

CONEXÃO ESTRUTURAL COM A MINERALIZAÇÃO DO EOCENO – OLIGOCENO ENTRE MOLLEBAMBA E SANTO DOMINGO REGIÃO DE APURIMAC, SUL DO PERU

Mamani, H.R.M 1; Simões, L.S.A. 2

¹Pós-Graduação em Geología Regional - Universidade Estadual Paulista e: rubenphd13@gmail.com; ²Departamento de Petrologia e Metalogenia Universidade Estadual Paulista – IGCE e:lsimoes@rc.unesp.br

INTRODUÇÃO

Os estudos foram feitos nos laboratorios da Universidade Estadual Paulista (UNESP) Campus de Ríó Claro São Paulo - Brasil; com a finalidade de obter o título do Mestre em Geociências. A área de estudo se localiza nos Andes Centrais, ao sul da Deflexão de Abancay, Perú, inserida na faixa metalogenética do batólito de Andahuaylas-Yauri, que hospeda depósitos do tipo pórfiro-skarn de Fe-(Cu-Au) e depósitos filoneanos de Au. Os trabalhos foram baseados sobre os trabalhos iniciais do Pecho (1981) adicionalmente apresenta através de mapeamento geológico feições estruturais detalhados em cinco setores.

Além disso, Os dados de medidas de falhas com estrias foram avaliados em diagramas estereográficos com o uso do software Faultkin (Allmendiger, 2014) que fornece os eixos de deformação modelada $s1$, $s2$, $s3$; entretanto o trabalho são apresentados nos diagramas estereográficos diretamente os eixos referentes ao paleoesforço correspondendo a σ_1 , σ_2 , σ_3 Ramsey (1987). Por outro lado com a finalidade de fazer uma classificação e determinar a relação temporal foram identificadas as falhas em função ao critério de (Robert e Poulsen, 2001). Foi dada maior ênfase às falhas associadas com o estágio sin-mineralização.

Nosso objetivo foi realizar investigação estrutural através de levantamento estrutural em cinco áreas-chave, com ocorrências de mineralização dentro do intervalo Eoceno Médio – Oligoceno Inferior, e discutir as relações dos padrões estruturais dessas áreas no contexto dos traços estruturais regionais.

GEOLOGIA ESTRUTURAL

Sequências clásticas e carbonatadas de idade Mesozóica são intrudidas por plutons e *stocks* de monzonito e granodiorito do batólito de Andahuaylas - Yauri, e são sobrepostas por rochas vulcânicas do Grupo Tacaza e Barroso oligomiocênicas relacionadas com mineralização auroargentífera na porção sudeste da região.

A atitude geral das camadas na área indica uma superfície de envoltória com mergulhos de, aproximadamente, 25° para sudeste (Fig. 1). Assim, apesar das dobras, percebe-se que a distribuição geral das camadas mesozóicas indica que a superfície envoltória das dobra possui direção aproximadamente NE com mergulhos suaves para SE. Entre essas dobras, se destaca a estrutura Anticlinal Chapi Chapi, com plano axial WNW e eixo com caimento suave para ESE. Na porção central, próximo de Huaychulo, ocorrem dobras também suaves, com plano axial de direção N-S, vertical e linhas de charneira subhorizontais, caracterizando encurtamento E-W.

O evento tectônico e responsável pela formação dessas dobras pré-intrusão, associados a rochas do batólito de Andahuaylas-Yauri entre 45 - 42 Ma, além disso, existem falhas que afetam os anticlinais, mas não atravessam as rochas intrusivas (Fig. 1). A Falha transcorrente Mollebamba é uma das estruturas de maior destaque na área, apresentando direção geral NW e cinemática sinistral, evidenciada pelo deslocamento da sequência mesozoica, indicando deslocamento de aproximadamente 10 km (Pecho, 1981).

Outra feição de importância é o batólito de Andahuaylas-Yauri predominantemente constituído por granodiorito de granulação média, associado a uma inversão tectônica Roperch et al. (2006) faz uma relação da intrusão com falhas inversas de componente sinistral.

Por sua vez, pequenas intrusões são concomitantes com o alojamento do batólito de Andahuaylas-Yauri, associadas ao segundo estágio de intrusão, de acordo com Perello et al. (2003). Nos setores estudados em mapas de detalhe (Fig.1), ocorrem *stocks* intrusivos de composição diorítica e tonalítica, associados a esse segundo estágio de intrusão, que localmente geram metamorfismo de contato (Fig. 1). Estudo de Sanchez (1995) no setor Chama registra orientação das camadas de calcário com

N60E/25NW que corresponde a Formação Ferrobamba do Cretáceo Médio, além disso, Carpio (1997) registra orientação N40W/20NE das camadas no setor Huaychulo. Este trabalho define uma orientação completa em varias direções para a zona central e mais diferenciada com a presença de sucessões de dobras (Fig. 1).

- 1) No mapa geológico (Fig. 1) observa um comprimento na zona central que perturba duas camadas com inclinações sub-horizontais. De forma geral na área de estudo as sequências sedimentares na zona central apresentam atitudes preferenciais das camadas N30W/30SW para a porção nordeste e de direção S70E/30NE para a porção sudeste. Numa escala regional a análise das medidas em conjunto sugere um mergulho geral das camadas de 30° para sudeste.
- 2) As sequências sedimentares do Cretáceo médio são subjacentes discordantemente a rochas vulcânicas do Grupo Tacaza do Oligoceno e Barroso do Mioceno, as orientações das rochas vulcânicas, tem atitude geral N60W/20SW e são sub-horizontais.

Analisando a estratificação primaria sobre as atitudes sugerem uma estrutura sinformal ao sudeste entre a falha Mollebamba e o flanco sul do Anticlinal Chapi Chapi (Fig. 2), truncado pela falha Mollebamba.

ANÁLISE ESTRUTURAL

Mostra os resultados de estudo do quadro geológico regional aliado à análise do padrão estrutural de cinco setores onde ocorrem mineralizações, distribuídos ao longo da área na fig. 2. 1) no setor Chama, o corpo tonalítico na direção N45E/70NW gera corpos silicificados em uma extensão σ_3 (253/71) definido por 16 dados de medidas de falhas mesoscópicas com estrias. 2) no setor Cocorpiña, a falha Pisco com direção N45°E e mergulho íngreme, controla o alojamento de um pórfiro dacítico com mineralização do cobre. Os registros de estrias de 13 medidas em falhas e a análise cinemática σ_3 (256/69), sugerem uma fase compressiva. 3) no setor Huaychulo, uma falha sinistral de atitude N10E/60SE controla o corpo mineralizado, sendo caracterizada por σ_3 (247/63), indicando sistema compressivo NW. 4) no Setor Mollebamba, identifica-se σ_3 (59/76) atitude N60W/65SW e desloca sinistralmente calcários e arenitos das Formações Soraya, Mara e Ferrobamba do Cretáceo Médio, e apresenta intrusões de granodiorito que aloja hipoabissais com mineralizações do cobre de 29.17 Ma 5) no setor Santo Domingo, rochas daciticas do mioceno alojam um sistema de falhas com veios de quartzo e ouro de atitude N45E/65NW. A análise de 28 medidas de falhas com estrias evidencia σ_1 (149/82), que pode admitir possíveis reativações nas falhas sin-mineralização. O trabalho propõe que o traço da falha Mollebamba delimita o alojamento magmático do Batólito de Andahuaylas-Yauri e provavelmente o hidrotermalismo durante o Intervalo Eoceno médio a Oligoceno Inferior (~42-38 Ma) ao sul da região.

DISCUSÃO e CONCLUSÕES

Os resultados em relação a os tensores para o estágio sin-mineralização para os setores Chama σ_3 (253/71), Cocorpiña σ_3 (256/69), σ_3 e associado a intrusões e Santo Domingo σ_1 (149/82) Fig. 2, apresentam o Sigma1 na vertical definindo um eixo de extensão NW. Entretanto os campos de esforços das mineralizações do setor Mollebamba σ_3 (59/76) e Huaychulo σ_3 (247/63), apresentam esforço σ_3 na vertical definindo um eixo de encurtamento para NW, indicando mineralizações associadas com corpos intrusivos controladas com falhas reversas com componentes de movimentações sinistrais.

A partir das falhas veios estudadas no setor santo domingo, definindo um regime de esforço de extensão para NW decorrente da falha mollebamba com deslocamento sinistral Pecho (1981). Pode se sugerir que σ_1 (149/82) e associada durante a formação da mineralização no plano σ_1 - σ_2 em na direção NE. Além disso, o paleoesforço σ_1 e σ_3 na vertical sugerem uma reativação durante o estágio sin-mineralização (Fig. 2). Tal estruturação e sua cinemática permitem caracterizar melhor o evento sin-mineralização relacionado com o segundo estágio da intrusão do batólito de Andahuaylas - Yauri, e o posicionamento proposto do campo de tensão atual (eoceno-oligoceno) apresenta a tensão principal σ_2 para estrutura de primeiro ordem na direção Andina NW de Falha Mollebamba (ZFM), e σ_3 para falhas menores NE associado ao encurtamento com vergência para NE. O resultado da compressão, e da propagação das falhas geram dois sistemas de dobras, o primeiro corresponde a compressão NE e o

segundo está associado ao resultado da subducção das placas que geraria compressão de W para E (Fig. 1).

A partir das feições descritas para no setor Mollebamba e Santo Domingo Fig. 2, tanto as movimentações mencionadas no (item 5.4) e a orientação geométrica das falhas menores que controlam os veios que são propiciadas pelo traço da falha Mollebamba que as delimitam, interprete-se a *conexão* com as mineralizações (exemplo setor Santo Domingo). Porém nós propusemos que o Máximo encurtamento NE associado a alta pressão em na crosta que produz a partir da propagação das falhas NW, constituindo estruturas inversas Vicente et al. (1989) reativadas provavelmente durante a orogênese Inca [WEISE, 2006, p. 4], relacionado à direção NW-SE, este comportamento pode causar uma descompensação gerando estruturas transandinas de direção N-S e NE, observa-se na Fig. 1

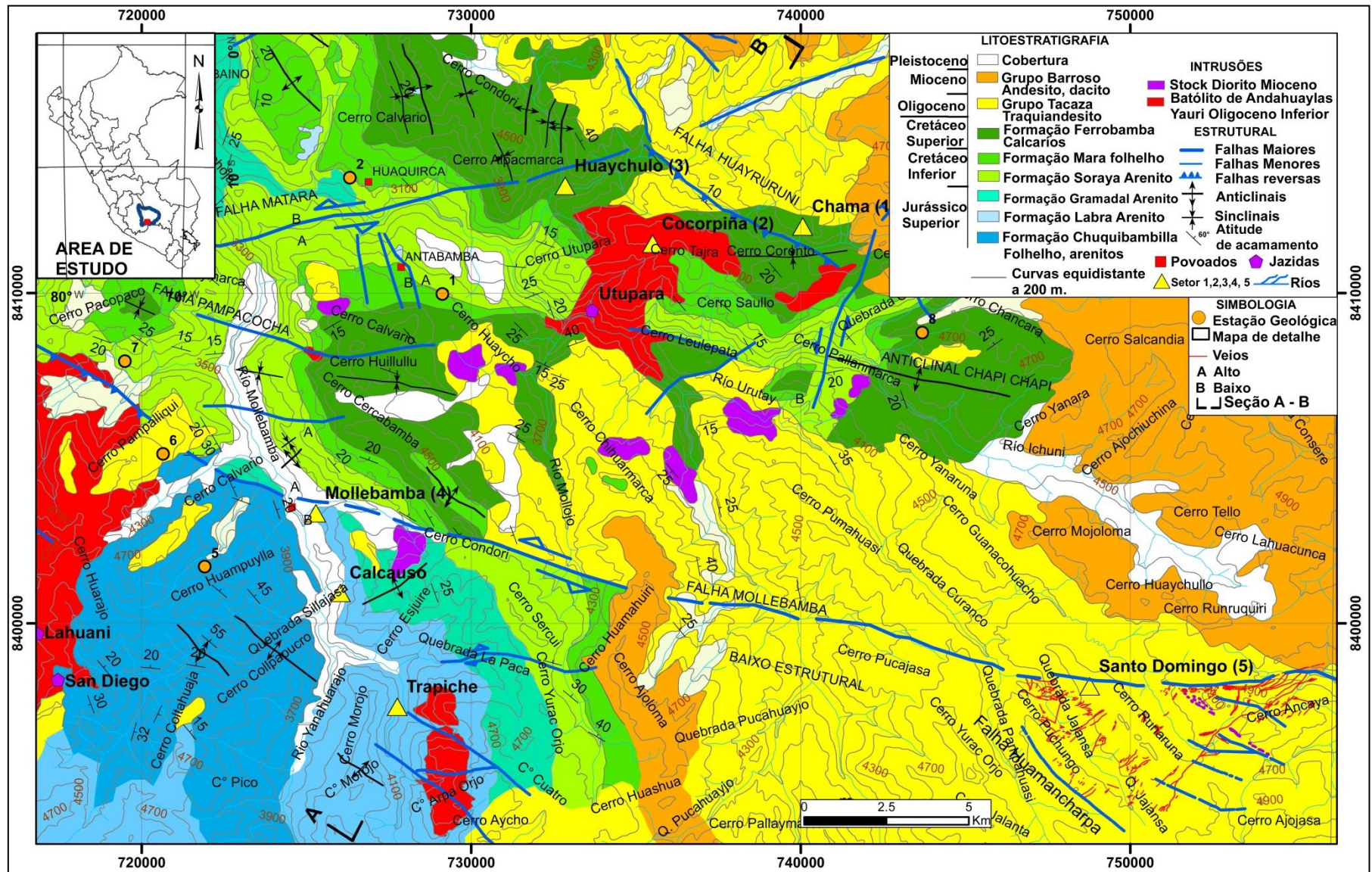
As estruturas mineralizadas do setor Santo Domingo, foram incorporados na Fig. 1, a partir da relação geométrica de seus mineralizações pode-se interpretar certa conexão hidrotermal que pode continuar uma projeção ao longo do ZFM, análise geométrico de Blenkinsop (2008) que evidencia abertura para corpos porfíricos Cu. Isso indicaria que a sul da ZFM entraríamos em outra época de atividade tectono-magmática suprajacente sobre um embasamento rígido de sequências sedimentares do Jurássico Superior e Cretáceo Inferior Grupo Yura (Sempere et al., 2002), nós propomos que a Zona (ZFM) teve uma atividade tectônica concomitante que controlou e limitou a atividade magmática hidrotermal entre o Eoceno médio e Oligoceno Inferior, evidenciando uma zona de debilidade estrutural cortical que é associado ao alojamento do batólito de Andahuaylas - Yauri para sudeste (Fig. 2).

AGRADECIMENTO

Meu agradecimento a meu amigo e Professor Dr. Luiz Simões e aos professores do Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP, durante o trabalho da Dissertação.

REFERENCIAS

1. Allmendinger, R. (2014) Structural Geology Algorithms, Programa da análise cinemática das falhas com tensores Faultkin 7, USA, Cornell University.
2. Blenkinsop, T.G. (2008) Relationships between faults extension fractures and veins and stress, Journal of structural Geology, v.30, p. 622 – 632.
3. Bustamante, A. (2008) Geocronología, Petrografía, Alteraciones e Isótopos de Pb y Sr del Complejo Porfírico (Cu-Au) Utupara-Aplicaciones a la Exploración Minera Bustamante A. 2008. 126 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Minerais) RED DESIR, Lima.
4. Carpio, A. R. (1997) Estudio Geológico, Mineralización y Alteraciones del Prospecto Huaychulo Huaquirca-Apurímac. 1997. 50 p. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação em Engenharia Geológica) - Universidade Nacional San Agustín, Arequipa.
5. Perello, J.; Carlotto, V.; Zarate, A.; Ramos, P.; Posso, H.; Neyra, C; Caballero, A.; Fuster, N.; Muhr, R. (2003) Porphyry-Style Alteration and Mineralization of the Middle Eocene to Early Oligocene Andahuaylas-Yauri Belt, Cuzco Region, Peru. Economic Geology, v. 98, p. 1575-1605.
6. Pecho, V. (1981) Estudio Geológico del Cuadrángulo de Chalhuanca, Antabamba y Santo Tomas, Lima. INGEMMET. Carta Geologica Nacional, Bol. 35. Serie A. 95 p.
7. Robert, F.; Poulsen, K.H. (2001) Vein Formation and Deformation in Greenstone Gold Deposits. Society of Economic Geology, v.14, p. 111-155.
8. Ropérch et al. (2006) Counterclockwise rotation of late Eocene-Oligocene fore-arc deposits in southern Peru and its significance for oroclinal bending in the central Andes. Tectonics, vol. 25, p. 1-29. 2006.
9. Ramsay, J.C.; Huber, M.I. (1987) The Techniques of Modern Structural Geology. v. 2: Folds and Fractures. London: Academic Press, 700p.
10. Sanchez, C.J. (1995) Geología de los yacimientos de Skarns Chama, Provincia de Antabamba Región Inca, Departamento de Apurímac. 1995. 49 p. Trabalho do conclusão do curso (Graduação em Engenharia Geológica) - Universidade Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
11. Sempere et al., (2002) Late Permian - Middle Jurassic lithospheric thinning in Peru and Bolivia, and its bearing on Andean – age tectonics. Tectonophysics, v. 345, p. 153-181, 2002.
12. Weise, S. [2006] The Andahuaylas-Yauri belt of southeastern Peru and its extension to the Chilean porphyry copper province. 11 p. Supervisor: PD Dr. Th.Seifert (Department of Economic Geology and Petrology, TU Bergakademie Freiberg, Germany).



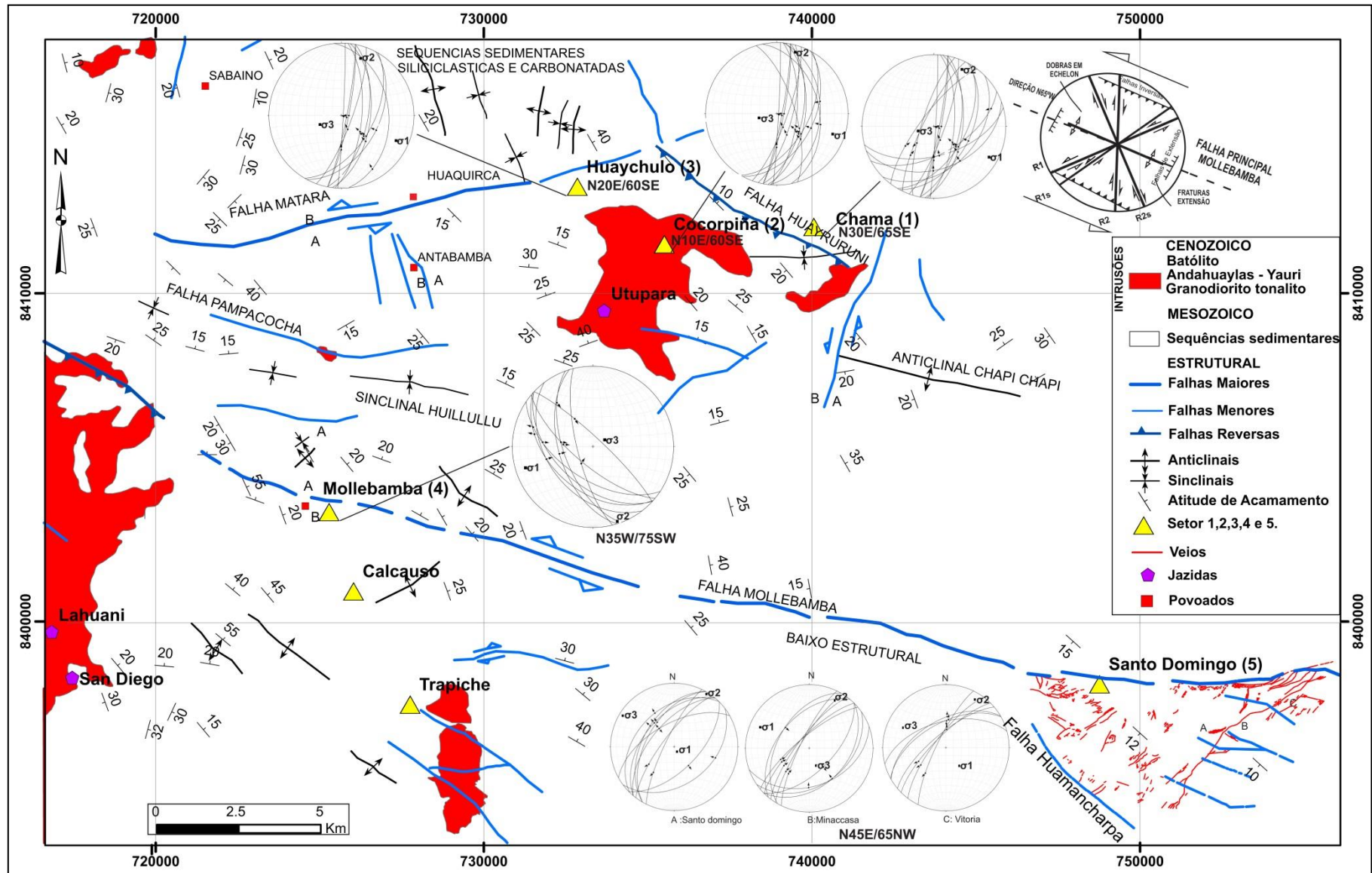


Fig. 2. Modelo cinemático com as principais estruturas associadas com as mineralizações do Eoceno a Oligoceno Inferior, relacionado com esforços máximos σ_3 , associados com as intrusões.