

GEOLOGIA LOCAL E ESTRATIGRAFIA

3.1 - INTRODUÇÃO

A área de estudo localiza-se na porção sul do Complexo Máfico-Ultramáfico de Cana Brava, limitada a oeste pelo Rio Cana Brava e a leste pelo Rio Maranhão (fig. 2.3)

O mapeamento geológico se desenvolveu principalmente por caminhamentos em seções transversais à estruturação das unidades presentes na área e ao longo de drenagens, como pode ser observado no Anexo I. Devido à dificuldade de deslocamento nas encostas da Serra da Cana Brava, foram confeccionadas sete transversais (picadas) espaçadas entre si de 1000 metros e ortogonais a uma linha base de direção próxima a N15E, recebendo as denominações de L00, L1000N, L2000N, L3000N, L4000N, L5000N e L6000N. Estas foram piqueteadas com espaçamento de 25 metros, sendo utilizadas para a descrição de afloramentos, bem como para a coleta de amostras. A denominação dos pontos nas picadas se processou tendo como referência o posicionamento a leste ou oeste da linha base (ex.: L2000N-2700W -linha transversal 2000 norte - 2700 metros a oeste da linha base).

O mapa geológico resultante deste mapeamento pode ser observado na figura 3.1 e no Anexo II (1:25.000), onde foram identificadas as seguintes unidades geológicas:

- a) Complexo Máfico-Ultramáfico de Cana Brava
- b) Intrusões Noríticas
- c) Seqüência Vulcano-Sedimentar de Palmeirópolis
- d) Complexo Granito-Gnáissico

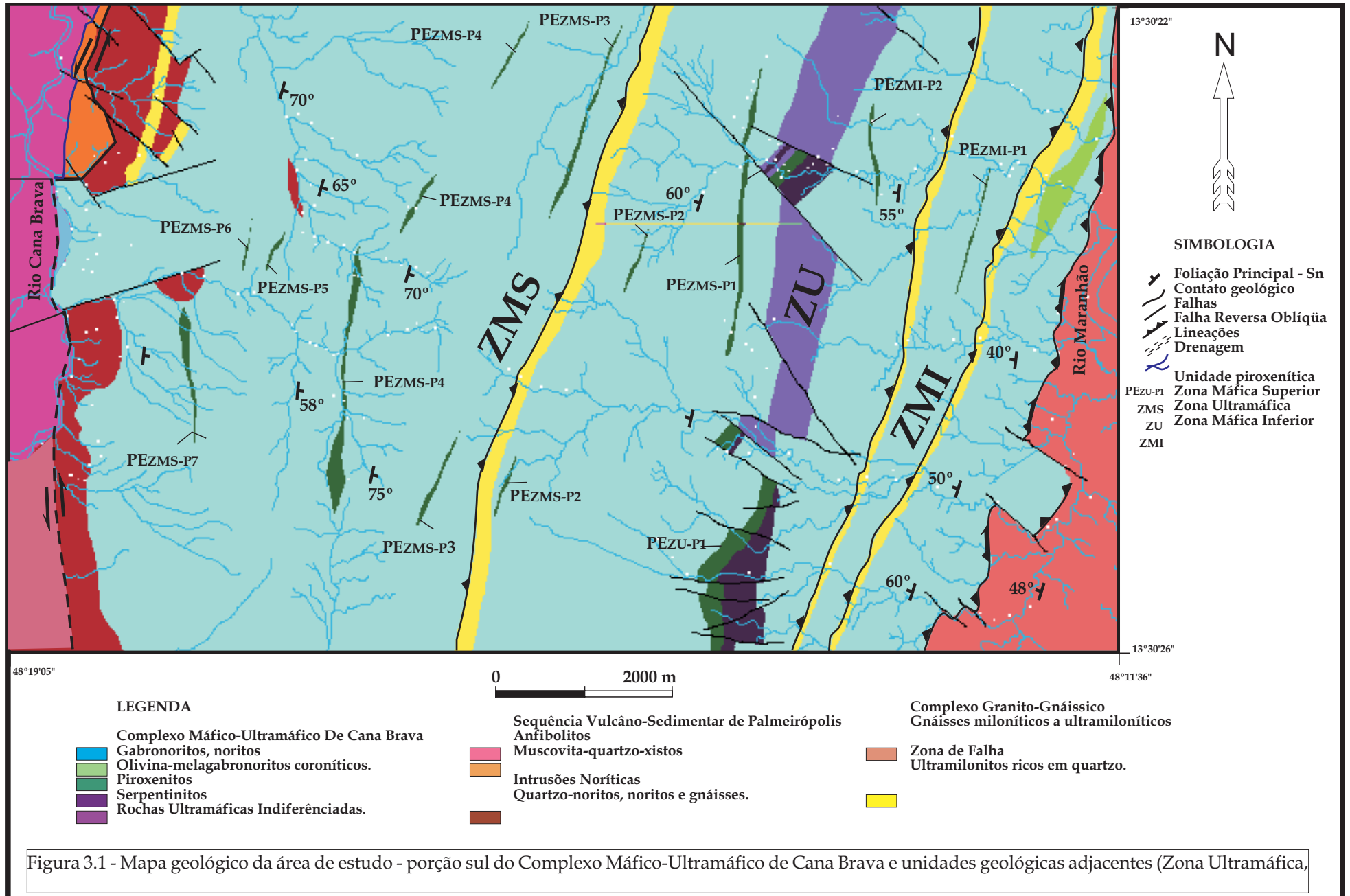


Figura 3.1 - Mapa geológico da área de estudo - porção sul do Complexo Máfico-Ultramáfico de Cana Brava e unidades geológicas adjacentes (Zona Ultramáfica,

A partir das observações de campo, obtidas principalmente nas transversais, foi confeccionado um diagrama de correlação estratigráfica tomando-se como referência o contato basal do complexo, como mostra a figura 3.2. Neste diagrama pode ser observado que os estratos muitas vezes apresentam-se lateralmente descontínuos, por vezes interrompidos ou obliterados por processos deformacionais, pela ausência de afloramentos ou pela lenticularização das camadas.

Para a estimativa da espessura real considerou-se a espessura aparente, o mergulho das camadas (paralelo à foliação), a superfície topográfica e direção das transversais em relação à estruturação das unidades. A espessura inferida deve-se ser encarada com ressalvas, considerando que as unidades mapeadas mostram-se intensamente afetadas por processos tectônicos.

O diagrama de correlação estratigráfica permitiu que fosse sugerida uma coluna estratigráfica ideal para a área de estudo (fig. 3.3).

3.2 - COMPLEXO MÁFICO-ULTRAMÁFICO DE CANA BRAVA.

A área de estudo apresenta na sua porção central o Complexo Máfico-Ultramáfico de Cana Brava que mostrou cerca de 11 km de espessura, englobando as unidades geomorfológicas da Serra da Cana Brava e porções adjacentes de relevo arrasado. No topo da serra de topografia aplainada, e nas porções adjacentes a esta, predominam solos de coloração marrom avermelhado. Os afloramentos localizam-se preferencialmente ao longo das drenagens. O complexo será referido preferencialmente pela denominação de **Complexo de Cana Brava**, a fim de simplificar as descrições a seguir.

Para a organização estratigráfica foram utilizados os critérios sugeridos por Irvine (1982) considerando que o complexo apresenta uma sucessão ordenada de rochas máfico-ultramáficas, similares às encontradas em intrusões acamadadas, não obstante ter sofrido generalizada ação de processos metamórficos e deformacionais .

Irvine (1982) considerou para a descrição de uma ampla divisão estratigráfica os termos, em ordem decrescente: **série**, **zona** e **subzona**. Utilizou o termo **série** para agrupar as maiores sucessões estratigráficas de rochas cumuláticas e os termos **zona** e **subzona**, respectivamente, para a primeira e segunda subdivisão estratigráfica de uma série.

Diferentes partes de uma intrusão com características composicionais distintas e sem um significado cronoestratigráfico, denominou-as de **unidades de acamamento** ou **unidade**. Os principais termos das unidades de acamamento foram denominadas **grupo**, **membro**, **camada**, **unidade rítmica** e **unidade cíclica**.

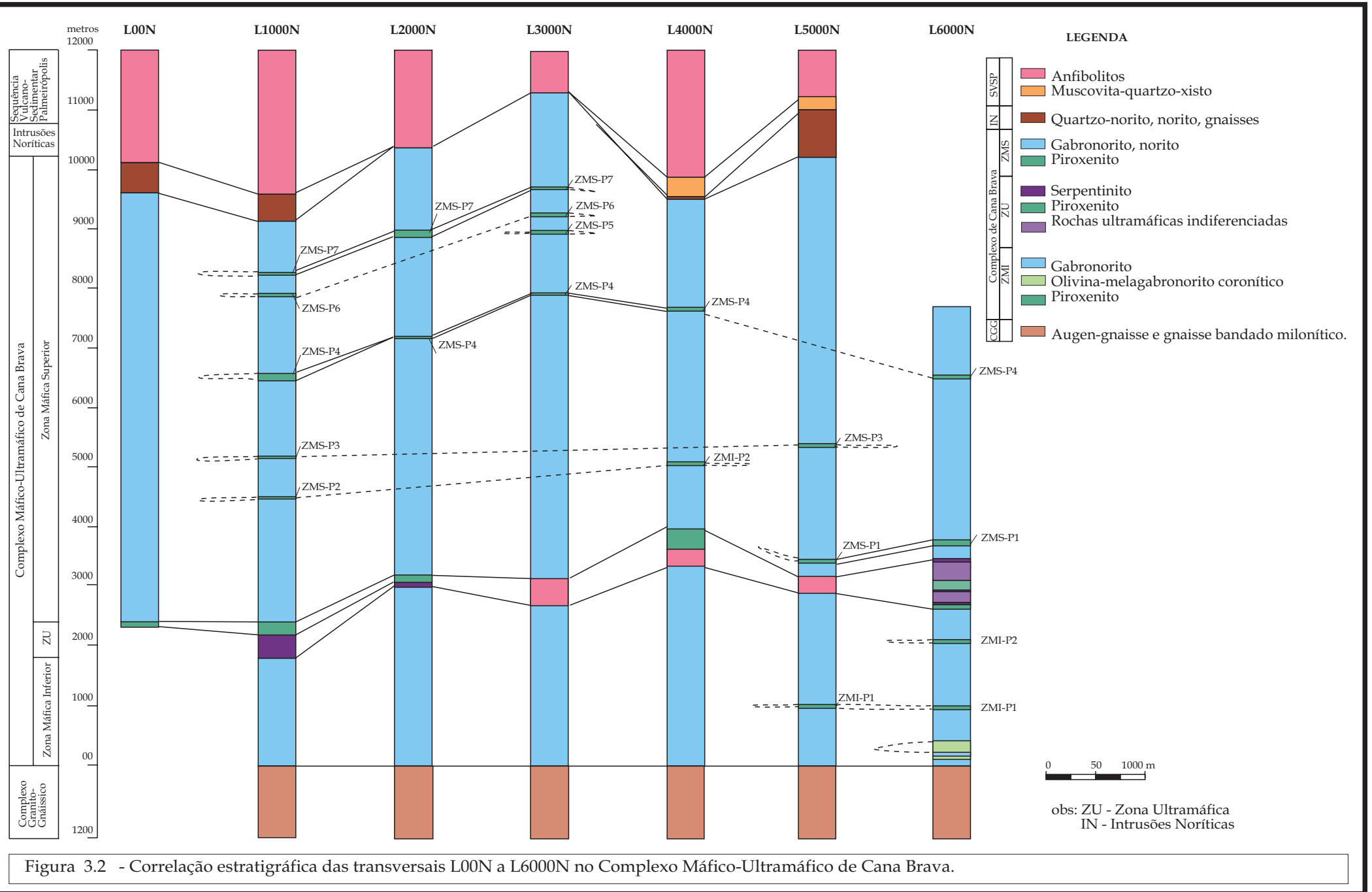


Figura 3.2 - Correlação estratigráfica das transversais L00N a L6000N no Complexo Máfico-Ultramáfico de Cana Brava.

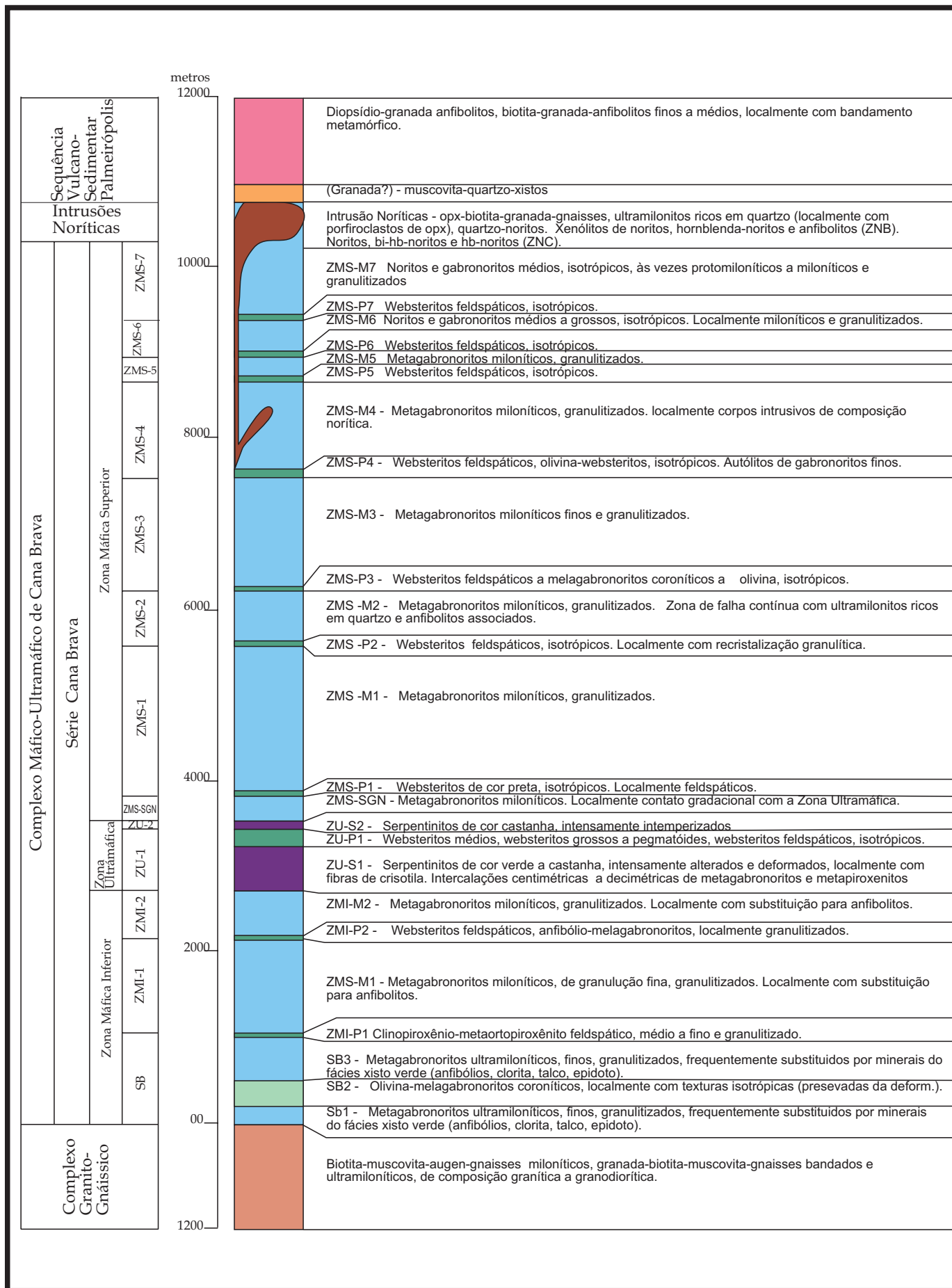


Figura 3.3 - Coluna estratigráfica ideal do Complexo Máfico-Ultramáfico de Cana Brava e unidades geológicas adjacentes, na área de estudo.

O **membro** é definido como uma simples unidade, contrastando com o **grupo**, que representa uma combinação de várias unidades de acamamento similares.

O termo **unidade rítmica** é apenas descritivo, sendo definido como um conjunto de camadas que se repetem regularmente. As **unidades cíclicas** caracterizam-se pela identificação de uma seqüência de minerais cúmulus associada a uma ordem de cristalização fracionada, que se repete regularmente ao longo da coluna estratigráfica, apresentando portanto uma conotação genética.

Para a divisão estratigráfica do **Complexo de Cana Brava** foram utilizados os critérios petrográficos e de variações químicas dos minerais cúmulus, permitindo a sua individualização em **série, zona e subzona**. O termo **membro** foi utilizado para descrição de simples unidades de acamamento de uma subzona.

As subdivisões estratigráficas foram agrupadas sob a denominação de **Série Cana Brava (SCB)**, composta da base para o topo por uma **Zona Máfica Inferior (ZMI)**, uma **Zona Ultramáfica (ZU)** e uma **Zona Máfica Superior (ZMS)**.

As zonas foram ainda subdivididas em **subzonas** e identificadas por uma numeração específica.(ex.: ZMI-1 - Subzona 1 da Zona Máfica Inferior). As subzonas pertencentes às zonas máficas foram definidas pela presença de um **membro piroxenítico** na base seguido de um **membro máfico**, frequentemente de composição gabronorítica. Na Zona Ultramáfica as subzonas iniciam-se por um **membro metaperidotítico** (serpentinito), seguido de um **membro piroxenítico**.

3.2.1 - ZONA MÁFICA INFERIOR (ZMI)

Esta zona localiza-se na porção leste do complexo, em contato tectônico com o Complexo Granito-Gnáissico. Possui um relevo arrasado, associado frequentemente a uma cobertura de solo marrom avermelhado, com afloramentos restritos às drenagens.

A espessura inferida é da ordem de 3000 metros, possuindo litotipos afetados por generalizada recristalização metamórfica e gradativo aumento na intensidade de deformação no sentido do contato basal com o Complexo Granito-Gnáissico, produzindo milonitos a ultramilonitos.

Esta zona foi dividida em três subzonas denominadas de **Subzona Basal (SB)**, onde foram encontrados os primeiros cumulos à olivina, **Subzona ZMI-1** e **Subzona ZMI-2** definidas por cumulos de piroxênios na base, seguidos de cumulos de plagioclásio+piroxênios no topo.

3.2.1.1 - Subzona Basal (SB)

Esta subzona, com espessura próxima a 1000 metros, destaca-se por ter sido submetida a intensa deformação dúctil, produzindo grande quantidade de ultramilonitos máficos. Foi observada intensidade crescente de deformação no sentido da base desta unidade, com porções restritas parcialmente preservadas da deformação.

O metagabronorito ultramilonítico representa o litotipo mais comum, ocorrendo ainda ultramilonito rico em quartzo, anfibolito e olivina-melagabronorito coronítico.

O metagabronorito ultramilonítico possui frequentemente cor cinza clara, granulação fina e foliação Sn penetrativa (fig.3.4 C). Observam-se bandas milimétricas a centimétricas ricas em plagioclásio e níveis ricos em minerais máficos (piroxênios, anfibólios e/ou biotita). Segregações milimétricas e centimétricas de quartzo paralelas à foliação Sn, são também observadas (fig. 3.4 B).

O ultramilonito rico em quartzo ocorre frequentemente na forma de blocos soltos ao longo de uma zona de falha restrita e contínua, com até 200 metros de espessura e direção N15-20E.

O anfibolito de cor cinza esverdeada e granulação fina distribui-se extensivamente, resultante de substituições tardias principalmente de metagabronorito ultramilonítico.

O olivina-melagabronorito coronítico ocorre a cerca de 150-300 metros da base do complexo, parcialmente preservado da deformação. Na porção extremo nordeste da área distribui-se com espessura máxima de 300 metros. Este possui uma cor cinza a verde escuro, granulação grossa, foliação incipiente e estruturas coroníticas ainda preservadas. O plagioclásio localmente ocorre como preenchimentos de vênulas ou mais raramente como agregados de até 10 cm.

Os efeitos de progressivo aumento da deformação em direção à base desta lente são representadas pelo desenvolvimento de uma foliação penetrativa, estiramento de porfiroclastos de piroxênios, desaparecimento de textura coronítica e de minerais (ex. olivina), formando rochas em muito semelhantes ao metagabronorito ultramilonítico.

Este fato sugere que nesta subzona a distribuição do olivina-melagabronorito coronítico poderia ter sido maior, tendo sido obliterada por processos deformacionais e metamórficos que deram origem aos termos miloníticos.

Não foram observadas feições indicativas de “*margem de resfriamento*” no contato com o Complexo Granito-Gnáissico, sendo que os litotipos de granulação fina ali presentes, referem-se a termos ultramiloníticos com forte orientação de cristais e desenvolvimento de uma foliação Sn.

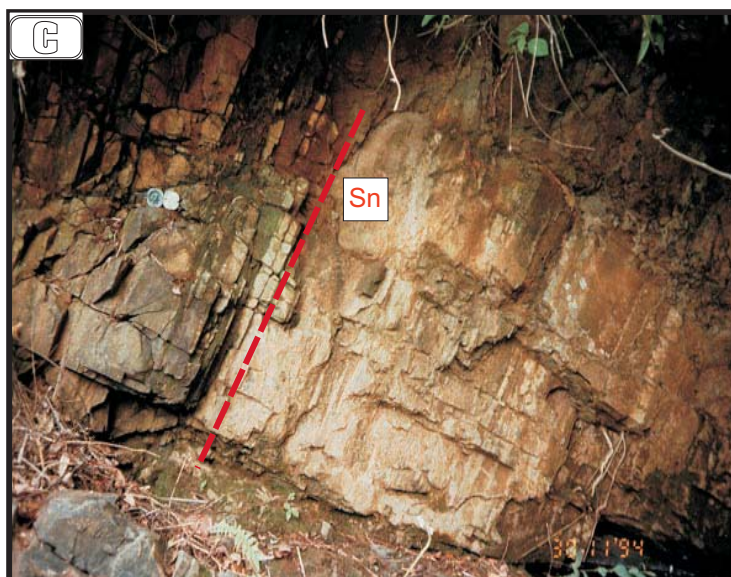
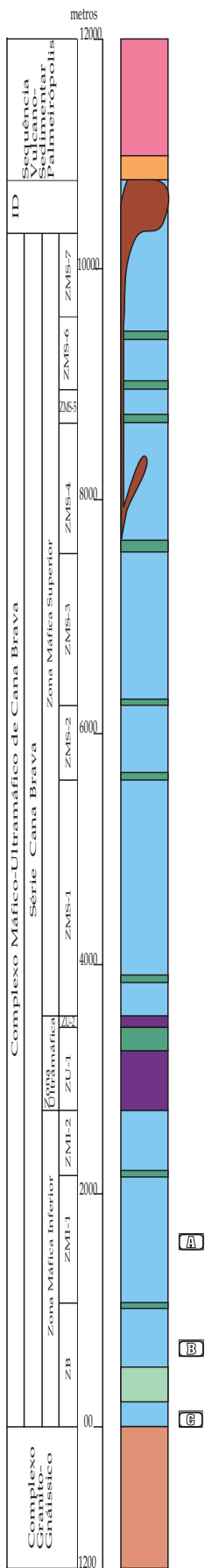


Figura 3.4 - Aspectos dos afloramentos na Zona Máfica Inferior do Complexo Máfico-Ultramáfico de Cana Brava - A) Metagabronoritos miloníticos com bandamentos metamórficos centimétricos, paralelos à foliação Sn. B) Metagabronoritos ultramiloníticos com segregações de quartzo paralelas à foliação Sn. C) Metagabronorito ultramilonítico, na base do complexo, apresentando uma intensa deformação e estruturação tectônica, segundo a foliação Sn.

3.2.1.2 - Subzona ZMI-1

Esta subzona ocorre a 1000 metros acima da base do complexo, com espessura de cerca 1100 metros, sendo composta pelo **Membro Metapiroxenítico - ZMI-P1** na base e seguido de um **Membro de Metagabronorítico - ZMI-M1**.

Os milonitos são os seus termos predominantes, diferenciando-se dos litotipos da Subzona Basal por uma maior dimensão dos cristais.

O Membro Metapiroxenítico - ZMI-P1 foi observado somente na porção NE da área, ocorrendo como blocos soltos nas transversais L6000N e L5000N e com espessura máxima de cerca de 20 metros. O extensivo desenvolvimento de solo, provavelmente obliterou a observação da continuidade lateral deste membro. Predominam ortopiroxênitos feldspáticos, de cor cinza a verde escuro, granulação média-fina, com foliação Sn bem desenvolvida.

No Membro Metagabronorítico ZMI-M1, com espessura aproximada de 1100 metros, predominam metagabronoritos miloníticos, ocorrendo localmente uma contínua zona de falha com até 100 metros de espessura onde estão presentes os ultramilonitos ricos em quartzo.

Os metagabronoritos miloníticos apresentam cor cinza, granulação média-fina, uma foliação Sn penetrativa e bandamento milimétrico a centimétricos de bandas ricas em plagioclásio e ricas em piroxênios.

Os ultramilonitos ricos em quartzo frequentemente ocorrem como blocos soltos, ou em raros afloramentos ao longo de drenagens, com contatos que gradacionam para metagabronoritos miloníticos ricos em segregações de quartzo. Apresentam cor branca, aspecto sacaroidal, com forte lineação de estiramento, impressa sobre os planos de foliação Sn.

3.2.1.3 - Subzona ZMI - 2

Esta subzona, com espessura próxima a 500 metros, dista cerca de cerca de 2500 metros do contato basal do complexo. Apresenta na base o **Membro Piroxenítico ZMI - P2**, seguido no topo pelo **Membro Metagabronorítico ZMI -M2**. O contato superior com a Zona Ultramáfica não foi observado devido a cobertura de solo.

O Membro Piroxenítico ZMI-P2 ocorre como uma lente delgada, lateralmente descontínua, aflorando nas drenagens da porção NE da área com cerca de 5-20 metros de espessura.

A proporção modal dos constituintes minerais varia lateralmente de norte para sul, gradacionando de metawebsterito feldspático a melagabronorito, respectivamente.

O metawebsterito feldspático possui cor preta, granulação média e foliação Sn bem marcada por níveis ricos em biotita ou plagioclásio. O melagabronorito mostra cor cinza escura, aspecto isotrópico e com grande quantidade de anfibólio de cor castanha.

O Membro Metagabronorítico ZMI -M2, com espessura próxima a 500 metros, apresenta um contato gradacional com o Membro Piroxenítico ZMI - P2, predominando metagabronorito milonítico de cor cinza clara, granulação média-fina e com uma foliação Sn bem desenvolvida.

3.2.2 - ZONA ULTRAMÁFICA (ZU)

Esta zona localiza-se no sopé a leste da Serra de Cana Brava, frequentemente encoberta por solo ou blocos derivados de rochas máficas, aflorando somente na transversal L2000N e ao longo do Córrego Forquilha.

Dista cerca de 3000 metros do contato basal do complexo, com uma espessura estimada variando de 170 a 800 metros. As anomalias aeromagnéticas (Araujo & Alves,1979) ressaltaram a continuidade lateral desta zona, com direção aproximadamente norte-sul, às vezes deslocada por inúmeras falhas de direção NW.

A delimitação da Zona Ultramáfica na área de estudo valeu-se da compilação de parte dos dados de mapeamento geológico efetuado pela SAMA (Nagao ,1974), que incluiu levantamentos de magnetometria terrestre, em escala de detalhe.

De forma localizada (L2000N) o contato de topo desta unidade com a Zona Máfica Superior apresenta-se gradacional, com piroxenito feldspático passando a metagabronorito.

O empilhamento estratigráfico da Zona Ultramáfica na área de estudo, foi prejudicado pela escassez de afloramentos, sendo que para tal valeu-se de analogias com as distribuições das unidades na porção sul do complexo, onde esta zona apresenta-se bem representada. No extremo sul a Zona Ultramáfica caracteriza-se por apresentar pelo menos três sucessões consecutivas de serpentinito-piroxenito.

Na área de estudo a transversal L2000N interceptou somente uma sucessão de serpentinito-piroxenito com cerca de 170 metros de espessura. O membro serpentinitico, com espessura de cerca de 20 metros, apresenta-se quase totalmente encoberto por solo de coloração verde escuro a preto, aflorando localmente em drenagens. Este litotipo encontra-se intensamente intemperizado com coloração esverdeada a castanho claro. O membro piroxenítico, com espessura estimada de 150 metros, apresenta na base o predomínio de websterito de granulação média que gradaciona em direção ao topo para websterito grosso a pegmatóide e websterito feldspático, no contato com a Zona Máfica Superior.

No Córrego Forquilha a Zona Ultramáfica apresenta cerca de 800 metros de espessura, com afloramentos descontínuos de serpentinito e piroxenito, que foram agrupados nas **Subzona ZU-1** e **Subzona ZU-2**.

A correlação entre os membros da seção L2000N e do Corrego Forquilha é de difícil realização, uma vez que apresentam sucessões estratigráficas distintas, sendo utilizadas somente para uma correlação genérica da zona ultramáfica.

3.2.2.1 - Subzona ZU-1.

Esta subzona é composta na base pelo **Membro Serpentinítico ZU-S1**, com espessura estimada de cerca de 500 metros, onde predomina serpentinito, localmente com intercalações centimétricas de metagabronorito e piroxenito. O serpentinito ocorre preferencialmente intemperizado, com cor castanha a verde escura, às vezes (fig.3.5 B) com planos de fraturamentos sub-horizontais, preenchidos por sílica amorfa, fibras de serpentina ou magnetita.

Quando parcialmente preservados da alteração apresentam cor cinza claro a escuro, ressaltando feições deformacionais, representados por planos de foliação Sn e *pods* de deformação (fig. 3.5 A).

O contato basal da Subzona ZU-1 se faz com litotipos intensamente intemperizados, de coloração verde clara e foliação Sn penetrativa, representando prováveis piroxenitos feldspáticos.

O Membro Piroxenítico ZU-P1 encontra-se no topo desta subzona, com espessura aparente de cerca de 80 metros, composto predominantemente por websterito de cor verde, granulação grossa a média e isotrópico (fig. 3.5 C) e restrito websterito feldspático.

A transição para a Subzona ZU-2 é dada por uma zona intensamente intemperizada, de cerca de 200 metros, formada de provável alternância de piroxenito feldspático e gabronorito (fig. 3.5 D).

3.2.2.2 - Subzona ZU-2

A base desta subzona é composta pelo Membro Serpentinítico ZU-S2, seguido de uma zona desprovida de afloramento, que se estende até o contato com a Zona Máfica Superior.

Este membro aflora com cerca de 10 metros, composto predominantemente por serpentinito, intensamente intemperizado, com coloração castanha e fraturamento subhorizontal.

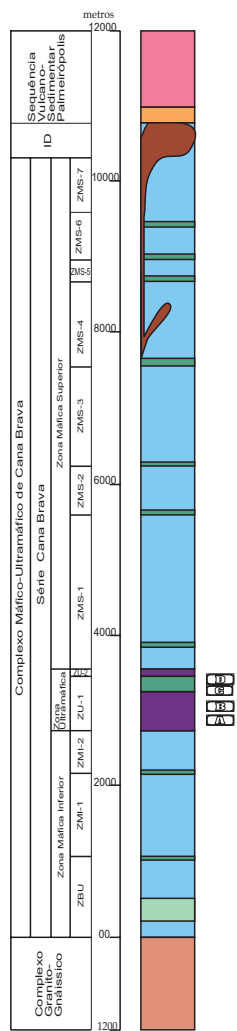


Figura 3.5 -Aspectos de afloramentos da Zona Ultramáfica - Complexo Máfico-Ultramáfico de Cana Brava - A) Serpentinitos deformados, destacando-se estruturas sigmoidais marcando a foliação S_n - Membro ZU-S1. B) Serpentinito intesamente alterado. C) Piroxenito (websterito) isotrópico - Membro ZU-P1. D) Superfície de alteração de provável nível de piroxenito, destacando-se orientação de feldspatos caulinizados (branco) e piroxenios alterados (verde), definindo a foliação S_n.

3.2.3 - ZONA MÁFICA SUPERIOR (ZMS)

Esta zona está localizada na Serra da Cana Brava e na porção arrasada a oeste desta. Dispõe-se a cerca de 3500 metros da base do complexo, com uma espessura média de 7000 metros.

Os seus litotipos foram extensivamente afetados por processos metamórficos e deformacionais, com uma gradativa diminuição da intensidade da deformação no sentido do topo do complexo, representado por variações de milonitos a protomilonitos. Localmente observam-se termos preservados da deformação (ex.:membros piroxeníticos).

A zona inicia-se no contato com a Zona Ultramáfica por uma seqüência de metagabronorito, denominada de **Subzona Metagabronorítica (SGN)** a qual é sucedida por sete subzonas, denominadas de **ZMS-1, ZMS-2, ZMS-3, ZMS-4, ZMS-5, ZMS-6 ZMS-7**, cada qual caracterizada por um membro piroxenítico na base e um membro máfico no topo.

A **Subzona Metagabronorítica**, com espessura estimada de 200 a 400 metros, caracteriza-se pela primeira ocorrência de plagioclásio cúmulus acima da Zona Ultramáfica, representada por um pacote homogêneo de metagabronorito. Os litotipos apresentam cor cinza clara, granulação média-fina e foliação Sn penetrativa.

3.2.3.1 - Subzona ZMS-1

A subzona ZMS-1 marca o início da seqüência de unidades rítmicas na Zona Máfica Superior. Apresenta uma espessura próxima a 1700 metros e é representada na base pelo **Membro Piroxenítico ZMS-P1** e no topo pelo **Membro Metagabronorítico ZMS-M1**.

O Membro Piroxenítico ZMS-P1, com uma espessura média de 20-50 metros é observado ao longo de cerca de 3000 metros de extensão, ocorrendo frequentemente na encosta leste da Serra da Cana Brava como blocos soltos e mais raramente em afloramentos *in situ* (TLR-160). É representado por websterito de cor preta, granulação média a grossa e aspecto isotrópico, podendo apresentar termo feldspático que gradaciona para metagabronorito do membro superior.

O Membro Metagabronorítico ZMS-1 é composto predominantemente por litotipo homônimo de cor cinza clara, granulação média-fina e foliação Sn bem desenvolvida, associada a bandamento metamórfico milimétrico a centimétrico.

3.2.3.2 - Subzona ZMS-2

Esta subzona, com uma espessura de 300 - 600 metros, é definida pela presença de um **Membro Piroxenítico ZMS-P2**, na base, sucedida pelo **Membro Metagabronorítico ZMS-M2**.

O Membro Piroxenítico ZMS-P2 apresenta cerca de 15-20 metros de espessura, ocorrendo de forma descontínua por cerca de 3000 metros extensão. É representado por websterito feldspático de coloração verde escuro, granulação média e foliação Sn incipiente, ocorrendo na forma de blocos soltos quase *in situ*.

O Membro Metagabronorítico ZMS-M2 é composto principalmente por metagabronorito de cor cinza, granulação média-fina, com foliação Sn bem desenvolvida e bandamento metamórfico milimétrico e centimétrico (fig.3.6 B). Na sua porção central ocorre uma zona de falha com espessura próxima a 200 metros, caracterizada pela alternância de metagabronorito, ultramilonitos ricos em quartzo e níveis anfibolíticos.

O metagabronorito ultramilonítico apresenta um grande número de segregações milimétricas de quartzo, paralelos à foliação Sn.

3.2.3.3 - Subzona ZMS-3

Esta subzona apresenta cerca de 1300 metros de espessura, composta pelo **Membro Piroxenítico ZMS-P3** na base e o **Membro Metagabronorítico ZMS-M3** no topo.

O Membro Piroxenítico ZMS-P3, com espessura aproximada de 20-30 metros, dispõe-se descontinuamente ao longo de 5000 metros. Apresenta variações laterais desde websterito feldspático, parcialmente deformado, até olivina-melagabronorito coronítico isotrópico.

O Membro Metagabronorítico ZMS-M3 localiza-se no topo da Serra da Cana Brava, onde predomina um relevo aplainado e com extensivo desenvolvimento de solo de cor avermelhada a marrom, obliterando frequentemente a presença de afloramentos. É composto por uma seqüência monótona de litotipo homônimo de cor cinza, granulação média-fina e com foliação Sn bem desenvolvida.

3.2.3.4 - Subzona ZMS-4

A Subzona ZMS-4, com espessura próxima a 1100 metros, é bem definida na base pelo **Membro Piroxenítico ZMS-P4**, sendo superposta pelo **Membro Metagabronorítico ZMS-M4**.

O Membro Piroxenítico ZMS-P4 ocorre descontinuamente como blocos soltos (fig.3.6 D) ou em afloramentos por cerca de 5500 metros de extensão, com espessura variando de 15-150 metros.

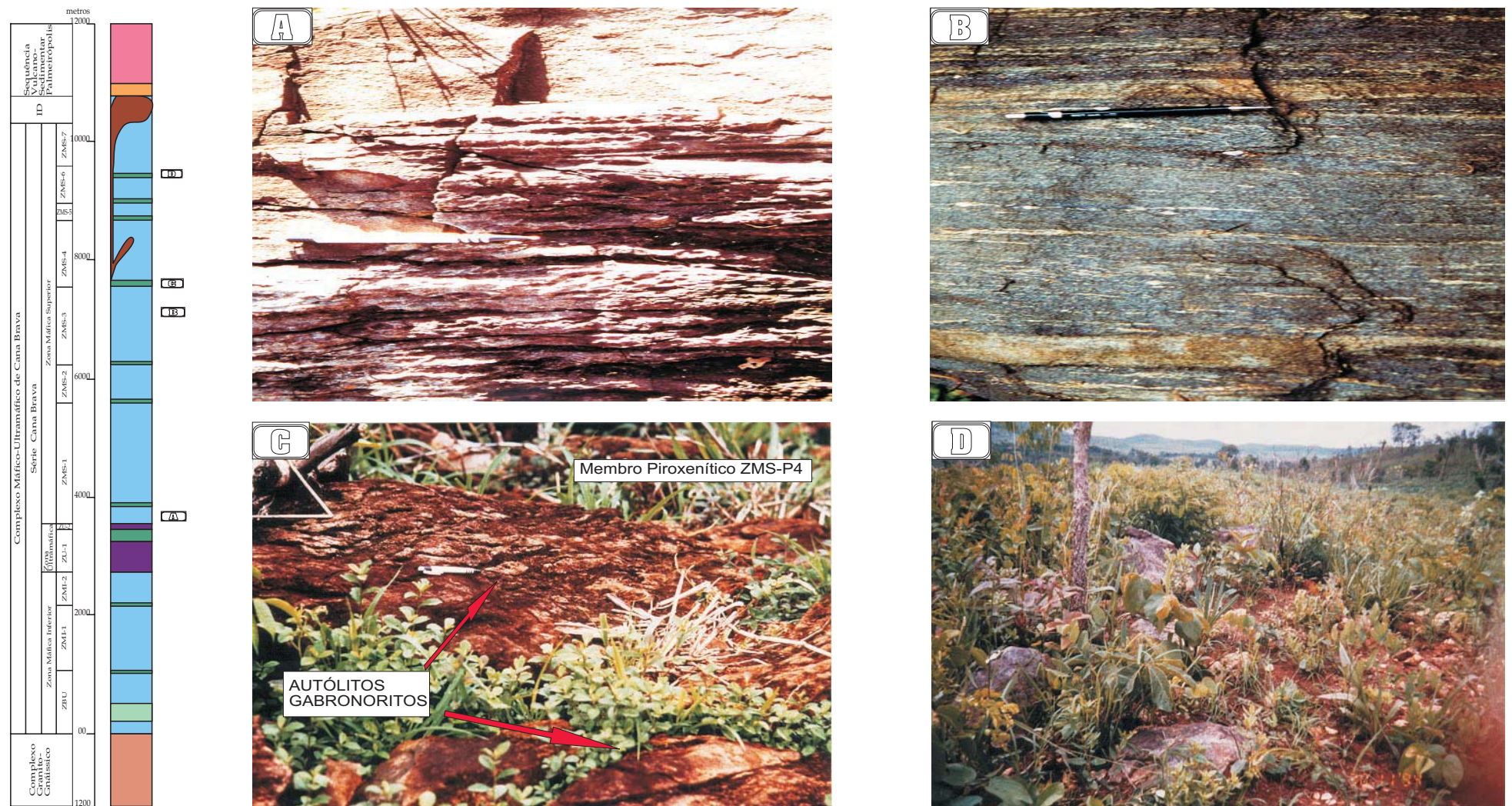


Figura 3.6 - Aspectos dos afloramento na Zona Máfica Superior do Complexo Máfico-Ultramáfico de Cana Brava A) Metagabbro com acamamentos ígneos centimétricos, definidos pela alternância de níveis ricos em piroxênios e níveis ricos em plagioclásio. B) Metagabbros com bandamentos metamórficos de níveis máficos (hb+pxs) e félsicos (pl)), estrados e orientados seg. a foliação S_n . C) Brecha magmática no membro piroxenítico ZMS-P4, com a presença de autólitos de metagabbros finos intensamente deformados. D) Aspecto predominante dos afloramento de piroxeníticos (blocos soltos).

Neste membro predominam litotipos que variam lateralmente e verticalmente de websterito a websterito feldspático, de granulação média a grossa, cor verde a preta, às vezes com foliação Sn incipiente. Localmente (L3000N) foi observado a presença de blocos soltos de olivina-websterito isotrópico, de cor preta e granulação grossa com pórfiros de ortopiroxênio e olivina envoltos por uma fina matriz de cor preta. Localmente apresentam-se com sulfetos disseminados (1-3%), indicados por superfície de alteração (oxidação) supergênica.

Na porção sul deste membro observa-se uma grande quantidade de autólitos de gabronorito com dimensão decimétrica e centimétrica, cor cinza clara e granulação fina (fig.3.6 C). Frequentemente estão estirados segundo a foliação Sn, em uma matriz de piroxenito feldspático, constituindo uma brecha magmática.

O Membro Metagabronorítico ZMS-M4 exibe uma espessura próxima de 1000 metros, predominando metagabronorito milonítico e metanorito além de faixas localizadas com anfibolito e biotita-metagabronorito.

O metagabronorito e metanorito apresentam cor cinza, granulação fina e foliação Sn penetrativa, paralela a descontínuo bandamento metamórfico, centimétrico a milimétrico. O anfibolito ocorre como faixas métricas paralelas à foliação Sn (intercaladas em metagabronorito), localmente com granada (disposta em bandas aleatórias de até 5 cm de espessura).

3.2.3.5 - Subzona ZMS-5

Esta subzona, com espessura próxima a 300 metros, representa a unidade de menor expressão na área, sendo definida na base pelo **Membro Piroxenítico ZMS-P5** e sucedida pelo **Membro Metagabronorítico ZMS-P5**. O membro piroxenítico foi observado somente na Transversal L3000N, sendo a sua continuidade lateral encoberta pelo desenvolvimento de solo.

O membro piroxenítico tem espessura próxima de 40 metros e ocorre como blocos soltos, sendo composto por biotita-websterito feldspático de cor verde escura, granulação média e aspecto isotrópico. No Membro Metagabronorítico ZMS-M5 predomina litotipo homônimo, com foliação Sn penetrativa.

3.2.3.6 - Subzona ZMS-6

A subzona ZMS-6 apresenta na base o **Membro Piroxenítico ZMS-P6**, superposto pelo **Membro Norítico ZMS-M6**, totalizando cerca de 450 metros de espessura.

Distingue-se das unidades anteriores por apresentar litotipos máficos com deformação ausente ou pouco desenvolvida, representados por termos com aspecto isotrópico a protomilonítico, marcando desta forma uma diminuição da intensidade da deformação no topo do complexo. Um outro aspecto distinto é a natureza do membro máfico, caracterizado pelo predomínio de norito em relação a gabronorito, este geralmente rico em ortopiroxênio, razão pela qual foi denominado de Membro Norítico ZMS-M6.

O Membro Piroxenítico ZMS-P6 é caracterizado por websterito feldspático isotrópico, com espessura próxima de 20 metros.

O Membro Norítico ZMS-M6 consiste de norito a gabronorito total a parcialmente preservado da deformação, de cor cinza e granulação média-grossa e aspecto isotrópico.

3.2.3.7 - Subzona ZMS-7

Esta subzona representa o topo exposto da Zona Máfica Superior, em contato com Intrusões Noríticas ou com a Sequência Vulcano-Sedimentar de Palmeirópolis. É composta pelo Membro Piroxenítico ZMS-P7 na base, seguido do Membro Norítico ZMS-M7 no topo, compondo um conjunto de cerca de 1000-1600 metros de espessura. Os litotipos desta subzona apresentam-se preservados ou pouco afetados pela deformação. No membro máfico predomina gabronorito rico em ortopiroxênio, assemelhando-se composicionalmente àquele observado na Subzona ZMS-6, razão pela qual foi mantido a denominação de membro norítico.

O Membro Piroxenítico ZMS-P7 estende-se por cerca de 1500 metros, com uma espessura variando de 20-120 metros, sendo composto por websterito feldspático de coloração verde escura e aspecto isotrópico, às vezes rico em anfibólio.

O Membro Norítico ZMS-M7 compõe-se de norito e localmente gabronorito, parcialmente preservados da deformação, de cor cinza clara e granulação média-fina.

3.3 - INTRUSÕES NORÍTICAS

Na porção oeste da área foram encontrados corpos de composição norítica a quartzo-norítica, intrusivos no Complexo de Cana Brava. Estes dispõem-se frequentemente entre a Sequência Vulcano-Sedimentar de Palmeirópolis e o Complexo de Cana Brava, como pequenas elevações, ou no interior da Zona Máfica Superior.

O contato com o Complexo de Cana Brava é magmático, caracterizado pela grande quantidade de xenólitos dispostos na região de borda dos corpos noríticos, localmente constituindo um fácies de brecha magmática. Destaca-se a intensa deformação e recristalização metamórfica nesta região de contato, obliterando parcial a totalmente texturas e associações minerais primárias.

Excepcionalmente, no maior corpo intrusivo localizado na porção SW da área, foi observada uma grande variedade de litotipos, aparentemente indicando a presença de um corpo diferenciado em dois fácies, denominados de **Zona Norítica Central** e **Zona Norítica de Borda**. Nos corpos intrusivos situados no interior do Complexo de Cana Brava, aparentemente predomina quartzo-norito.

O corpo presente na porção NW da área não apresenta xenólitos e é formado predominantemente por hornblenda-norito rico em biotita, com aspecto macroscópico e associação mineral similar, correlacionável à aquele encontrado na Zona Norítica Central da intrusão à SW na área de estudo.

O contato com a SVSP não foi observado, devido à ocorrência de solo, porém próximo a esta ocorrem faixas de intensa deformação, sugerindo um contato tectônico. Nestas faixas estão presentes biotita-granada-gnaiss bandado e milonitos ricos em quartzo.

3.3.1 - ZONA NORÍTICA CENTRAL

Nesta zona predomina termo norítico representado por biotita-hornblenda-norito de cor cinza clara a marrom, granulação média e foliação S_n incipiente ou ausente. Localmente foi observado bandamento ígneo centimétrico a decimétrico de norito e melanorito rico em biotita e hornblenda (fig. 3.7 A).

Esta unidade transiciona para a Zona Norítica de Borda através de granada-biotita-metanorito (fig. 3.7 B).

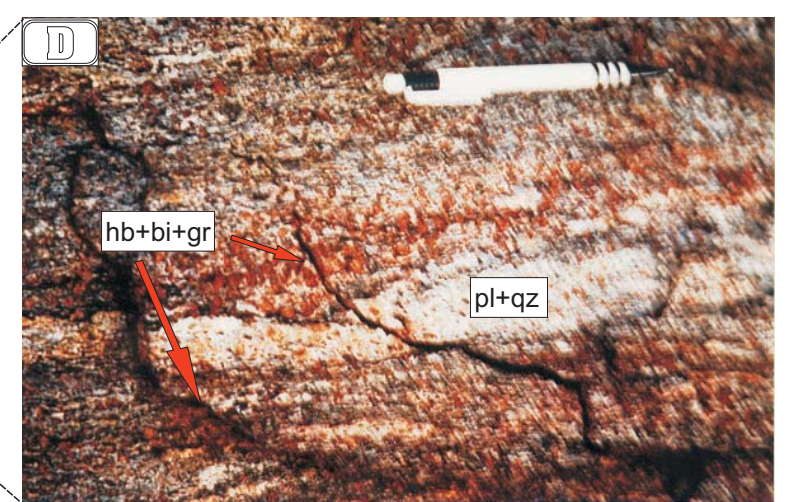
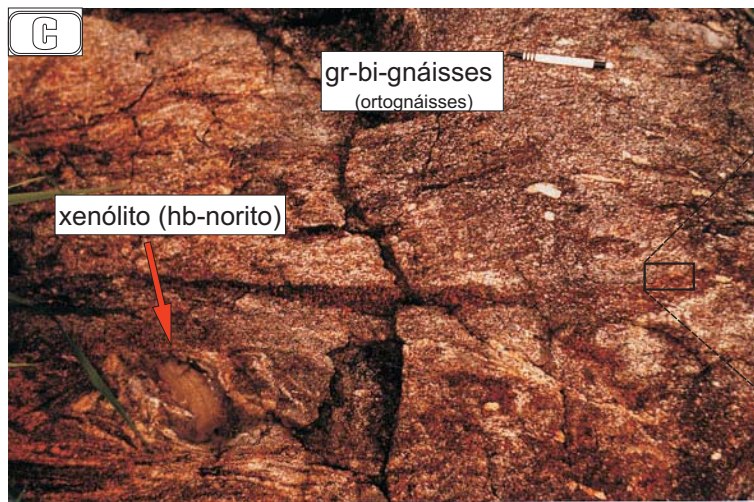
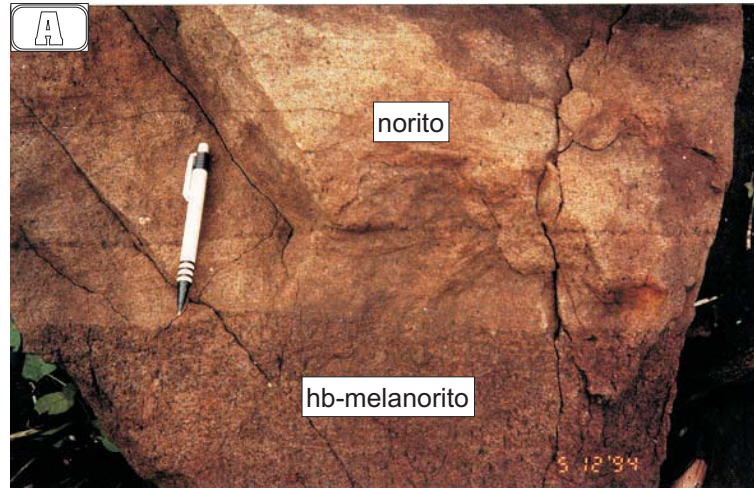
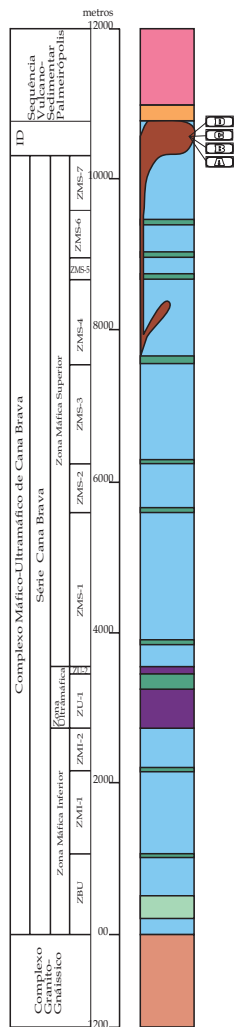


Figura 3.7 - Aspectos dos afloramentos das Intrusões Noríticas - A) Acamamentos ígneos de norito (claro) e hornlenda-melanorito (escuro) - Zona Norítica Central. B) Melanoritos, com uma foliação S_0 incipiente - Zona Norítica Central. C) granada-biotita-gnáisses bandados (ortognáisses) com xenólitos de hb-norito - Zona Norítica de Borda. D) detalhe dos bandamentos metamórficos, com níveis máficos (hb+bi+gr) e felsicos (pl+qz) nos granada-biotita-gnáisses bandados (ortognáisses) - Zona Norítica de Borda.

3.3.2 - ZONA NORÍTICA DE BORDA

Esta zona localiza-se no contato com o Complexo de Cana Brava, apresentando-se intensamente deformada e com o predomínio de litotipos metamórficos. Ocorre hornblenda-granada-biotita-gnaiss bandado que localmente gradaciona, em direção ao contato com complexo para milonitos ricos em quartzo ou faixas de até 50 metros de largura com grande quantidade de blocos soltos de quartzo, indicando prováveis regiões de intensa deformação e remobilização metamórfica. Em menor escala é encontrado quartzo-norito, parcialmente preservado da deformação, representando o provável protolito nesta zona.

O hornblenda-granada-biotita-gnaiss apresenta intercalações centimétricas de bandas quartzo-feldspáticas e bandas ricas em biotita e anfibólios com concentrações locais de granada (fig. 3.7 C/D). Ocasionalmente são encontrados porfiroclastos de ortopiroxênio. Associada a este litotipo localmente foram observadas dobras intrafoliais decimétricas, fechadas, com plano axial paralelos a foliação Sn. Os milonitos ricos em quartzo apresentam cor cinza, granulação fina e intensa recristalização.

Nesta zona foram observados xenólitos de metanorito, hornblenda metanorito, hornblenda-metagabronorito e diopsídio-anfibolito (fig. 3.8 A), de dimensão métrica a centimétrica e frequentemente estirados. Localmente mostram-se com formatos de “bengala” ou como dobras intrafoliais, indicando movimentos dextrais no contato com o Complexo de Cana Brava (fig.3.8 B).

Frequentemente associada aos xenólitos de hornblenda metanorito e metagabronorito, desenvolve-se um auréola de contato de cor branca, aspecto sacaroidal e composição quartzo-feldspática, a qual às vezes evolui para o interior do xenólito promovendo uma significativa substituição do litotipo original (fig. 3.8 C).

Os xenólitos de diopsídio-anfibolito apresentam-se com intenso estiramento, cor preta, granulação fina e foliação Sn penetrativa (fig. 3.8 D). Ocorrem em zonas de extrema deformação, juntamente com gnaisses ultramiloníticos ricos em quartzo, sugerindo serem produtos da deformação de xenólitos de norito a gabronorito. A localização e composição dos xenólitos sugerem que estes são derivados do Complexo Máfico-Ultramáfico de Cana Brava.

3.4 - SEQUÊNCIA VULCANO-SEDIMENTAR DE PALMEIRÓPOLIS (SVSP)

Os litotipos da SVSP, observados na área de estudo, se dispõem preferencialmente a oeste do Rio Cana Brava, sendo representados por diopsídio-granada-anfibolito, granada-biotita-anfibolito e localmente por muscovita-quartzo xisto.

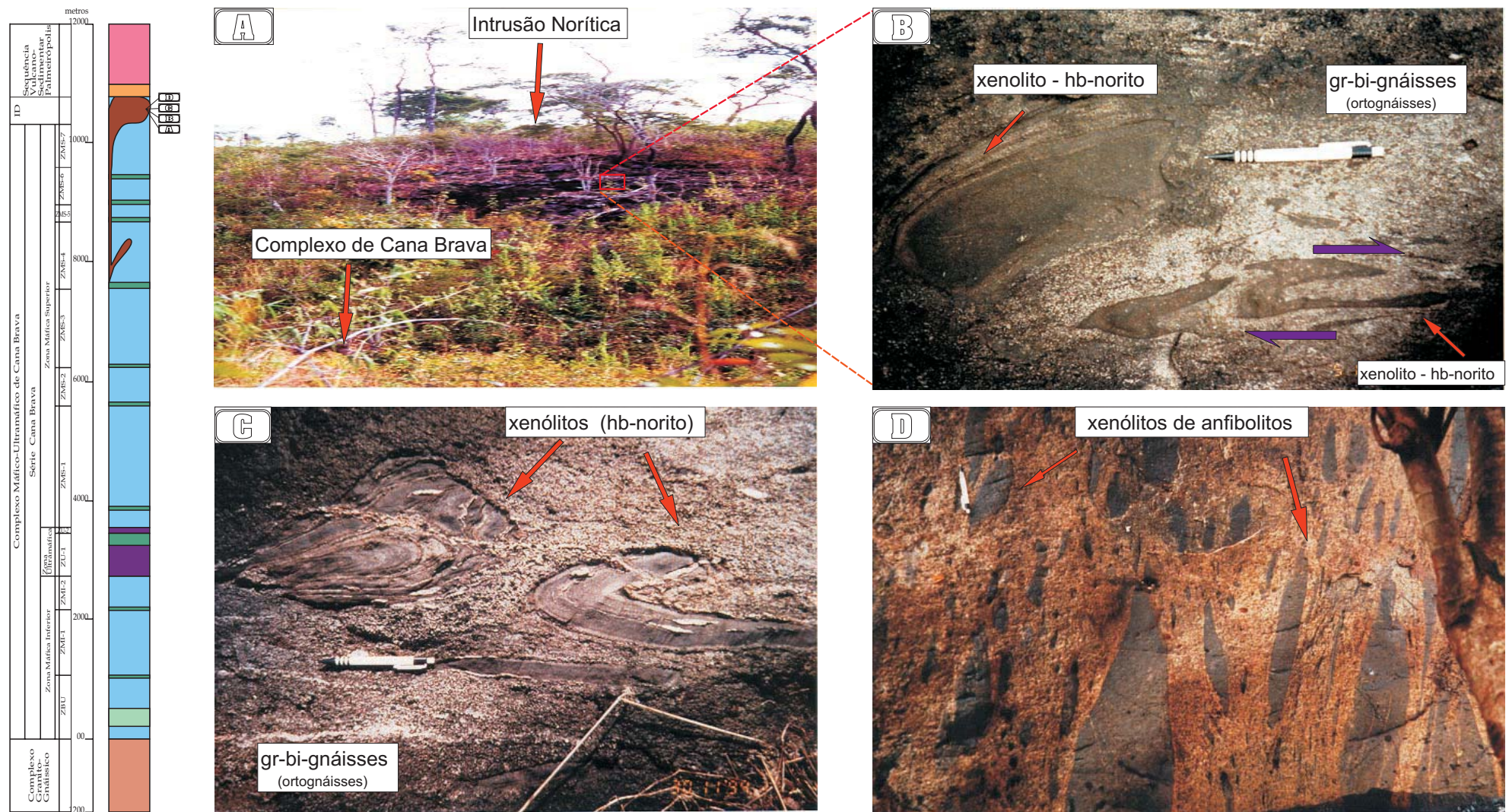


Figura 3.8 -Aspectos dos afloramentos das Intrusões Noríticas (Zona Norítica de Borda) e seus xenólitos - **A)** Intrusão Norítica, realçada topograficamente, no contato com o Complexo de Cana Brava. **B)** Xenólitos de horblenda-norito deformados e com estiramento indicando uma movimentação dextral nos gr-bi-gnâisses bandados (ortognâisses). **C)** Xenólitos de hb-norito, em gr-bi-gnâisses, com bordas de reação e intenso estiramento. **D)** Xenólitos de anfíbolitos, presentes em uma zona de intensa deformação dos ortognâisses.

O contato da SVSP com as Intrusões Noríticas e o Complexo de Cana Brava não foi diretamente observado em função da cobertura de solo.

Os anfibolitos são frequentemente bandados, com níveis centimétricos a milimétricos quartzo-feldspáticos e níveis ricos em hornblenda, predominando cor preta e granulação média-fina. Apresentam foliação S_n paralela ao plano axial de um conjunto de dobras isoclinais assimétricas com caimento para oeste, o qual é superimposto por dobras abertas de grande amplitude. O muscovita-quartzo-xisto ocorre na porção noroeste da área, exibindo cor verde a cinza clara, granulação fina e foliação S_n bem marcada.

3.5 - COMPLEXO GRANITO-GNÁISSICO

Esta unidade dispõe-se na porção leste da área, próximo à calha do Rio Maranhão, apresentando-se preferencialmente com uma cobertura de solo de coloração castanha clara. Os afloramentos ocorrem preferencialmente ao longo de drenagens.

Predominam biotita-augen gnaisse milonítico que gradaciona a oeste para gnaisse bandado ultramilonítico e ultramilonito rico em quartzo, mostrando foliação com mergulho para oeste. Os prováveis protolitos incluem granitos e granodioritos.

Apesar de não terem sido observadas as relações de contato *in situ*, o gradativo aumento da intensidade de deformação no sentido oeste e a presença de foliação com vergência para leste sugerem um contato tectônico por meio de uma falha reversa, colocando o Complexo de Cana Brava sobre o Complexo Granito-Gnáissico.