Grossense. Esta tectônica desenvolveu fraturas de tensão (T), vistas em lapili-tufo, com direção predominante N80 W/subvertical. Estas fraturas foram por vezes preenchidas por diques de rochas básicas. Observam-se, também, nas vulcânicas da serra da Bocaina, fraturas conjugadas sintéticas de Riedel (R) com direção N50 W e fraturas de cisalha principal Y = N35 W, que se propagam segundo zonas de falhas transcorrentes sinistrais, de dimensões regionais, bem visíveis em imagem de satélite, atravessando diagonalmente a área estudada. Alguns diques básicos ocorrem intrudidos em granitos pórfiros ou granito-gnáissicos do Complexo Rio Apa, preenchendo fraturas antitéticas de Riedel R' = N70 E, como no córrego do Cabrito próximo à fazenda Marabá.

Em resposta à formação de fratura de tensão (T), pode-se deduzir uma área de encurtamento crustal máximo na direção N80 W, correspondendo à maior componente de compressão – 1 (1) (figura 3.2).

D – Seqüências de Coberturas Plataformais

Compreendem as rochas clástico-carbonáticas e clástico-ferromanganesíferas dos grupos Corumbá e Jacadigo, e a Formação Coimbra, que se distribuem irregularmente por toda área do projeto, concentrando-se principalmente na Folha Corumbá.

A análise de imagem de sensores remotos e cheques de campo mostraram que as feições estruturais impressas nos grupos Jacadigo e Corumbá resultaram de uma tectônica rúptil extensional com larga formação de estruturas tipo *horst/graben*, dispostas segundo falhas normais subverticais orientadas segundo N30 -50 E. Essas estruturas são mais evidentes nos dolomitos, arcóseos e jaspilitos, exibindo, em geral, mergulhos subverticais.

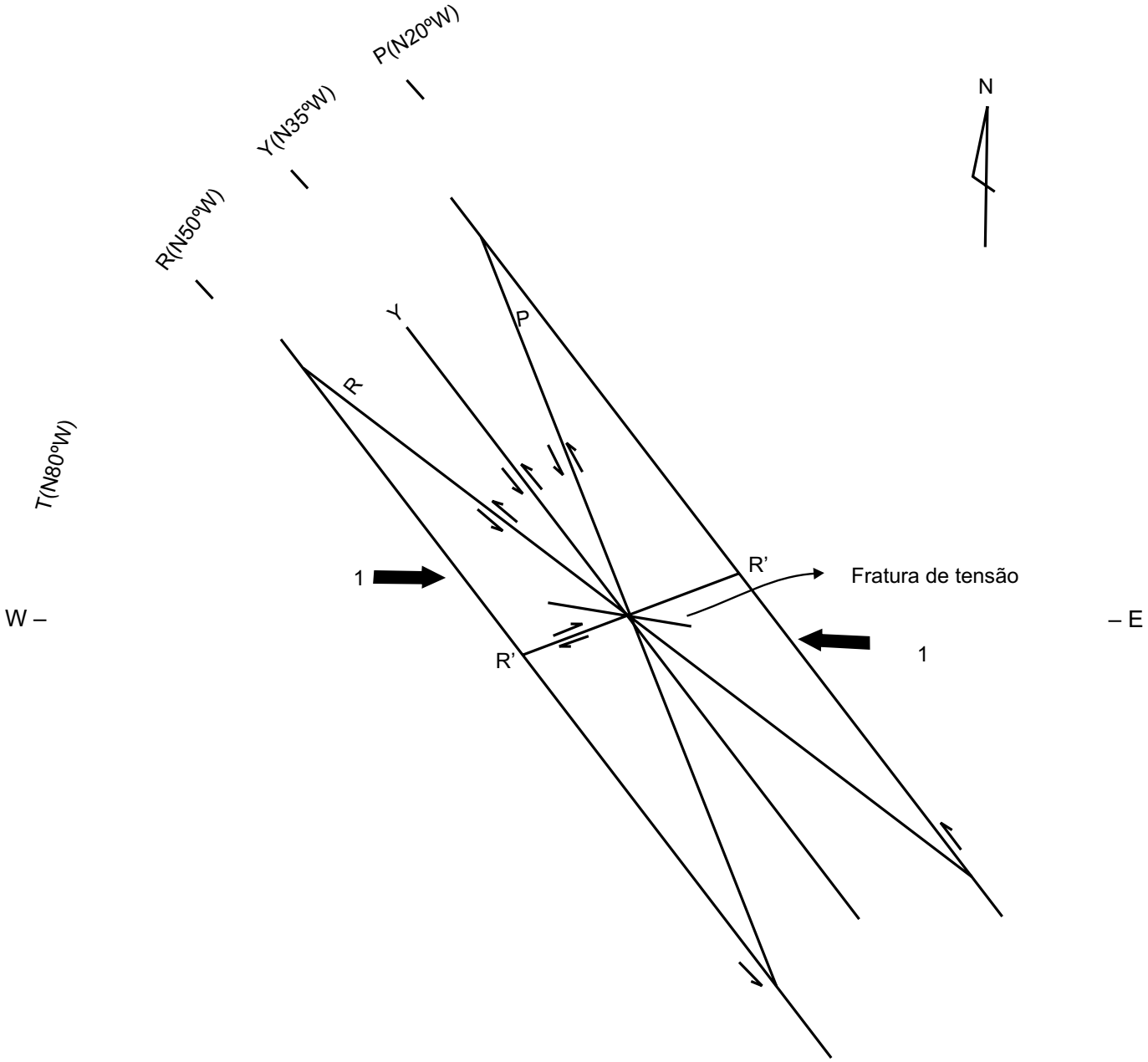


Figura 3.2 – Descontinuidades formadas na deformação não-coaxial rúptil da Suíte Plutono-Vulcânica Ácida Amoguijá, Folha Porto Murtinho. T-fratura de tensão=N80°W; R-fratura de cisalha conjugada sintética de Riedel=N50°W, movimento transcorrente sinistral; Y-fratura de cisalha (a principal da área), onde se desenvolveram falhas de cisalhamento transcorrente sinistral com direção predominante N35°W, nítidas em imagem de satélite; R-fratura conjugada antitética de Riedel = N70°E, pouco representada na área.

Observam-se expressivos alinhamentos estruturais regionais, orientados N45 W, bem documentados em arenitos da Formação Coimbra nos morros Grande, Comprido e São Pedro, na parte sudoeste da área (Folha Corumbá), constituindo a falha transcorrente oblíqua do Forte Coimbra, que é paralela e apresenta movimentos conjugados à falha transcorrente do Porto da Manga. A atuação conjugada dessas falhas transcorrentes propiciou a geração e formação da Bacia Jacadigo e parte da Corumbá, com características tectono-estruturais e deposicionais parecidas às do tipo *pull-apart*. Estas falhas transcorrentes prolongam-se para NW, até atingir a falha da morraria da Insua, onde foram cartografadas por Theodorovicz & Câmara (1991), como zonas transcorrentes com movimentos sinistrais.

Também foram observadas neste domínio, amplas dobras antiformais e sinformais de amplitude quilométrica, com superfície axial vertical, eixo E-W/suborizontal (morraria Jacadigo), eixo N30 E/suborizontal (morraria Urucum) e eixo aproximado N20 E/suborizontal (morraria Santa Cruz), formando, às vezes, pequeno arqueamento voltado para sul, subortogonais às falhas transcorrentes principais (Forte Coimbra e Porto da Manga). Essas dobras foram geradas em razão dos esforços transtensivos que atuaram durante a deposição e fechamento dessa bacia, ocasionando, também, a formação de falhas extensionais normais e com componente oblíqua, com direção predominante N30 E, gerando estruturas em *graben* subortogonais (Lajinha) às falhas transcorrentes principais.

A seguir, serão descritas algumas estruturas mais proeminentes, ligadas a este domínio tectônico, na Folha Corumbá: o Maciço do Urucum e adjacências (morrarias: Urucum, Tromba dos Macacos, Santa Cruz, São Domingos, Grande e Rabichão) foram afetados por um conjunto de falhas normais de direções variando entre N30 E e N50 E. Essas falhas, em geral, acham-se encobertas por depósitos de tálus, sendo que a de maior expressão ocorre no vale do córrego Band'Alta, entre as morrarias do Urucum e Santa Cruz, onde apresenta orientação N50 E, com mergulho subvertical e um rejeito aproximado de 300m.

O conjunto de falhas em forma de "teclado" compartimentou o Maciço do Urucum em blocos, que estão basculados, geralmente com os bordos NE adernados, constatados nas camadas dos grupos Jacadigo e Corumbá, originalmente horizontais a suborizontais, mergulhando com valores variáveis, ora para NW ora para ESE, como foi observado nas morrarias do Urucum e Tromba dos Macacos. As morrarias Rabichão, Santa Cruz, Grande e São Domingos apresentam mergulhos das camadas, em geral baixos, em torno de 10 a 20 , variando de NE para SE. O sistema de falhas do Maciço do Urucum foi também cartografado na parte sul da área (morrarias Sajutá e Pelada).

O *Graben* da Lajinha é balizado por falhas normais, subparalelas, de direção geral N45 E e separadas entre si em torno de 3,5km. A NE, essa estrutura acha-se encoberta pela Formação Pantanal. As falhas do bordo NW do *graben* e da sua parte SE, foram comprovadas durante os trabalhos de campo, sendo que a falha do bordo NW foi interpretada a partir das imagens de sensoriamento remoto, e limita as formações Tamengo e Bocaina.

O Sinclinal da Lajinha localiza-se no interior do *graben* homônimo e tem o seu eixo na direção N45 E com caimento de 5 a 10 para NE. O flanco NW é balizado por falha, onde as camadas de calcário têm atitudes variando entre N30 E/30 SE e N50 E/ 40 SE e o flanco SE é seccionado por uma falha normal, onde as camadas de calcário da Formação Tamengo têm atitudes entre N20 E/70 NW e N10 E/ 80 NW. Na parte basal dessa estrutura, afloram dolomitos da Formação Bocaina.

E – Suíte Plutono-Vulcânica Alcalina

Corresponde às rochas alcalinas de Fecho dos Morros situadas a norte de Porto Murtinho às margens do rio Paraguai, aflorando em pontos isolados, desde a foz do Rio Tarumã até a fazenda Conceição, onde aparecem, em formato circular, nove morros agrupados. Sobressai dentre eles o morro Pão de Açúcar, com 300m acima do nível da planície do pantanal circundante, que encobre, com seus sedimentos, o contato com as verdadeiras encaixantes. O formato circular dos morros, certamente é conseqüência de atividades erosivas e reflexo da própria natureza das intrusões. Admite-se que essas rochas cortaram sedimentos do Grupo Jacadigo, dos quais englobam xenólitos. Um perfil até a meia-encosta do morro Pão de Açúcar mostra rochas maciças extremamente grosseiras na

base, passando a rochas muito finas para o topo. Esse nível grosseiro exibe uma pseudo-estruturação gnáissica, conferida pela orientação pórfiros de feldspatos por movimento de fluxo. São rochas correlacionáveis ao evento alcalino mesozóico, que bordeja a Bacia do Paraná.

F – Seqüências de Coberturas Superficiais

O arcabouço tectono-estrutural original dessas coberturas superficiais é atribuído a um sistema de falhas de direção submeridiana, caracterizado grosseiramente pelo traçado regional do rio Paraguai, como traço marcante da Formação Pantanal. A análise das imagens de satélite tem revelado que grande parte das estruturas registradas nas rochas subjacentes é refletida nos sedimentos que constituem a planície pantaneira. As observações mostram que os rios que drenam a região, como Amoguijá, Tererê, Branco, Aquidabã, Nabileque, Naitaca, São Sebastião, Veado Gordo, Miranda, Negro, Taquari e outros, revelam uma direção preferencial NE-SW e outra W-E, aproximadamente. O rio Paraguai evidencia o perfeito condicionamento de seu traçado à reativação de antigas falhas regionais (proterozóicas), refletidas pela distribuição de sua planície no Pantanal. Seu curso apresenta uma direção NE-SW desde a parte mais setentrional do projeto até próximo da junção das três fronteiras Brasil-Bolívia-Paraguai. A seguir, retoma direção NNW-SSE e depois à direção N-S até o limite sul da área em estudo. Com intervalos menores, essas três direções alternam-se ao longo desses dois percursos, indicativos do controle estrutural nesses sedimentos recentes. Algumas dessas falhas contribuiram na configuração da paleogeografia, como, por exemplo, a falha NE-SW que atravessa parcialmente os vales dos rios Nabileque e Naitaca, e passa pela fazenda Capivara, onde inflete para leste, seguindo a norte do morro Limoeiro, até atingir a Folha Aquidauana, a leste.

Essa falha, de rejeito normal, sugere um abatimento do bloco norte, que limitaria as terras altas, situadas a sul da região pantaneira. Propõe-se para esta falha a denominação de Falha do Naitaca, pelo fato do rio homônimo ter parte de seu curso encaixado em seu alinhamento. Ressalta-se que estas coberturas referem-se, sobretudo, aos sedimentos inconsolidados da Bacia do Pantanal.

Sobre a diversidade de direção dos alinhamentos estruturais, Almeida (1965) já havia detectado esse fato. Antes dele, porém, Eckel (1959) e Putzer (1962) *apud* Almeida (1965) suspeitavam que ao longo do rio Paraguai havia o desenvolvimento paralelo de uma tectônica de falhamentos, que controlava a conformação da Bacia do Pantanal Mato-Grossense.

A panorâmica da região, obtida a partir das imagens de satélite, em que são nítidos esses lineamentos estruturais pré-cambrianos, refletidos no pantanal, provavelmente devido às reativações subseqüentes (neotectônica) de antigas falhas, ou, mesmo, a processos puramente geomorfológicos, constituem um ponto favorável às hipóteses daqueles pesquisadores.

3.2 Discussão dos Modelos

A porção cratônica situada no centro-sul da área objeto deste relatório é admitida como sendo parte integrante da Plataforma do Guaporé, que, segundo Almeida (1965), representa “antiga ortoplataforma". Sua infra-estrutura é composta de rochas gnáissicas, graníticas e anfibolíticas. Alguns corpos graníticos, como o da serra da Alegria, situada na parte sul da Folha Aldeia Tomázia, parecem ter sido posicionados tectonicamente, posto que, estão orientados segundo NNW-SSE, conforme os traços estruturais predominantes, ao passo que em seu prolongamento, na serra do Papagaio, na Folha Porto Murtinho, estão alinhados na direção N-S. Este fato sugere que as regiões sul da Folha Aldeia Tomázia e norte da Folha Porto Murtinho, sofreram a ação de esforços no sentido este-oeste, após a instalação desses corpos, controlados por uma geossutura, que serviu como conduto às rochas vulcânicas ácidas da serra da Bocaina.

O mesmo comportamento tectônico observa-se no corpo granitóide/granodiorítico localizado a noroeste da serra da Alegria, alinhado segundo a direção geral NNW-SSE.

Quanto ao modelo tectônico, Almeida (1967) identificou que o estilo de dobramento verificado regionalmente é holomórfico, marcadamente linear, em que os *trends* são paralelos à borda cratogênica do Cinturão Paraguai-Araguaia, contra o qual houve o transporte de grandes blocos, através de falhas inversas e/ou contracionais, algumas che-

gando a 100km de extensão. A atividade plutônica é manifestada através dos corpos graníticos de caráter tardi-cinemático a anorogênico. Foram constatados processos de alteração hidrotermal associados à milonitização dessas rochas. Essas manifestações tectônicas, contudo, são melhor expostas na folha vizinha, a leste, (Aquidauana), onde se distribuem os sedimentos clástico-carbonáticos da serra da Bodoquena.

Corrêa *et al*. (1976), ao estabelecerem a seqüência evolutiva da região, sustentaram que a leste do "Arco cratogênico do Guaporé/Complexo Rio Apa", houve o desenvolvimento da bacia pelito-psamítica, posteriormente metamorfizada, do Grupo Cuiabá. Esses metamorfitos, não-aflorantes na área do projeto, sofreram a ação de pelo menos três ciclos de esforços, promovendo suas deformações peculiares. Posteriormente, houve a implantação de uma tectônica transtensional, balizada por movimentos transcorrentes oblíquos, que levaram à geração de bacias do tipo *pull-apart* na região de Corumbá e parte oeste da serra da Bodoquena, caracterizada pela deposição das rochas clasto-carbonáticas do Grupo Corumbá e clasto-ferromanganesíferas do Grupo Jacadigo. Para os autores supracitados, no limiar do primeiro ciclo orogênico que dobrou e metamorfizou os sedimentos do Grupo Cuiabá, houve o desenvolvimento de um ambiente de plataforma instável, responsável pela origem dos sedimentos que constituem o Grupo Jacadigo.

Após esta fase, a bacia entra em processo de subsidência, balizada por esforços transtensivos e movimentos transcorrentes que nortearam a deposição dos sedimentos do Grupo Corumbá, inicialmente através dos paraconglomerados da Formação Puga, seguidos dos sedimentos clástico-carbonáticos da Formação Cerradinho, caracterizando regressões e transgressões. Após um longo período de calmaria e estabilidade da bacia, foram depositados os calcários Bocaina. Em seguida, teve início a inversão e alçamento desta bacia com movimentos transtensivos/transpressivos no âmbito das rochas do Grupo Corumbá e Jacadigo, que levou à reativação de falhas transcorrentes oblíquas sinistrais (N45 W) e falhas extensionais, balizando estruturas tipo *graben*. Essas estruturas foram acompanhadas também pela formação de amplas dobras antiformais e sinformais, geradas a partir dos movimentos transcorrentes.

Após um longo hiato não documentado na área em estudo, novos eventos magmáticos voltaram a se manifestar, no Triássico, através das atividades plutono-vulcânicas alcalinas de Fecho dos Morros (Folha Porto Murtinho), que formam um agrupamento de rochas alcalinas, confinadas a suturas tectônicas profundas, semelhantes àquelas que bordejam os sedimentos da Bacia do Paraná. Diversos diques de diabásio são também manifestações desse período. A partir do Cenozóico, movimentos epirogenéticos aliados à reativação tectônica de antigas falhas originadas no Proterozóico, propiciaram a formação da extensa Bacia do Pantanal Mato-Grossense, evoluída em sintonia com a Orogenia Andina.