

- Zona Interna; representada pelas rochas dos grupos Araí, Serra da Mesa e Araxá (figura 89), e porções do soco situadas entre as faixas de rochas metavulcânicas e metasedimentares.

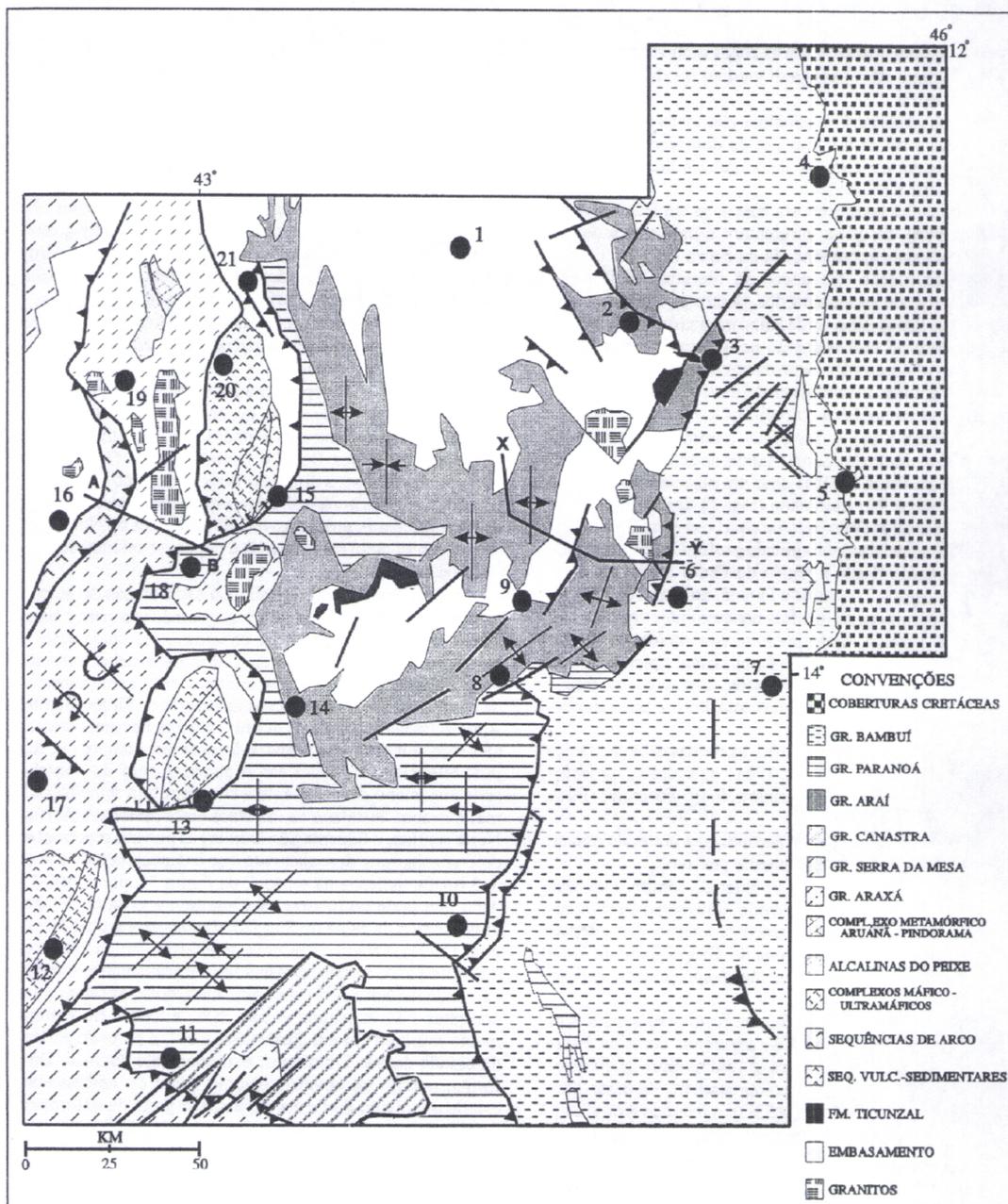


Figura 89 – Mapa Geológico do sector norte da Faixa Brasília. Modificado a partir do Mapa Geológico do Estado de Goiás (DNPM, 1987). Cidades: 1. Paranã; 2. Arraias; 3. Campos Belos; 4. Taguatinga; 5. São Domingos; 6. Nova Roma; 7. Posse; 8. Alto Paraíso; 9. Cavalcante; 10. São João da Aliança. 11. Pe. Bernardo; 12. Barro Alto; 13. Niquelândia; 14. Colinas; 15. Minaçu; 16. Formoso; 17. Pau Terra; 18. Campinaçu; 19. Mata Azul; 20. Palmeirópolis; 21. São Salvador.

O segmento Setentrional da Faixa Brasília estende-se do norte do Distrito Federal (paralelo 160) até ao Estado de Tocantins (aproximadamente paralelo 110), ao longo de uma extensão superior a 500 Km.

A zona estudada situa-se na Província Estrutural de Tocantins que compreende todos os terrenos entre o cratão Amazónico e o cratão de São Francisco, os quais são: a Faixa Araguaia, o Maciço de Goiás e a Faixa Brasília Setentrional (figura 88).

Esta Faixa Brasília Setentrional envolve um soco Arcaico; estratos de sedimentos clásticos Mesoproterozóicos; depósitos marginais passivos Neoproterozóicos com falhas inversas vergentes para E e SE e dobramentos associados que foram submergidos por falhas transpressivas direitas de inclinação para NE, cujo movimento fez aflorar blocos de soco Arcaico.

A subdivisão tectónica do segmento setentrional da Faixa Brasília pode fazer-se com base no principal elemento de compartimentação tectónica de um cinturão de dobramentos, marcando o limite entre a cintura de dobras e falhas de antepaís e de núcleo metamórfico (figura 90). Estas estruturas de antepaís podem ter uma segunda divisão em antepaís externo e antepaís interno mediante o material envolvido.

III.2.2.1. Antepaís Externo

O antepaís externo da Faixa Brasília corresponde à zona cratónica de Fuck (1994). Neste caso predominam os materiais de cobertura pertencentes ao Grupo Bambuí (figura 89).

A arquitectura do sistema é dominada por falhas cavalgantes imbricadas e conectadas por deslizamentos sub-horizontais entre-camadas e por dobramentos associados que são flexurais. A vergência é maioritariamente para Este.

A foliação metamórfica só é visível junto às zonas de maior deformação, tratando-se de uma clivagem ardosífera ou espaçada.

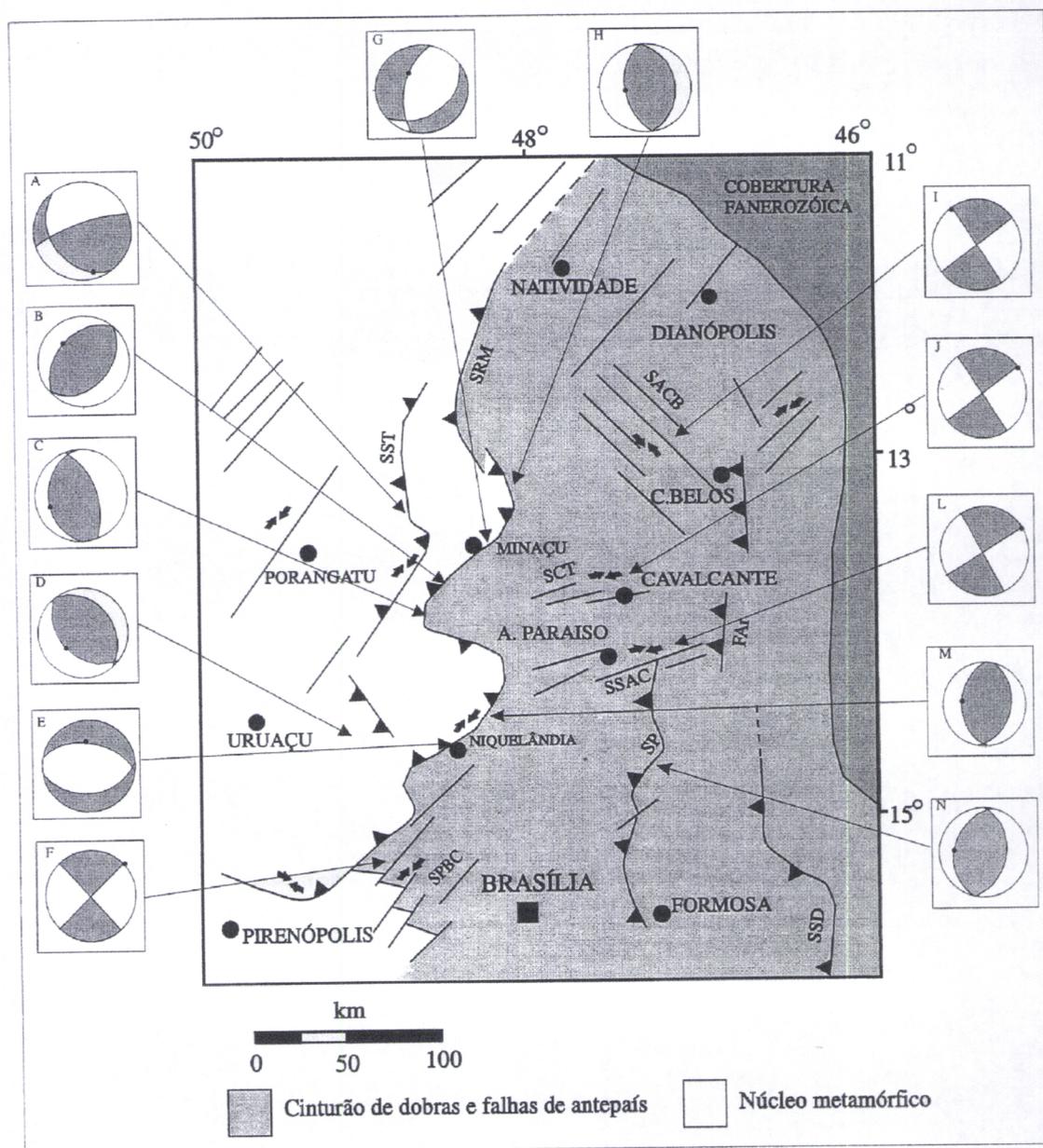


Figura 90 – Arcabouço Tectónico do segmento norte da Faixa Brasília com indicação das principais descontinuidades. Diagramas beach-ball, com quadrante negro indicando a área em compressão. Valor modal da lineação mineral indicado no plano modal da foliação correspondente (In Fonseca et al, 1995).

III.2.2.2. Antepaís Interno

O antepaís interno da Faixa Brasília corresponde à zona externa de Fuck (1994).

Com base no material envolvido e no estilo estrutural este antepaís pode ser subdividido em dois domínios separados pelo sistema transcorrente

direito São Jorge – Ato Paraíso – Cormari; o domínio Araí, que envolve o soco, quartzitos e metaconglomerados do grupo Araí (Proterozóico médio) e granitóides da sub-província Paranã; e o domínio Paranoá que contém metapelitos, metamargas e metarenitos do grupo Paranoá (Proterozóico médio).

Do ponto de vista estrutural há diferenças importantes entre estes dois domínios. No domínio Araí predomina uma tectónica de tipo *thick-skinned* com soco envolvido, tanto em sistemas transcorrentes como em sistemas frontais.

Os principais sistemas transcorrentes compreendem:

1. Sistema São Jorge – Alto Paraíso – Cormari é um sistema de falhas ENE de alto ângulo de mergulho. A largura do sistema oscila entre 2 e 3 Km e, é marcado por uma foliação vertical, geralmente na forma de uma clivagem espaçada. As lineações minerais e outros marcadores estão orientados segundo a direcção da foliação.

Existem diversos indicadores cinemáticos mesoscópicos e megascópicos, como a rotação de frentes de cavalgamento e charneiras de dobras, que indicam que o sistema tem uma cinemática direita.

2. Sistema Cavalcante – Terezina é um sistema de falhas transcorrentes verticais que afectam também o soco. A largura deste sistema pode chegar a atingir 5 Km e os seus maiores efeitos são encontrados na interface entre o soco e o grupo Araí. Este sistema é marcado por uma proeminente xistosidade e por lineações sub-horizontais.

Os diversos indicadores da cinemática do sistema indicam uma movimentação sistemáticamente direita.

3. Sistema Arraias – Campos Belos é um sistema típico de sistemas inversos e oblíquos. O sistema justapõe o soco a sequências epimetamórficas do grupo Araí. As falhas possuem direcção NW, e os indicadores cinemáticos sugerem movimentação esquerda.

Os sistemas Arraias – Campos Belos e Cavalcante – Terezina articulam respectivamente a Norte e Sul com o sistema Terezina – Nova Roma, de falhas inversas frontais com direcção N-S (figuras 89 e 90).

Na secção regional indicada, as lineações minerais posicionam-se segundo o mergulho da xistosidade e diversos indicadores, além da vergência geral das dobras, são coerentes com movimentos inversos para Este.

Um aspecto importante da tectónica de soco envolvido é que a deformação é concentrada nalgumas zonas adjacentes às estruturas descontínuas. Fora destas, a cobertura deforma-se por meio de amplas dobras regionais flexurais, de charneiras N-S.

O desenvolvimento da trama metamórfica é incipiente e está localmente ausente. Mais para Oeste, em direcção ao sistema Rio Maranhão, o grau de metamorfismo cresce e as dobras passam a mostrar uma assimetria mais acentuada e vergência mais consistente para Este.

O domínio Sul ou Paranoá do antepaís interno limita-se a Este com o sistema Paranoá, a Sul com o sistema Padre Bernardo – Cocalzinho e a Oeste com o sistema Rio Maranhão (figura 89).

A Este o sistema Paranoá é uma falha cavalgante acomodando movimentos essencialmente frontais. A extensa secção do grupo Paranoá mais ao Norte deforma-se por dobras flexurais de fluxo, assimétricas, com vergência para Este. Essas dobras possuem as mais variadas dimensões, desde dimensões mesoscópicas, mais comuns a Oeste junto ao sistema Rio Maranhão, e instaladas em rochas metasedimentares já na fácies dos xistos verdes, até amplas dobras regionais flexurais de deslizamento, e a Este, junto ao sistema Paranoá, afectando aí rochas sedimentares, algumas epimetamórficas.

III.2.2.3. Núcleo Metamórfico Externo

O núcleo metamórfico externo corresponde à zona interna de Fuck (1994).

O material envolvido neste sector contém diversas unidades, entre elas o soco, os complexos máficos-ultramáficos de Barro Alto, Niquelândia e Canabrava, as sequências vulcano-sedimentares de Indaianópolis, Juscelândia e

Palmeirópolis, granitóides da sub-província de Tocantins, terrenos de arco (Pimentel *et al*, 1996) e, na maior parte, rochas do Grupo Serra de Mesa (figura 89).

A estruturação do núcleo metamórfico externo é definida por duas fases de deformação. A primeira F_1 é marcada por uma xistosidade que, localmente e junto às principais descontinuidades, evolui para uma foliação milonítica. Essas foliações estão associadas a falhas cavalgantes que invertem a polaridade da faixa, e por sua vez, a estas falhas associam-se dobras assimétricas e isoclinais e toda a deformação é absorvida ao nível do soco, como indica o seu desenvolvimento em escamas de carreamento. A segunda fase F_2 marca o carácter polifásico típico das zonas mais internas de cinturões móveis. Esta fase é observada através da ocorrência generalizada de movimentos laterais a oblíquos e, de falhas com movimentos inversos e significativas componentes oblíquas associadas (Sistema Rio Maranhão e Santa Teresa), assim como também falhas inversas a normais, retro-cavalgamentos no bordo ocidental dos Complexos de Canabrava e Niquelândia, e inclinações regionais de dobras oblíquas às principais falhas (figura 89).

O modelo cinemático proposto para a estruturação do núcleo metamórfico externo considera um sistema transpressivo, com soco envolvido e cinemática direita.

Este sub-capítulo tenta fazer um enquadramento resumido das principais zonas da Faixa Brasília e das suas características; sendo de destacar duas mais importantes. Primeiro, mesmo no antepaís externo, o soco não foi completamente poupado pela deformação, uma vez que foi parcialmente envolvido em sistemas transcorrentes. Segundo, o carácter oblíquo da deformação verifica-se mais facilmente junto ao núcleo metamórfico externo, demonstrando a existência de uma clara partição da deformação perpendicularmente à direcção do cinturão.

Os movimentos inversos oblíquos no núcleo metamórfico de ambos os segmentos da faixa e falhas transcorrentes com cinemática oposta a partir da

Megaflexura dos Pirineus permitem enquadrar a Faixa Brasília como um cinturão tipicamente transpressivo, cuja raiz está exposta no núcleo metamórfico.

III.2.3. Descrição Local

É na Faixa Brasília Setentrional que se encontra o Sistema Arraias – Campos Belos que foi objecto de estudo mais pormenorizado. Este sistema pertence ao já descrito no ponto II.2.2.2 Antepaís Interno da Faixa Brasília.

Sendo o Sistema de Arraias – Campos Belos conhecido como um sistema inverso, oblíquo com falhas de direcção preferencial NW e com justaposição do soco a sequências do grupo Araí, procedeu-se à sua interpretação por forma a entender a cinemática presente.

Para melhor se perceber o tipo de estruturas existentes neste sistema, utilizaram-se dados de campo da zona em questão colhidos pelo Dr. Rui Dias (2000), na qual foram efectuadas medições estruturais. E, numa tentativa de correlacionar os dados realizaram-se projecções estereográficas e os respectivos diagramas de densidades que passam a ilustrar a estratificação (S_0 – figuras 91 e 92), a foliação (S_1 – figura 93 e 94), a lineação de intersecção (L_1 – figura 95 e 96), as falhas e estrias existentes (figura 97) e, as lineações de estiramento (figura 98).

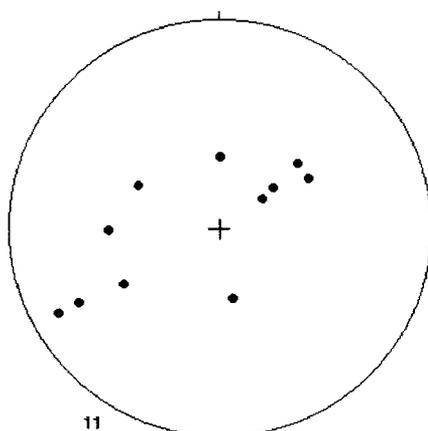


Figura 91 – Projecção estereográfica das estratificações medidas nos afloramentos pertencentes ao Sistema de Arraias – Campos Belos. (Rede de Schmidt, hemisfério inferior).

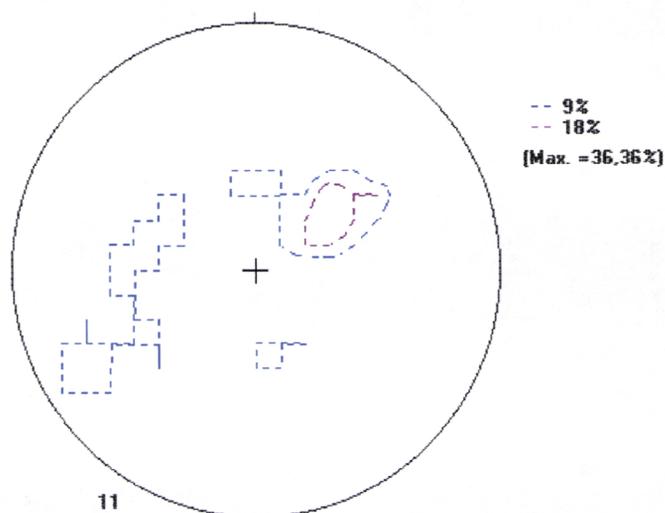


Figura 92 – Diagrama de densidades relativas às estratificações dos afloramentos pertencentes ao Sistema de Arraias – Campos Belos.

A partir da projecção estereográfica das estratificações e do seu diagrama de densidades (figuras 91 e 92) pode visualizar-se a sua distribuição bimodal, isto é, a distribuição em duas direcções preferenciais distintas, uma para NW e a outra para NE, o que indica a existência de um dobramento bem evidenciado com eixo de inclinação moderada mergulhante para SSE. Através das observações de campo sabe-se que essa dobra corresponde a um sinclinal de grande amplitude, no qual foram medidas várias atitudes de S_0 ao longo dos seus flancos, os quais apresentam diferenças significativas em termos de orientação uma vez que a dobra não é isoclinal, ela contém um flanco curto sub-vertical com inclinações para NE e um flanco longo de pendores tendencialmente para SW.

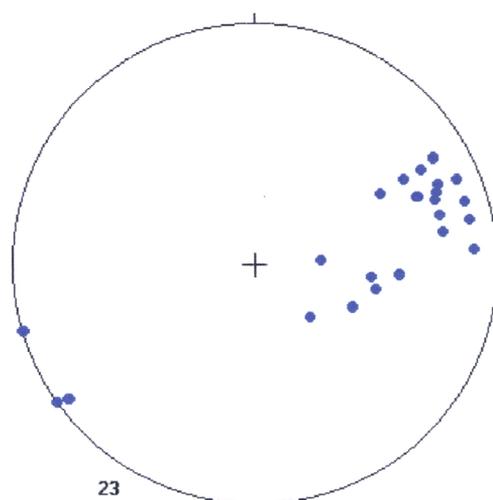


Figura 93 – Projecção estereográfica das foliações medidas nos afloramentos pertencentes ao Sistema de Arraias – Campos Belos. (Rede de Schmidt, hemisfério inferior).

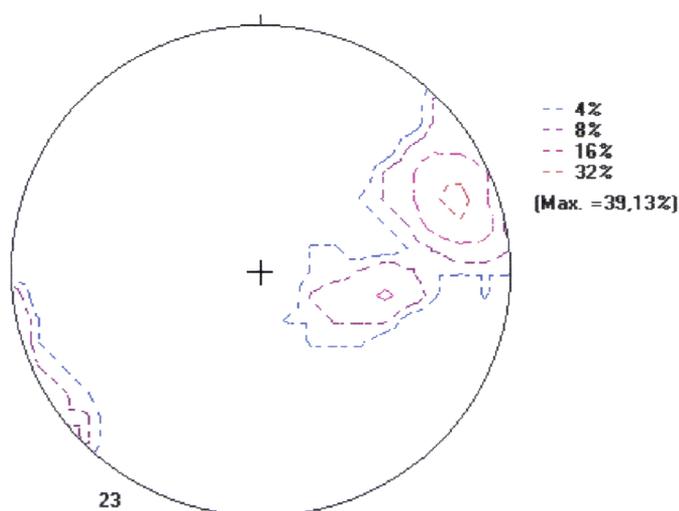


Figura 94 – Diagrama de densidades relativas às estratificações dos afloramentos pertencentes ao Sistema de Arraias – Campos Belos.

A xistosidade (figuras 93 e 94) apresenta um comportamento claramente diferencial em relação aos flancos do sinclinal já referido. Sendo de referir a existência de duas direcções diferentes para cada um dos flancos da dobra, uma bem documentada para NE e outra com dados mais escassos para NW.

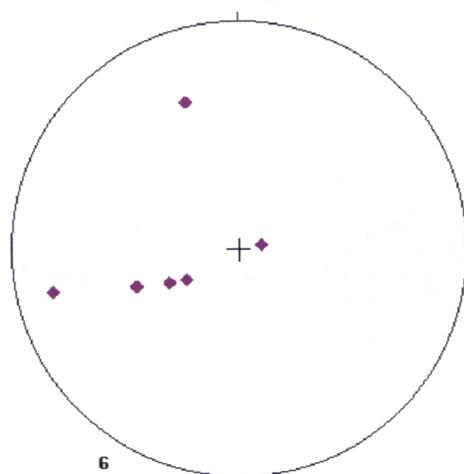


Figura 97 - Projecção estereográfica das atitudes da lineação de estiramento (Rede de Schmidt, hemisfério inferior).

As lineações de estiramento medidas (figura 97) apontam alguma tendência de inclinação para Oeste e a possibilidade de se tratar de uma lineação de estiramento mineral *down dip*.

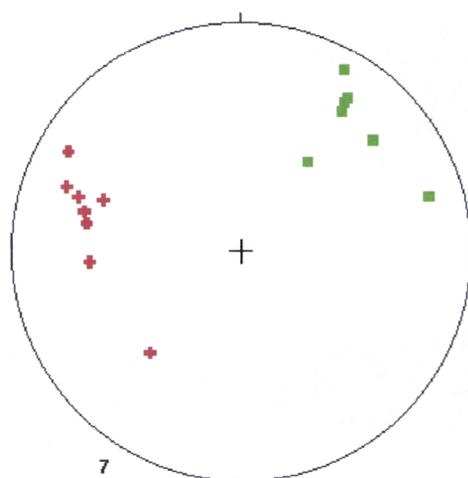


Figura 98 – Projecção estereográfica das fracturas (verde) e estrias de falha (vermelho) medidas nos afloramentos pertencentes ao Sistema Arraias – Campos Belos (Rede de Schmidt, hemisfério inferior).

Em relação ao padrão de fracturação (figura 98), este apresenta direcções preferenciais para NW e foi identificado como pertencente a um acidente maior denominado Falha de Arraias. Mesmo em cima da falha foi possível observar critérios (por exemplo estrias de falha) que indicam movimento esquerdo e inverso.

III.2.4. Interpretação do Sistema Arraias – Campos Belos

Os dados utilizados foram colhidos no bloco alóctone em relação à Falha de Arraias, e como já foi referido na descrição dos dados a xistosidade é distinta em cada um dos flancos da dobra sinclinal, que parece desenvolver-se ligeiramente (menos que 10°) em echelon em relação à falha (figura 99).

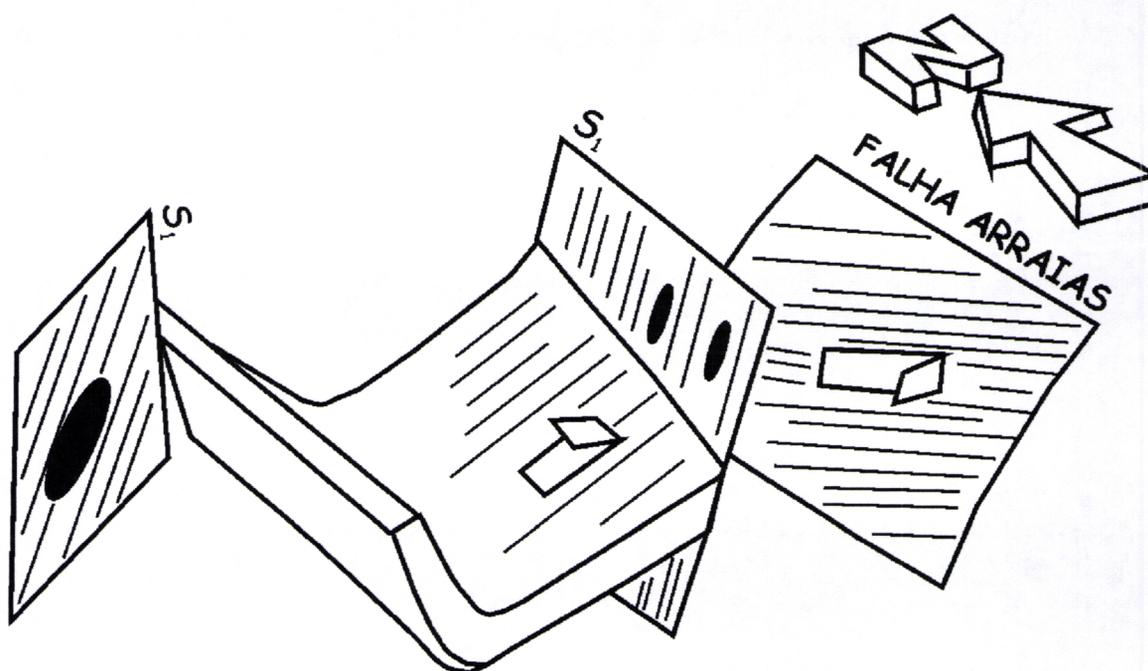


Figura 99 – Esquema do Sistema de Arraias – Campos Belos. Interpretação da dobra sinclinal e da xistosidade claramente diferencial de cada um dos flancos da dobra desenvolvida ligeiramente em echelon em relação à Falha de Arraias (In Pret).

Se observarmos a mesma situação em planta com a adaptação das medições de campo (figura 100), concluímos que o terreno representado a verde na figura correspondente ao flanco longo e menos inclinado da dobra, pois existe vergência geométrica para Este.

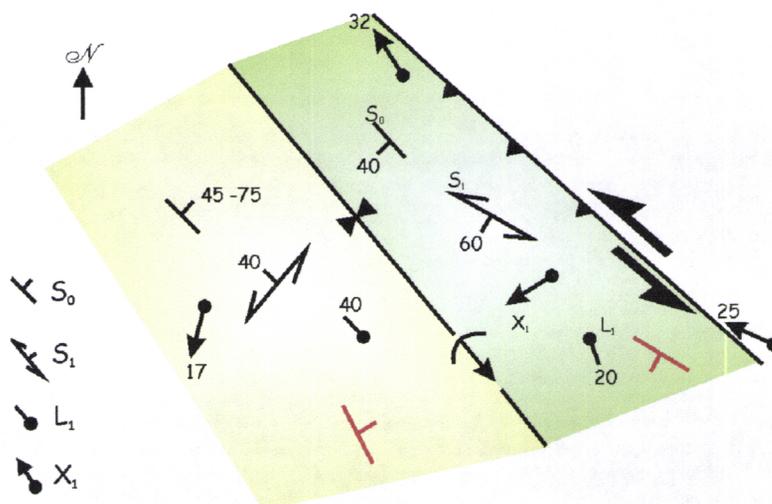


Figura 100 – Esquema do Sistema Arraias – Campos Belos em planta, com indicação de algumas medições de S_0 (estratificação), S_1 (foliação), L_1 (lineação de intersecção) e X_1 (lineação de estiramento). A verde o flanco longo do sinclinal e a amarelo o flanco curto (In Pret).

Caso se esquecesse o contexto regional onde o sistema Arraias – Campos Belos está enquadrado e apenas se olhasse para as figuras 99 e 100, ter-se-ia uma dobra com plano axial sub-paralelo à falha, com xistosidade de plano axial e com uma lineação de estiramento mineral *down-dip*. Isto adequar-se-ia muito bem com uma dobra associada a um cavalcamento, situação muito semelhante à relação dobras/cavalgamentos no Sistema Campos Belos – Terezina – Nova Roma.

No entanto neste caso do Sistema Arraias – Campos Belos há dois factores discordantes com esta teoria:

1. A Falha de Arraias está longe de ser um cavalcamento puro; através das observações *in situ* verificou-se que se trata de um desligamento esquerdo com uma ligeira componente oblíqua.

2. O comportamento da xistosidade no flanco curto é totalmente diferente (aproximadamente NNE-SSW, 40° W) e a grande variação a nível da direcção não pode ser atribuída a refacção pois nalguns afloramentos foram realizadas medições em material muito xistento.

A diferença de comportamento entre o flanco longo e a atitude do estiramento pouco inclinado junto à Falha de Arraias (figura 100 – $X_1 = 25^\circ$), só se verifica mesmo na zona do acidente, uma vez que se identificaram outros afloramentos perto da falha, nos quais o estiramento continua *down-dip*.

No flanco longo do sinclinal e menos inclinado verificou-se um estiramento que aponta para a existência de um cavalgamento oblíquo, enquanto que no flanco curto sub-vertical a xistosidade e o estiramento podem ser explicados através de uma forte componente de desligamento. Este último corresponde ao flanco inverso e pelo facto de ser sub-vertical levou a concentrar aí a componente de desligamento, enquanto que o flanco longo e normal tinha uma deformação mais homogénea não havendo aí nem a concentração de uma componente de desligamento nem de cavalgamento.

Uma das hipóteses levantadas acerca do Sistema de Arraias – Campos Belos que tentaria explicar o diferente comportamento em ambos os flancos do sinclinal seria através de um modelo de partição da deformação heterogénea. Então, para melhor se perceber perante que situação estamos e porque se têm comportamentos distintos, passou-se à modelação analógica de experiências no Laboratório de Tectónica Experimental e Microtectónica da Universidade de Évora.

As experiências projectadas seriam situações de sistemas transpressivos nos quais se induziriam diferentes condicionantes na busca de um modelo para explicar o caso de Arraias – Campos Belos.

III.3. Modelação Analógica

III.3.1. Equipamento

Para realizar as experiências de modelação analógica no Laboratório de Tectónica Experimental e Microtectónica da Universidade de Évora foi utilizado o mesmo equipamento da série de experiências anterior, que se encontra já descrito no ponto II.3.2. desta dissertação (figura 57).

III.3.2. Materiais

Os materiais escolhidos para se proceder às experiências de transpressão foram essencialmente: silicone que irá simular o soco com comportamento dúctil e que tem, para além da mesma área do bloco da prensa, 1.8 cm de altura; uma cobertura de areia e farinha misturadas em iguais proporções que simularão os sedimentos com comportamento frágil. O silicone foi também utilizado para homogeneizar a deformação imposta no material suprajacente que simula a crosta mais frágil, na qual além da areia juntou-se também farinha para aumentar a densidade das fracturas geradas durante o processo de deformação induzido ao longo das experiências.

O silicone é colocado dentro do modelo de acrílico da prensa transpressiva depois de se ter untado as paredes que limitam nas extremidades o modelo com detergente e água, para diminuir o atrito e conseqüentemente dificuldades de deslizamento dos materiais dentro da caixa. No entanto as paredes que materializam a orientação da zona de cisalhamento da prensa não foram untadas de modo a transmitir a deformação transpressiva ao modelo.

A areia e a farinha são directamente colocadas por cima do silicone para serem alisadas, por forma a obter uma espessura constante, desenhando na sua superfície uma malha ortogonal (fotografia 8) de modo a que se possa

quantificar vectorialmente a deslocação de pontos previamente escolhidos à medida que a transpressão aumenta.

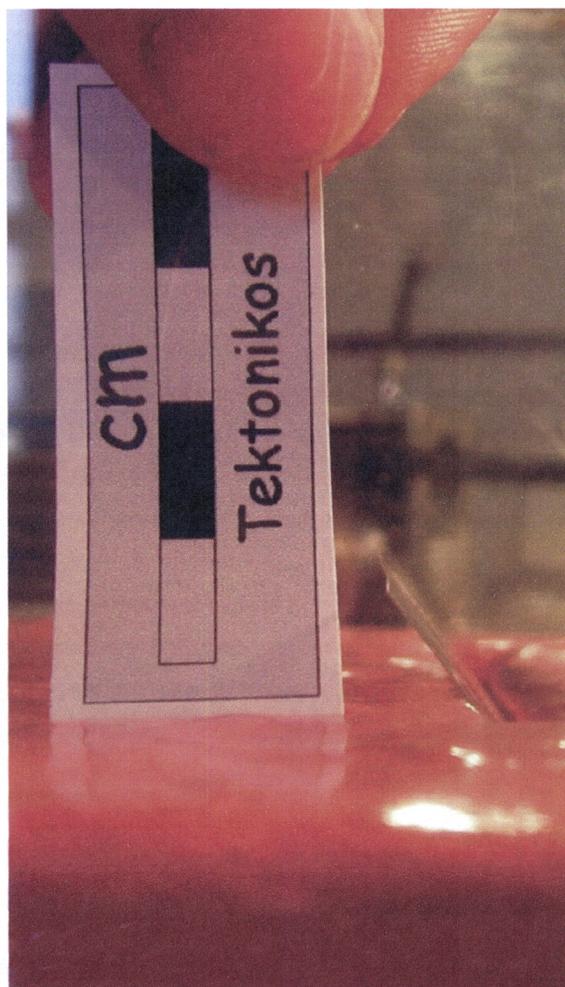


Fotografia 8 – Modelo ao qual vai ser induzida uma transpressão em cuja superfície de areia e farinha se pode observar a malha ortogonal desenhada que servirá de referência para se poder quantificar a deformação.

Para as experiências em que se quer impor uma anisotropia de modo a avaliar se existe ou não partição da deformação, o material que a simula será uma falha de acetato que é colocada ou de forma vertical ou de forma oblíqua no silicone (fotografias 9 e 10).



Fotografia 9 – Anisotropia simulada pelo acetato (visão vertical) quando colocada no silicone.



Fotografia 10 – Anisotropia simulada pelo acetato (visão lateral) quando colocada no silicone.

III.3.3. Metodologia de Análise

De modo a permitir a interpretação dos resultados das experiências foi adaptada uma metodologia de análise baseada no conceito dos vectores de deslocamento (Passchier & Trouw, 1998).

Durante as experiências uma partícula P escolhida na cobertura de areia e farinha sofre deslocamento em relação à prensa de transpressão e também em relação às outras partículas.

Pode então comparar-se as posições da partícula P no início da experiência (sem deformação) e no final da experiência (depois de sofrer

deformação e consequente deslocamento) e uni-las por um vector, o Vector de Deslocamento Finito (figura 101). Este vector de deslocamento pode ser traçado em qualquer estágio do modelo desde que este esteja a sofrer deformação e por isso a partícula P sofra deslocamento.

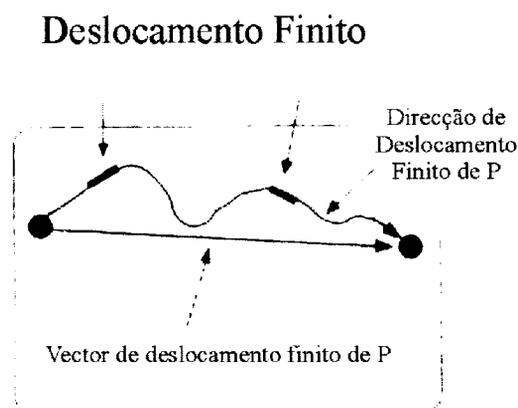


Figura 101 – Representação esquemática do deslocamento finito e do vector de deslocamento de uma partícula P durante uma experiência de deformação numa caixa de cisalhamento. O vector de deslocamento finito faz a ligação entre a posição inicial sem deformação e a posição final de P (in Passchier & Trouw, 1998).

De modo a exemplificar esta metodologia e a termos uma ideia sobre o tipo de conclusões que pode gerar, a mesma foi aplicada a três situações transpressivas teóricas que representam casos limites de regimes transpressivos; transpressão homogénea (figura 103), transpressão com partição total (figura 104) ou parcial da deformação (figura 105).

Em todos os modelos o encurtamento perpendicular à zona deformada é compensado totalmente por escape vertical do material. Esta é a situação modelada na prensa utilizada no laboratório, correspondendo também ao modelo teórico de Sanderson & Marchini (1984).

A adaptação desta metodologia foi realizada através de um modelo no qual se desenhou uma malha reticulada que simbolizasse a superfície da areia e farinha (figura 102) ao qual se impôs um ângulo de transpressão ou de convergência de 45°.

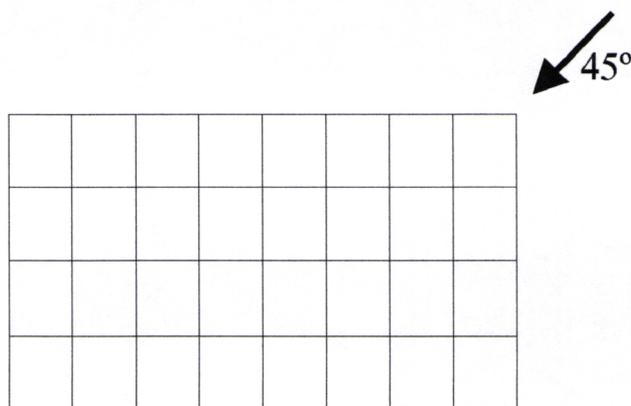


Figura 102 – Modelo de malha reticulada para aplicar transpressão a 45°.

Transpressão Homogénea

O primeiro modelo corresponde a transpressão homogénea (figura 103) em que a aresta inferior da malha é fixa de modo a simbolizar a prensa transpressiva existente no Laboratório.

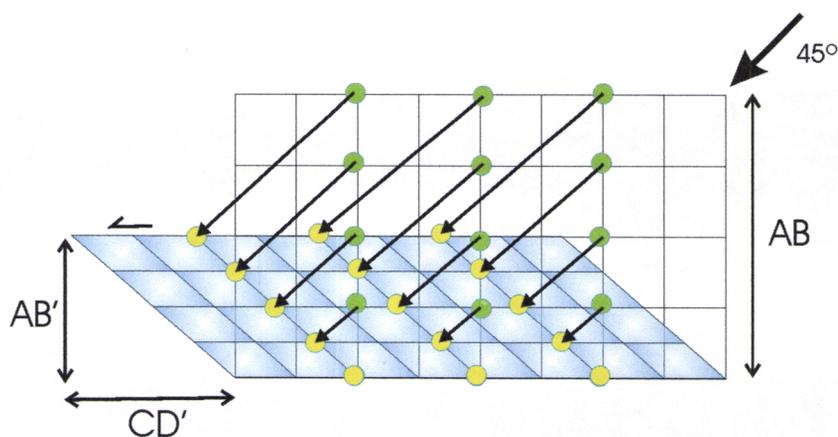


Figura 103 – Modelo teórico de Deformação com Transpressão Homogénea.

Ao observar a deformação sofrida pela malha reticulada à qual foi imposta transpressão homogénea verifica-se que os pontos referenciais verdes, da malha inicial, sofreram deslocamento para os pontos amarelos, da malha final. A união destes pontos homólogos (representados respectivamente a amarelo e a

verde) define os vectores de deslocamento que são sub-paralelos ao vector de convergência e, como tal, de aproximadamente 45° .

Também se pode verificar que devido à existência de uma aresta fixa (a inferior) os vectores de deslocamento embora sempre paralelos, diminuem de tamanho quando nos aproximamos dessa aresta fixa. O deslocamento é assim menor na parte inferior do modelo, continuando no entanto a ser sub-paralelo ao vector de convergência pois estamos na presença de uma deformação homogénea sem partição.

Transpressão com Partição Total da Deformação

Neste modelo (figura 104) considerou-se uma anisotropia paralela à aresta fixa, localizada na parte média da superfície reticulada. Toda a componente de cisalhamento simples foi concentrada nesta superfície de anisotropia enquanto que a componente de cisalhamento puro foi totalmente absorvida por encurtamento da malha perpendicularmente à anisotropia.

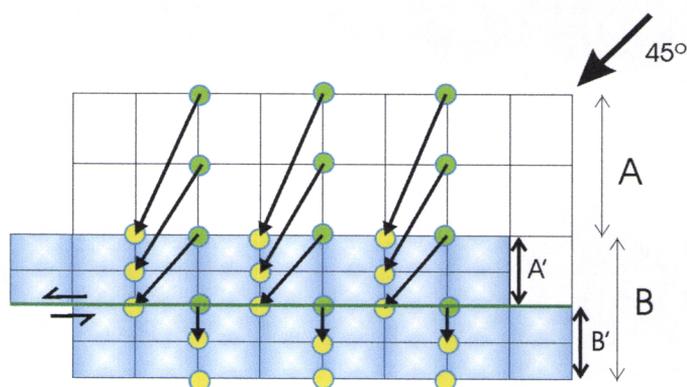


Figura 104 – Modelo teórico da Transpressão com Partição Total da Deformação.

A deformação observada mostra dois tipos de comportamento diferentes, bem patentes pelos vectores de deslocamento.

No bloco compreendido entre a aresta móvel e a anisotropia os pontos homólogos sofrem deslocamento oblíquo visível através dos longos vectores de deslocamento sub-paralelos ao vector de convergência nos pontos mais afastados

da anisotropia, e dos vectores de deslocamento mais curtos paralelos ao vector de convergência nos pontos mais próximos da mesma anisotropia.

No bloco compreendido entre a anisotropia e a aresta fixa do modelo, o deslocamento dos vectores faz-se de forma perpendicular à anisotropia havendo assim deformação com encurtamento ortogonal à zona de cisalhamento.

O plano de anisotropia faz a separação entre estes dois blocos que sofrem encurtamento vertical, dando assim origem a uma transpressão com partição total da deformação.

Assim como no modelo anterior, os vectores de deslocamento são menores na parte inferior do que na superior convém explicar uma vez mais que isto se deve ao tipo de experiência realizada já que a prensa transpressiva contém uma parede (aresta) fixa na zona inferior.

Transpressão com Partição Parcial da Deformação

O terceiro modelo representa um outro tipo de transpressão agora com partição parcial da deformação (figura 105), isto é, a anisotropia colocada no centro do modelo não vai absorver a totalidade da componente transcorrente, pelo que a partição da deformação é inferior a 100%. No modelo desenvolvido optou-se por uma partição da deformação de 50%, isto é, apenas metade da componente de cisalhamento simples é absorvida pela anisotropia.

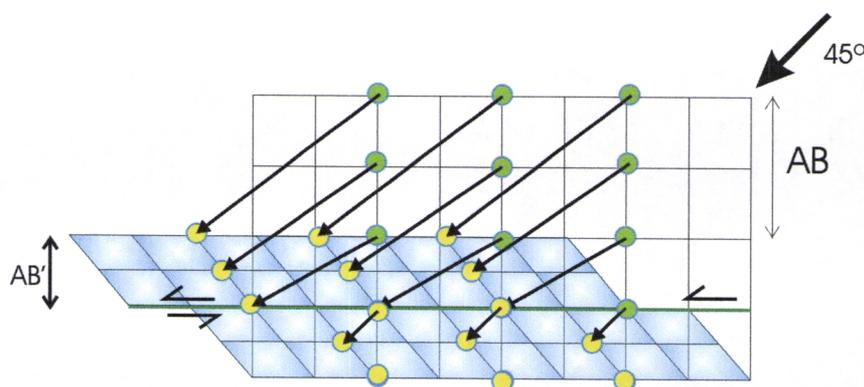


Figura 105 – Modelo teórico da Transpressão com Partição Parcial da Deformação.

O resultado obtido é a movimentação de dois blocos que se comportam por si só como duas transpressões homogêneas cortadas por um desligamento esquerdo ao longo da anisotropia.

No bloco compreendido entre a aresta móvel e a anisotropia verifica-se que os vectores de deslocamento são sub-paralelos ao vector de convergência e, como tal, de aproximadamente 45° .

Por sua vez no bloco compreendido entre a anisotropia e a aresta fixa há uma componente de desligamento muito menor, sendo de referir que neste caso os vectores de deslocamento tendem a ser paralelos ao vector de convergência (45°).

Com partição da deformação a 50% a variação nos vectores de deslocamento a Norte e a Sul da falha (anisotropia) deixa de ser visível, sendo este processo de análise menos eficiente para discriminar situações de partição parcial. Este aspecto será tanto mais grave se o ângulo de convergência (α) for menor (Teyssier & Tikoff, 1994).

III.3.4. Experiências Laboratoriais e Tratamento dos Dados

Esta é a fase da realização de várias experiências laboratoriais. Os resultados dessas mesmas experiências foram tratados individualmente.

Realizaram-se dois tipos de modelos:

A. O primeiro tipo para um ângulo de convergência de 45° sem anisotropia, com anisotropia vertical e com anisotropia inclinada (figura 106).

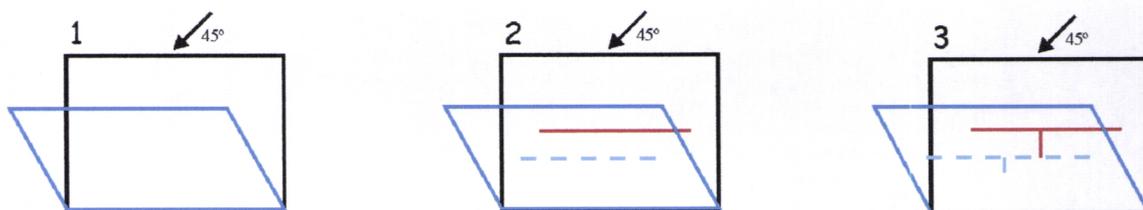


Figura 106 – Modelo de experiências com ângulo de convergência de 45° . 1 – Sem anisotropia; 2 – Com anisotropia vertical; 3 – Com anisotropia inclinada. Modelo inicial sem deformação a preto e anisotropia a vermelho; modelo transpressivo e anisotropia a azul.

B. O segundo tipo para as mesmas situações mas com ângulo de convergência de $22,5^\circ$ (figura 107).

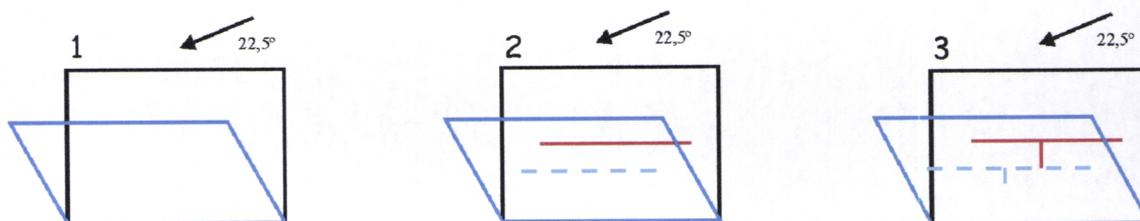
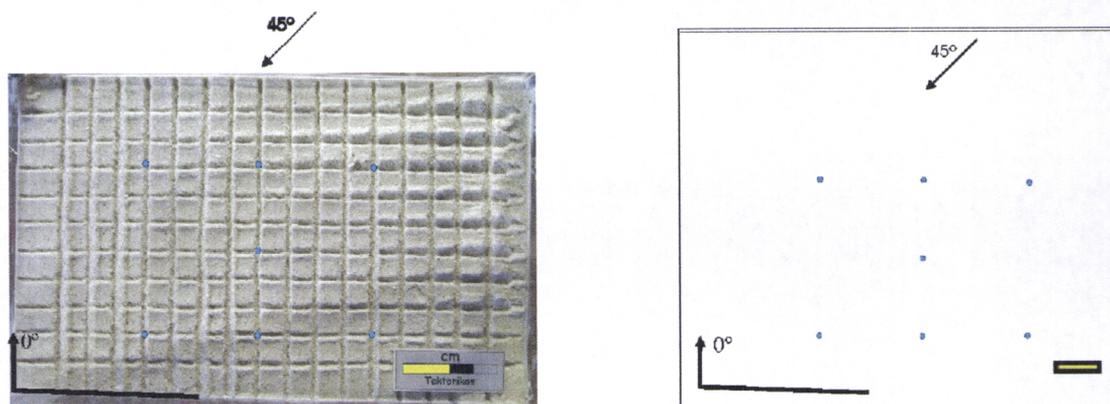


Figura 107 – Modelo de experiências com ângulo de convergência de $22,5^\circ$. 1 – Sem anisotropia; 2 – Com anisotropia vertical; 3 – Com anisotropia inclinada. Modelo inicial sem deformação a preto e anisotropia a vermelho; modelo transpressivo e anisotropia a azul.

III.3.4.1. Experiência 1

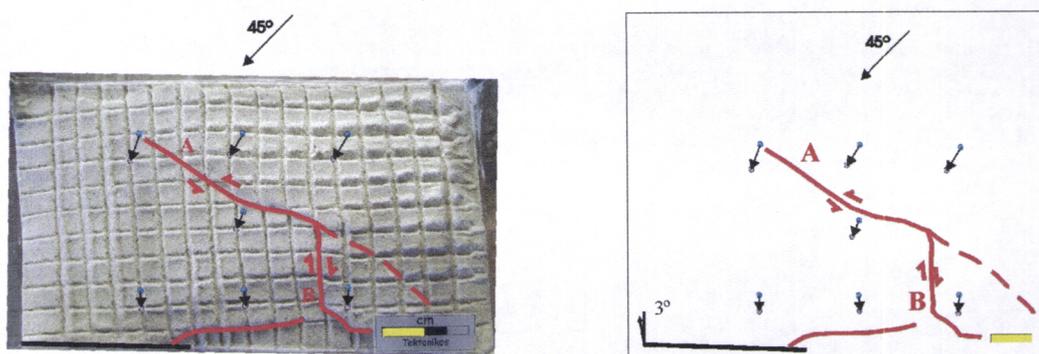
Esta primeira experiência foi realizada sem anisotropia e com um ângulo de convergência de 45° . No estágio inicial (fotografia 11 e figura 108) antes de qualquer deformação foram seleccionados os pontos utilizados ao longo de toda a experiência para se construírem os vectores de deslocamento.



Fotografia 11 e Figura 108 – À direita: fotografia do modelo transpressivo antes de qualquer deformação. À esquerda: modelo com pontos de referência para análise da deformação.



Fotografia 12 – Fotografia do estágio final do modelo transpressivo da experiência 1.



Fotografia 13 e Figura 109 – Estádio final de transpressão: À direita a fotografia do modelo (estádio final) após a deformação (cisalhamento angular de 3°) com aplicação do esboço interpretativo; à esquerda a interpretação da deformação e os vectores de deslocamento.

Desde cedo começa a formar-se uma falha A (figura 109) com movimento transcorrente, sub-perpendicular à direcção de compressão e, mais tardiamente desenvolve-se uma outra falha B que por ser coincidente com um sulco da malha ortogonal pode ter sido induzida por ele. A primeira falha A de desligamento vai particionar a deformação o que se pode observar através dos vectores de deslocamento.

Assim verificam-se dois tipos de comportamentos diferentes (fotografias 12, 13 e figura 109), um a Norte da falha A de desligamento esquerdo onde há essencialmente transpressão homogénea já que os vectores de deslocamento assumem uma direcção sub-paralela aos 45° do ângulo de

convergência; e outro a Sul dessa mesma falha onde há uma mudança visível de comportamento nos pontos homólogos e conseqüentemente nos vectores de deslocamento, os quais se deslocam perpendicularmente à parede fixa.

Pode então afirmar-se que, mediante este padrão de deformação, existe neste modelo Partição Total da Deformação, na qual a falha A com movimento esquerdo actua como anisotropia permitindo a partição em dois blocos com comportamentos distintos.

III.3.4.2. Experiência 2

Esta experiência foi realizada com o mesmo ângulo de convergência (45°), mas impondo uma anisotropia vertical no silicone.

Analisando os modelos obtidos (figura 110) pode verificar-se que a partição da deformação é incipiente nas fases iniciais e que se vai desenvolvendo com o acréscimo da compressão.

Na fase inicial desta experiência (de A para B – figura 110) começa a evidenciar-se um cavalgamento com uma componente de desligamento esquerda que estará associado à presença da anisotropia, o qual não é ainda suficiente para particionar a deformação, mas que levanta a dúvida de estarmos perante transpressão com partição parcial da deformação.

O cavalgamento acentua-se, gerando-se um outro mais a Norte, além de várias fracturas. Com o desenvolvimento do cavalgamento principal e do seu movimento de desligamento esquerdo inicia-se uma divisão do modelo em dois blocos com comportamentos diferentes já que, a Sul da anisotropia os pontos homólogos e o vector de deslocamento que lhes é aplicado movimentam-se num sentido sub-perpendicular à parede fixa, enquanto que a Norte da anisotropia os vectores de deslocamento mantêm-se numa trajectória próxima dos 45° do ângulo de convergência.

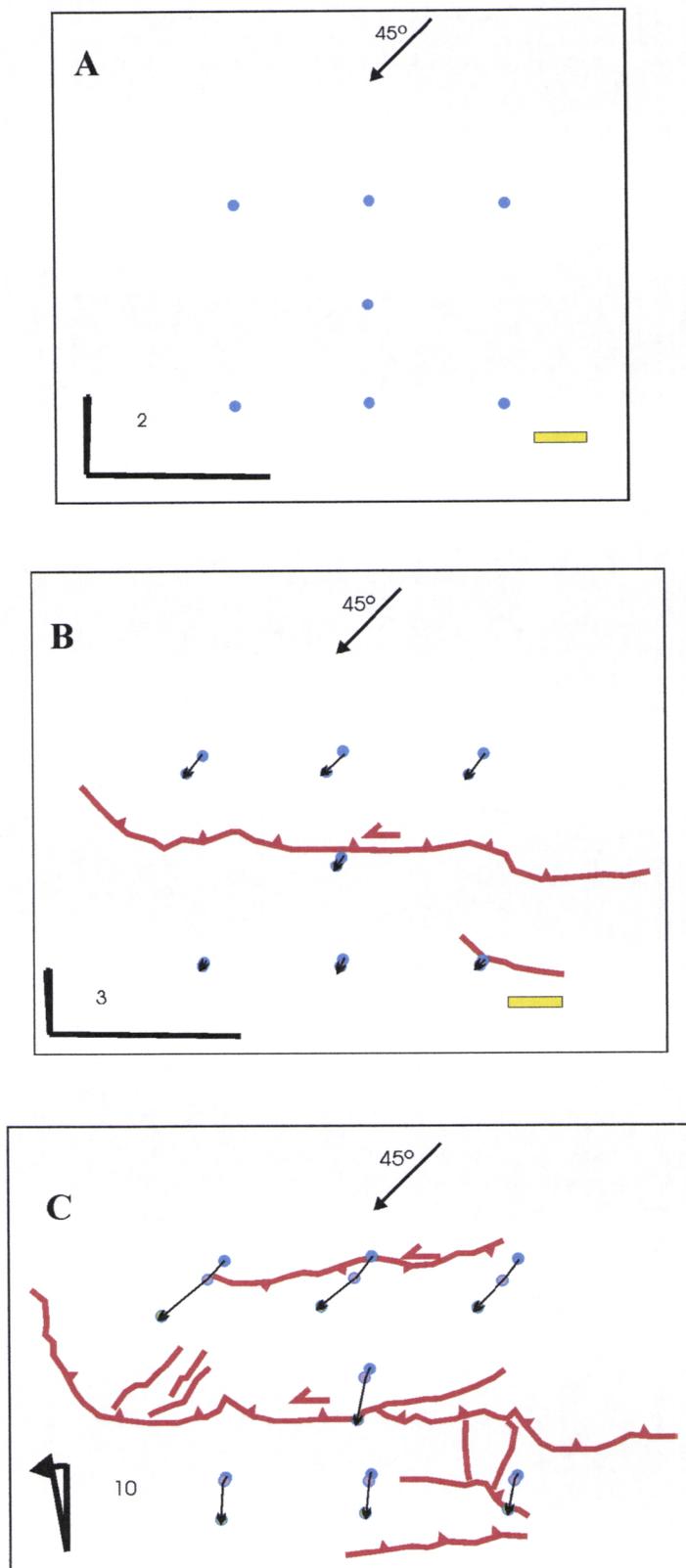


Figura 110 – Esboços interpretativos da experiência 2, representação de 3 estádios de deformação durante a transpressão a 45° , sendo A o inicial sem deformação, B com 3° de cisalhamento angular e C o estágio final com 10° de cisalhamento.



Fotografia 14 – Estádio final da experiência 2, onde se vê um cavalgamento central muito desenvolvido com algum movimento de desligamento esquerdo associado.

No estágio final D (fotografia 14 e figura 110), as trajetórias dos vectores de deslocamento mantêm-se com os comportamentos descritos anteriormente, o que significa que existe Partição da Deformação; embora seja estranha a presença de um cavalgamento tão acentuado na zona onde foi colocada a anisotropia inicial, uma vez que o principal factor para a existência da partição é um desligamento esquerdo e não o cavalgamento, isto poderá ser explicado pelo facto da anisotropia poder rodar e sofrer inclinações que originam esse movimento cavalgante, além de que o silicone apresenta sempre tendência para subir junto ao acetato. Neste caso a partição da deformação não será total porque com uma partição de 100% não haveria cavalgamento em cima da anisotropia.

III.3.4.3. Experiência 3

Na terceira experiência (figura 111) repetiu-se o modelo anterior para clarificar as dúvidas acerca do cavalgamento mantendo constantes as condições iniciais.

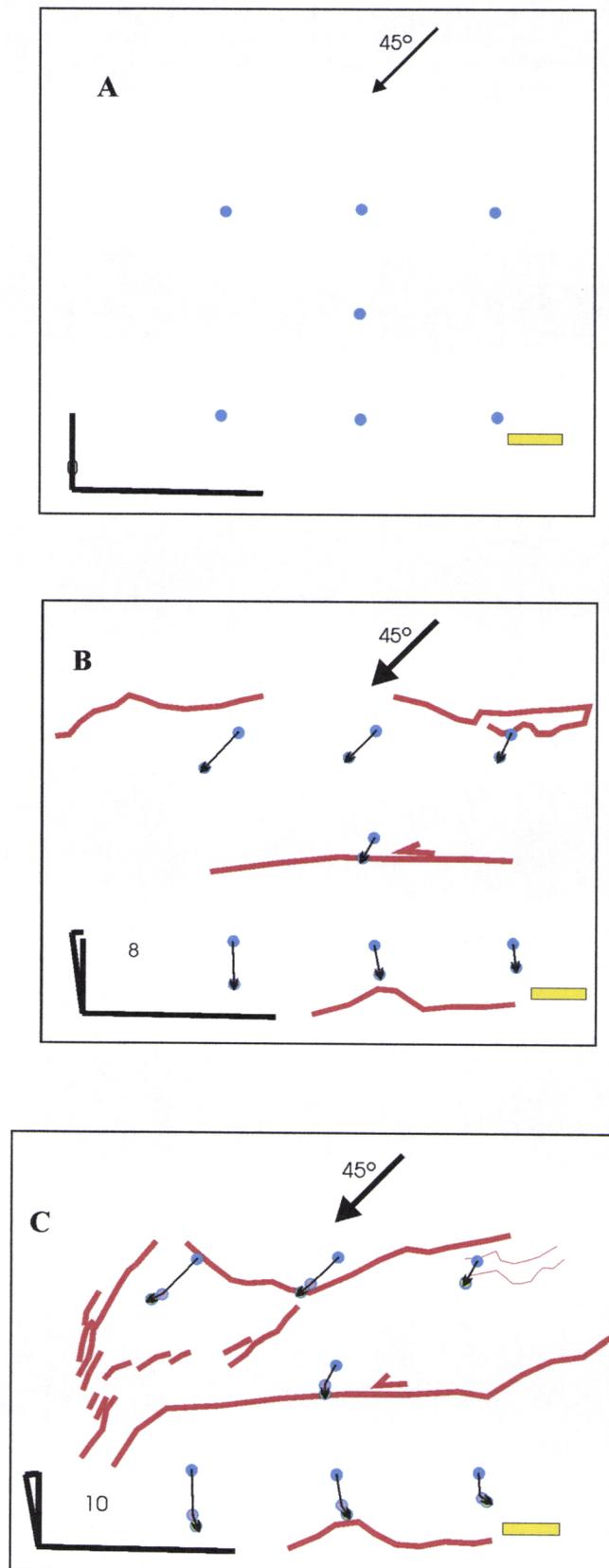


Figura 111 – Interpretação estrutural dos modelos transpressivos ao longo da experiência 3. A é o estágio inicial sem deformação; B o estágio intermédio com 8° de cisalhamento; C o estágio final com 10° de cisalhamento angular.

A evolução desta experiência é particularmente diferente da anterior e isso é visível logo na fase inicial de A para B (figura 111), onde se verifica o desenvolvimento de uma fractura de desligamento esquerdo que desde muito cedo particiona a deformação, não existindo cavalgamento neste modelo.



Fotografia 15 – Fotografia do estágio final da terceira experiência. Observa-se nitidamente um desligamento esquerdo central.

Aqui a Partição da Deformação é Total, e está presente desde o início da experiência até ao final da mesma (fotografia 15 e figura 111), estando o modelo dividido em bloco Norte e bloco Sul, onde no primeiro as trajectórias dos vectores de deslocamento são paralelas ao ângulo de convergência de 45° e no segundo essas trajectórias são perpendiculares à parede fixa da prensa.

III.3.4.4. Experiência 4

Na experiência número quatro o ângulo de convergência foi mantido a 45° mas a anisotropia imposta ao modelo foi colocada no silicone de forma inclinada também a 45° (figura 112).

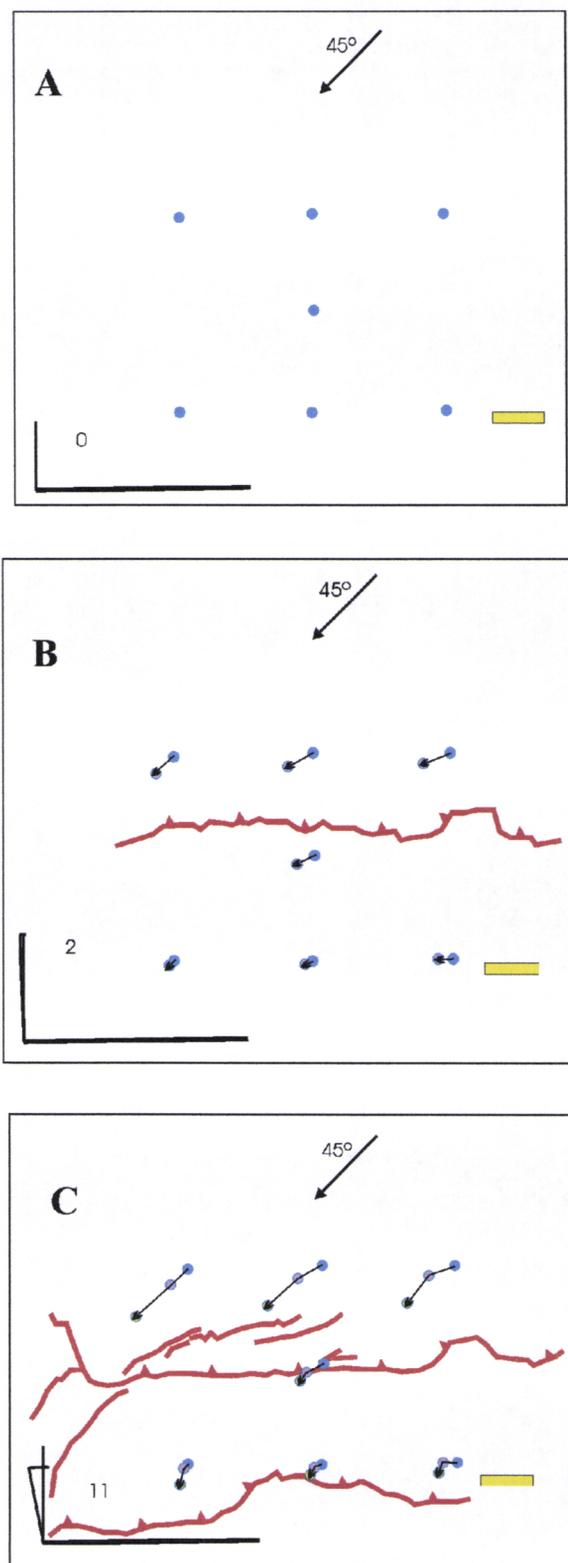
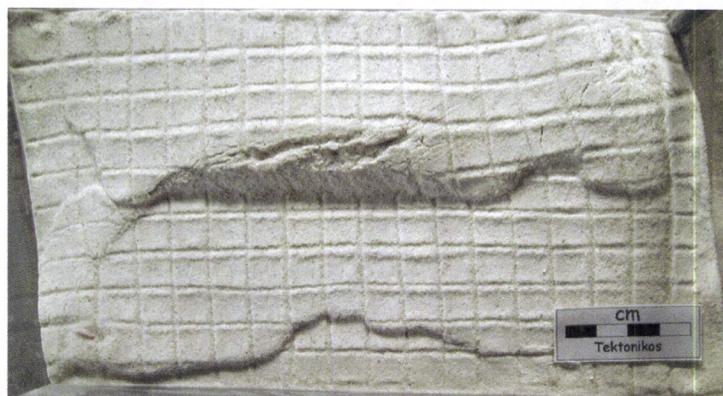


Figura 112 – Esboços interpretativos da experiência 4, representando o modelo A o estágio inicial sem deformação, B a deformação aos 2° de cisalhamento angular e C o estágio final com 11° de cisalhamento.

Começou a formar-se desde muito cedo um cavalgamento central oblíquo extremamente eficiente e com evolução muito rápida. Este cavalgamento vem comprovar a teoria hipoteticamente levantada na experiência 2 de que a sua presença não é factor suficiente para particionar a deformação e, por outro lado que esse mesmo cavalgamento só evolui a partir de uma anisotropia inclinada pré-existente ou de uma anisotropia vertical com capacidade rotativa.

Numa fase inicial, de A para B, a movimentação dos pontos escolhidos como referenciais é sub-paralela ao ângulo de convergência sendo o cavalgamento ainda incipiente e a deformação designada neste caso como Transpressão Homogénea.

No estágio final, em C, a rápida evolução do cavalgamento central oblíquo e a existência de uma pequena componente desligante esquerda impõem ao modelo um comportamento de deformação diferente do inicial (fotografia 16).



Fotografia 16 – Fotografia do estágio final da experiência 4, com cavalgamento central acentuado.

Na fase correspondente a C (figura 112) podem verificar-se trajectórias dos vectores de deslocamento distintas a Norte e a Sul do cavalgamento, o que se traduz numa Transpressão com Partição Parcial da Deformação, obtendo-se a movimentação de dois blocos que se comportam por si só como duas transpressões homogéneas cortadas pelo cavalgamento desenvolvido no plano anisotrópico pré-existente. No entanto esta partição é neste caso muito pequena, inferior a 50%.

No bloco a Norte do cavalgamento os vectores de deslocamento são sub-paralelos ao vector de convergência de aproximadamente 45° , havendo aqui uma maior componente de desligamento. Por sua vez no bloco a Sul do cavalgamento há uma componente de desligamento muito menor e também um problema de falta de espaço o que se traduz num maior encurtamento.

III.3.4.5. Experiência 5

Depois da observação das experiências anteriores ainda se voltou a repetir o modelo de transpressão com anisotropia vertical no silicone e ângulo de compressão de 45° . Isto para tentar clarificar qualquer dúvida que ainda subsistisse acerca da diferença entre Partição Total da Deformação e Partição Parcial da mesma e, acerca da evolução e desenvolvimento de cavalgamentos ou falhas de desligamento, distinguindo qual das estruturas está maioritariamente associada a que tipo de partição.

O resultado obtido nesta 5ª experiência (figura 113) foi idêntico ao obtido na experiência 2, isto porque à semelhança desse modelo também aqui se desenvolveu desde logo um cavalgamento. Como se pode observar no esboço B, onde o cisalhamento angular é de apenas 3° , a deformação é praticamente homogénea, sendo os vectores de deslocamento paralelos a sub-paralelos à direcção de compressão.

Esse cavalgamento central vai-se desenvolvendo e acentuando ao longo da experiência e numa fase mais tardia, como se verifica em C, é-lhe associado um movimento de desligamento esquerdo que é responsável pela partição da deformação existente no modelo final (fotografia 17 e figura 113); no qual se podem observar dois comportamentos distintos a Norte e a Sul da anisotropia, como já se verificava nas experiências anteriores.

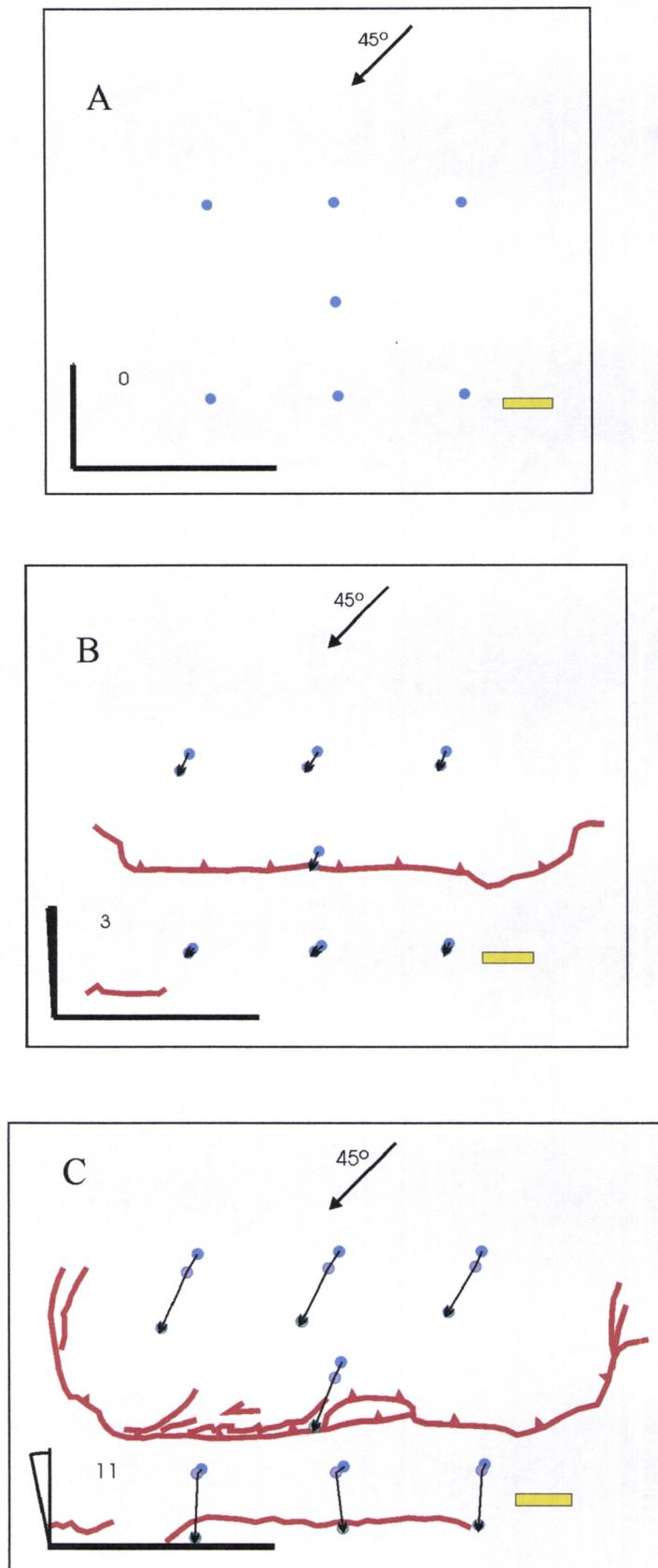
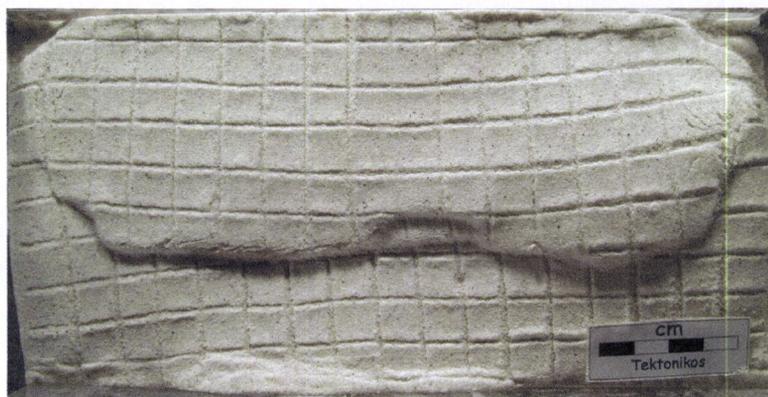


Figura 113 – Esboços interpretativos da experiência 5; Fase A é a inicial, B com 3° de cisalhamento angular, e C a fase final com 11° de cisalhamento.



Fotografia 17 – Fotografia do estágio final da experiência 5; com cavalgamento central muito bem desenvolvido.

Deste modo, e com esta experiência, pode concluir-se que os cavalgamentos são gerados a partir da rotação ou inclinação das anisotropias pré-existentes e que eles por si só não originam partição total da deformação, mas quando existem são possíveis duas situações: ou uma Transpressão Homogénea se o ângulo de inclinação da anisotropia for inferior a 45° , ou uma Transpressão com Partição Total da Deformação quando o ângulo de inclinação da anisotropia é superior a 45° .

III.3.4.6. Experiência 6

A experiência 6 foi realizada sem anisotropia, e dá início a um novo ciclo de modelação analógica onde a direcção de compressão passa a estar a $22,5^\circ$ com a parede móvel da prensa de transpressão (figura 114).

Num estágio inicial B começam a formar-se fracturas inclinadas que evoluem para cavalgamentos ao longo da experiência. Esses cavalgamentos vão migrando na direcção da parede móvel para a parede fixa. A transpressão é homogénea e não ocorre partição dado que o modelo se comporta como um todo o que se verifica pela direcção dos vectores de deslocamento paralela ao ângulo de compressão de $22,5^\circ$; no entanto, há uma componente de desligamento maior

na zona Sul da prensa do que na zona Norte, o que acontece devido à anatomia da parede fixa ser a parede inferior o que vai gerar problemas de falta de espaço.

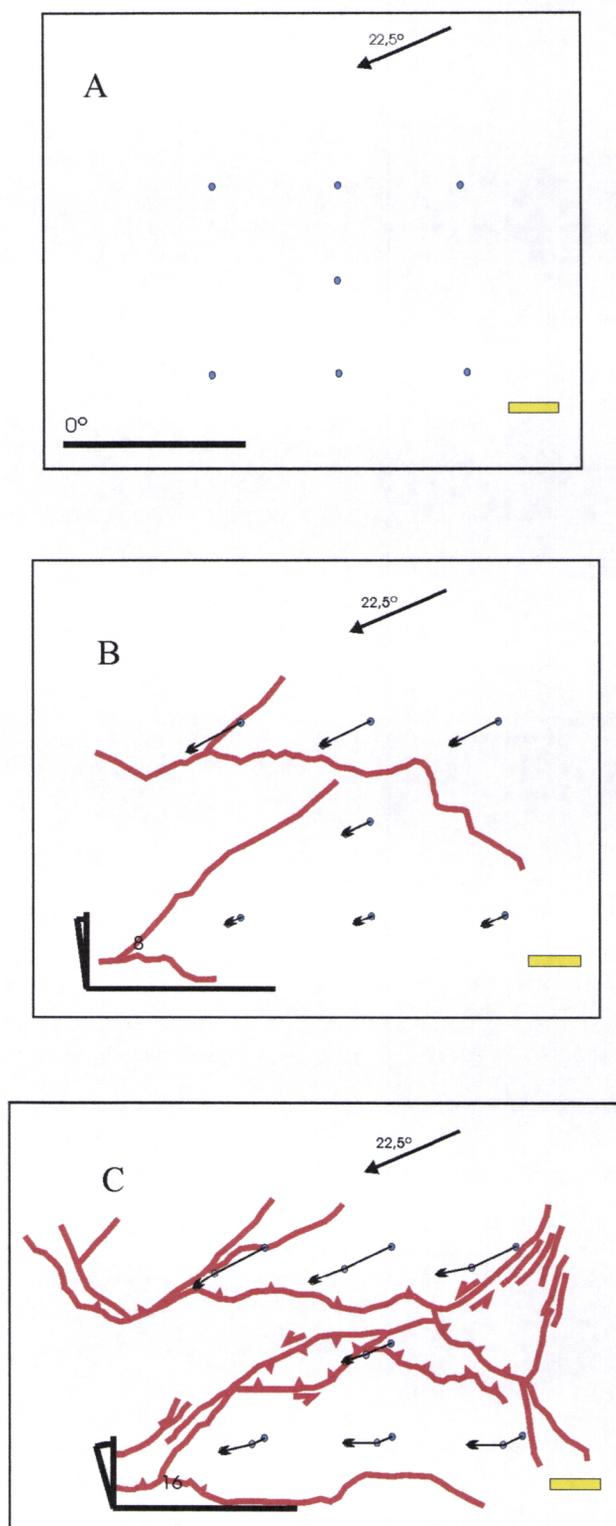


Figura 114 – Desenhos interpretativos da experiência 6. A é o estágio sem deformação, B com 8° de cisalhamento angular e C com 16° de ângulo de cisalhamento.

Em C, quando o cisalhamento angular é de 16° , podem observar-se cavalgamentos muito evoluídos associados a desligamentos esquerdos (fotografia 18 e figura 114), sendo significativa a movimentação esquerda da transpressão imposta ao modelo o que se traduz no deslocamento dos pontos referenciais e seus vectores para uma trajectória essencialmente paralela ao movimento do ângulo de compressão e por isso mesmo também ela esquerda.



Fotografia 18 – Fotografia do estádio final da sexta experiência (com ângulo de convergência de $22,5^\circ$).

Associado aos cavalgamentos principais desenvolveu-se um sistema de grandes fracturas semelhantes a fendas de tracção, não se tendo verificado grandes dobramentos na superfície do modelo, talvez devido ao facto do ângulo de compressão ser menor.

III.3.4.7. Experiência 7

Na experiência 7 (figura 115) mantém-se o ângulo de convergência de $22,5^\circ$ mas coloca-se uma anisotropia vertical no centro do soco representado pelo silicone.

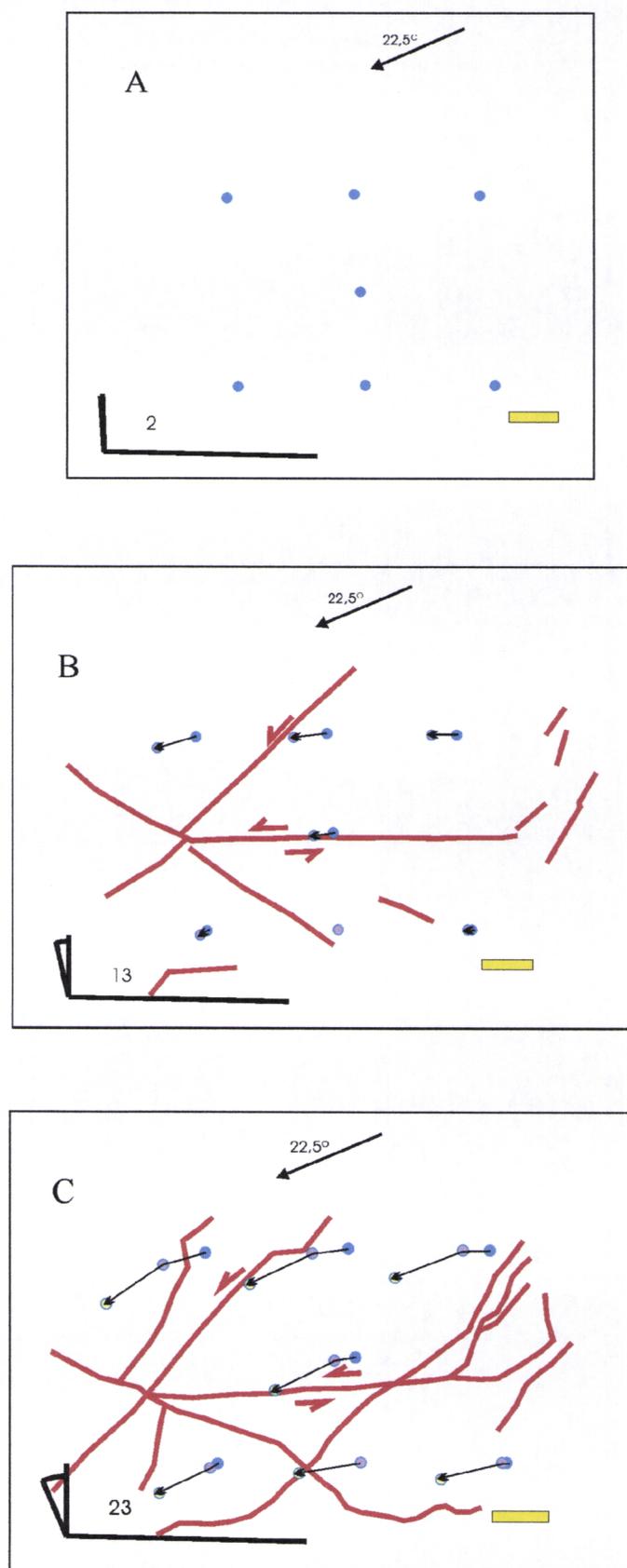


Figura 115 – Esboço interpretativo da experiência 7. Em A a deformação é ainda inexistente, B tem 13° de cisalhamento angular e C tem 23° de cisalhamento angular.

Numa primeira fase sobre a anisotropia pré-existente desenvolve-se uma falha de desligamento esquerdo que influencia a direcção dos vectores de deslocamento os quais acompanham esse movimento transpressivo. No entanto, como a Sul da falha esse desligamento é quase nulo e quando existe tem uma direcção oblíqua pode dizer-se que há partição quase total da deformação, sendo o encurtamento absorvido por “layer parallel shortening” e espessamento.

A partir daqui e com a evolução da transpressão até ao estágio final C (fotografia 19 e figura 115) parece que se passa a uma situação de menor partição, mas como o comportamento a Sul da falha se mantém diferente do comportamento a Norte da mesma, então existe Partição Parcial da Deformação.



Fotografia 19 – Fotografia do estágio final da experiência 7, com ângulo de convergência de 22,5°.

III.3.4.8. Experiência 8

A experiência 8 (figura 116) foi realizada com os mesmos 22,5° de ângulo de convergência das duas experiências anteriores tendo sido colocada uma anisotropia inclinada a cerca de 45° e colocada a 1/3 da distância, mais perto da parede móvel, sendo a inclinação no sentido desta.

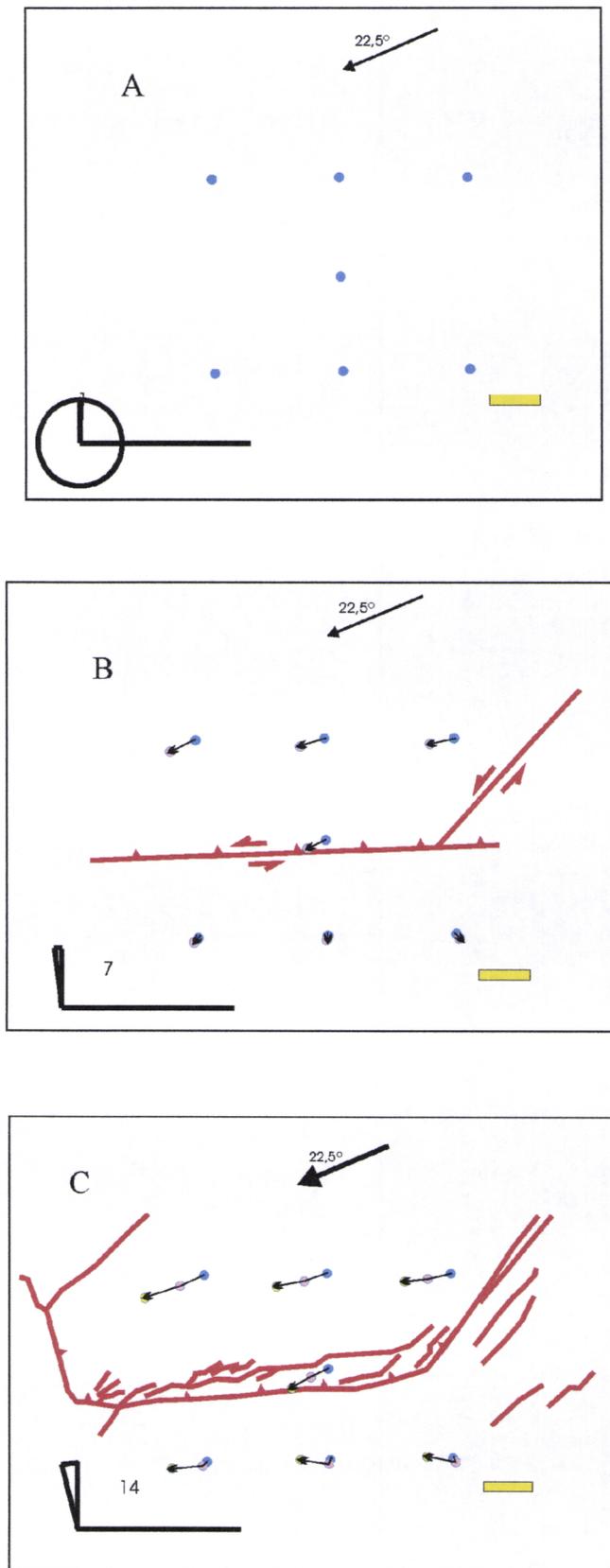


Figura 116 – Esboço interpretativo da experiência 8. A é a fase inicial sem deformação, B com 7° de cisalhamento angular e C a fase final da deformação com 14° de cisalhamento angular.

Desde logo se fez notar a evolução de um cavalgamento oblíquo naturalmente devido à presença da anisotropia pré-existente. Este cavalgamento tem associada uma componente de desligamento esquerdo que é notória desde a sua fase mais incipiente.

No modelo B há partição da deformação uma vez que se observam dois comportamentos distintos: um a Norte do cavalgamento onde os vectores de deslocamento correspondem a deformação homogénea; e outro a Sul do cavalgamento onde a deformação se traduz por encurtamento.



Fotografia 20 – Fotografia do modelo obtido no estágio final da experiência 8; com cavalgamento central acentuado.

Na fase final da experiência (modelo C – fotografia 20 e figura 116) a Partição da Deformação mantém-se, havendo deformação homogénea na parte superior e apenas desligamento na inferior. Na zona mais central do modelo a deformação é oblíqua e está concentrada no plano do acidente.

III.3.5. Análise dos Resultados

A partir da realização e interpretação destas experiências laboratoriais foi possível fazer a análise de resultados das mesmas extrapolando-os para a realidade no terreno.

Deste modo verificou-se que quando a compressão faz um ângulo de 45° com a parede móvel há três situações possíveis:

1. Sem anisotropias, o que resulta ou numa Transpressão Homogénea, ou no desenvolvimento de desligamentos que actuam como anisotropias e vão particionar a deformação havendo então Partição Total da Deformação.

2. Com anisotropia vertical e dois resultados possíveis dependendo da rotação ou não da anisotropia pré-existente:

a) Se existir rotação da anisotropia, esta vai dar origem a um cavalgamento que por si só não origina partição total da deformação, mas que quando acompanhado de um movimento desligante poderá gerar apenas Transpressão Homogénea se o ângulo de inclinação da anisotropia for inferior a 45° , ou gerar Partição Total da Deformação se o ângulo de inclinação da anisotropia for igual ou superior a 45° .

b) Se não existir rotação da anisotropia, esta vai originar uma fractura de desligamento que por sua vez vai influenciar a existência de Partição Total da Deformação.

3. Com anisotropia inclinada a 45° , o que resulta num cavalgamento oblíquo extremamente eficiente que, se associado a uma componente de desligamento vai originar Partição Parcial da Deformação.

Por outro lado, se se alterar o ângulo de compressão das experiências para um ângulo inferior a 45° , neste caso de $22,5^\circ$ então os comportamentos assumidos em Transpressão segundo as três situações anteriormente descritas são distintos:

1. Sem anisotropias, o resultado é uma Transpressão Homogénea com grande desenvolvimento de fracturas com evolução para cavalgamentos oblíquos.

2. Com anisotropia vertical, desenvolve-se uma falha de desligamento que origina Partição Total da Deformação com maior encurtamento num dos blocos do que no outro, traduzindo-se por “layer parallel shortening”.

3. Com anisotropia inclinada a 45°, não existe Partição Total da Deformação pois os cavalgamentos que se formam têm uma componente de cisalhamento esquerdo associada.

No caso das experiências com ângulo de convergência de 22,5° nota-se uma falta de eficiência nos vectores de deslocamento que se diferenciam bastante dos modelos teóricos do ponto III.3.3. Mesmo porque esses modelos foram pensados para um ângulo de convergência de 45°, e também porque nestas últimas experiências (6, 7 e 8) a componente de cisalhamento simples é maior que a componente de cisalhamento puro, logo será de esperar que se obtenham modelos com vectores de deslocamento com maior componente de transcorrência, como acontece na realidade do laboratório.

Desta forma conclui-se que a evolução da deformação é condicionada pelo ângulo de convergência, pela existência ou não de anisotropias e pela maior ou menor rotação das mesmas. Estes são os factores que têm implicações directas na forma como a transpressão se desenrola, com Deformação Homogénea ou com Partição Total ou Parcial.

III.4. Conclusões

Depois de se terem realizado várias experiências em Laboratório correspondentes a diferentes tipos de modelos transpressivos, podem agora adaptar-se os resultados obtidos à situação real de campo pertencente ao Sistema de Arraias – Campos Belos, Brasil.

Tinha-se já verificado no ponto III.2.4, que a dobra sinclinal existente apresentava comportamentos distintos em ambos os seus flancos. No flanco longo do sinclinal verificava-se um estiramento que indicava a existência de um cavalgamento oblíquo, enquanto que no flanco curto sub-vertical a xistosidade e o estiramento podiam ser explicados através de uma forte componente de desligamento.

Isto indica que o facto do flanco curto e inverso ser sub-vertical levou a concentrar nele a componente de desligamento, enquanto que o flanco longo e normal tinha uma deformação mais homogénea, não havendo aí concentração nem de uma componente de desligamento nem de cavalgamento.

A partir destas observações e interpretações de campo pode fazer-se uma correlação com as experiências de laboratório, porque esta situação de Arraias – Campos Belos identifica-se com o modelo experimental em que o ângulo de convergência é de 45° , ou seja, existem componentes idênticas de cisalhamento simples e de cisalhamento puro, e no qual se induziu uma anisotropia vertical ao sistema transpressivo (experiências 2, 3 e 5 – ponto III.3.4).

Neste caso (experiência 2) a anisotropia vertical origina uma fractura de desligamento que, por sua vez, vai influenciar a existência de Partição Total da Deformação, uma vez que nela se concentra a maioria da componente de desligamento. Como aconteceu nas experiências laboratoriais 3 e 5, verificou-se que quando a anisotropia sofria alguma rotação e não mantinha a total verticalidade, à componente de desligamento da anisotropia associava-se também

uma componente de cavalgamento oblíquo, o que originava uma Partição Parcial da Deformação.

Deste modo, percebe-se que o flanco curto sub-vertical do sinclinal presente em Arraias – Campos Belos funciona como a anisotropia das experiências, e que quando foi sujeito a tensões transpressivas, concentrou nele toda a componente de desligamento, dando origem a uma Partição da Deformação.

Em termos de evolução do sector de Arraias – Campos Belos (figura 117) pensa-se que num estado inicial da deformação não terá havido Partição porque os flancos do sinclinal estavam pouco inclinados, e que só quando a vergência se acentuou com o aumento da deformação, e um dos flancos ficou sub-vertical, é que terá começado a ocorrer a componente de cisalhamento simples que se concentrou nesse mesmo flanco, dando assim origem à Partição da Deformação.

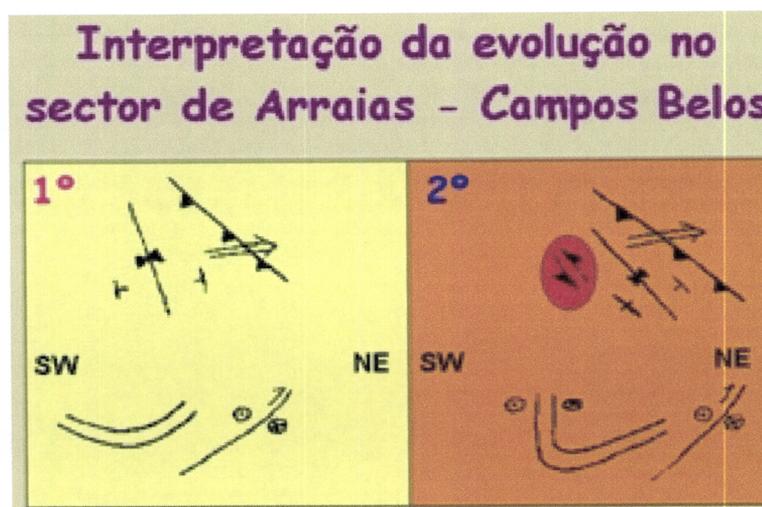


Figura 117 – Interpretação da evolução do sector Arraias – Campos Belos. 1º- Estádio inicial da deformação, com dobramento ainda pouco inclinado e sem Partição da Deformação. 2º - Estádio final da deformação, com flanco SW da dobra sub-vertical e ocorrência de componente de cisalhamento simples (In Pret).

Deste modo, pode concluir-se que o flanco curto terá sido deformado em regime transpressivo esquerdo e homogêneo, enquanto que o flanco longo terá sofrido uma situação de *pure shear dominated transpression*, devido à Falha de Arraias ter absorvido alguma da componente de cisalhamento simples esquerdo.

O facto da Falha de Arraias não se ter comportado como um desligamento puro, mas sim como uma falha oblíqua, indica-nos que a Partição da Deformação não é total (figura 118), mas que apenas foi concentrada parte da componente de desligamento. Isto adequa-se com o facto da falha ser inclinada e portanto ter menor tendência a concentrar o cisalhamento simples.

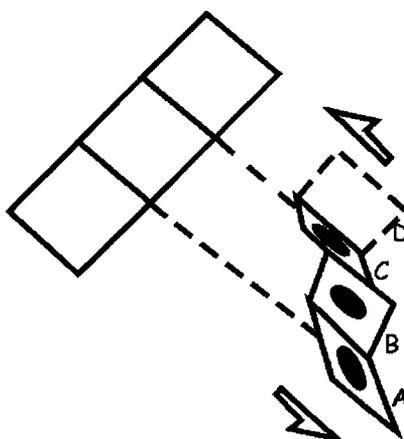


Figura 118 – Esquema em planta da situação do sistema de Arraias – Campos Belos. **A** – Flanco inverso, *simple shear dominated transpression* (bloco alóctone). **B** – Flanco normal, *pure shear dominated transpression* (bloco alóctone). **C** – Regime oblíquo com uma componente de desligamento esquerdo concentrado na Falha de Arraias (bloco alóctone). **D** - Bloco autóctone não estudado nesta dissertação (In Pret).

Em relação ao comportamento distinto da xistosidade num modelo a três dimensões, ela poderá ser interpretada como a figura 119 demonstra, e é explicada através da já referida existência de Partição da Deformação.

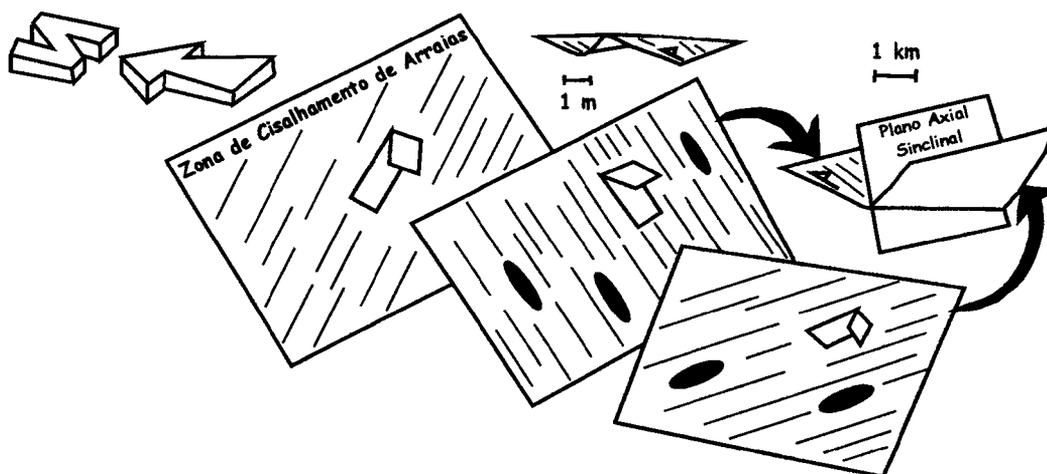


Figura 119 – Esquema do comportamento da xistosidade nos diferentes flancos do sinclinal presente no Sistema Arraias – Campos Belos (In Pret).

Este esquema da xistosidade nos diferentes flancos da dobra sinclinal vem comprovar a teoria da Partição da Deformação, uma vez que ela se comporta de forma claramente diferente no flanco longo e no flanco curto da dobra, dada a presença de uma zona de cisalhamento representada pela Falha de Arraias, oblíqua, com movimento inverso e desligamento esquerdo e, dada também a concentração da componente de desligamento no flanco curto sub-vertical do sinclinal.

Então como conclusão, o Sistema de Arraias – Campos Belos é, desta forma e pelos motivos já referidos, um sistema com partição parcial da deformação heterogénea, o qual pode ser ilustrado através da figura 120, em que o flanco longo sofre essencialmente cisalhamento puro (compressão) e o flanco curto essencialmente cisalhamento simples (transcorrência).

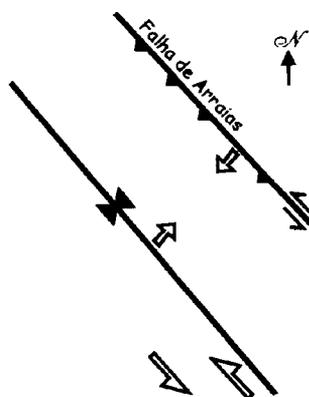


Figura 120 – Ilustração da partição da deformação heterogénea do Sistema de Arraias – Campos Belos.

IV. CONCLUSÕES GERAIS

IV. CONCLUSÕES GERAIS

Em jeito de conclusão, esta dissertação para obtenção do grau de Mestre foi realizada na área da Cartografia e Geologia Estrutural, podendo dizer-se que, embora se tenham estudado duas zonas geograficamente distantes – Marrocos e Brasil, podem encontrar-se alguns pontos “comuns” que levaram à escolha de tais locais.

Tanto as estruturas da zona de Zawiat Moulay Brahim pertencente à Orogenia Varisca – Alto Atlas Ocidental - Marrocos, como as estruturas da zona do Sistema Arraias – Campos Belos pertencente à Orogenia Brasileira – Faixa Brasília - Brasil, podem ser identificadas como tendo sido originadas em regimes transpressivos.

No entanto, o caso de Zawiat Moulay Brahim corresponde a um sistema em que a componente de cisalhamento simples terá sido maior que a componente de cisalhamento puro, enquanto que o caso do Sistema de Arraias – Campos Belos corresponde a um regime com componentes idênticas de transcorrência e de compressão. No primeiro caso não há Partição da Deformação, sendo a Transpressão Homogénea; e , no segundo caso trata-se de uma Transpressão com Partição da Deformação.

Em ambos os casos (Marrocos e Brasil) os factores primordiais condicionantes do tipo de deformação, (para além da percentagem de cada uma das componentes de cisalhamento simples ou puro) são essencialmente as anisotropias, que vão interferir de uma forma decisiva na génese dos dobramentos que poderão estar, ou não, associados a zonas de cisalhamento.

Ficou demonstrado que é possível recorrer a modelação analógica por forma a encontrar as explicações que nem sempre os dados, observações e interpretações de campo nos conseguem facultar. E, deste modo, conseguir encontrar o modelo teórico que melhor se adequa ao terreno.

**“A Ciência não é um meio de explicar,
Mas apenas de constatar
O que descobriu provisoriamente
Nisso que constatou!”**

Vergílio Ferreira

BIBLIOGRAFIA

- *ALKMIM, F. F., MARSHAK, S. & FONSECA, M. A.* (2001); “Assembling Brazil (West Gondwana) in the Neoproterozoic: clues from the São Francisco craton region, Brazil.”; *Geology*, Vol. 29, pp. 319-322.
- *ALMEIDA, F.F.M.* (1967); “Origem e evolução da Plataforma Brasileira.”; D.N.P.M., Boletim 241, pp. 36.
- *ANDERSON, E. M.* (1951); “The Dynamics of Faulting.”; Olivier & Boyd, Edinburgh.
- *BOUMMANE, M. H.* (1987); “Les deformations Hercyniennes Superposées dans le sud de la Meseta Marocaine, L’exemple des séries paléozoïques du horst de Guemassa (Haouz de Marrakech).”; Thèse 3ème cycle, Université Cadi Ayyad – Faculté des Sciences, Département de Géologie, Marrakech. Maroc, pp.214.
- *DAVIS, G. H. & REYNOLDS, S. J.* (1996); “Structural Geology of Rocks and Regions”; Second Edition, Wiley, U.S.A., pp. 776.
- *DEWEY, J. F., HOLDSWORTH, R. E. & STRACHAN, R. A.* (1998); “Transpression and transtension zones.”; In: Holdsworth, R. E. , Strachan, R. A. & Dewey, J. F. (eds) 1998; “*Continental Transpressional and Transtensional Tectonics.*”; Geological Society, London, Special Publications, Vol.135, pp.1-14.
- *DIAS, R. & RIBEIRO, A.* (1994); “Constriction in a transpressive regime: an example in the Iberian branch of the Ibero-Armorican arc.”; *Journal of Structural Geology*, Vol. 16, pp. 1543-1554.
- *D’LEMONS, R. S., BROWN, M. & STRACHAN, R. A.* (1992); “Granite magma generation, ascent and emplacement within a transpressional orogen.”; *Journal of the Geological Society*, London, Vol. 149, pp. 487-490.

- *DORÉ, A. G. & LUNDIN, E. R. (1996)*; “Cenozoic compressional structures on the NE Atlantic continental margin: nature, origin and potencial significance for hydrocarbon exploration.; Petroleum Geosciences, Vol. 2, pp. 299-312.
- *EDDEBBI, A. (1989)*; “ Etude sédimentologique et structurale du Carbonifère inférieur de la bordure nord du Haut-Atlas de Marrakech (Foudrar et Souktana – Maroc).”; Thèse 3ème cycle, Univ. Marrakech, pp.134.
- *EDDEBBI, A. , BOUABDELLI, M. & BEAUCHAMP, J. (1993)*; “Evolution tectono-sédimentaire du Carbonifère inférieur des massifs de Foudrar et Souktana (Haut Atlas de Marrakech).”; 14 th internat. Meeting of Sedimentology, Marrakech, avril 1993, résumé, pp. 124.
- *FITCH, T. J. (1972)*; “Plate convergence, transcurrent faults, and internal deformation adjacent to southeast Asia and the western Pacific.”; Journal of Geophysical Research, Vol. 77, pp. 4432-4460.
- *FONSECA, M. A. ; DARDENNE, M. A. & UHLEIN, A. (1995)*; “Faixa Brasília setentrional: estilos estruturais e arcabouço tectónico.”; Revista Brasileira de Geociências, Vol. 25 (4), pp. 267-278.
- *FONSECA, M. A. ; DARDENNE, M. A. (1995)*; “Estilos estruturais e a compartimentação tectónica do segmento setentrional da Faixa Brasília.”; In: Simpósio Nacional de Estudos Tectónicos, Vol. 5, *Anais...* Gramado, SBG, pp. 36-38.
- *FOSSSEN, H. (1989)*; “Indication of transpressional tectonics in the Gullfaks oil-field, northern North Sea.”; Marine and Petroleum Geology, Vol. 6, pp. 22-30.
- *FOSSSEN, H. & TIKOFF, B. (1993)*; “The deformation matrix for simultaneous simple shearing, pure shearing and volume change, and its application to transpression – transtension tectonics.”; Journal of Structural Geology, Vol. 15, pp. 413-422.

- *FUCK, R. A.* (1994); “A Faixa Brasília e a compartimentação tectónica na Província de Tocantins.”; In: Simpósio de Geologia do Centro – Oeste, Vol. 4, *Anais...Brasília*, SBG, pp. 184-187.
- *GAILLET, J. L.* (1980); “Donnés sur la lithologie et la tectonique des formations dinantiennes du domaine sud-mésétien (Jbilet – Haouz et Haut-Atals de Marrakech).”; Mine, géologie et énergie – compte rendu des journées de la Géologie, tenues à Rabat du 15 au mai, n° 48, pp. 63-67.
- *GIBBS, A. D.* (1986); “Strike-slip basins and inversion: a possible model for the Southern North Sea areas.”; In: BROOKS, J., GOFF, J. C. & VAN HOORN, B. (eds) “*Habitat of Paleozoic Gas in NW Europe.*” Geological Society, London, Special Publications, Vol. 23, pp. 23-35.
- *GOOWIN, L. B. & WILLIAMS, P. F.* (1996); “Deformation path partitioning within a transpressive shear zone, Marble Cove, Newfoundland.”; *Journal of Structural Geology*, Vol. 18, pp. 975-990.
- *HARDING, T. P.* (1974); “Petroleum traps associated with wrench faults.”; *Bulletin, American Association of Petroleum Geologists*, Vol. 58, pp. 1290-1304.
- *HATCHER, R. D. Jr.* (1995); “Structural Geology – Principles, Concepts and Problems.”; Prentice Hall, U.S.A., pp.525.
- *HIBTI, M.* (1993); “L’amas sulfure de Hajjar: contexte géologique de mise en place et déformations superposées (Haouz de Marrakech, Meseta sud-occidentale, Maroc).”; Thèse 3ème cycle, Université Cadi Ayyad, Faculté des Sciences Semlalia, Marrakech, pp. 197.
- *HOLDSWORTH, R. E.* (1989); “The Start-Perranporth Line: a Devonian terrane boundary in the Variscan orogen of SW England?”; *Journal of the Geological Society*, London, Vol. 146, pp. 419-421.

- *MOLNAR, P.* (1992); “Brace-Goetze strength profiles, the partitioning of strike-slip and thrust faulting at zones of oblique convergence, and the stress-heat flow paradox of the San Andreas Fault.”; In: *EVANS, B. & WONG, T. F.* (eds) “*Fault Mechanics and Transport Properties of Rocks.*” ; Academic Press, London, pp. 435-459.
- *OUADJOU, A. E.* (1997); “Petrographie, Geoqhimie et structure des Roches Magmatiques Ante-Shisteuses des Massifs Hercyniens des Guemassa et Souktana.”; Thèse 3ème cycle, Université Cadi Ayyad – Faculté des Sciences Semlalia, Marrakech, pp.164.
- *PASSCHIER, C. W. & TROUW, R. A. J.* (1998) “Micro-tectonics”; Springer, pp. 289.
- *PIMENTEL, M.M. & FUCK, R. A.* (1992); “Neoproterozoic Crustal Accretion en Central Brazil.”; *Geology*, Vol. 20 (4), pp. 373-379.
- *PIQUÉ, A.* (1994); “Géologie du Maroc – Les domaines régionaux et leur evolution structurale.” Imprimerie El Maarif Al Jadida – Rabat, pp. 284.
- *PLATT, J. P.* (1993); “Mechanics of oblique convergence.”; *Journal of Geophysical Research*, Vol. 98, pp. 16239-16256.
- *RAMSAY, J. G. ; HUBER, M. I.* (1993); “The Techniques of Modern Structural Geology, Vol. 1: Strain Analysis”; Academic Press, London, pp. 307.
- *RAMSAY, J. G. ; HUBER, M. I.* (1993); “The Techniques of Modern Structural Geology, Vol. 2: Folds and Fractures.”; Academic Press, London, pp. 700.
- *RICHARD, P. & COBBOLD, P.* (1990); “Experimental insights into partitioning of fault motions in continental convergent wrench zones.”; *Annales Tectonicae*, Special issue, Vol. IV, n. 2, pp. 35-44.
- *ROBIN, P. Y. F. & CRUDEN, A. R.* (1994); “Strain and vorticity patterns in ideally ductile transpression zones.”; *Journal of Structural Geology*, Vol. 16, pp. 447-466.

- SANDERSON, D. J. & MARCHINI, W. R. D. (1984); "Transpression"; *Journal of Structural Geology*, Vol. 6, No 5, pp. 449- 458.
- SCHOBENHAUS FILHO, C. (1993); "O Proterozóico Médio no Brasil com ênfase na região centro-leste: uma revisão."; Tese de Doutorado, Universidade de Freiburg, Freiburg, pp.166.
- TEYSSIER, C., TIKOFF, B. & MARKLEY, M. (1995); "Oblique plate motion and continental tectonics."; *Geology*, Vol. 23, pp. 447-450.
- TYKOFF, B. & FOSSEN, H. (1993); " Simultaneous pure and simple shear: the unifying deformation matrix."; *Tectonophysics*, Vol. 217, pp. 267-283.
- TIKOFF, B. & GREENE, D. (1997); "Stretching lineations in transpressional shear zones: an example from the Sierra Nevada Batholith, California." *Journal of Structural Geology*, Vol. 19, pp. 29-39.
- TYKOFF, B. & TEYSSIER, C. (1994); "Strain modeling of displacement field partitioning in transpressional orogens."; *Journal of Structural Geology*, Vol. 16, pp. 1575-1588.
- TWISS, R. J. & MOORES, E. M. (1992); "Structural Geology"; Freeman, U.S.A., pp. 532.
- TOURTITE, A. (1989); "Contribution micropaléontologique à l'étude du Carbonifère de l'Atlas de Marrakech (Blocs de Souktana et Guemassa)."; *Coll. Géol. Franco-Maroc.*, Strasbourg, 24 – 26 Mai.
- WILCOX, R. E., HARDING, T. P. & SEELY, D. R. (1973); "Basic wrench tectonics."; *Bulletin, American Association of Petroleum Geologists*, Vol. 57, pp. 74-96.