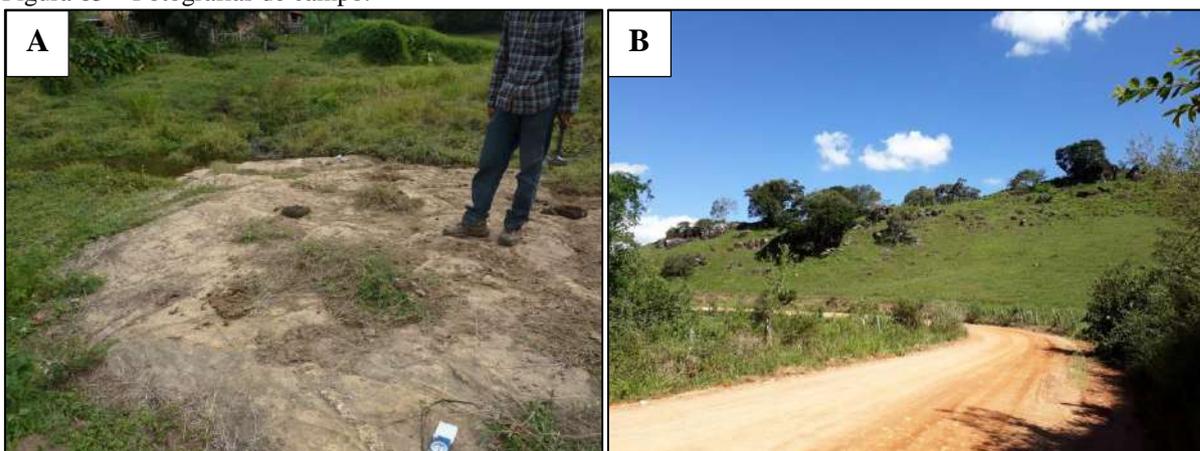


Figura 65 – Fotografias de campo.



Legenda: (A) Afloramento em lajedo do hololeucognaisse Taguar (BM-518). (B) Afloramento em blocos alinhados em cima da crista do morro.

Fonte: O autor, 2018.

Este metagranito é intrusivo em todas as rochas que compõem a sequência metavulcanocassedimentar acima descrita, estando afetado pela fase de deformação Dn, seus corpos primariamente tabulares ocorrem localmente dobrados pela fase deformacional Dn em dobras isoclinais.

Este metagranito apresenta textura inequigranular (Figura 66A) com índice de cor aproximado de 3% (hololeucocrática). Sua mineralogia essencial é quartzo, plagioclásio e biotita, como mineralogia acessória foi observado cristais de zircão. A mineralogia secundária é composta por cristais de e sericita.

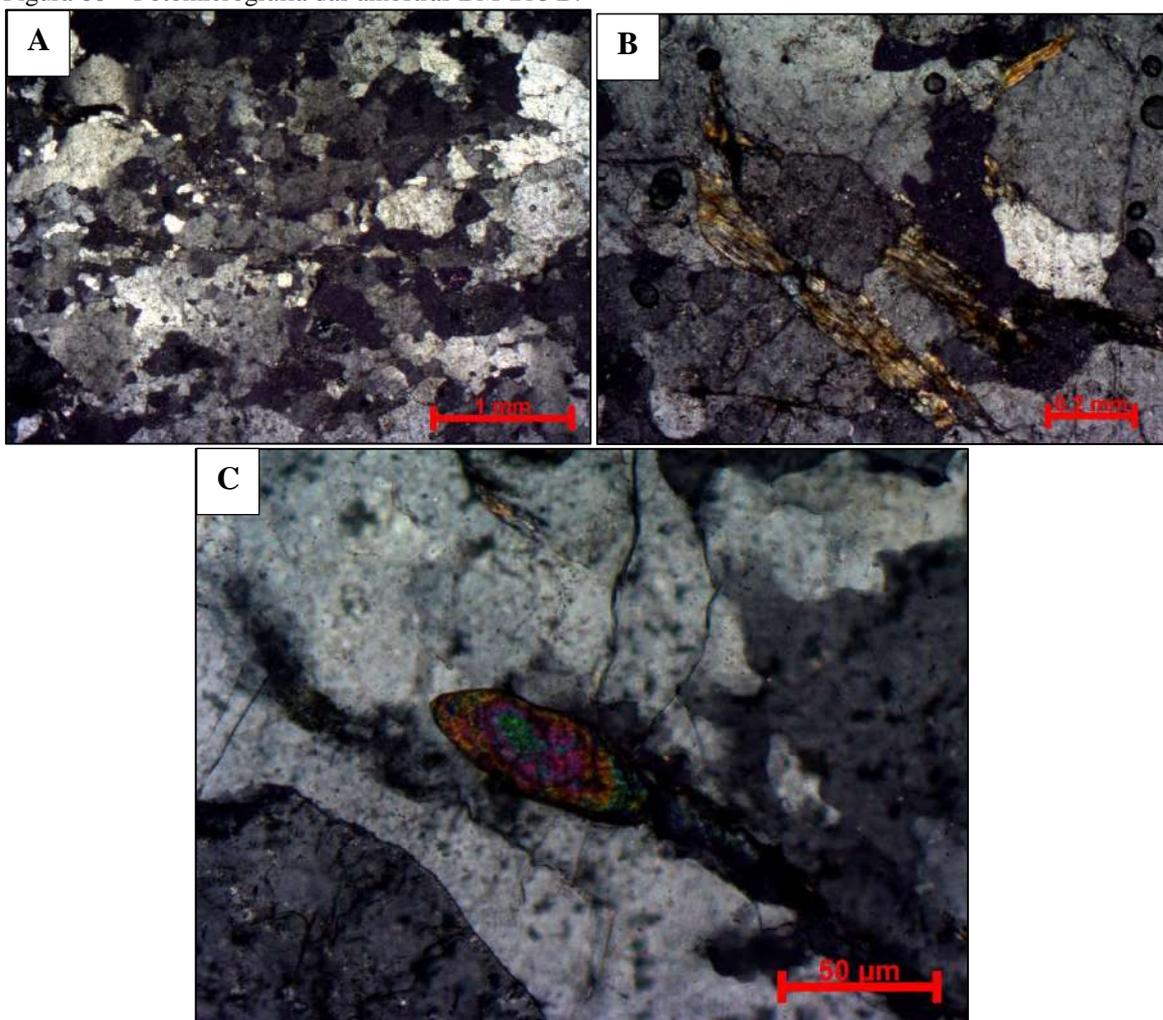
Os cristais de quartzo contém o hábito granular a estirado, paralelos à foliação da fase Dn. Geralmente apresentam extinção ondulante, e recristalização do tipo *bulging* e subgrão, formando novos grãos menores. Os tamanhos dos cristais variam de 0,2 mm a 1,5 mm aproximadamente.

O plagioclásio apresenta cristais anédricos, com o hábito tabular e tamanho variando de 0,2 até 1,7 mm. Geralmente encontra-se parcialmente alterado para sericita e paralelizados à foliação da fase Dn.

Os cristais de biotita encontram-se espaçados na rocha, com tamanho aproximado de 0,2 mm. Geralmente esses cristais são observados parcialmente e/ou totalmente alterados para clorita (Figura 66B).

O zircão é observado com o hábito prismático euédrico (Figura 66C). O tamanho médio aproximado dos cristais de zircão é de 0,1 mm.

Figura 66 – Fotomicrografia das amostras BM-218 B.



Legenda: (A) Textura inequigranular do metagranito – NC (BM-218 B). (B) Cristais de biotita alterando para cristais de clorita – NC (BM-218 B). (C) Cristal de zircão com hábito prismático – NC (BM-218 B).  
 Fonte: O autor, 2018.

### 5.1.2.2 Domínio Superior (D.S)

#### 5.1.2.2.1 Domínio das *Nappes* Guaxupé e Socorro

As rochas presentes neste domínio estão delimitadas e separadas das rochas que compõem o Domínio Inferior (DI) por zonas de cisalhamento com milonitos de média a alta temperatura e por rochas granulíticas. A unidade predominante nesse domínio é composta por

Ortognaisse (mega)porfirítico, denominadas como Serra da Água Limpa (*Nappe* Socorro) e Pinhal-Ipuiuna (*Nappe* Guaxupé).

#### 5.1.2.2.2 Unidade Ortognaisse (mega)porfirítico

As rochas dessa unidade afloram em forma de paredões rochosos, lajedos abaulados (Figura 67A), blocos arredondados e em cortes de estrada, compondo as serras mais altas da área de mapeamento. Essa unidade aflora tanto na *Nappe* Socorro (Sul da área), quanto na *Nappe* Guaxupé (Norte da área) e estão associadas com ortognaisse diversos. É comum observar xenólitos e/ou *roof pendant* variando de centímetros até centenas de metro de rochas metassedimentares com composição variada e enclaves centimétricos a decamétricos de rocha metabásica (Figura 67B) e gnaisse fino com fusão parcial (Figura 67C), ambos concordante com a foliação principal do ortognaisse porfirítico.

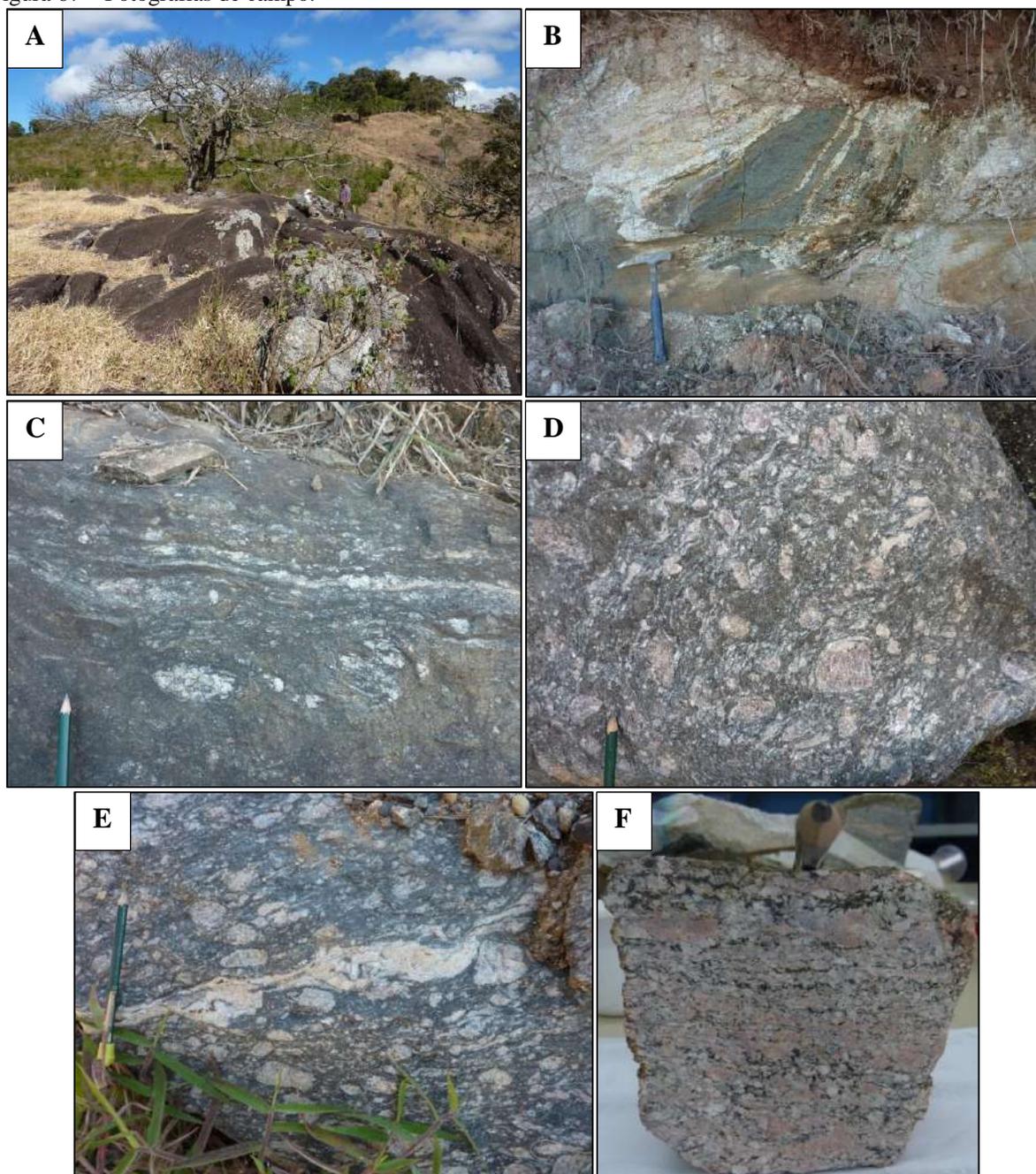
Este Ortognaisse apresenta duas fácies principais, sendo a de maior expressão aflorante apresentando textura inequigranular porfirítica a megaporfirítica (Figura 67D e 67E), leucocrática a mesocrática com índice de cor variando entre 19 e 35%. Os fenocristais são de feldspato, apresentando cor rosada e hábito tabular, por vezes arredondados pela deformação, com tamanho muito variável, tendo em média 2 cm de comprimento, mas podendo chegar até aproximadamente 5 cm. A matriz é composta por quartzo, feldspato, biotita e localmente anfibólio, com granulação predominantemente média.

Subordinadamente este ortognaisse ocorre com textura inequigranular porfirítica (Figura 67F), leucocrática com índice de cor estimado entre 12 e 21%. Os fenocristais também são de feldspato com a cor rosada e hábito tabular, em maior porcentagem que fácies anterior e com tamanho variando de 0,3 a 1,5 cm. A matriz apresenta a mesma composição mineralógica da outra fácies, com granulação predominantemente média. O contato entre as duas fácies é transicional.

As rochas que compõem essa unidade apresentam textura inequigranular porfirítica a megaporfirítica, com fenocristais de k-feldspato e plagioclásio de 1 até 5 cm. Sua matriz possui a granulação média a grossa (1 a 30 mm), composta por plagioclásio, k-feldspato, quartzo, biotita e hornblenda (local), como minerais acessórios foram identificados titanita, epidoto, clinozoisita-zoisita, allanita, minerais opacos, apatita, zircão e localmente granada.

Como minerais secundários ocorrem cristais de clorita e sericita. Próximo aos limites com o Domínio Inferior estes ortognaisses apresentam textura milonítica com matriz cinza escura muito fina, composta por feldspatos, quartzo e biotita e porfiroclastos arredondados e lenticulares de plagioclásio e k-feldspato (Figura 68A).

Figura 67 – Fotografias de campo.



Legenda: (A) Afloramento em lajedo abaulado do ortogneisse porfirítico (BM-422). (B) Afloramento do ortogneisse porfirítico com xenólito de rocha metabásica (BM-23). (C) Afloramento de um ortogneisse anatótico, com lentes e bolsões de leucossoma (BM-398). (D) Afloramento mostrando a textura megaporfirítica do ortogneisse na Nappe Guaxupé, em porção menos deformada, com fenocristais de feldspato tabulares (BM-396). (E) Afloramento mostrando a textura megaporfirítica do ortogneisse na Nappe Guaxupé, em porção mais deformada, com fenocristais de feldspato lenticulares (BM-396). (F) Fotografia da fácies porfirítica leucocrática, do ortogneisse na Nappe Socorro (BM-18).

Fonte: O autor, 2018.

O k-feldspato e o plagioclásio se encontram como fenocristais, porfiroclastos (em milonitos) e cristais na matriz. Os cristais de ambos os feldspatos apresentam o hábito prismático a granular, subédrico a anédricos e com texturas antipertíticas (Figura 68B), pertíticas e mirmequítica (Figura 68C).

Os cristais de quartzo encontram-se estirados a granulares, muitas vezes com recristalizações do tipo *bulging* e subgrão, e em milonitos formando novos grãos de tamanho submilimétrico. Em milonitos de mais alta temperatura o quartzo se encontra em forma de fita ou com contato poligonal, devido a recristalização estática.

A biotita ocorre como mineral primário com orientação preferencial definindo a foliação principal da rocha e substituindo cristais hornblenda (Figura 68D). Seus cristais ocorrem dispersos ou em aglomerados na rocha e hábito lamelar e por vezes alterados parcialmente para clorita.

A hornblenda ocorre localmente em algumas amostras, geralmente substituídas parcialmente para biotita. Seu tamanho varia de 0,2 até 1,7 mm com hábito tabular, anédrico e raramente granular. Os cristais de hornblenda apresentam inclusões de minerais opacos e, localmente, microclina (Figura 68E), sugerindo uma origem metamórfica para ao menos parte dos cristais.

A titanita ocorre como cristais prismáticos a granulares, anédricos a localmente subédrico com tamanho variando entre 0,2 e 0,7 mm (Figura 69A).

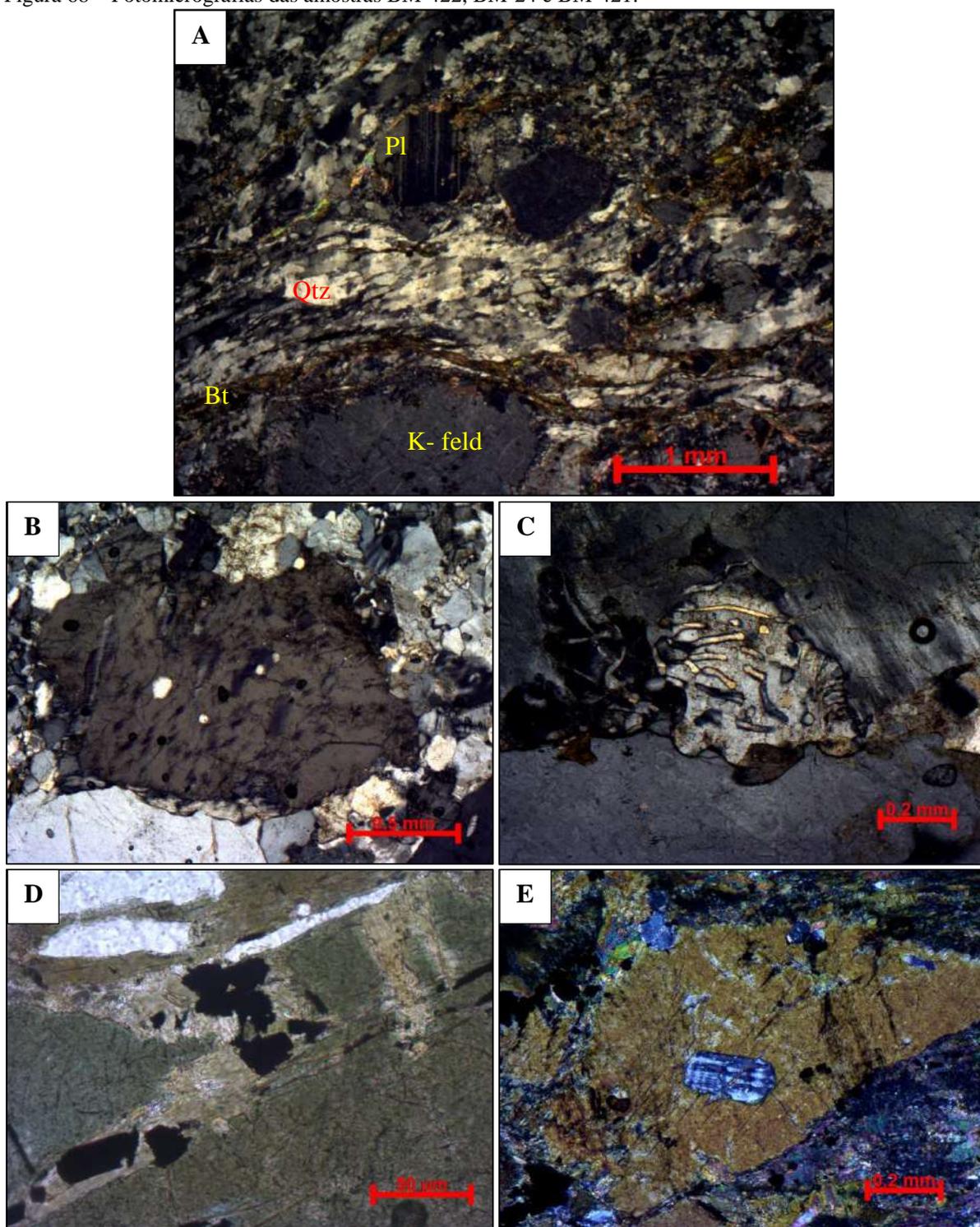
A allanita ocorre localmente, sendo comum a presença de clinozoisita no seu entorno (Figura 69B). Seus cristais apresentam tamanhos menores que 0,1 mm.

A clinozoisita, a zoisita e o epidoto ocorrem dispersos na rocha e com o hábito granular, geralmente com tamanho menores ou iguais a 0,1 mm.

A apatita e o zircão ocorrem como cristais prismáticos, dispersos na rocha e com tamanho máximo de 0,1 mm.

A sericita ocorre como produto de alteração de feldspato, já a clorita ocorre como produto de alteração de clorita e biotita.

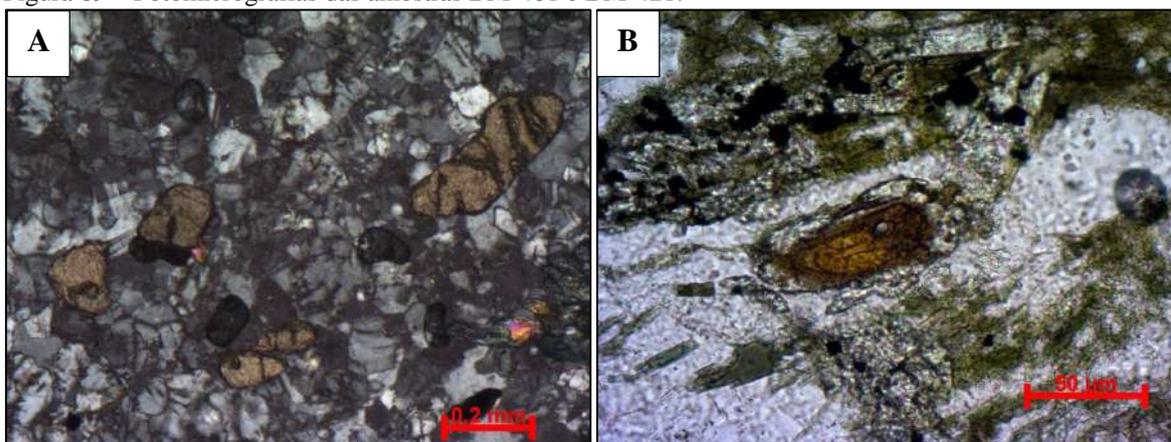
Figura 68 – Fotomicrografias das amostras BM-422, BM-24 e BM-421.



Legenda: (A) Textura milonítica com porfiroclastos de plagioclásio – NC (BM-422). (B) Fenocristal de Plagioclásio com textura antipertítica – NC (BM-24). (C) Fenocristal de Plagioclásio com textura mimerquítica – NC (BM-24). (D) Cristais de Biotita substituindo hornblenda – NP (BM-421). (E) Hornblenda com inclusão de microclina – NC (BM-421).

Fonte: O autor, 2018.

Figura 69 – Fotomicrografias das amostras BM-401 e BM-421.



Legenda: Cristais de titanita com hábito tabular e granular – NC (BM-401). (B) Cristal de allanita com cristais de clinozoisita no seu entorno – NP (BM-421).

Fonte: O autor, 2018.

#### 5.1.2.2.3 Unidade Gnaiss Granulítico

Esta unidade aflora no contato basal da Nappe Socorro, apresentando um corpo mapeável a SE do mapa na Serra da Boa Vista e parte da Serra dos Capitães, na porção leste da área mapeada. Essa unidade é composta por um gnaiss de composição charnoquítica, geralmente com textura milonítica (Figura 70). Sua ocorrência predominante é em pequenos afloramentos de cortes de estrada, lajedos em drenagens e blocos nas serras. Essa unidade marca parte do contato tectônico entre a Nappe Socorro e as rochas do Domínio Inferior, ressaltando também um salto metamórfico entre estes domínios, com rocha de facies granulito sobre rochas de fácies anfibolito.

Figura 70 - Fotografia megascópica da amostras BM-428.



Legenda: Gnaiss granulítico com forte foliação contornando porfiroclastos de feldspato lenticulares (BM-428), como indicado na seta amarela.

Fonte: O autor, 2018.

A rocha contém a textura variando de equigranular a inequigranular seriada, com granulação fina a média. Sua mineralogia essencial é composta por quartzo, feldspato, piroxênio e anfibólio.

Este gnaiss apresenta índice de cor hololeucocrático a leucocrática, com 3 e 12% de minerais máficos, geralmente com textura granoblástica inequigranular seriada (Figura 71A). Sua mineralogia essencial é composta por microclina, quartzo, piroxênio, anfibólio, e biotita, com raros cristais de plagioclásio, tendo como minerais acessórios titanita, zircão, apatita e minerais opacos.

A microclina é o feldspato predominante na rocha, raramente sendo observado cristais granulares de plagioclásio de aproximadamente 0,2 mm. A microclina apresenta o hábito tabular com cristais variando de 0,3 até 0,7mm e apresenta ocorrência de texturas pertíticas, localmente em duas direções (Figura 71B).

Os cristais de quartzo apresentam o hábito granular (recristalizados) e estirado, com tamanho predominante de 0,3 mm, podendo chegar a 2,3 mm quando muito estirados. Seus cristais são paralelos à foliação principal da rocha.

Os cristais de piroxênio observados são de ortopiroxênio e ocorrem em núcleos de anfibólio (Figura 71C) e disperso na rocha (Figura 71D) como cristais com hábito prismático anédrico a granular com tamanho em torno de 0.3 mm.

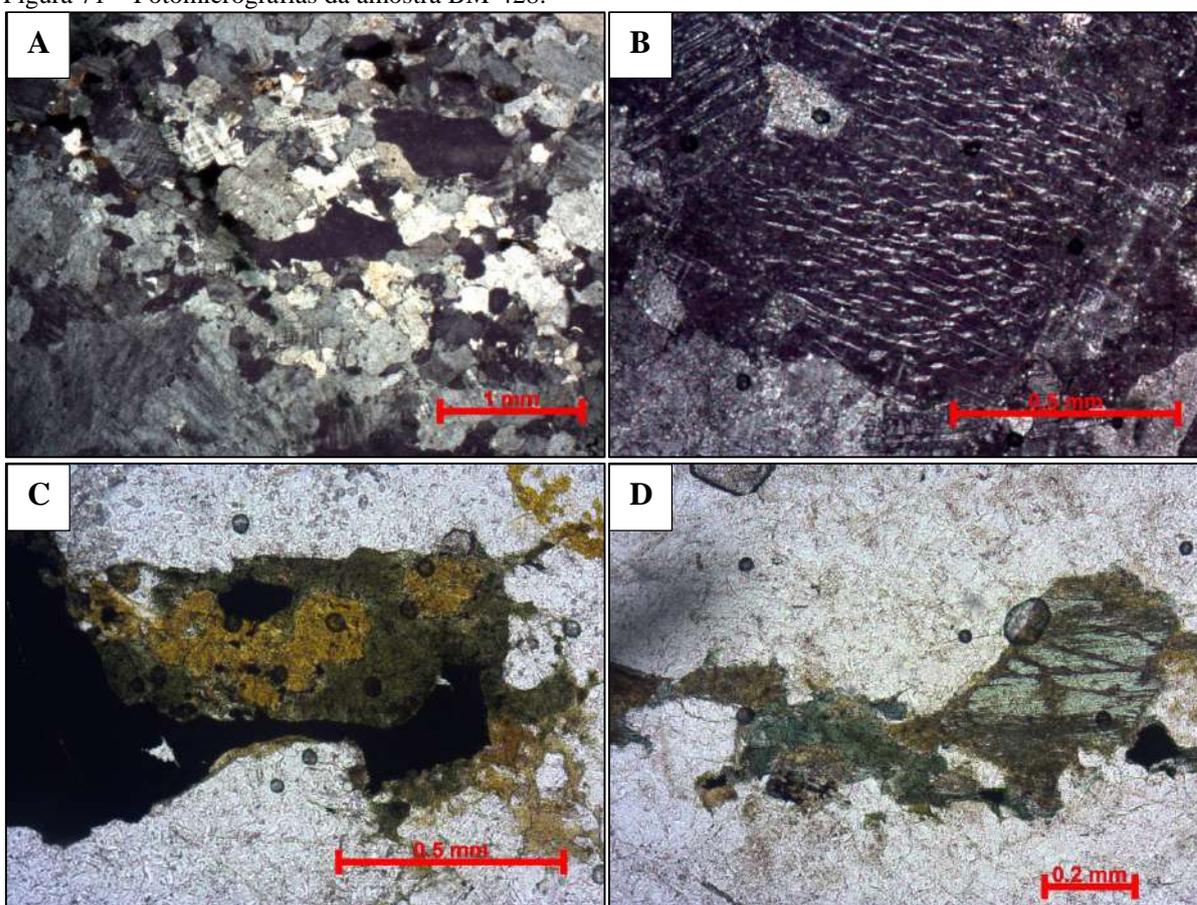
A hornblenda ocorre como cristais dispersos na rocha, ao redor cristais de ortopiroxênio. Os cristais tem o hábito prismático/tabular com até 1mm de comprimento. Seus cristais são paralelos à foliação principal da rocha.

A biotita ocorre substituindo cristais de anfibólio e disperso na rocha, apresenta o hábito lamelar e seu tamanho é aproximadamente de 0,2 mm.

A titanita ocorre com o hábito granular, geralmente próximo a minerais máficos, seu tamanho aproximado é de 0,2 mm.

O zircão e a apatita são prismáticos e ambos possuem o tamanho aproximado de 0,1 mm, com hábito prismático a granular.

Figura 71 – Fotomicrografias da amostra BM-428.



Legenda: (A) Textura inequigranular do gnaiss granulítico em porção menos deformada – NC (BM-428). (B) Textura perítica em k-feldspato – NC (BM-428). (C) Cristal do ortopiroxênio rodeado por hornblenda- NP (BM-428). (D) Cristal de ortopiroxênio mostrando a diferença de relevo com o anfibólio – NP (BM-428).

Fonte: O autor, 2018.

## 5.2 GEOLOGIA ESTRUTURAL

### 5.2.1 Geologia Estrutural/Microtectônica

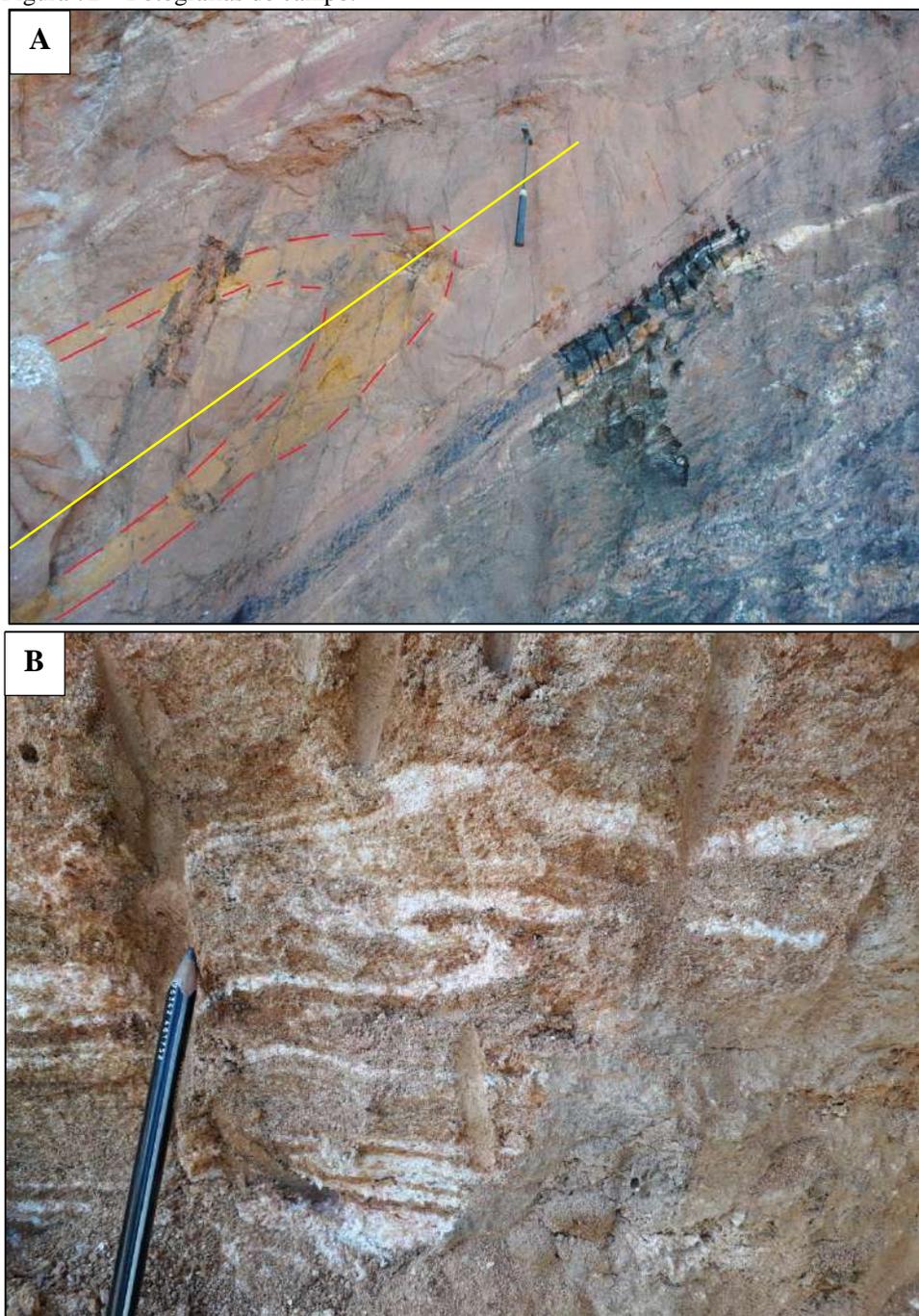
Na área estudada foram identificadas estruturas deformacionais dúcteis relacionadas a três fases de deformações, denominadas de  $D_n$ ,  $D_{n+1}$  e  $D_{n+2}$  e ao menos uma fase de deformação rúptil posterior, denominada de  $D_r$ . O foco desta dissertação são as estruturas dúcteis que afetaram todas as unidades mapeadas, antigas estruturas e contatos primários. Para o entendimento e melhor visualização dessas fases de deformação, além do mapa geológico-estrutural também foram confeccionados estereogramas para as estruturas de cada fase deformacional, um mapa estrutural na escala 1:50.000 (Apêndice II) e três seções geológicas, cortando as principais estruturas, duas com orientação E-W e uma na direção ENE-WSW. Todas as medidas de estruturas planares e lineares serão apresentadas na notação *Dip Direction / Dip* (notação Clar). Os estereogramas foram confeccionados com o programa Stereonet (versão 2.45) e serão apresentados na rede equiárea de Schmitt, com projeção no hemisfério sul.

#### 5.2.1.1 Fase de Deformação $D_n$

Os principais produtos dessa fase de deformação são: foliação ( $S_n$ ) (localmente milonítica), lineação de estiramento ( $L_n$ ) e dobras apertadas a isoclinais (intrafoliais em zonas de cisalhamento), com eixo subparalelo a  $L_n$  e plano axial ( $P_a$ ) paralelo a  $S_n$ .

Na maior parte da área observa-se os contatos entre as rochas metassedimentares ( $S_0$ ) são paralelos à foliação principal ( $S_n$ ) destas rochas, entretanto em alguns afloramentos observa esta foliação ( $S_n$ ) paralela ao plano axial de dobras apertadas a isoclinais que afetam os contatos litológicos ( $S_0$ ). Estas dobras são geradas na fase  $D_n$ , afetando estruturas prévias como o acamamento sedimentar ( $S_0$ ), corpos de rocha básica (Figura 72A), provavelmente *sills*, e diques graníticos, leucossoma gerados em evento metamórfico possivelmente em estágio anterior ou cedo-sin a esta fase de deformação (Figura 72B).

Figura 72 – Fotografias de campo.



Legenda: (A) Corpo de anfibolito dobrado intercalado em (Granada) Biotita Gnaiss quartzoso com camadas de gondito, mostrando uma dobra isoclinal com Plano Axial paralelo a foliação  $S_n$  (linha amarela) (BM-418). (B) Dobra isoclinal da fase Dn afetando lentes leucossomáticas do (Hornblenda) Biotita Ortogneiss alterado (BM-598).

Fonte: O autor, 2018.

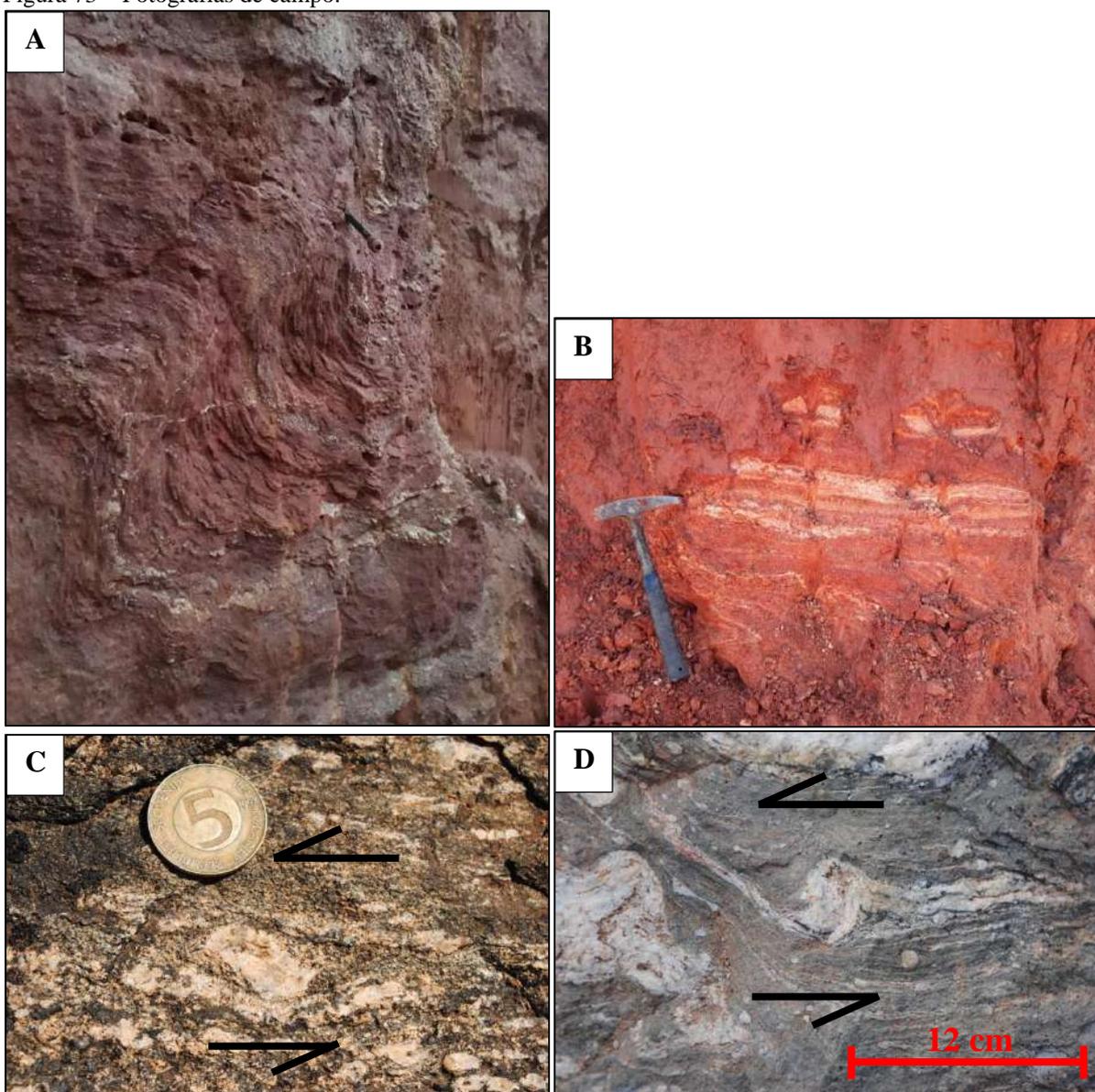
### 5.2.1.2 Foliação Sn

A foliação Sn varia de xistosidade continua (Figura 73A) a espaçada e bandamento gnáissico (Figura 73B), dependendo do litotipo no qual se desenvolve, e localmente pode ser milonítica (Figuras 73C e 73D). Os minerais que definem a foliação da fase Dn, nas rochas metassedimentares são micas, quartzo, sillimanita e/ou feldspato (Figura 74A). Cristais de micas, feldspato, quartzo e/ou hornblenda marcam a foliação da fase Dn nas rochas metaígneas (Figura 74B). A foliação Sn está associada a dobras apertadas a isoclinais geradas na fase Dn, sendo paralela a seus planos axiais (Figura 72B).

Localmente ocorrem zonas de cisalhamento com foliação milonítica concordante. Quando as rochas apresentam textura milonítica a foliação Sn é caracterizada por fitas de quartzo e bandas de feldspato contornando porfiroclastos de feldspato do tipo *fish* (Figura 73C), do tipo delta (Figura 73D) e do tipo sigma (Figura 75A), associada a forte estiramento mineral e diminuição do tamanho dos cristais devido à recristalização dinâmica, localmente apresentando quartzo com contatos poligonais nas fitas de quartzo, indicando recristalização estática. Em alguns milonitos da fase Dn, principalmente em quartzito, observa-se uma textura de fitas de quartzo, separadas por lâminas micáceas submilimétricas, com alguns cristais de feldspato sigmoidais, indicando processo de milonitização em temperaturas média a alta. Entretanto dentro destas fitas ocorrem cristais de quartzo com extinção ondulante, subgrãos e contatos serrilhados, sugerindo um processo de recristalização posterior ao que desenvolveu a trama milonítica (Figura 75B). As zonas de cisalhamento dessa fase apresentam em sua maioria movimentação oblíqua com movimento principal de empurrão de topo predominantemente para E/NE.

Na porção centro-norte da área mapeada, essas zonas de cisalhamento apresentam movimento preferencial dextral reverso (próximo ao contato da Nappe Guaxupé com o Domínio Inferior) e sinistral reverso na porção centro-sul (próximo ao contato da Nappe Socorro com o Domínio Inferior) Todos esses movimentos correspondem a um esforço compressivo aproximadamente W-E, com movimento de topo para E/NE. Os indicadores cinemáticos identificados são do tipo planos S-C e S-C' (Figuras 76A e 76B), porfiroclasto de feldspato do tipo *fish* (Figura 73C), sigma, delta (Figura 73D) e em forma de sigmoide, mica e opaco *fish* (Figuras 76C e 76D).

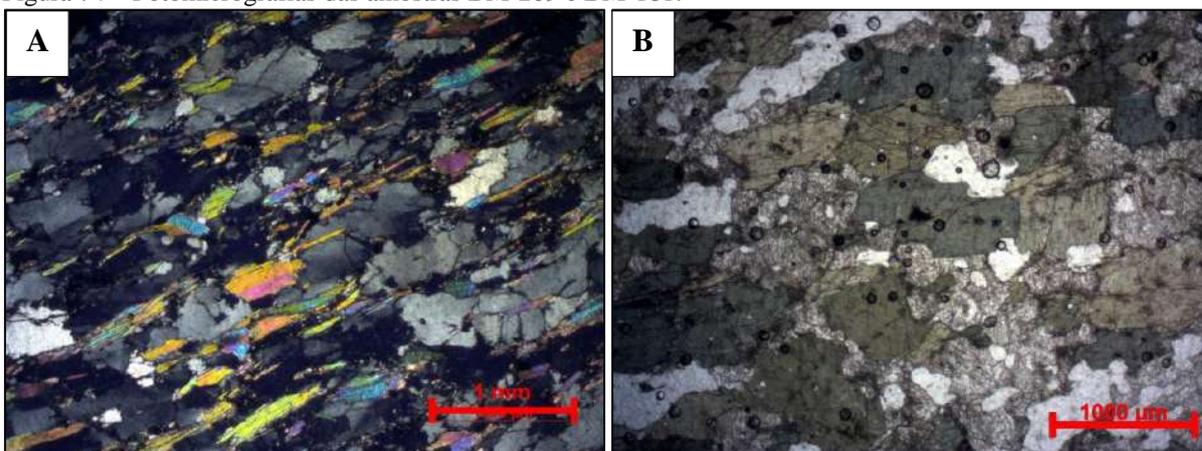
Figura 73 – Fotografias de campo.



Legenda: (A) Afloramento da unidade sillimanita biotita gnaiss/xisto, com xistosidade da fase Dn dobrada por dobras da fase Dn+1. (B) (Sillimanita-Granada) Biotita gnaiss/xisto apresentando bandamento gnáissico da fase Dn (BM-582). (C) Afloramento de milonito da Unidade ortognaiss (mega)porfírico, com porfiroclasto de feldspato *fish*, indicando movimento sinistral na visada, equivalendo a movimento de topo para N/NE (BM-236). (D) Afloramento de milonito a ultramilonito da fase Dn com porfiroclasto de plagioclásio do tipo delta, indicando movimento sinistral na visada, equivalendo a movimento de topo para N/NE (BM-236).

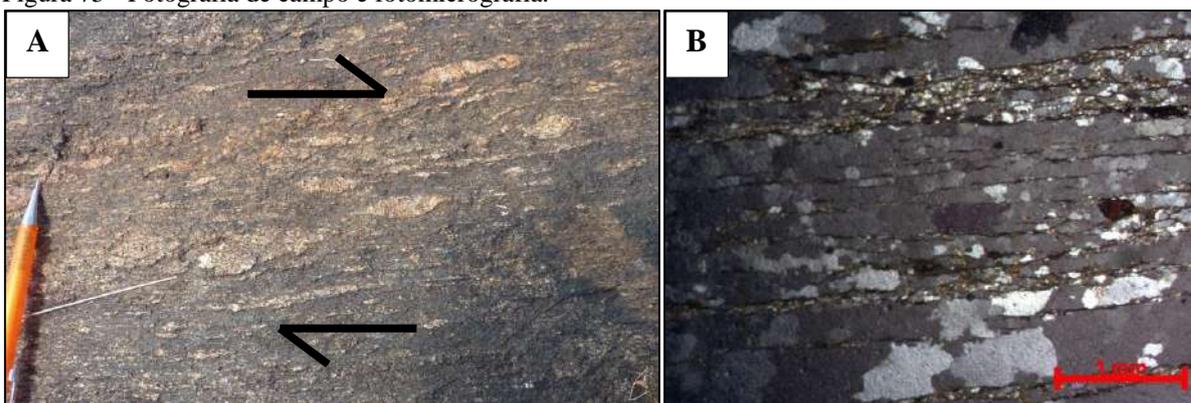
Fonte: O autor, 2018.

Figura 74 – Fotomicrografias das amostras BM-209 e BM-181.



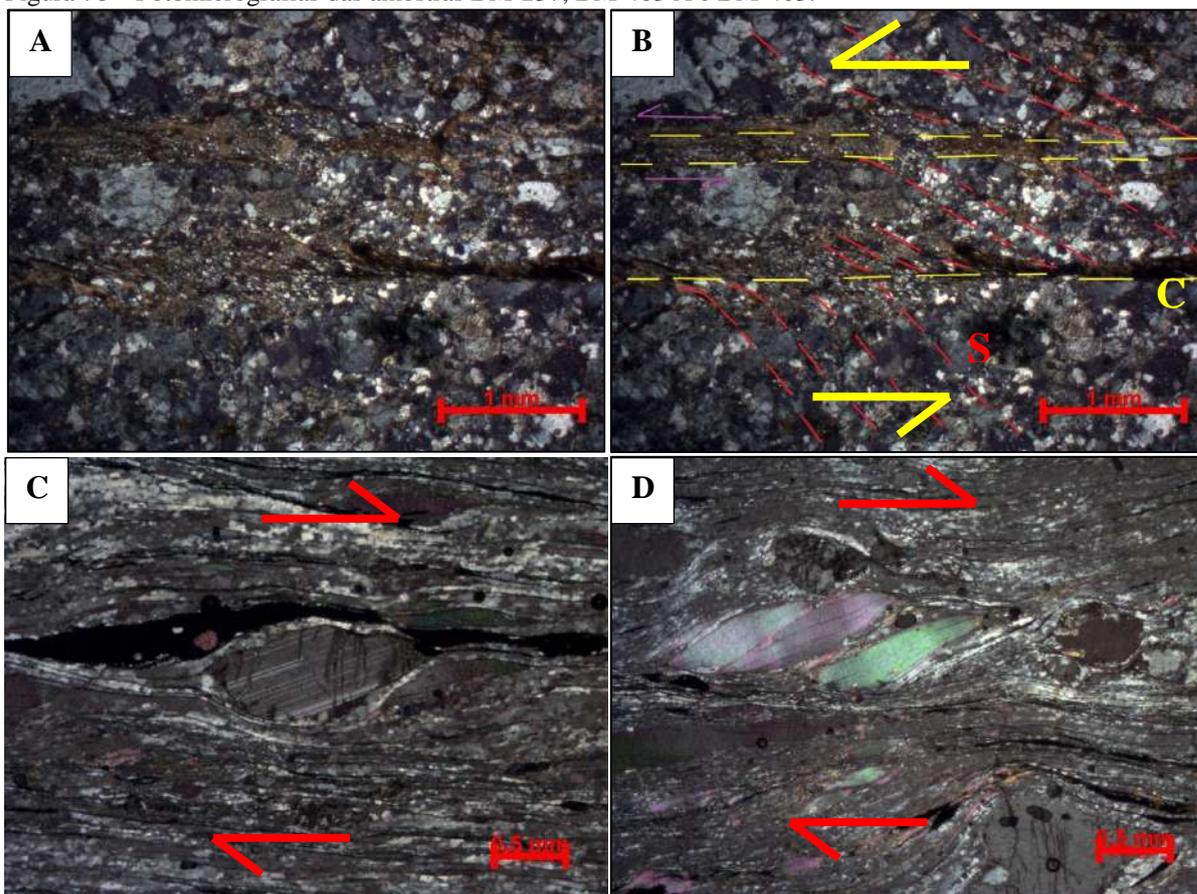
Legenda: (A) Cristais de muscovita e quartzo com orientação preferencial definindo a foliação S<sub>2</sub> (BM-209). (B) Cristais de hornblenda e plagioclásio com orientação preferencial definindo a foliação S<sub>2</sub> (BM-181).  
Fonte: O autor, 2018.

Figura 75 - Fotografia de campo e fotomicrografia.



Legenda: (A) Fotografia de ortogneisse porfirítico milonito com porfiroclastos de feldspato em forma de sigmoides e *fish* (BM-423). (B) Quartzito milonítico da fase D<sub>n</sub> com subgrãos de recristalização por migração de limite de grãos associados a fases de deformação posteriores (BM-128).  
Fonte: O autor, 2018.

Figura 76 – Fotomicrografias das amostras BM-237, BM-403 A e BM-403.



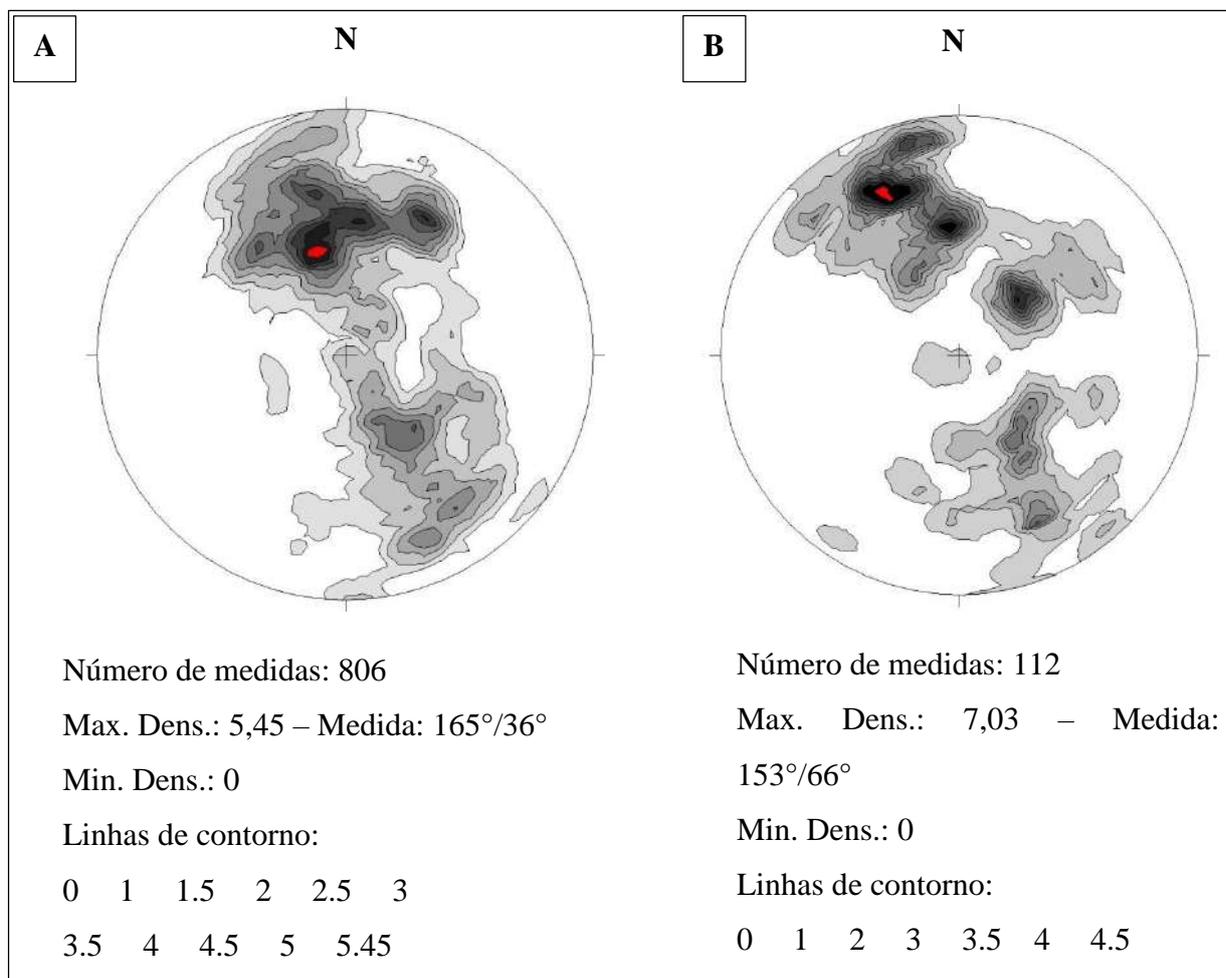
Legenda: (A) e (B) Ortogneisse com textura milonítica com estrutura do tipo "S-C", indicando movimento sinistral

(BM-237). (C) Milonito da fase Dn com porfiroclasto de opaco "boudinado" e plagioclásio "fish", ambos indicando movimento destal – NC (BM-403 A). (D) Milonito da fase Dn com muscovita fish e porfiroclasto de feldspato em forma de sigmoide, indicando movimento destal – NC (BM-403).

Fonte: O autor, 2018.

Para representação da foliação  $S_n$  foram realizados estereogramas separados para a foliação não milonítica e milonítica a fim de mostrar suas semelhanças e diferenciar esta foliação milonítica daquelas geradas na fase Dn+1. A foliação  $S_n$  apresenta concentração máxima de medidas para SE com baixo ângulo de mergulho sendo o pico máximo em  $165^\circ/36^\circ$  para a foliação não milonítica e  $153^\circ/66^\circ$  para a foliação milonítica (Figura 77). A distribuição desta foliação, não milonítica e milonítica, forma guirlandas, com medidas variando de NW para SE, destacando com um submáximo para  $209^\circ/57^\circ$  e  $226^\circ/28^\circ$ , respectivamente. Estes submáximos representam a posição original desta foliação durante evento colisional com posicionamento das *nappes* Socorro-Guaxupé sobre o Domínio Inferior. Os máximos com mergulho para SE e submáximos para NW marcam a posição da foliação  $S_n$  devido ao intenso dobramento gerado na fase Dn+1. Também observa-se uma dispersão secundária das medidas de  $S_n$  na direção ENE-WSW que refletem a variação das medidas devido a dobramento da fase Dn+2.

Figura 77 – Estereograma da Foliação Sn.



Legenda: Estereogramas com medidas de foliação da fase Sn (A) foliação não milonítica e (B) foliação milonítica. Polígonos vermelhos indicam a área de maior concentração de medidas.

Fonte: O autor, 2018.

### 5.2.1.3 Lineação de estiramento / Mineral

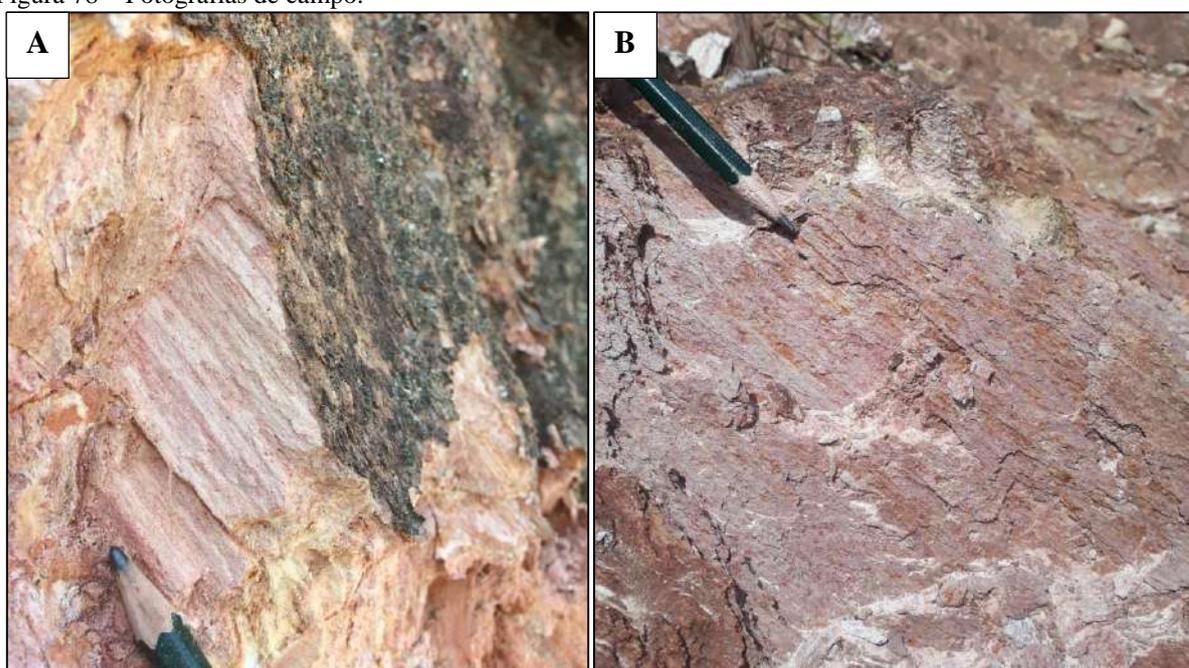
Na fase Dn desenvolveu-se lineação de estiramento e mineral sobre os planos da foliação Sn, tanto milonítica quanto não milonítica, ambas lineações apresentando atitudes semelhantes. A lineação de estiramento é definida pela orientação preferencial de cristais tabulares de quartzo (Figuras 78A e 78B), principalmente, e de feldspato, já a lineação mineral é marcada pela orientação preferencial de cristais de micas, sillimanita e/ou anfibólios, dependendo da rocha observada.

Os estereogramas da Figura 79 mostram a distribuição da lineação de estiramento Ln desenvolvida em planos de foliação Sn não milonítica (a) e milonítica (b), ambos com

máximo para SW,  $242^{\circ}/12^{\circ}$  e  $240^{\circ}/18^{\circ}$ , respectivamente. Estas atitudes de  $L_n$  estão associadas com a compressão ENE-WSW gerada durante o evento colisional que colocou as *nappes* Socorro-Guaxupé sobre as rochas do Domínio Inferior.

Esta lineação apresenta dispersão, com medidas para todos os quadrantes, sendo que nos planos não miloníticos observa-se um submáximo para NE com medida  $081^{\circ}/16^{\circ}$ . No caso das lineações ( $L_n$ ) a principal dispersão ocorre na direção ENE-WSW, devido a dobras da fase  $D_{n+2}$ . Já o dobramento da fase  $D_{n+1}$  causa uma dispersão discreta na direção NW-SE.

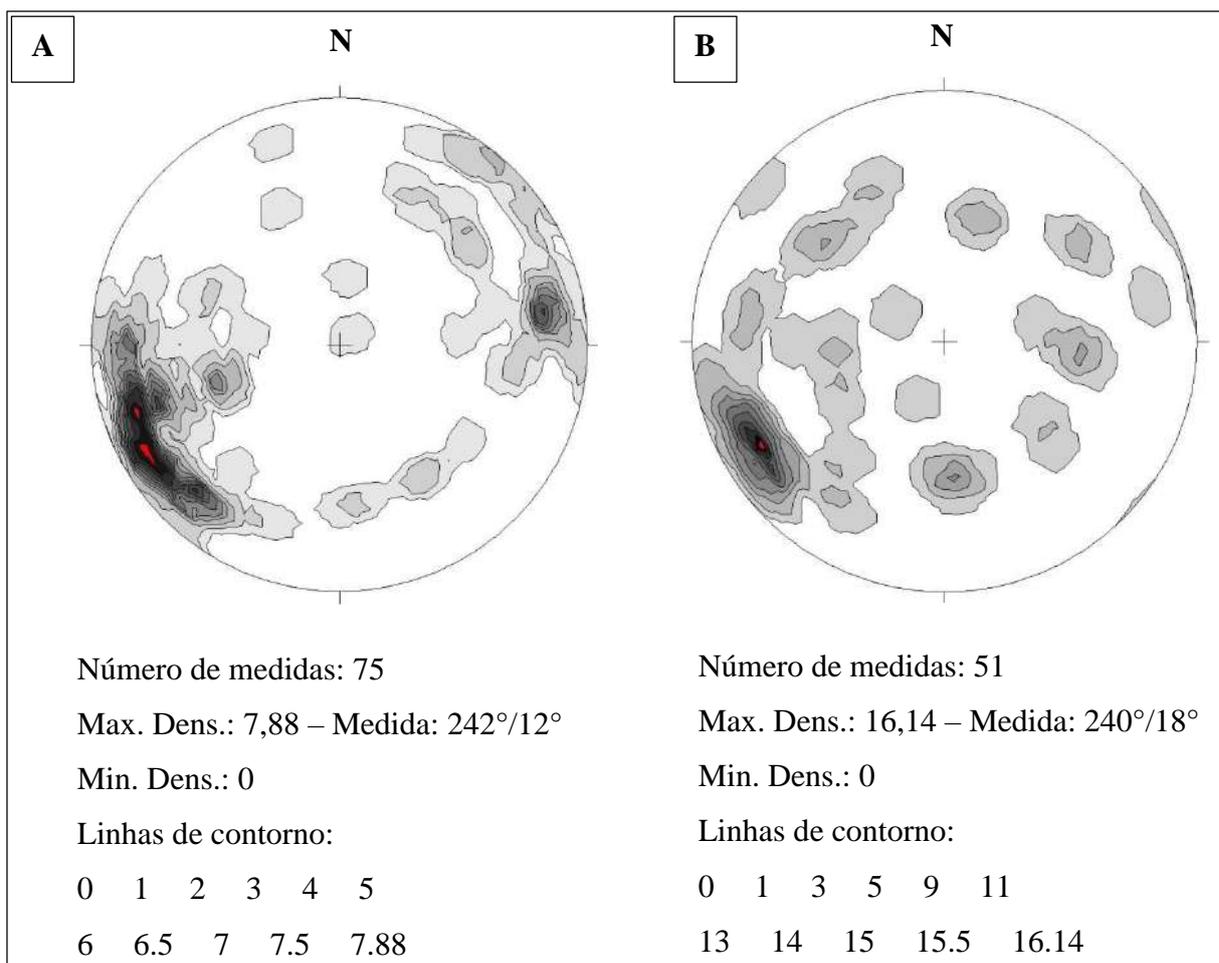
Figura 78 – Fotografias de campo.



Legenda: (A) Lineação de estiramento da fase  $D_n$  marcada pela orientação preferencial de cristais de quartzo estirado em (Granada) Biotita paragnaisse quartzoso (BM-451). (B) Lineação de estiramento da fase  $D_n$  marcada pela orientação preferencial de cristais de quartzo estirado em (Sillimanita-Granada) Biotita paragnaisse (BM-574).

Fonte: O autor, 2018.

Figura 79 – Estereograma de Lineação (Ln).



Legenda: Estereogramas com medidas de lineação de estiramento da fase Dn (A) em plano de foliação não milonítica e (B) em plano de foliação milonítica. Polígonos vermelhos indicam a área de maior concentração de medidas.

Fonte: O autor, 2018.

#### 5.2.1.4 Dobramentos da Fase Dn

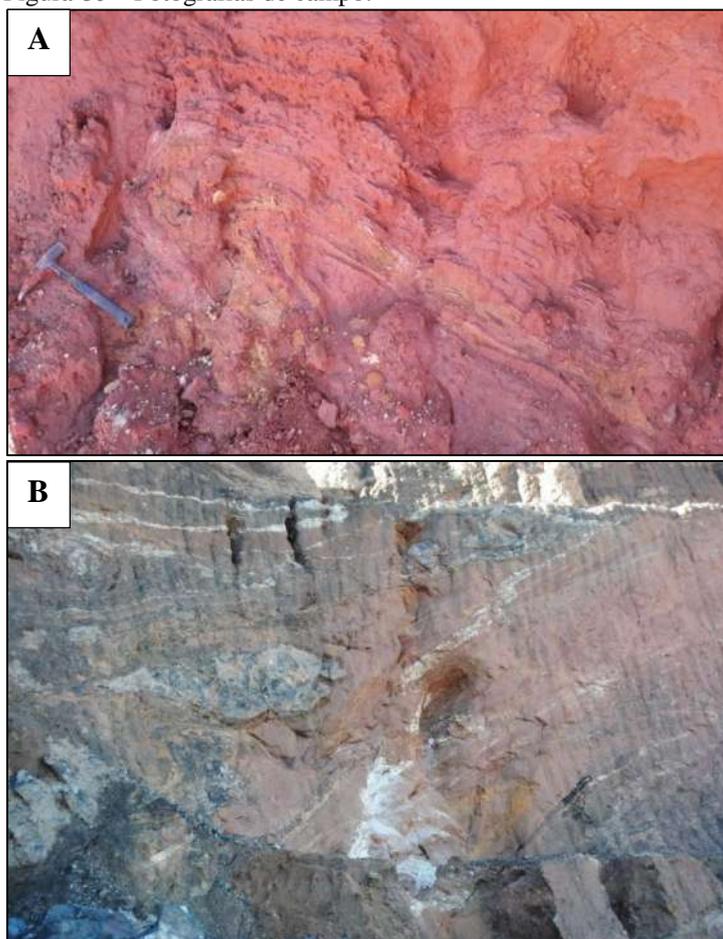
As estruturas afetadas por dobramento da fase Dn são o bandamento e leucossomas em rochas do embasamento (Figura 72B), contato entre as rochas da sequência metavulcanossedimentar (Figuras 72A e 80A), e corpos ígneos intrusivos (Figura 80B). As dobras desta fase são assimétricas, apertadas a isoclinais (Figuras 72A, 72B e 80A), variando de recumbente, plunjeante inclinada a reclinada. Os eixos apresentam caimento suave principalmente entre WNW a WSW, com máximo para 277°/27° e submáximo para 243°/13°, com dispersão para NE a SE (Figura 81A). A variação ao longo da guirlanda entre os

quadrantes NW e SW é devido a dobramento da fase D<sub>n+1</sub>, enquanto a variação entre W e E é produto do dobramento da fase D<sub>n+2</sub>.

O eixo dessas dobras são subparalelos a lineação estiramento da fase D<sub>n</sub>, com caimento preferencial para W de baixo ângulo. Sua densidade de concentração máxima tem medida de 277°/27° (dip°/dip°), e um submáximo para SW também com caimento de baixo ângulo (Figura 81B). São observadas algumas dispersões com caimento para E, SE e NE com medidas de baixo ângulo, com raras exceções de medidas de alto ângulo, tais dispersões nos eixos foram associadas ao dobramento da fase D<sub>n+2</sub>.

Os planos axiais mergulham predominante para NW com inclinação variando de médio a alto ângulo, tendo máximo para 320°/46°, com dispersão para mergulhos suaves a íngremes para SW e subordinadamente para SSW e WSW (Figura 81). A variação das medidas entre os quadrantes NW e SE é resultado de dobramentos posteriores, principalmente da fase D<sub>n+1</sub>.

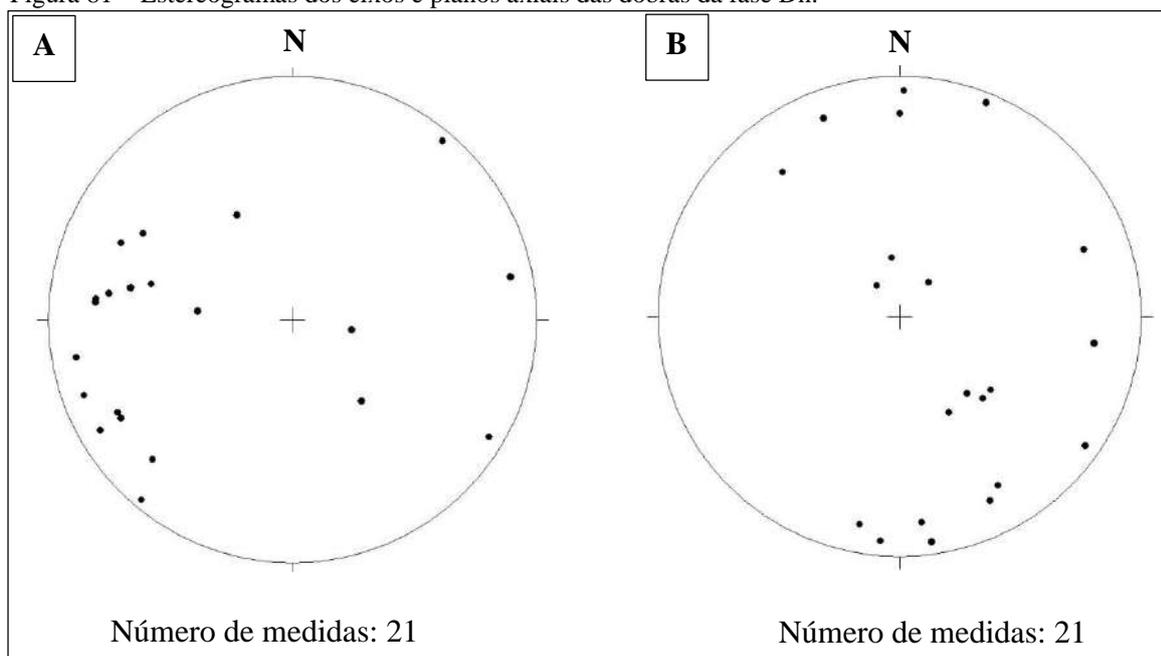
Figura 80 – Fotografias de campo.



Legenda: (A) Dobra isoclinal da fase Dn na unidade (Granada-Sillimanita) Biotita Gnaiss alterado (BM-583). (B) Dique cortando a sequencia metassedimentar e dobrada pela fase deformação Dn, com plano axial paralelo a Sn (BM-418).

Fonte: O autor, 2018.

Figura 81 – Estereogramas dos eixos e planos axiais das dobras da fase Dn.



Legenda: Estereograma de medidas (A) dos eixos e (B) dos pólos dos planos axiais das dobras da fase Dn.  
 Fonte: O autor, 2018.

#### 5.2.1.5 Fase de Deformação Dn+1

Nesta fase de deformação desenvolveram-se as principais zonas de cisalhamento (ZC) da região, com trend ENE-WSW a NE-SW, marcadas por desenvolvimento de foliação (Sn+1) miloníticas a ultramiloníticas (Figura 82), com forte lineação de estiramento (Ln+1) e dobramento associado.

A textura milonítica a ultramilonítica da fase Dn+1, apresenta característica de desenvolvimento em condições de baixa a média temperatura com uma matriz muito fina composta por novos grãos de quartzo e micas, e porfiroclastos de feldspato fraturados sem ou com manto de recristalização muito fino (Figura 83A). Em algumas lâminas de milonitos da fase Dn de pontos próximos a ZC Dn+1 pode-se observar fitas e lentes de quartzo recristalizados na fase mais antiga, contornando porfiroclastos de feldspato, apresentando uma recristalização mais nova com registro de processos de *bulging* e subgrãos com extinção ondulante (Figura 83B).

Nestes milonitos os indicadores cinemáticos observados são do tipo mica *fish* (Figura 83C), planos S-C e S-C' (Figuras 83D e 84A), *stair stepping* ao redor de porfiroclastos

(Figura 84B), foliação oblíqua em quartzito (Figuras 84C), e dobras assimétricas (Figura 84D), além do deslocamento estruturas pretéritas observado em mapa (Apêndice I).

O *trend* dessas zonas é ENE-WSW a NE-SW com mergulho de médio a alto ângulo para SE, e subordinadamente para NW. A foliação milonítica  $S_{n+1}$  apresenta uma concentração máxima para SSE com atitude  $172^\circ/45^\circ$ , com submáximos para  $160^\circ/70^\circ$ ,  $151^\circ/83^\circ$ ,  $349^\circ/70^\circ$  e  $335^\circ/42^\circ$  (Figura 85). Essa variação nas medidas se deve a dois motivos: a) alta inclinação da zona de cisalhamento, com oscilações de mergulhos da foliação de alto ângulo para SE para NW durante o desenvolvimento da própria ZC; b) apesar da maioria destas ZC terem mergulho para SE, algumas apresentam mergulho predominantemente para NW.

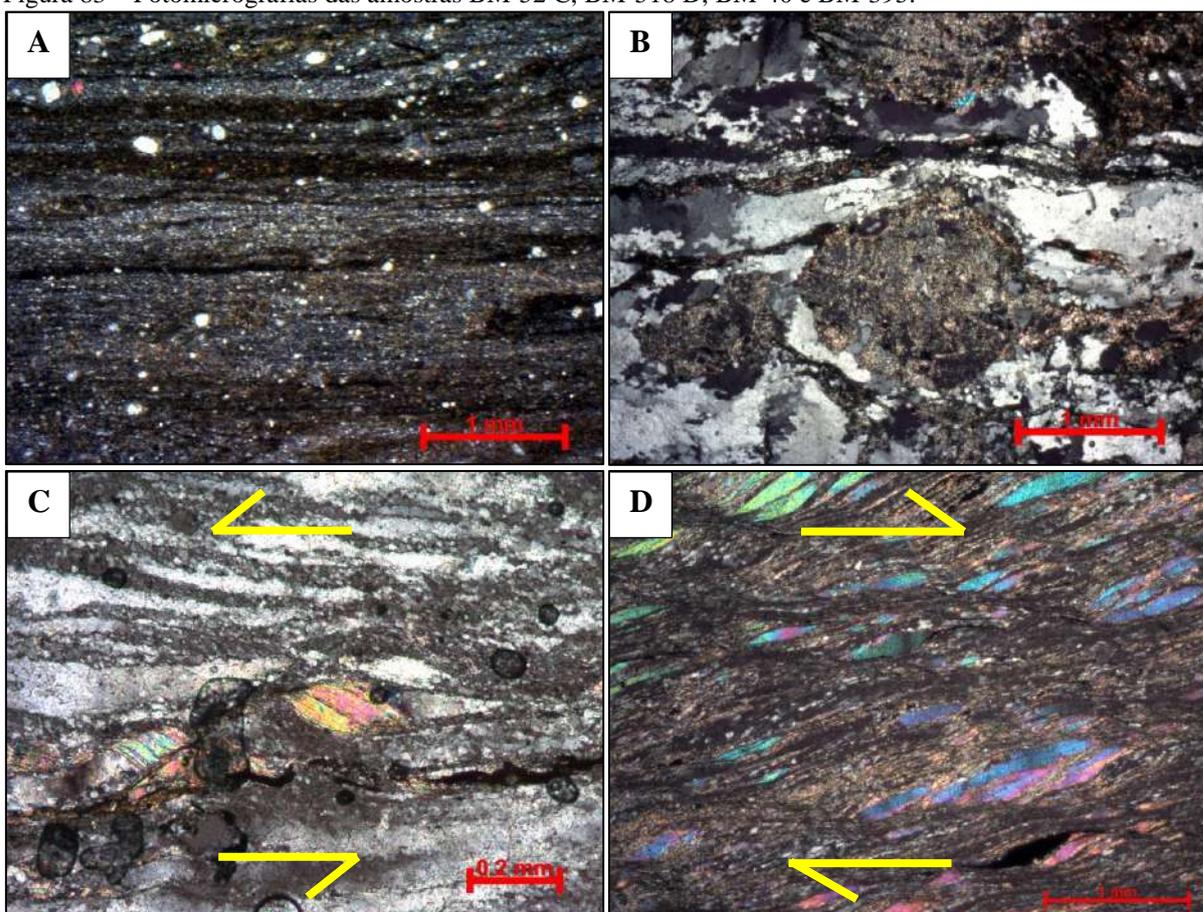
Figura 82 – Fotografia de campo.



Legenda: Afloramento de um ortognaisse milonítico a ultramilonítico da fase  $D_{n+1}$  (BM-447).

Fonte: O autor, 2018.

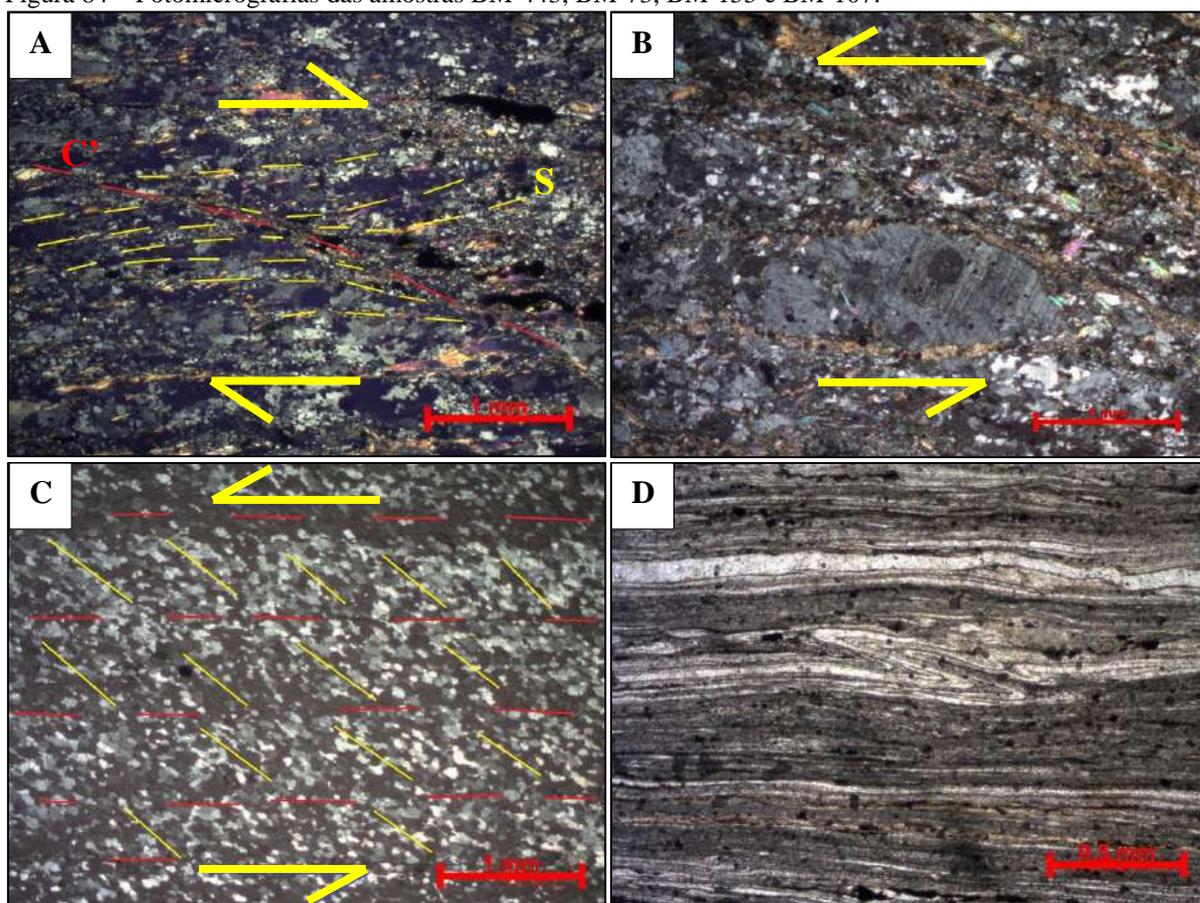
Figura 83 – Fotomicrografias das amostras BM-52 C, BM-518 D, BM-40 e BM-395.



Legenda: (A) Textura ultramilonítica com escassos porfiroclastos arredondados de feldspato sem manto de recristalização – NC (BM-52 C). (B) Foliação milonítica  $S_n$  com fitas de quartzo contornando porfiroclastos de feldspato, dentro das quais o quartzo aparece com contatos serrilhados, subgrãos e extinção ondulante de deformação posterior a formação das fitas – NC (BM-518 D). (C) Figura 193: Textura milonítica de baixo grau, com quartzo recristalizado do tipo *bulging* e cristal de muscovita indicando movimento sinistral (BM-40). (D) Muscovita *fish* e planos S-C indicando movimento dextral em lâmina – NC (BM-395).

Fonte: O autor, 2018.

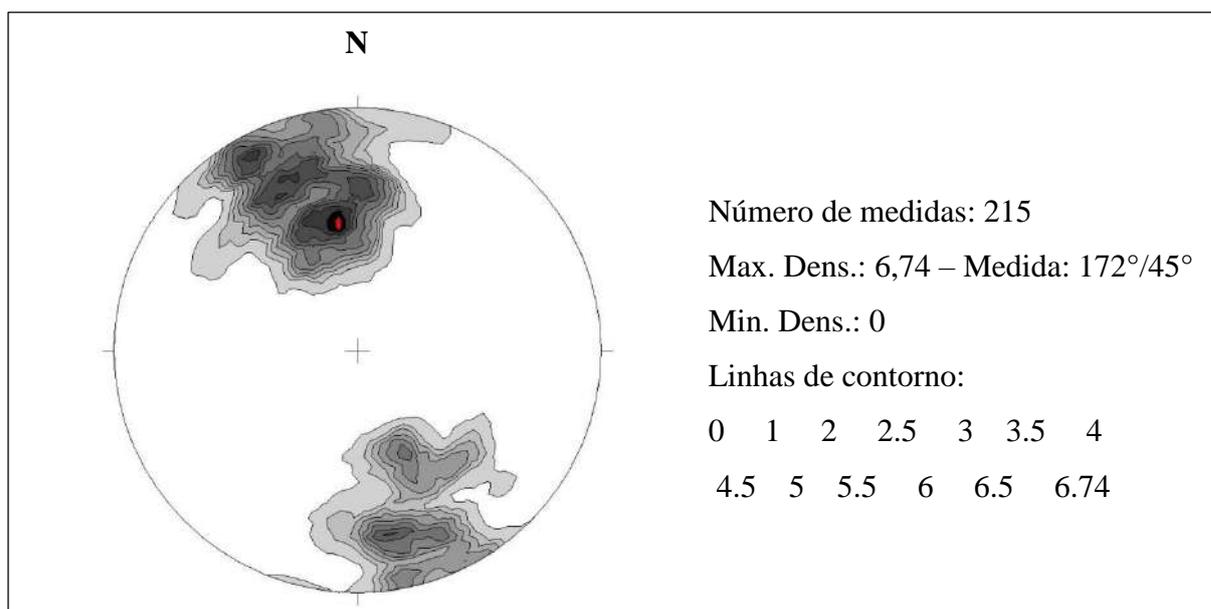
Figura 84 – Fotomicrografias das amostras BM-443, BM-73, BM-155 e BM-107.



Legenda: (A) Quartzito com indicador cinemático do tipo S-C' – NC (BM-443). (B) *Stair stepping* ao redor de porfiroclasto de plagioclásio sem manto de recristalização, indicando movimento sinistral em lâmina – NC (BM-73). (C) Quartzito milonítico com foliação obliqua indicando movimento sinistral em lâmina (BM-155). (D) Ultramilonito com dobras assimétricas intrafolial indicando movimento sinistral em lamina – NC (BM-107).

Fonte: O autor, 2018.

Figura 85 – Estereograma de foliação milonítica Sn+1.



Legenda: Estereograma das medidas de foliação milonítica (Sn+1), com densidade de contorno máximo de 6.74 e

com mergulho para 172°/45°.

Fonte: O autor, 2018.

A lineação de estiramento (Ln+1) desenvolvida nas ZC desta fase são marcadas pelo estiramento de quartzo (Figura 86A) e localmente por *rod's* de quartzo (Figura 86B). Esta lineação tem distribuição ao longo de duas guirlandas com orientação aproximadamente E-W, a principal com lineações com caimento para ENE a WSW e uma secundária com caimentos para NE e NW. O pico máximo é de 080°/27°, com submáximos para 144°/42°, 242°/07°, 312°/50° e 343°/31° (Figura 87). As lineações com caimento para ENE, SE e SW desenvolvem-se em foliações miloníticas de ZC com mergulho para SE, enquanto as lineações com caimento para NW a NE ocorrem em ZC com mergulho para NW. Em ambos os casos a relação da foliação com a lineação das ZC da fase Dn+1 em grande maioria de movimento oblíquo com componentes dextral e reverso. Com as variações na obliquidade da lineação localmente é registrado movimento unicamente transcorrente dextral e movimento unicamente reverso para NW, nas ZC com mergulho para SE.

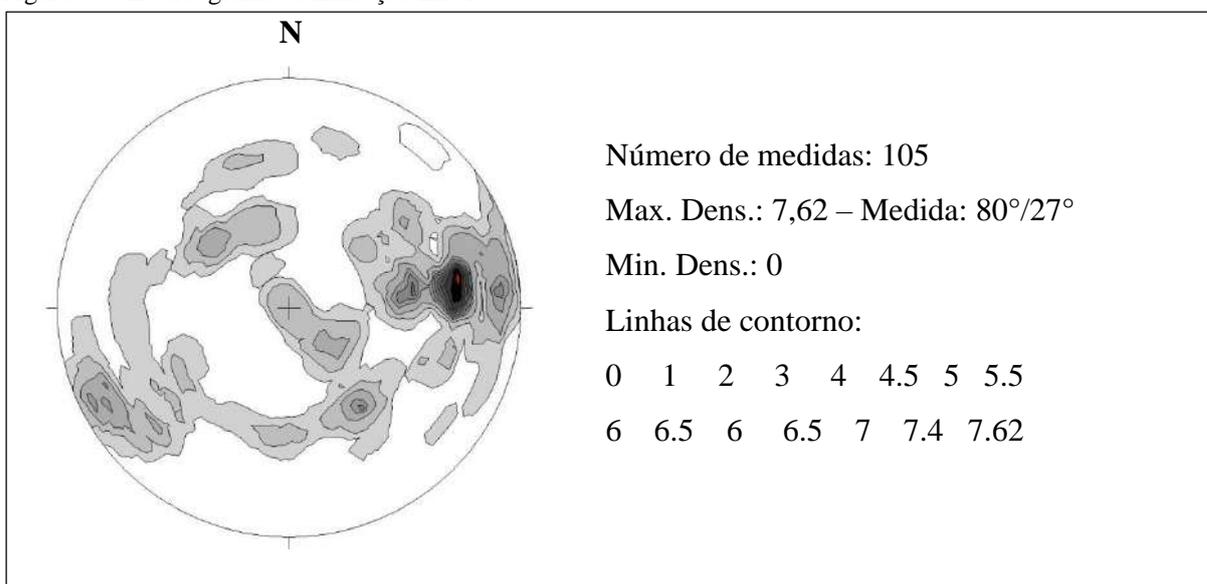
Figura 86 – Fotografias de campo.



Legenda: (A) Lineação de estiramento ( $L_{n+1}$  de quartzo) em ultramilonito de protólito sedimentar (BM-604).

(B) Rods de quartzo paralelo a lineação de estiramento ( $L_{n+1}$ ) em milonito da fase  $D_{n+1}$  (BM-447).

Fonte: O autor, 2018.

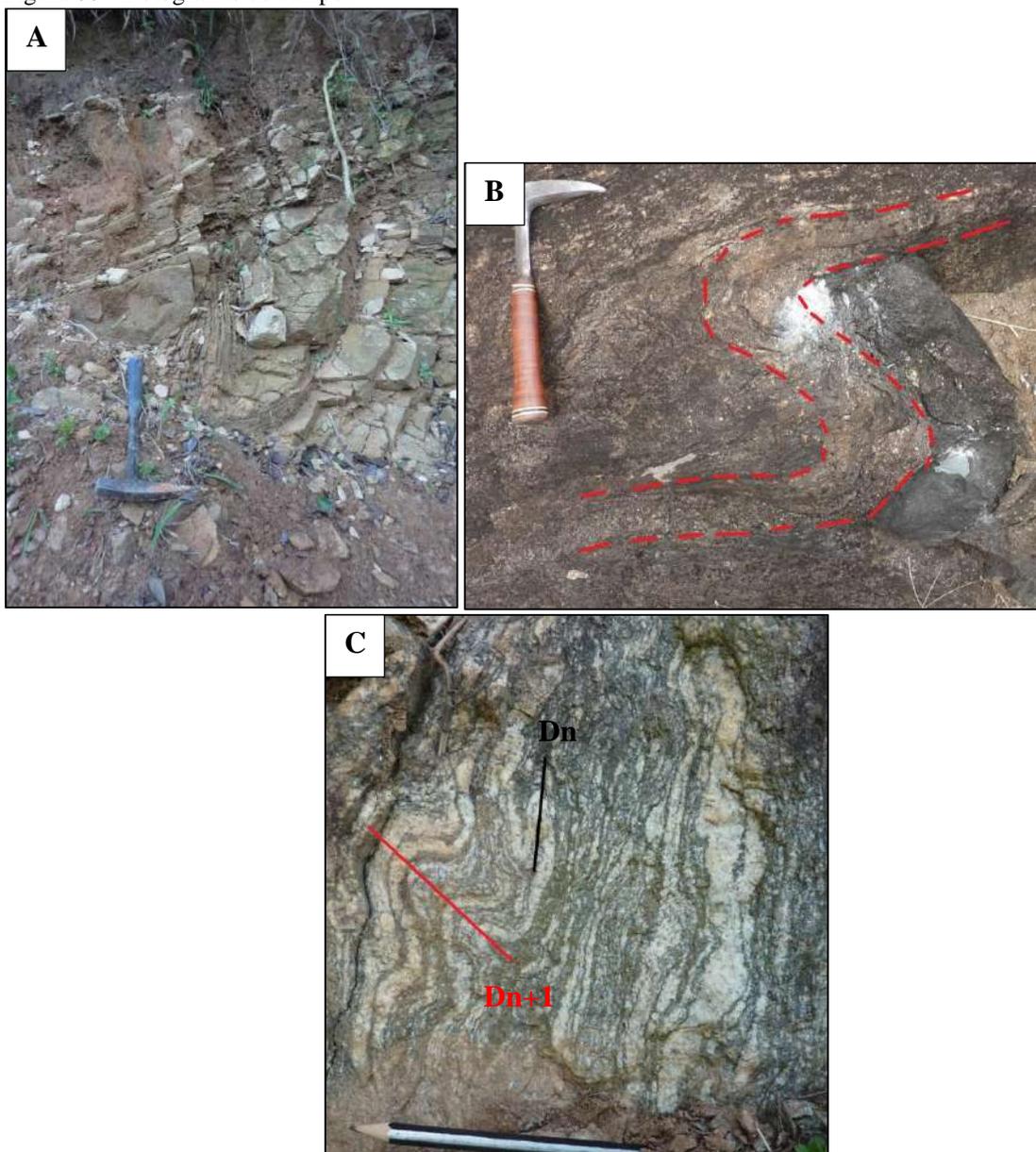
Figura 87 - Estereograma de Lineação  $L_{n+1}$ .

Legenda: Estereograma das medidas de lineação de estiramento ( $L_{n+1}$ ) com densidade de contorno máximo de 7.88 e com caimento para  $080^{\circ}/27^{\circ}$ .

Fonte: O autor, 2018.

No dobramento da fase  $D_{n+1}$ , próximo as ZC da fase  $D_{n+1}$  foram observadas dobras assimétricas fechadas a apertadas (Figura 88A e 88B) a localmente abertas (Figura 88C), que dobram as estruturas pretéritas. No interior destas ZC as dobras desta fase são isoclinais, muitas vezes sem raiz (Figura 84D).

Figura 88 – Fotografias de campo.

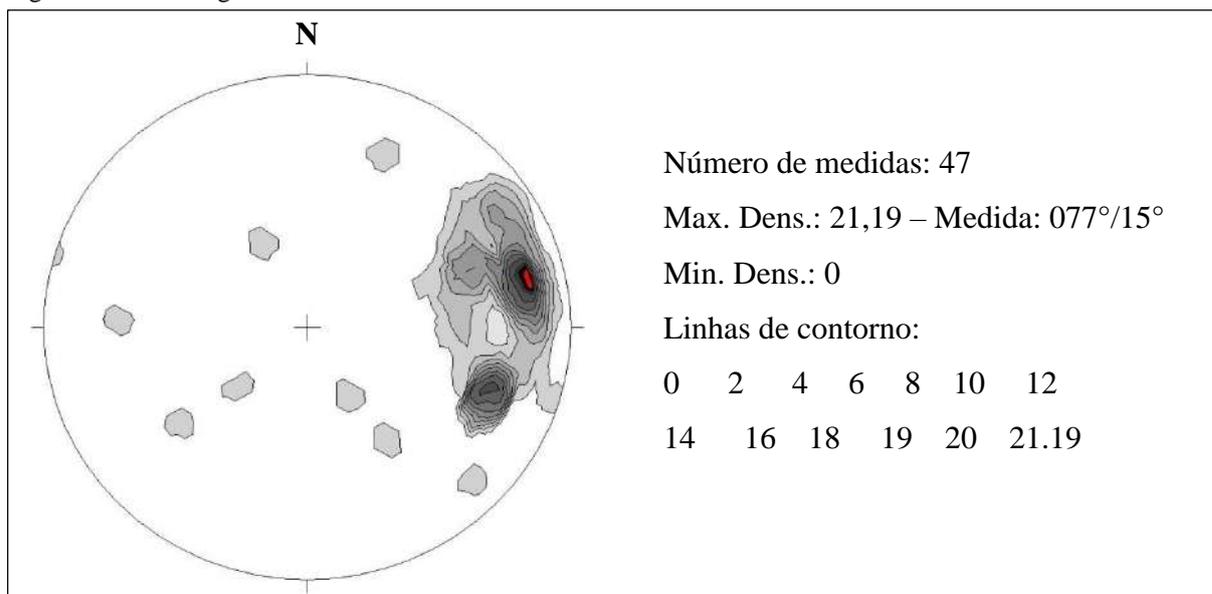


Legenda: (A) Afloramento de quartzito com dobras da fase  $D_{n+1}$  (BM-169). (B) Afloramento de ortogneisse migmatítico com enclave de anfibolito dobrados pela fase  $D_{n+1}$  (BM-149). (C) Afloramento do ortogneisse migmatítico com leucossoma dobrado e redobrado por  $D_n$  e  $D_{n+1}$  respectivamente (BM-48).

Fonte: O autor, 2018.

Os eixos das dobras Dn+1 apresentam caimento de baixo ângulo principalmente para ENE com máximo em  $077^{\circ}/15^{\circ}$  e submáximo em  $110^{\circ}/24^{\circ}$  (Figura 89), paralelo ao máximo da lineação Ln+1 (Figura 85). As dispersões de medidas são de dobras mais afastadas das ZC. Os planos axiais destas dobras estão distribuídos em uma guirlanda com orientação NNW-SSE com máximo  $003^{\circ}/69^{\circ}$  e submáximos em  $164^{\circ}/85^{\circ}$  e  $167^{\circ}/68^{\circ}$  (Figura 90), com atitudes semelhantes às foliações miloníticas das zonas de cisalhamento da fase Dn+1.

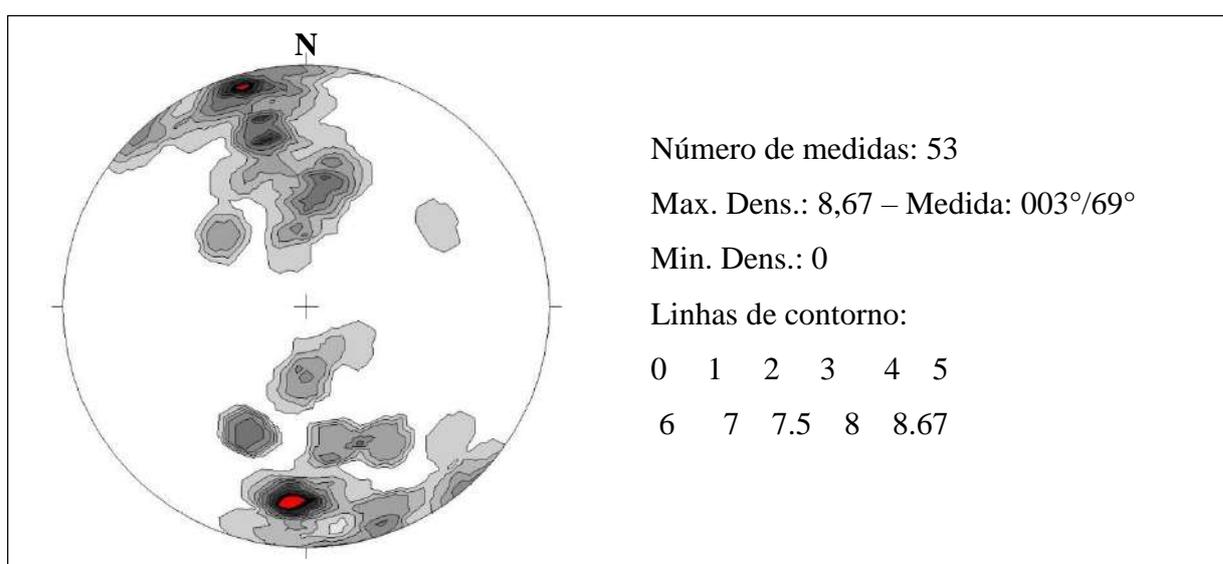
Figura 89 – Estereograma dos eixos de dobras da fase Dn+1.



Legenda: Estereograma das medidas dos eixos das dobras Dn+1, com densidade de contorno máximo de 21.19 e com caimento para  $077^{\circ}/15^{\circ}$ .

Fonte: O autor, 2018.

Figura 90 – Estereograma dos planos axiais de dobras da fase Dn+1.



Legenda: Estereograma das medidas dos planos axiais das dobras Dn+1, com densidade de contorno máximo de 8.67 e com mergulho para  $003^{\circ}/69^{\circ}$  (dip°/dip°) (Stereonet. V.2.45).

Fonte: O autor, 2018.