

## 6. Feições Genéticas da Vermiculita e Características Anômalas no Depósito Cerrado III

A origem da vermiculita é sempre associada à alteração de minerais ferromagnesianos ou magnesianos, em diferentes contextos geológicos, como indicado na Tabela 2.3. O conjunto de fatores intempéricos superpostos, ou não, ao hidrotermalismo gerador de micas trioctaédricas, tem sido apontado como o principal mecanismo gerador da vermiculita. É freqüente a afirmação de que depósitos econômicos de vermiculita só existem a partir da alteração de biotita ou flogopita.

Basset (1963, *in* De la Calle & Suquet, 1988) foi um dos primeiros autores a apontar outras origens para este filossilicato: “as vermiculitas macroscópicas são de origem secundária e resultam da alteração de micas (biotitas e flogopitas), cloritas, piroxênios ou outros minerais similares, como o resultado de intemperismo, ação hidrotermal, percolação de lençol freático, ou a combinação destes três efeitos”. Göttinger (1987) identificou várias ocorrências de vermiculita originadas por ação hidrotermal sobre anfibólios relacionados a rochas máfico-ultramáficas do Maciço da Bohêmia - Áustria (Tabela 2.3).

Também Amin e Afia (1954), identificaram que a vermiculita do Depósito de Hafafit no Egito se formou a partir de hidrotermalismo sobre anfibólios na área de influência de diques feldspáticos que cortam massas de serpentinas em gnaisses (Tabela 2.3).

Outra origem para a vermiculita foi relatada por Basham (1974, *in* Wilsom, 2004), que descreveu origem da vermiculita diretamente a partir da alteração de augita e hiperstênio em gabros intemperizados. Neste caso o eixo *c* da vermiculita foi orientado em ângulos retos com o eixo *c* do piroxênio.

Na região de Sanclerlândia/São Luís de Montes Belos, o minério de vermiculita ocorre em corpos máfico-ultramáficos pertencentes à Suite Máfico-Ultramáfica do Tipo Americano do Brasil de idade neoproterozóica (Lacerda Filho *et al.*, 1999), que foram posicionados por processos tectônicos como zonas de cisalhamento ou lascas tectônicas (Olivatti, 2003) em biotita-hornblenda gnaisses do Complexo Granito-Gáissico, localmente migmatitos, pertencentes ao Arco Magmático de Goiás (Fuck *et al.*, 1993 e 2005; Fuck, 1994 e Pimentel *et al.* 2004).

Em função dos tipos litológicos associados e à origem da vermiculita, o Depósito Cerrado III foi classificado como sendo Tipo 1, segundo Borovikov (1962, *in* Hindman, 1992) e Basset (1963, *in* De la Calle & Suquet, 1988): para depósitos em rochas máfico-

ultramáficas; Tipo 2, segundo Bush ((1976 *in* Hindman, 1992 e Gosen *et al.*, 2002): para depósitos associados a intrusões ultramáficas pequenas, como dunitos e peridotitos e piroxenitos não-zonados, cortados por pegmatitos e rochas sieníticas ou graníticas .

O Corpo Cerrado III se apresenta levemente dobrado em duas direções: a primeira formou uma sucessão de anticlinal/sinclinal/anticlinal, com direção de eixos NE/SW, que é reflexo de um tectonismo regional, que afetou também o biotita gnaiss encaixante (Figura 3.11); e outra, apenas local, com eixo na direção NW/SE com suave mergulho SE. O depósito é cortado por duas falhas mais extensas, com direções N20E e N60W, além de outras falhas menos importantes, afetando localmente as rochas vizinhas.

No geral as rochas não apresentam feições marcantes de deformação, mas nas zonas próximo às falhas, são comuns estiramentos, foliação (Figuras 6.1 e 6.2) e recristalização (Figuras 6.3 e 6.4), com predomínio de faixas de filossilicatos, intercalada com faixas de material recristalizado, inclusive quartzo, sugerindo um regime de cisalhamento em regime dúctil-ruptil.

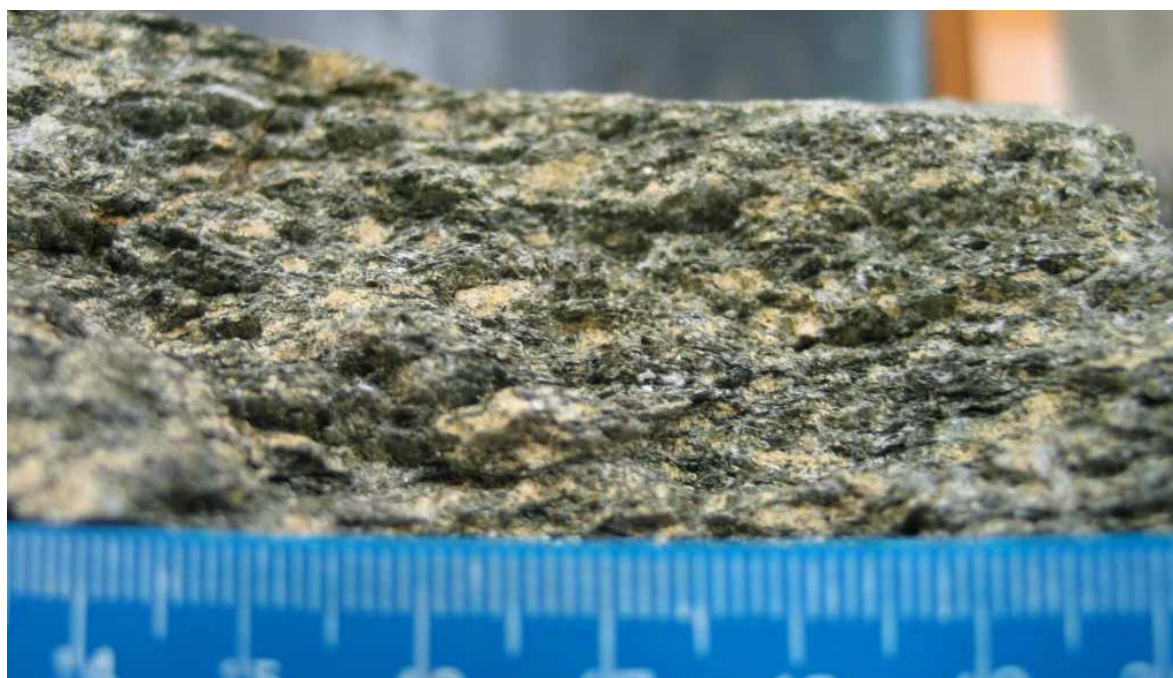


Figura 6.1 - Amostra CIII-38: amostra-de-mão do “peridotito hidrotermalizado” próximo à zona de falha, que em função da textura e alternância de faixas ricas em vermiculita com faixas de material recristalizado, poderia ser chamado de filonito.



Figura 6.2 - Amostra de filonito: fotomicrografia em estereomicroscópio do “peridotito hidrotermalizado” próximo à zona de falha.

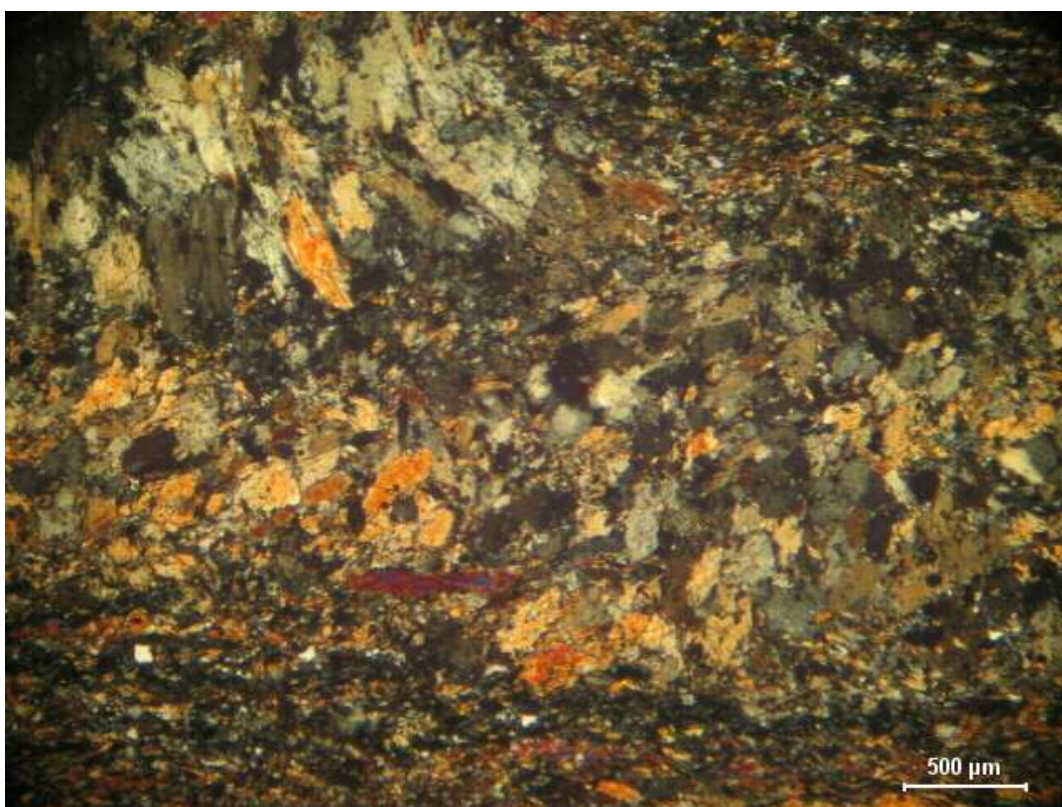


Figura 6.3 - Amostra de filonito: fotomicrografia mostrando nítida recristalização e orientação dos minerais. NX.

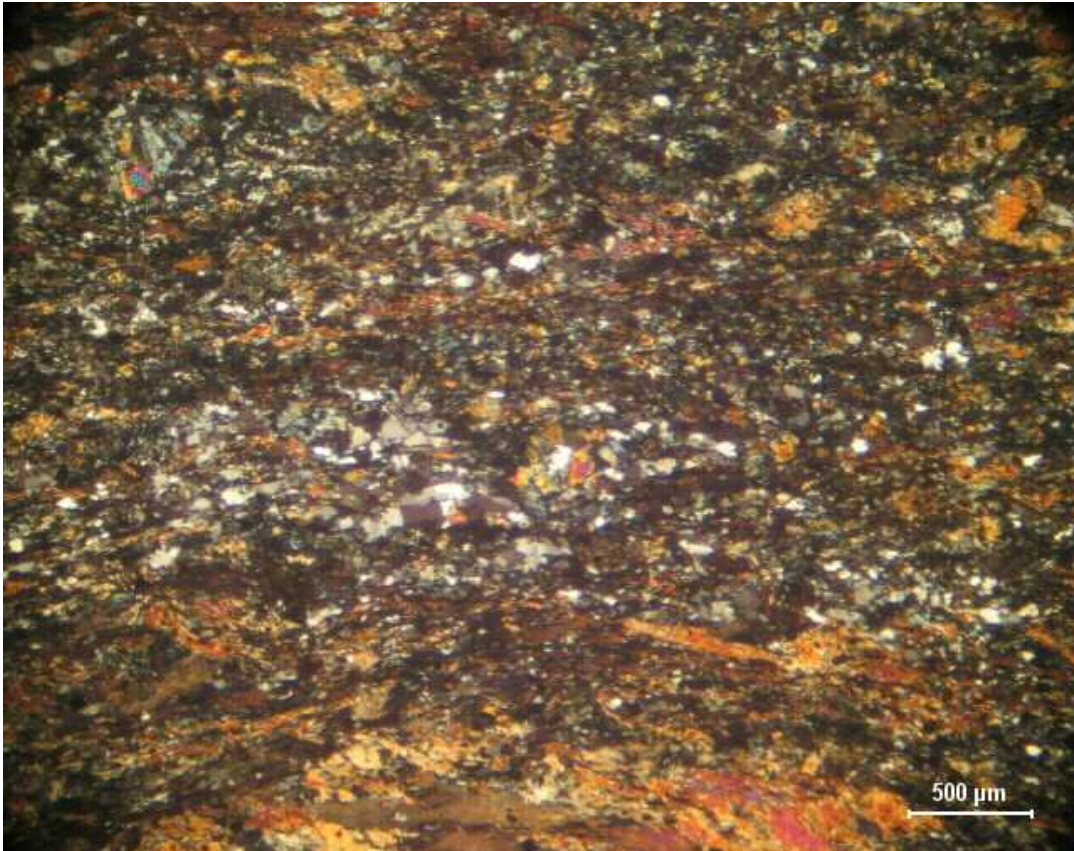


Figura 6.4 - Amostra de filonito: fotomicrografia mostrando nítida recristalização, neoformação de quartzo, alternância de faixas e orientação dos minerais. NX.

Ao microscópio pôde-se observar em amostras distante das falhas maiores, apenas leves e raras feições de deformação, como na lâmina da amostra FS01-05 de piroxenito hidrotermalizado. Esta lâmina apresenta duas porções com granulometrias distintas: a mais grosseira representada, predominantemente, por largas lamelas de vermiculita orientadas segundo direção preferencial e associadas a opacos (além de anfibólio fino e talco) e a de granulometria mais fina representada pela vermiculita também fina e orientada, com pouco ou nenhum opaco associado, muitas vezes englobando finos prismas de anfibólio.

Evidências de leve deformação também foram encontradas nas palhetas de vermiculita e bem evidenciadas quando estas palhetas contêm inclusões de ilmenita. Estas inclusões estão alinhadas segundo os planos de clivagem 010 ou 110 do anfibólio (Figuras 6.5, 6.6 e 6.7). A deformação das palhetas de vermiculita evidencia que sua formação está associada a evento pré-tectônico.

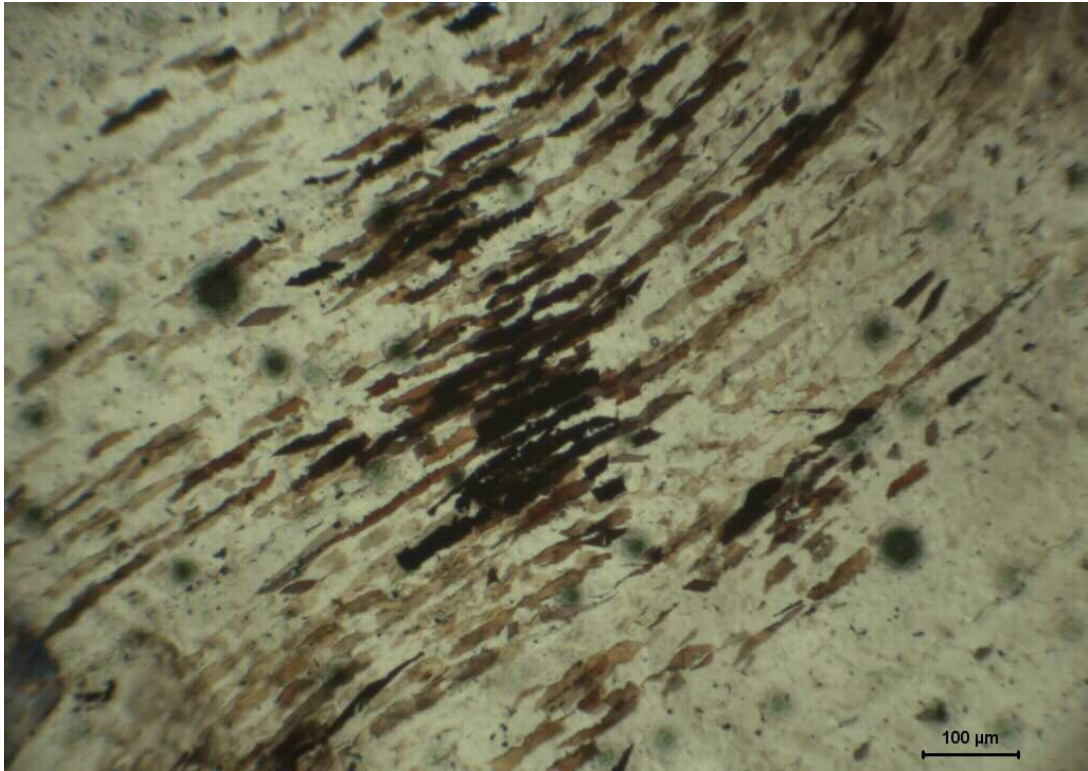


Figura 6.5 – Amostra CIII-38: Peridotito hidrotermalizado mostrando inclusões de ilmenita em palheta deformada de vermiculita. NX.

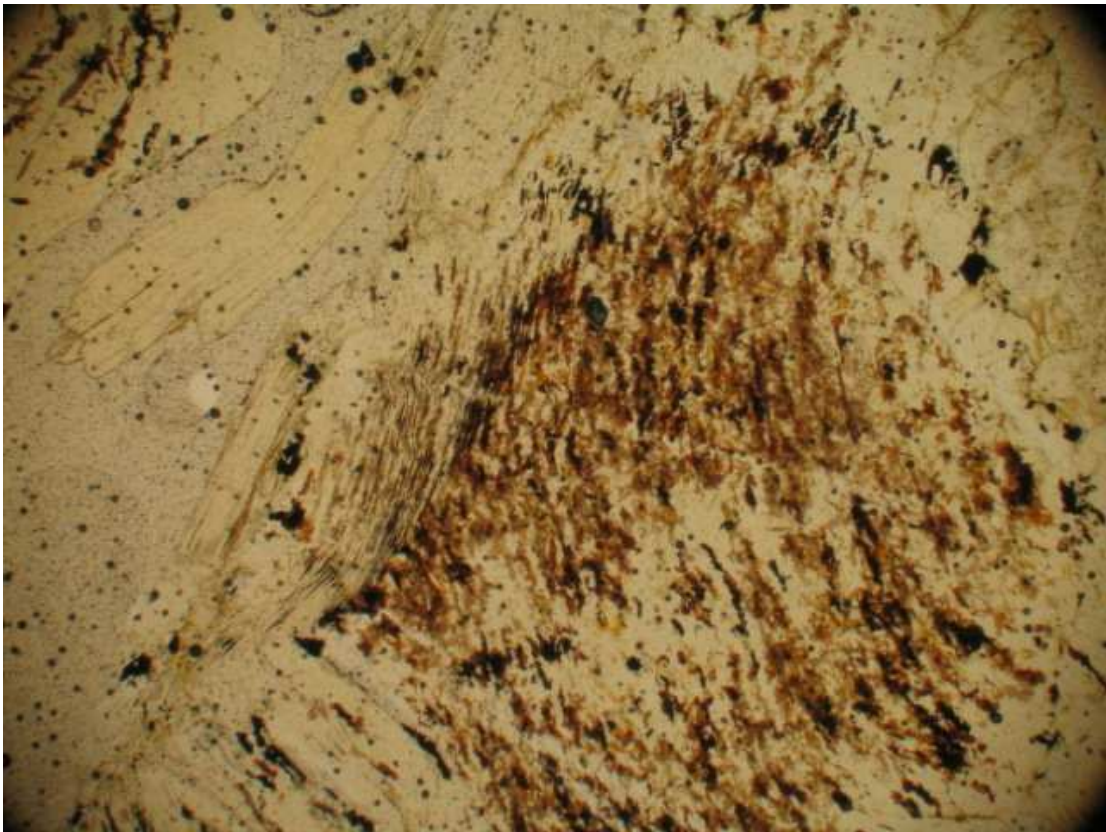


Figura 6.6 – Amostra CIII-39: Peridotito hidrotermalizado mostrando inclusões de ilmenita em grande lamela deformada de vermiculita. Nota-se, ainda, palheta acima desta, também deformada. N//.

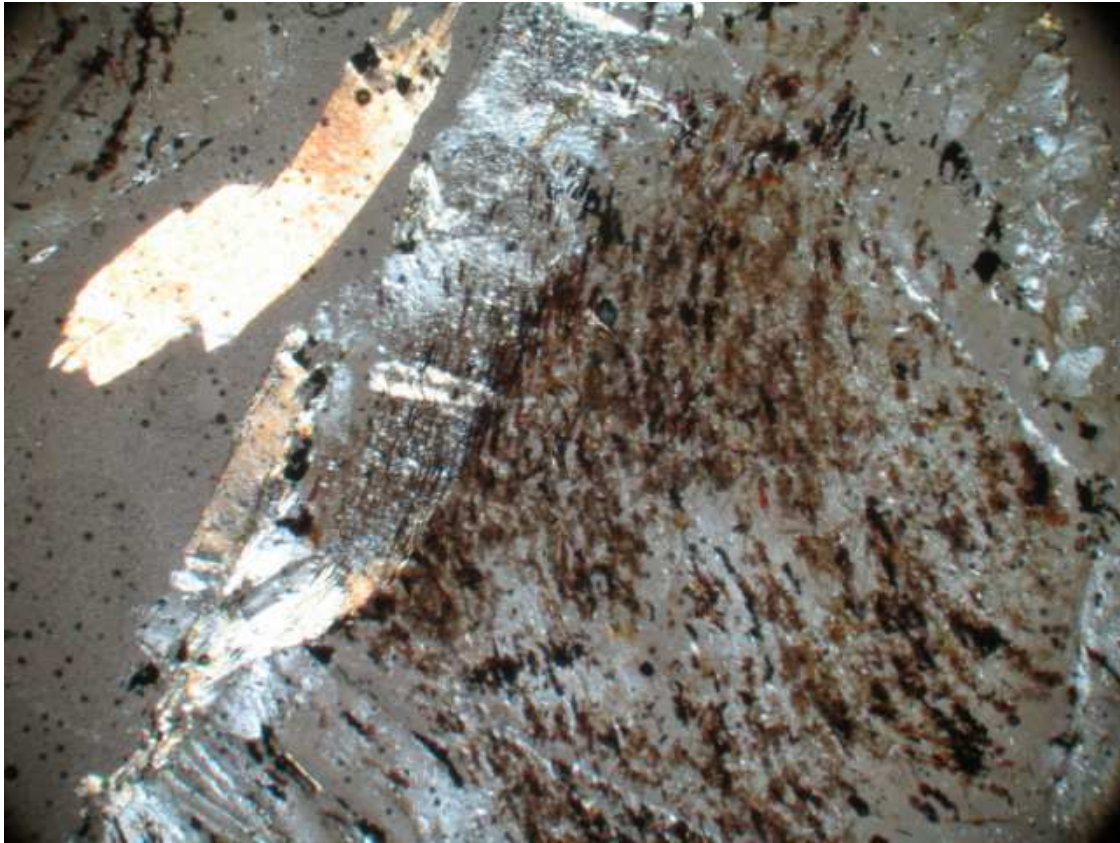


Figura 6.7 – Amostra CIII-39: mesma fotomicrografia anterior NX.

Utilizando-se técnicas de geoquímica de rochas e palhetas, difração de raios-X, microscopia ótica e eletrônica, obteve-se evidências de filiação hidrotermal para a vermiculita do corpo Cerrado III, a partir da alteração de anfibólios. As principais evidências são:

1. Zonação da mineralização em uma faixa na borda do corpo ultramáfico como evidenciado na Figura 3.13 - Esboço Geológico da Cava - Porção Leste;
2. Ausência de faixa rica em biotita na encaixante que poderia servir como “fonte” para a formação da vermiculita ou como indicação de metassomatismo entre o corpo intrusivo e a encaixante;
3. Formato das palhetas como pseudomorfos macroscópicos (Figura 6.8) do anfibólio de origem;

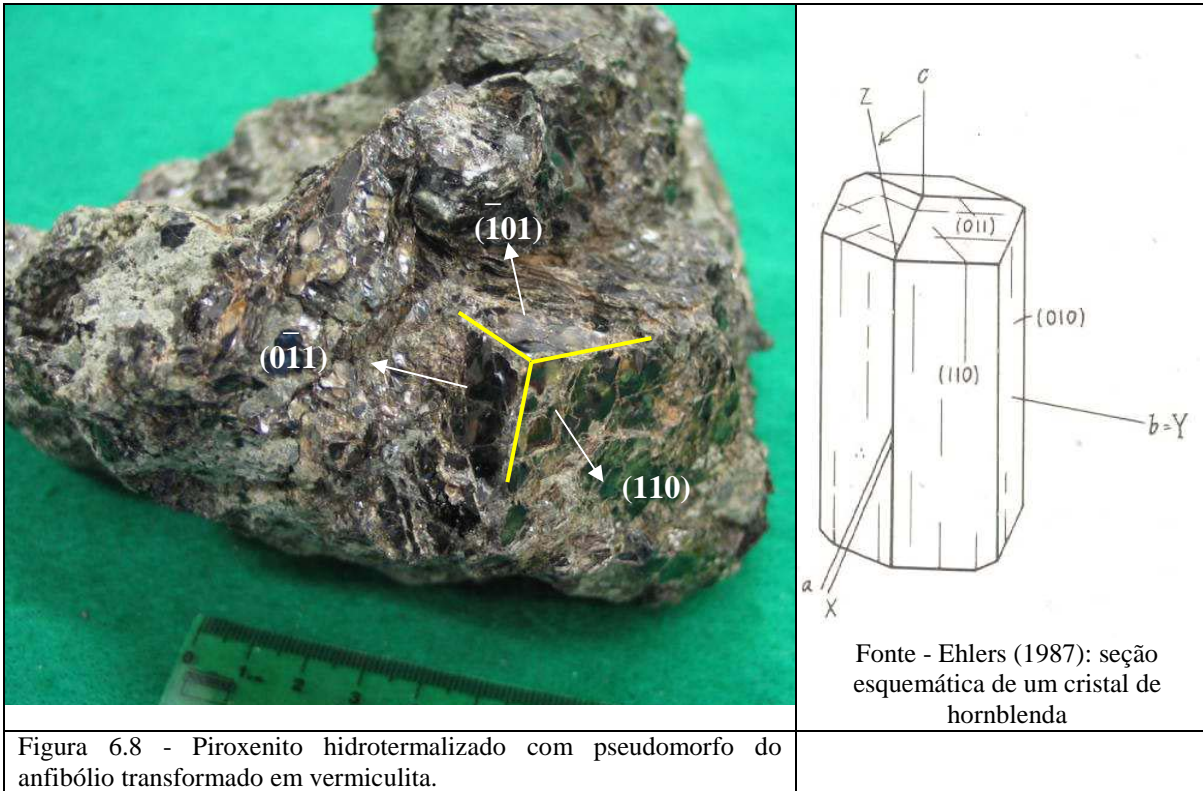


Figura 6.8 - Piroxenito hidrotermalizado com pseudomorfo do anfibólio transformado em vermiculita.

4. Formato das seções basais das lamelas de vermiculita mostrando o hábito e clivagens típicas deste filossilicato (Figuras 6.9 a 6.12), desenvolvendo-se ora de forma paralela, ora formando ângulo de  $90^\circ$  com o eixo c do anfibólio de origem;

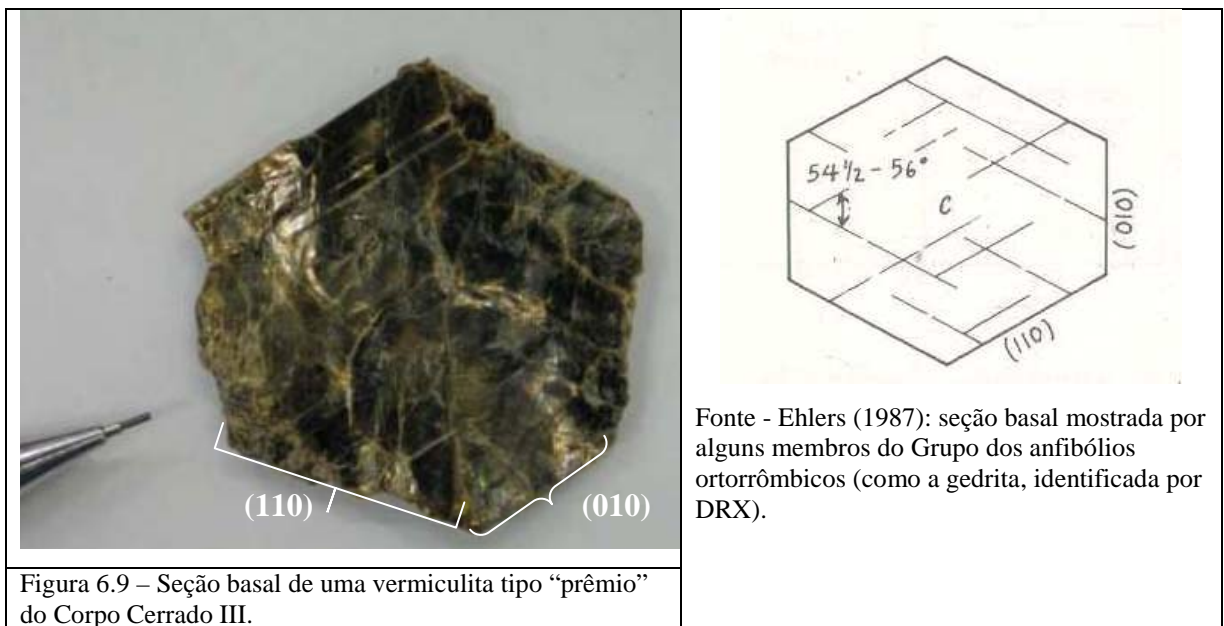
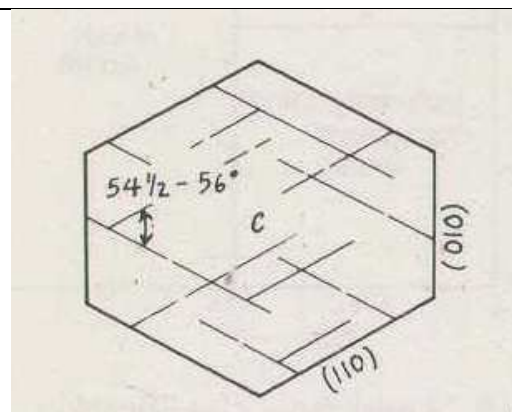
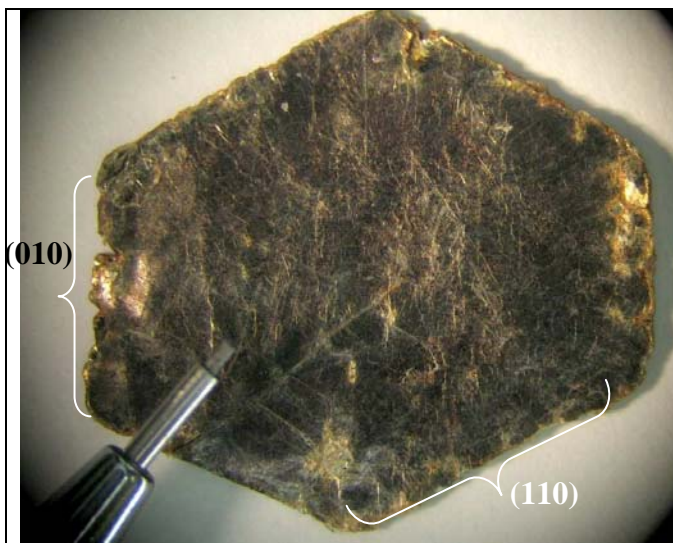


Figura 6.9 – Seção basal de uma vermiculita tipo “prêmio” do Corpo Cerrado III.



Fonte - Ehlers (1987): seção basal mostrada por alguns membros do Grupo dos anfibólios ortorrômbicos (como a gedrita, identificada por DRX).

Figura 6.10 - outra vermiculita tipo “prêmio” do Corpo Cerrado III.

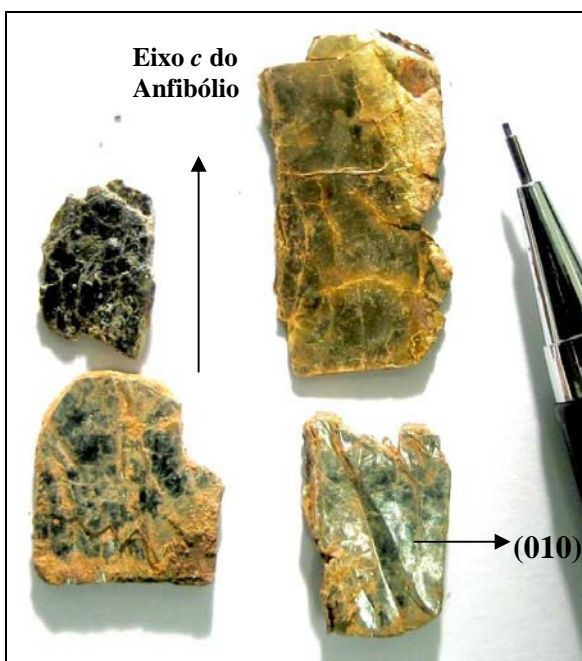


Figura 6.11 - Vermiculitas do Cerrado III, formadas paralelamente à seção prismática (// eixo *c*) do anfibólio.



Figura 6.12 - Vermiculitas tipo “prêmio” - pseudomorfo de anfibólio com desenvolvimento da vermiculita // ao eixo *c* do anfibólio.

5. Exsoluções de pequenas ripas de ilmenita, dispostas segundo os planos de clivagem da vermiculita. A ilmenita foi formada a partir do excesso de ferro liberado do anfibólio, durante o processo de transformação. As figuras 6.5, 6.6 e 6.7, mostram inclusões de ilmenita paralelas ao eixo *c* do anfibólio e a figura 6.13 apresenta inclusões segundo os 3 planos de simetria da vermiculita.



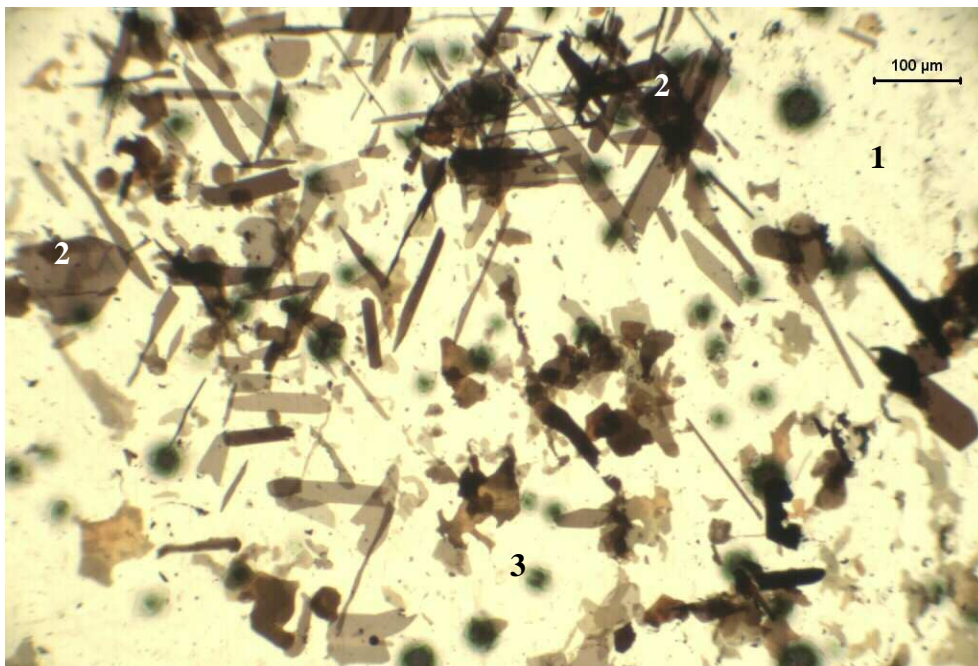


Figura 6.13 - CIII - 38: vermiculita (1) com inclusões de ilmenita (2) segundo os planos de clivagem da vermiculita, a qual apresenta início de alteração para clorita (3). NX.

6. Ausência de minerais micáceos nas análises por DRX mesmo em profundidades onde a rocha não apresenta intemperismo (Figura 5.9);

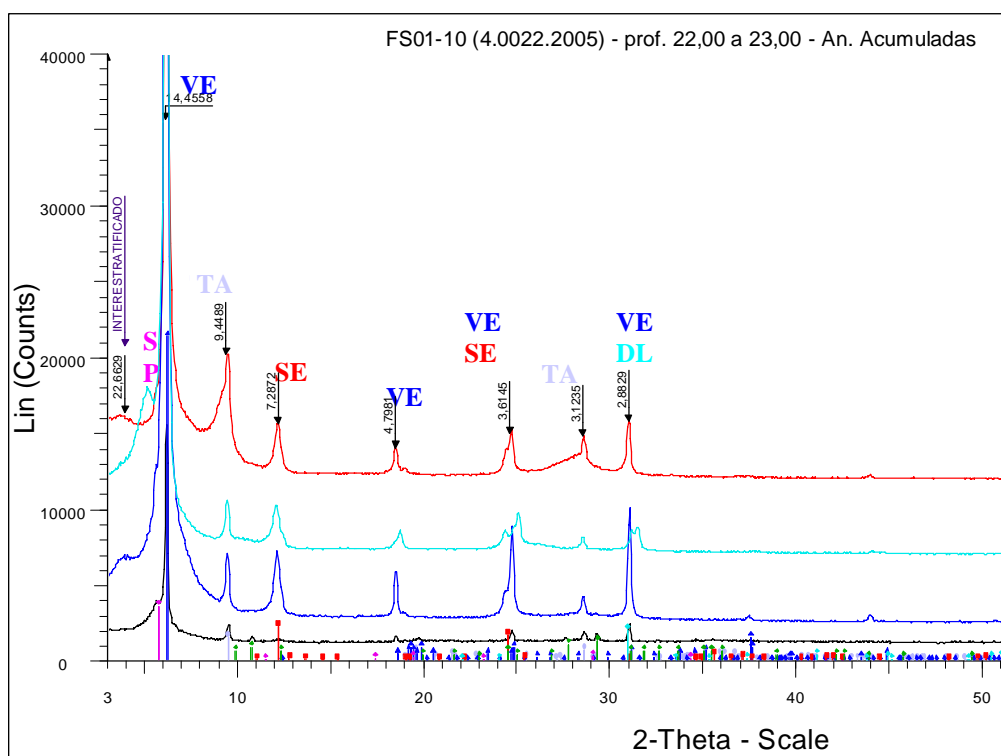


Figura 6.14 – Peridotito hidrotermalizado típico, com traços de talco e serpentina.

7. Baixos teores de K, incompatíveis com uma filiação a partir de biotita ou flogopita, como se pode ver na comparação com outros depósitos de filiação supergênica e um de filiação também hidrotermal (Tabela 6.1);

Origem	Vermiculitas derivadas de flogopita por intemperismo						A partir de anfíbólios	
	Catalão (1)	Catalão (1)	Brumado (1)	Paulistana (2)	Palabora (1)	Palabora (2)	Cerrado III Conc. Bulk (3)	Bohemian Massif (4)
SiO <sub>2</sub>	36,41	28,26	37,10	45,10	44,40	39,37	37,45	36,03 ± 0,6
TiO <sub>2</sub>	2,73	7,86	0,33	0,70	1,04	1,25	2,05	1,25 ± 0,22
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,25	11,49	19,17	10,20	15,05	12,08	10,52	14,1 ± 0,9
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,31	20,86	5,14	5,80	4,15	5,45	6,60	9,28
FeO	0,30	0,13	0,80	x	0,47	1,17	x	0,45
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ND	5,76	ND	x	0,09	x	x	x
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	x	x	x	x	x	x	x	0,09 ± 0,06
MnO	T	T	T	x	T	0,30	T	0,04 ± 0,02
NiO	ND	ND	x	x	x	x	x	x
MgO	18,51	6,99	22,98	19,20	23,07	23,37	22,67	23,3 ± 0,80
CaO	0,59	2,70	2,04	3,80	1,27	1,46	0,38	0,22 ± 0,15
Na <sub>2</sub> O	0,10	1,36	1,35	0,10	0,73	0,8	0,31	0,02
K <sub>2</sub> O	6,78	7,11	5,47	0,50	2,80	2,46	0,05	0,07 ± 0,04
H <sub>2</sub> O (PF)	7,30	8,12	5,90	10,20	7,10	11,2	17,78	x
SOMA	100,28	100,64	100,28	95,60	100,17	98,91	97,87	x

Fontes: (1) Souza Santos (1992); (2) Hindman (1992); (3) Brasil Minérios (média 2003-2005); (4) Götzinger (1987) por microsonda.

Tabela 6.1 - Teores de Concentrados de Vermiculita.

8. Padrão de microanálises (EDS) ao MEV diferentes entre as palhetas de vermiculita do Cerrado III, Catalão e Paulistas, evidenciando a ausência de K nas primeiras.

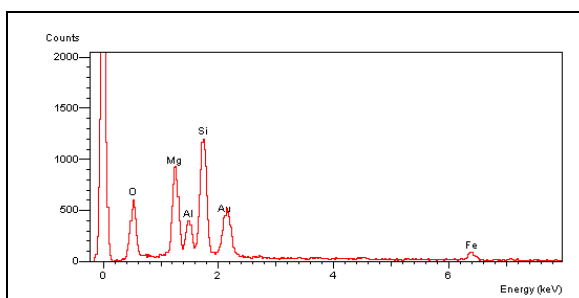


Figura 6.15 - Vermiculita do Piroxenito hidrotermalizado - Cerrado III

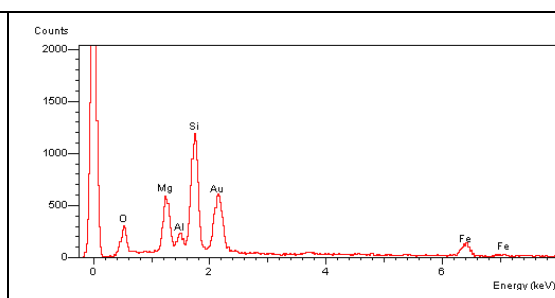


Figura 6.16 - Vermiculita do Peridotito hidrotermalizado - Cerrado III.

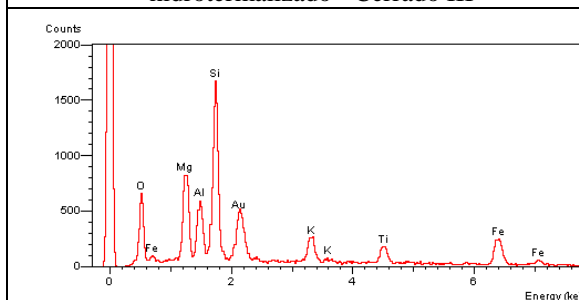


Figura 6.17 - Vermiculita de Catalão-GO

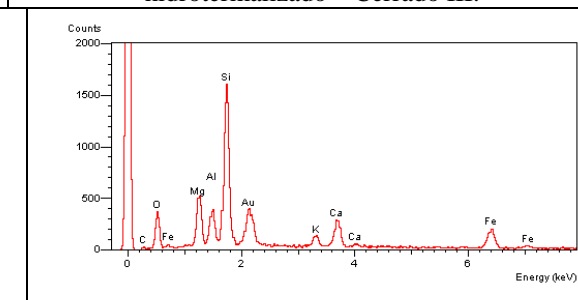


Figura 6.18 - Vermiculita de Paulistas-PI

9. Associação mineral: olivina (bem preservada) com carbonato, talco, anfibólio e vermiculita, mesmo a profundidades abaixo de 20m, nível máximo de flutuação do lençol freático (Figura 5.15.2);

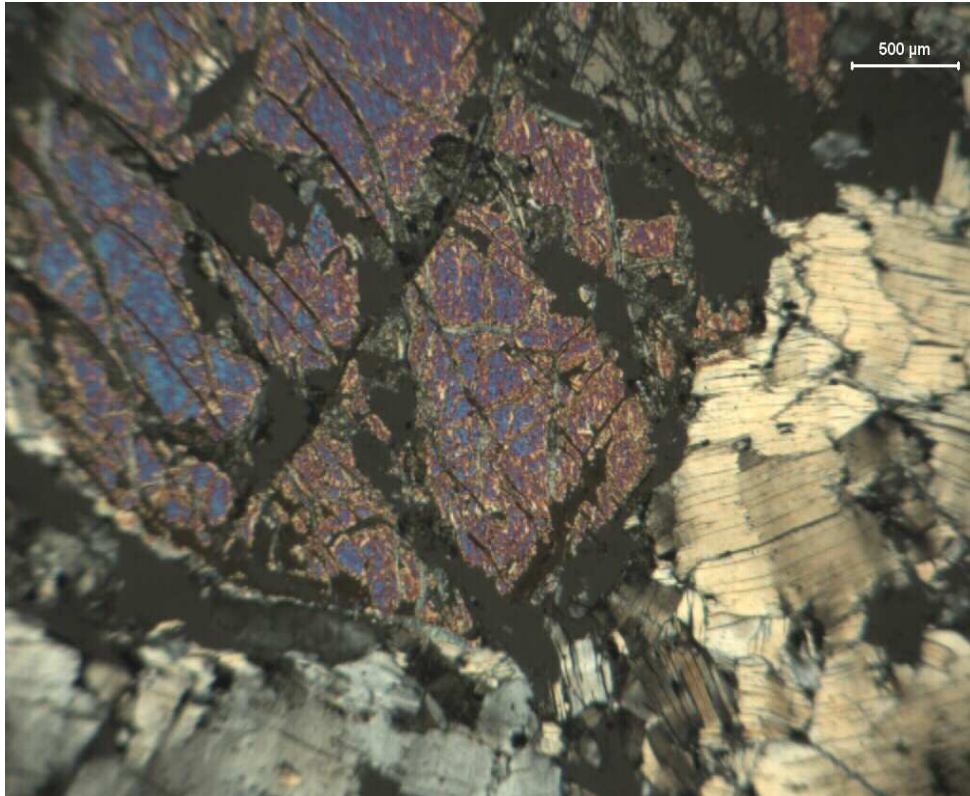


Figura 6.19 - Amostra CIII-40: Peridotito hidrotermalizado não intemperizado. NX.

10. Ocorrência de vermiculita em altos teores na rocha isenta de intemperismo.

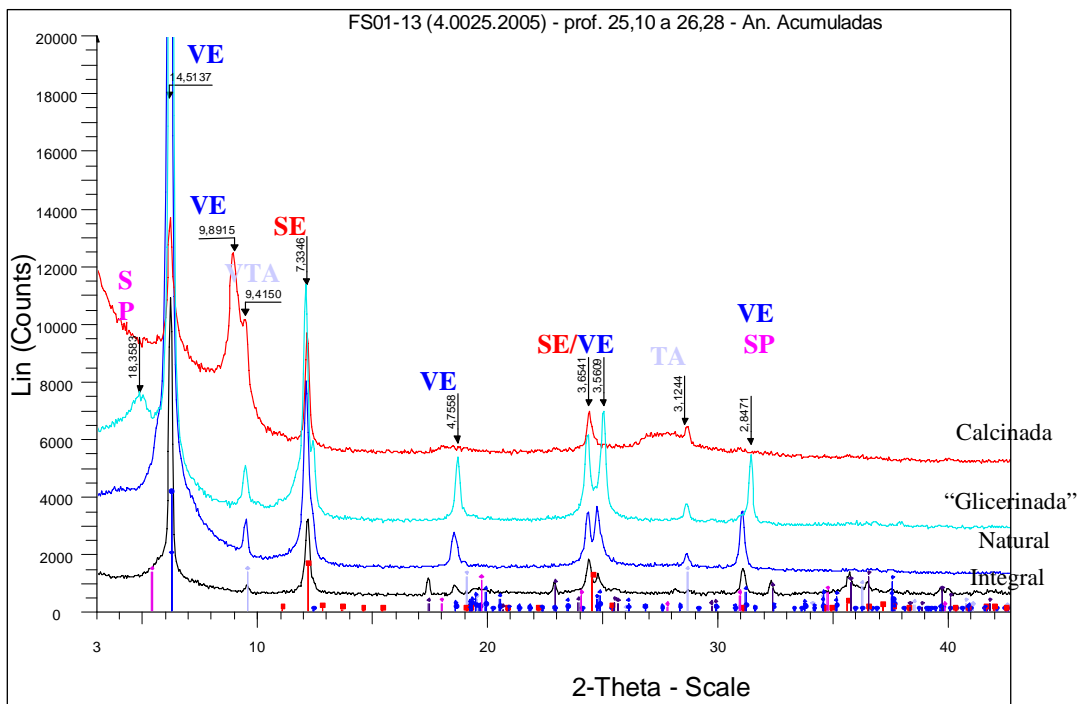


Figura 6.20 - Testemunho de sondagem do furo 01 a 26m de profundidade peridotito hidrotermalizado mineralizado a vermiculita.

11. Outra evidência encontrada a favor da origem da vermiculita independente das micas foi obtida através de ensaio de saturação das palhetas com KOH, sob aquecimento. Este procedimento, segundo De la Calle & Suquet (1988), é utilizado para verificação da origem da vermiculita a partir de flogopita, onde as palhetas saturadas dariam um padrão difratométrico semelhante ao daquela mica. No entanto, testaram-se, por este método, palhetas de vermiculitas de diferentes tipos litológicos do depósito Cerrado III e mesmo assim verificou-se que os cristais resultantes não apresentaram alteração dos padrões difratométricos originais para padrões de micas (Figuras 6.21 e 6.22), ao contrário dos resultados com as amostras de Catalão e Paulistas (Figuras 6.23 e 6.24).

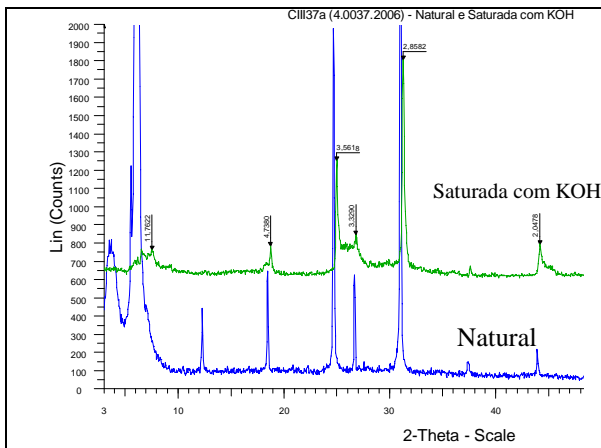


Figura 6.21 – Amostra CIII37a: vermiculita do Piroxenito hidrotermalizado, saturadas com KOH.

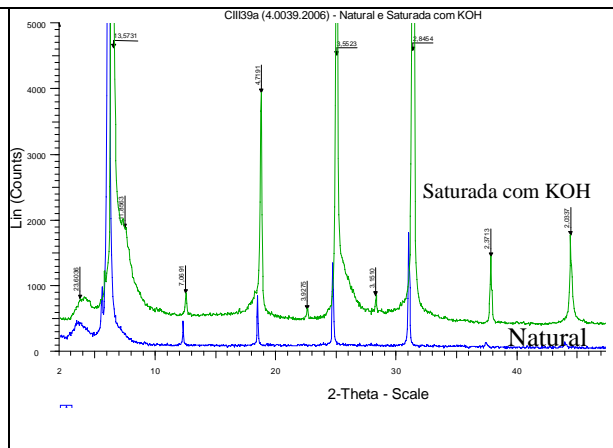


Figura 6.22 – Amostra CIII39a: vermiculita do Piroxenito hidrotermalizado, saturadas com KOH.

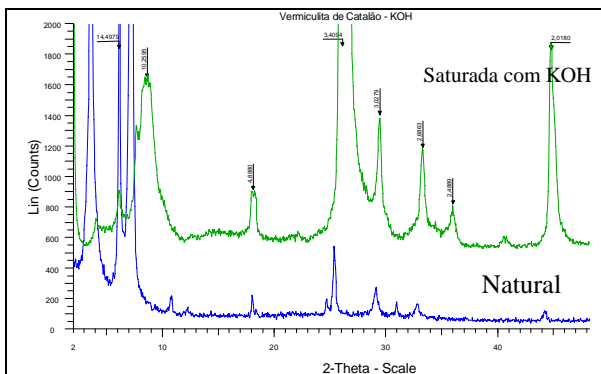


Figura 6.23 – Amostra Catalão-GO: vermiculita saturada com KOH.

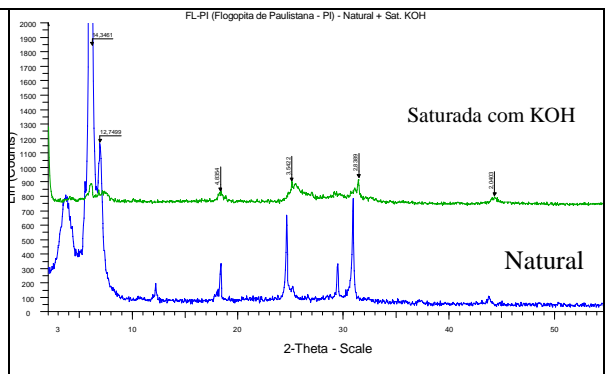


Figura 6.24 – Amostra Paulistana-PI: vermiculita saturada com KOH.

12. Além das evidências apresentadas acima, corrobora com esta hipótese o fato das características relatadas por De la Calle & Suquet (1988) em favor da origem supergênica da vermiculita não serem observadas no corpo Cerrado III, assim como nos outros corpos da região de Sanclerlândia, quais sejam:

- Presença da biotita inalterada no interior do piroxenito: no corpo Cerrado III não foi identificada esta mica;
- Aumento da proporção de biotita ou flogopita com a profundidade: o teor de vermiculita se mantém inalterado em profundidade, mesmo em rocha dura;
- Efeito inibidor do K na formação da vermiculita: de uma forma geral, o teor de K é muito baixo nas rochas deste depósito, apenas um tipo de rocha apresentou teor elevado de K e neste caso pensa-se que houve a formação da K-vermiculita, e não das micas.

13. Raman & Jakson (1965) e Newman & Brown (1966) (in Wilson, 2004), através de ensaios de laboratório provocando a vermiculitização das micas em soluções com concentrações de K abaixo do nível de equilíbrio constataram que o processo de alteração ocorria das bordas para o centro e ao longo de microfaturas ou outros defeitos normais ao plano basal. Essas feições também não foram observadas nas palhetas de vermiculita, mesmo nas de cor preta, derivadas do Piroxenito hidrotermalizado.

No Cerrado III, fugindo ao padrão normal das vermiculitas, ocorreu, no Piroxenito hidrotermalizado, um tipo de vermiculita de aspecto pegmatóide com teor anômalo de K para a área (8,22%), baixa perda ao fogo (1,92%) (Tabela 5.5) e padrão de raios-X totalmente diferente dos demais, com pico principal  $d_{001}$  em 10,0Å (Figura 6.25). Todas estas características coincidem com a identificação da flogopita. Porém, testes feitos em laboratório com mais de 40 palhetas, mostraram que as mesmas apresentam esfoliação sob aquecimento. Além disso, na mina esta rocha também é beneficiada como minério, assim como as demais rochas típicas, com pico difratométrico  $d_{001}$  em 14Å.

Portanto, a propriedade física de esfoliação desse filossilicato sugere sua identificação como sendo uma K-vermiculita, adotando classificação proposta por De la Calle & Suquet (1988), que estudaram vermiculitas com padrões difratométricos anômalos, entre as quais estes autores citam a existência de K, Rb, Cs e Ba vermiculitas anidras com  $d(001)$  em 10,0Å (Tabela 2.1). Para uma identificação definitiva sugere-se a realização de análises com outras técnicas, como ATD - ATG e microsonda eletrônica.

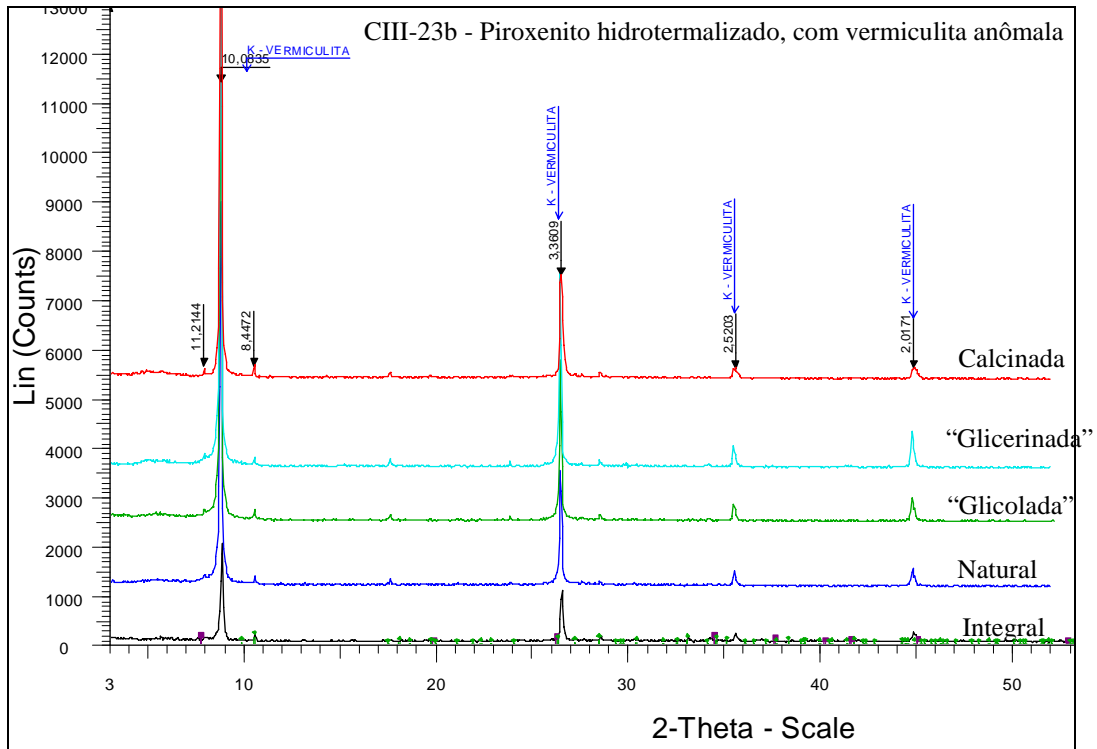
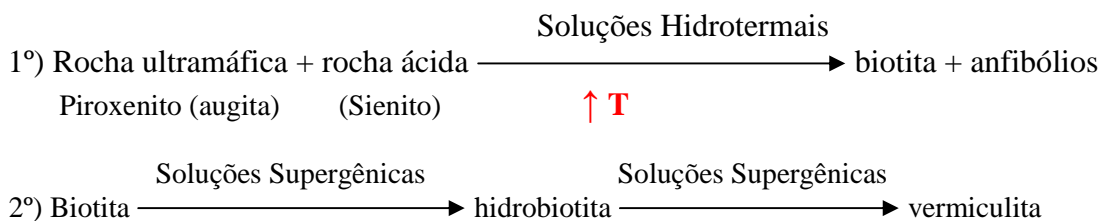


Figura 6.25 – Amostra do Piroxenito hidrotermalizado, com vermiculita anômala em K.

Outra importante informação obtida durante este estudo foi em relação à presença de hidrobiotita, nome este adotado por ser o que mais se aproximou, considerando-se o banco de dados do software de identificação dos difratogramas. Por outro lado, a AIPEA reconhece a hidrobiotita como um interstratificado regular de camadas alternadas de biotita-vermiculita ( $d=10 \text{ \AA}$  e  $d=14 \text{ \AA}$ , respectivamente), com reflexão 001 em  $24 \text{ \AA}$  e 002, bem marcada em  $12 \text{ \AA}$ , sem, entretanto, vincular sua origem à biotita. Este interstratificado, portanto, necessita de melhor identificação ou caracterização pela AIPEA.

A formação de hidrobiotita, como produto intermediário de alteração intempérica da biotita para vermiculita foi inicialmente defendida por Coleman *et al.* (1963 in Wilson, 2004) e os autores Basset e Bush (1959 e 1976 in Bradley *et al.*, 2002) sugeriram o seguinte processo de formação da vermiculita no depósito de Libby - EUA:



No entanto, no estudo deste mestrado, a análise dos difratogramas de diferentes profundidades do furo FS-02, mostrou que a hidrobiotita do corpo Cerrado III ocorre apenas no perfil de intemperismo, como produto de alteração da vermiculita. Isto pode ser verificado

no difratograma (Figura 6.26), que traz o empilhamento de vários intervalos, até a profundidade de 13m, abaixo da qual a rocha já não está mais intemperizada e desaparece o referido interestratificado. No furo 01 a ocorrência de hidrobiotita (como traço) se restringe aos 20m de profundidade, onde ocorre a flutuação do nível de lençol freático naquela região.

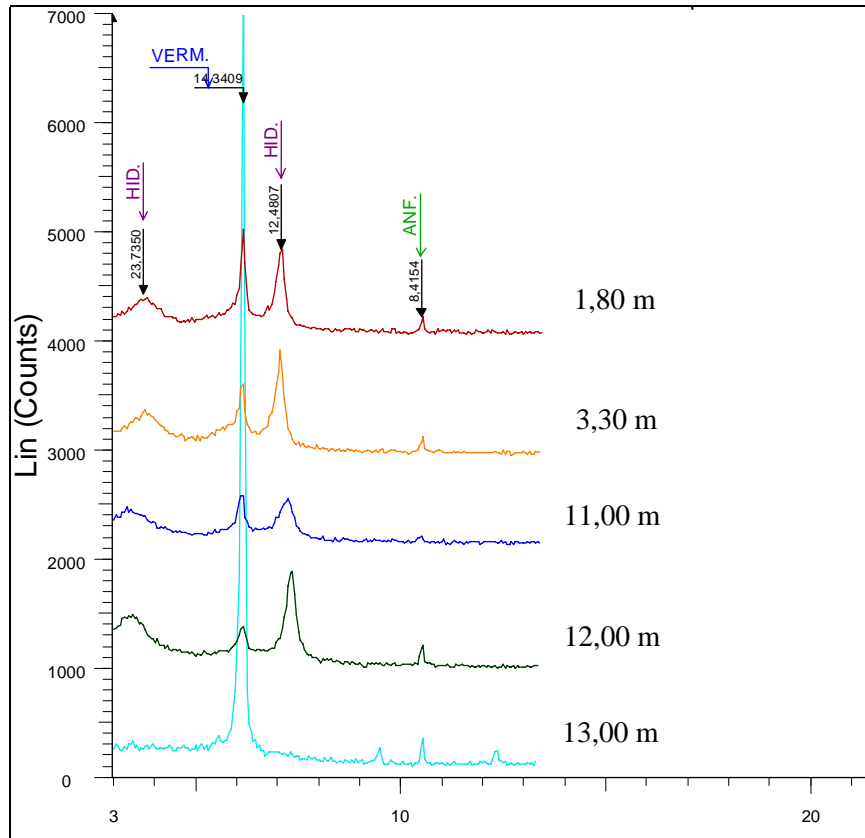


Figura 6.26 - Análises Acumuladas por Diferentes Profundidades – FS-02.

Microscopicamente encontraram-se evidências da transformação do piroxênio ígneo em anfibólios (Figura 6.27) e destes para vermiculita (Figura 6.28).

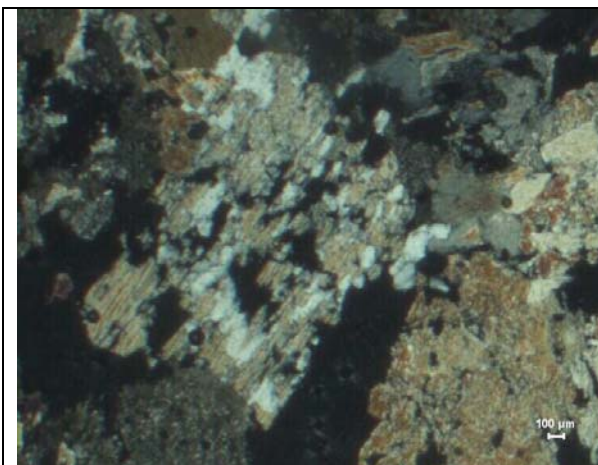


Figura 6.27 – Amostra CIII-24: mostrando piroxênio (baixa birrefringência) quase totalmente transformado em anfibólio. NX.

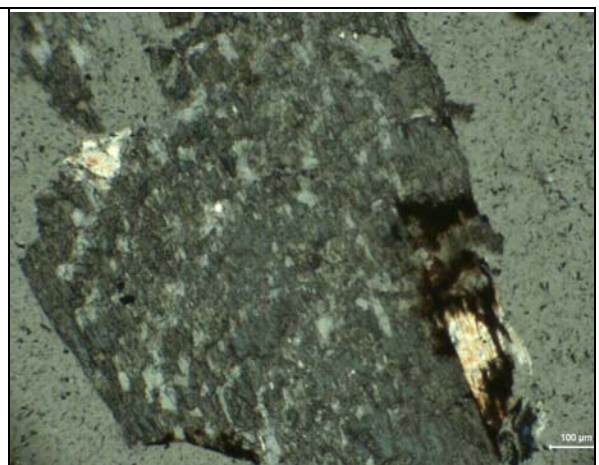


Figura 6.28 – Amostra CIII-37: Anfibólio alterando-se para vermiculita nas bordas, com nítida perda de ferro no processo, que formou a hematita. NX.

Apesar das evidências a favor da origem hidrotermal para a vermiculita dos corpos máfico-ultramáficos da região focada pelo presente estudo, notadamente do Cerrado III, estudos mais detalhados sobre o quimismo das rochas e sobre as inclusões fluidas são necessários para a definição da origem destas soluções: associadas aos estágios tardi magmáticos ou posteriores à consolidação das rochas, neste caso, fornecidas pelo metamorfismo regional.

Segundo Zussman, *et al.* (1976) a alteração de piroxênios para anfibólios fibrosos secundários – *uralitização*, processo esse presente no corpo Cerrado III, é, geralmente, atribuída à ação de soluções hidrotermais. Estas soluções podem estar associadas ao estágio tardio de cristalização das rochas ígneas, ou podem ser devidas a processos posteriores ao evento de consolidação das rochas, como metamorfismo regional, termal ou metassomático.

Embora a porção externa do corpo Cerrado III - piroxenito hidrotermalizado - seja constituída predominantemente por anfibólio (hornblenda), não foram encontradas evidências do modelo para ocorrência de metassomatismo de contato sugerido por Robison *et al.* (1982), quais sejam: presença de uma zona externa de clorita associada ou não à biotita e uma zona interna de anfibólio de poucos centímetros, seguida de enriquecimento em Mg e Si, em direção ao centro do corpo.

Nilson (1981), em seu doutorado sobre o corpo máfico-ultramáfico de Americano de Brasil constatou que a pargasita com textura em “pente” presente no gabro pode ter sido formada diretamente de magma residual hidratado. Enquanto, Candia *et al.* (1991) sugerem que a presença de ortoanfibólio (da série gedrita-antofilita) nos metaolivina gabronoritos, e de antofilita nos metagabronoritos de Mangabal I e II, indicando reequilíbrio em condições metamórficas no campo de P de 1,5 a 7 kbar e T entre 650 e 750°C, em condições de saturação de água.

Outra feição interessante ocorrida na parte mineralizada do Corpo Cerrado III é a porção do Peridotito hidrotermalizado enriquecida em fragmentos arredondados que parecem ser do piroxenito cumulado (Figura 3.20). Estes fragmentos, observados ao microscópio, apresentaram, quando mais preservados, orto e clinopiroxênios, além de anfibólio (hornblenda comum e pargasita) (Figuras 5.21 e 5.22 e 5.23), enquanto que, nos mais intemperizados identificou-se apenas talco, serpentina e óxidos de ferro em análises por DRX e MEV (Figura 5.24). Esta é uma das regiões mais enriquecidas em vermiculita, a qual pode atingir 50% da rocha. Segundo Danni (comunicação verbal, 2006), esta porção talvez seja resultado da migração de fragmentos do piroxenito cumulado ainda na fase de “crystal mush” em um sistema de alta pressão de água, com vários episódios explosivos.



## 7. Conclusão

A evolução do estudo no período de duração deste mestrado permitiu as seguintes conclusões:

1. O Corpo Cerrado III se apresenta levemente dobrado em duas direções: a primeira formou uma sucessão de anticlinal/sinclinal/anticlinal, com direção de eixos NE/SW, que é reflexo de um tectonismo regional, que afetou também o biotita gnaiss encaixante e outra, apenas local, com eixo na direção NW/SE com suave mergulho SE. Ocorrem ainda, dois importantes falhamentos com direções N20E e N60W;

2. O manto de alteração intempérica sobre o corpo Cerrado III O lençol freático varia em torno de 20m de profundidade. Até este nível, em que foi possível a execução da lavra, a rocha se apresenta inconsistente, apesar da mineralização de vermiculita avançar em profundidade de até 32m, valor este obtido através de sondagem rotativa a diamante;

3. A caracterização mineralógica da porção lavrada do Corpo Cerrado III permitiu a individualização de dois tipos de minério, aos quais foram dadas nomenclaturas em função da paragênese e das rochas ígneas de origem: piroxenito hidrotermalizado e peridotito hidrotermalizado;

4. O Piroxenito hidrotermalizado possui a seguinte mineralogia: hornblenda (em quantidades que variam de M a m); vermiculita, antofilita, tremolita, augita, enstatita, biotita e actinolita: (M a T); serpentina, interestratificado não identificado e saponita (T);

5. O Peridotito hidrotermalizado possui a seguinte mineralogia: vermiculita: (variando de M a m); talco, hidrobiotita (variando de M a T); hornblenda, antofilita, forsterita, serpentina (de m a T); hornblenda pargasita, antofilita, forsterita, serpentina (de m a T);

6. A olivina no peridotito apresentou apenas alteração incipiente para serpentina, talco e às vezes dolomita rica em ferro.

7. A distribuição da mineralização sugere a existência de uma borda de reação ou de fraqueza que favoreceu a percolação de soluções hidrotermais principalmente nas zonas de contato com o biotita gnaiss, atualmente caulinizados.

8. Utilizando-se as técnicas de geoquímica de rochas e palhetas, difração de raios-X, microscopia ótica e eletrônica, foram verificadas feições indicativas de filiação hidrotermal para esta vermiculita, a partir da alteração de anfibólios. As evidências a favor desta hipótese são:

- Localização da mineralização apenas em uma faixa externa, na borda do corpo ultramáfico;
- Formato das seções basais das lamelas (mantendo preservado o hábito dos anfibólios);
- Ausência de minerais micáceos nas análises normais por DRX;
- Baixos teores de K, geralmente <0,05%;
- Paragênese mineral: olivina (bem preservada) associada a carbonato, talco, anfibólio e vermiculita, mesmo em profundidades abaixo de 20m, nível máximo de flutuação do lençol freático;
- Ocorrência de vermiculita em altos teores na rocha isenta de intemperismo, até profundidades em torno de 32m;

9. Apesar das evidências a favor da origem hidrotermal para a vermiculita dos corpos máfico-ultramáficos da região focada pelo presente estudo, notadamente do Cerrado III, estudos mais detalhados sobre o quimismo das rochas e sobre as inclusões fluídas são necessários para a definição da origem destas soluções: se associadas aos estágios tardi magmáticos ou posteriores à consolidação das rochas, neste caso, fornecidas pelo metamorfismo regional.

10. O interestratificado regular, identificado como hidrobiotita (em função de falta de outras opções nos padrões difratométricos e sem qualquer vínculo de origem associada à biotita) com reflexão 001 em 24 Å e 002, bem marcada em 12 Å, ocorre apenas no perfil de intemperismo, como produto de alteração da vermiculita;

11. Sugere-se a identificação de um filossilicato presente localmente no piroxenito hidrotermalizado de aspecto pegmatóide, com teor anômalo de K (8,22%), baixa perda ao fogo (1,92%), e padrão de raios-X anômalo, com pico principal d001 em 10,0Å e que apresenta esfoliação normal sob aquecimento, como sendo uma variedade de vermiculita com potássio (K-vermiculita).

12. A composição média das palhetas puras, fornecidas por análises preliminares por WDS foram da seguinte ordem de grandeza: SiO<sub>2</sub> – 24 a 34%, MgO – 16 a 22%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 6 a 10% e FeO – 3 a 11%;

13. O presente trabalho, que mostra uma filiação hidrotermal para a vermiculita da Mina de Cerrado III, pode vir a ser utilizado como modelo prospectivo para este mineral industrial em outras áreas no Brasil.

## Referência Bibliográfica

- Amin M. S., e Afia M. S. 1954. Anthophyllite-Vermiculite Deposit of Hafafit, Eastern Desert, Egypt. *In: Economic Geology*, **49**: 317-327.
- Araújo D. P. 1996. *Metassomatismo no Complexo Carbonatítico Catalão I, Goiás: Implicações para a Composição do Magma Carbonatítico e para o Metassomatismo no Manto Superior*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade de Brasília. 149 pp.
- Baecker L. M. 1983. *A Mineralização de Nióbio do Solo Residual Laterítico e a Petrografia das Rochas Ultramáfica-Alcalinas do Domo de Catalão I - Goiás*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade de Brasília.
- Bailey S. W. 1980. Summary of recommendations of AIPEA nomenclature committee on clay minerals. Mineralogical Society of America. *Am. Min.* **65**: 1-7.
- Bailey S. W. 1988. Hydrous Phyllosilicates - Introduction. *In: Reviews in Mineralogy*. Mineralogical Society of America, **19**:1-8.
- Bansfield J. F. e Murakami T. 1998. Atomic-Resolution Transmission Electron Microscope Evidence for the Mechanism by Which Chlorite Weathers to 1:1 semiregular chlorite-vermiculite. *Am. Min.*, **83**: 348-357.
- Bouchet A., Meunier A., Sardini P. 2000. Minéraux argileux: structure cristalline, identification par diffraction de rayons X. France . Centre Rech. Elf Explor. Prod. Bull. Mémoire 23, 136 p.
- Brindley G. W. & Brown G. 1980. *Crystal Structures of Clay Minerals and Their X-Ray Identification*. London. Mineralogical Society, Monograph 5. **1**: 98-104.
- Caillaud J., Proust D., Righi D., Martin F. 2004. Fe-Rich Clays In a Weathering Profile Developed From Serpentine. *Clays and Clay Minerals*, **52**: 779-791.
- Camapum de Carvalho J. 2004. Notas de aula da disciplina “Solos Tropicais” do Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, do ENC/UnB.
- Candia M.A. F. 1983. *Petrologia dos Complexos Máfico-Ultramáficos de Mangabal I e Mangabal II, Sanclerlândia, Goiás*. Tese de Doutorado. São Paulo, IG/USP. Inédito. 400p.
- Candia M.A. F., Schultz-Güttler R. A., Gaspar J. C. 1991. Formação metamórfica de Coronas em Rochas dos Complexos Máfico-Ultramáficos Mangabal I e II, Goiás. *Rev. Bras. Geoc.*, **21**: 305-316.
- Cavalcanti E. E. N. 2003. Vermiculita. *In: Sumário Mineral*. Disponível na web: <http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriadocumento/sumariomineral2002/vermiculita%20revisado.doc>. 17/05/2006. 10:00h.
- Costa Filho Feitosa, W. D. Gomes, E. 1992. *Geologia de uma Área a S-SW de Paulistana-PI - Mina de Vermiculita*. Relatório de Graduação, Convênio UFPE-EUCATEX Mineração do NE S.A. 191 p.
- De la Calle C & Suquet H. 1988. Vermiculite. *In: Hydrous Phyllosilicates*. Reviews in Mineralogy. Mineralogical Society of America, **19**:455-496.

Deer W.A.; Howie R.A.; Zussman J. 1976. An Introduction to the Rock Forming Minerals. Longman Group Limited, 9ª Ed. London, 528 p.

DNPM. Anuário Mineral Brasileiro 2005. Parte III - Estatística por Substâncias, Brasília. pp.: 327-331.

DNPM. Sumário Mineral Brasileiro 2006. Brasília. pp.: 117-118.

Ehlers E. G. 1987. Optical Mineralogy – Mineral Descriptions. Blackwell Scientific Publications, Palo Alto, Ca, v 1 e 2. 286 p.

EUCATEX. 2006. Minério de vermiculita Crua. In; Eucatex - Facilitando a sua vida. Disponível na web: [www.eucatex.com.br/eucatx/descricao.asp?B2=&A1=15&A2=104](http://www.eucatex.com.br/eucatx/descricao.asp?B2=&A1=15&A2=104) em 02/03/2006 - 22:00h. 4 p.

Formoso M. L. L. 1984. Difratometria de Raios-X. In: Técnicas Analíticas Instrumentais Aplicadas à Geologia. Ed. Edgard Blücher Ltda. São Paulo. I: 1-43.

Fuck R. A. A. 1994. Faixa Brasília e a Compartimentação Tectônica da província Tocantins. In: Simp. de Geol. do Centro-Oeste. Brasília, Atas. SBG. pp.: 184-187.

Fuck R. A. Pimentel, M. M. Soares, J. E. P. Dantas, E. L. 2005. Comportamento da Faixa Brasília. In: IX Simp. de Geol. do Centro-Oeste. Goiânia. pp.: 26-27.

Fuck R. A., Jardim de Sá Pimentel M. M., Dardene M. A., Pedrosa Soares A. C. 1993. As Faixas de Dobramentos Marginais do Cráton de São Francisco. Síntese dos conhecimentos. In: DOMINGUEZ, J. M. L & MISI, A. Eds. SBG/SGM/CNPq. Salvador, pp.: 161-185.

Fuck R. A., Dantas E., Sordi D., Chiarini M., Almeida T., Joffily C., Pimentel M. M., Jost H., Junges S. 2006. Geologia do Arco Magmático de Goiás, Folha Santa Terezinha de Goiás. In: XLIII Cong. Bras. de Geol., Anais - SBG. Aracajú, p.189.

Gilbert M.C., Helz R.T., Popp R.K., Spear F.S. 1982. Experimental Studies of Amphibole Stability. In: Amphiboles: Petrology and Experimental Phase Relations. Mineralogical Society of America. Bookcrafters Inc. Ed. David R. Veblen e Paul H. Ribbe, Chelsea, Michigan, **9B**, pp.: 229-346.

Gomes C. B. 1984. Microsonda Eletrônica: Princípios e Aplicações na Geologia. In: Técnicas Analíticas Instrumentais Aplicadas à Geologia. Ed. Edgard Blücher Ltda. São Paulo. V: 160-204.

Gosen B. S. V., Lowers H. A., Bush A. L., Meeker G. P., Plumlee G. S. Brownfield, I. K. e Sutley S. J. 2002. Reconnaissance Study of the Geology of U.S. Vermiculite Deposits - Are Asbestos Minerals Common Constituents? Denver - USA. U.S. Geological Survey Bulletin, 2192. 8 p.

Götzinger M. A. 1987. Mineralogy and Genesis of Vermiculite in Serpentinities of the Bohemian Massif in Austria. Ed. Springer Wien. Heidelberg - Germany. *Min. and Petrol.*, **36**, 2: 93-110.

Guimarães E. M. 1994. Alteração intempérica de cloritas da Formação Três Marias. In: XXXVIII Cong. Bras. de Geol., Anais - SBG. Camboriú, v. 3: 3-4.

Guimarães E. M. 1999. Difractometria de Raios-X. Minicurso ministrado no XXVII Congresso Brasileiro de Ciências do Solo. Brasília. 23 p.

Hammarstrom J.M., Bradely S. V. G., Carlson R. R., Kulik D. M. 1999. Map Showing the potential for mineral deposits associated with Precambrian mafic and ultramafic rocks in the Blacktail and Henrys Lake Mountains and the Greenhorn and Ruby Ranges of Southwestern Montana. Disponível na internet: <http://store.usgs.gov/mod/mt.html>.

Hennies W. T. e Stellin A. 1978. A jazida de vermiculita de Paulistana, Estado do Piauí. Anais do XXX Congresso Brasileiro de Geologia. Recife, v. 4, pp.: 1796-1804.

Hindman J. R. 1992. Vermiculite. In: Industrial Minerals and Rocks. Society for Mining, Metallurgy, and Exploration. London - UK. 5ª Ed: pp.: 1103-1111.

Jenkins R., Snyder R. L. 1996. Introduction to X-Ray Powder Diffractometry. In: Chemical Analysis. John Wiley & Sons, Inc. New York, v.138, 400 p.

Jeong U. G. e Kim H. B. 2003. Mineralogy, chemistry, and formation of oxidized biotite in the weathering profile of granitic rocks. *Am. Min.*, v. 88, pp.: 352–364.

Lacerda Filho J. V. de, *et al.* 1999. Programa Levantamentos Geológicos do Brasil. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal. Conv. CPRM/METAGO/UnB, pp.: 19-30.

Lenharo. L. R. & Guimarães E. M. 2002. Caracterização Mineralógica dos Filossilicatos do Minério de Fosfato Micáceo do Depósito de Catalão I, Brasil. In: Boletim do ° Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil / 2<sup>do</sup> Simposio sobre el Cretáceo de América del Sur. pp.: 421-426.

Marcos C. *et al.* 2003. Study of the dehydration process of vermiculites by applying a vacuum pressure: formation of interstratified phases. *Min. Mag.*, **67**:1253-1268.

Moore D. M. & Reynolds R. C. 1997. X-Ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Minerals. Oxford University Press. pp.: 139-267.

Morandi N., Minguzzi V., Tateo F., Carlo M. 1999. Incipient Vermiculitization Process in Biotites from Italian Oligo-Miocene Sediments. *Mineralogica et Petrographica Acta*. Dipartimento di Scienze della Terra, v. XLII, pp.: 29-40.

Murakami T., Utsunomiya S., Yokoyama T., Kasama T. 2003. Biotite dissolution processes and mechanisms in the laboratory and in nature: Early stage. *Am. Min.*, **88**:377–386.

Newman A. C. D. 1987. Chemistry of Clays and Clay Minerals. Mineralogical Society, Monograph, n. 6. Londres. 480 p.

Nilson A. A. 1981. *The Nature of the Americano do Brasil Mafic-Ultramafic Complex and Associated Sulfide Mineralization, Goiás, Brazil*. Tese de PHD. London, Ontario. Department of Geology/Western Ontario. Inédito.

Olivatti O. 2003. Relatório de Pesquisa de Reavaliação, Município de Sanclerlândia. Inédito. 19 p.

Oliveira L. S. M. & Ugarte J. F. O. 2004. Utilização da Vermiculita como Adsorvente de Óleo da Indústria Petrolífera. Disponível na web: [http://www.cetem.gov.br/publicacao/serie\\_anais\\_XII\\_jic\\_2004/21Artigo%20JIC%202004%20Lucas%20Santos%20e%20Jose%20Ugarte.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/serie_anais_XII_jic_2004/21Artigo%20JIC%202004%20Lucas%20Santos%20e%20Jose%20Ugarte.pdf). 08/06/2006. 22:00h.

- Pereira V. P. 1995. A alteração do Maciço Alcalino-Carbonatítico de Catalão I \_ Brasil: Evolução Mineralógica. Tese de Doutorado. Université de Poitiers, França - IG/UFRGS. Inédito.
- Pimentel M. M., Jost H. e Fuck R. A. 2004. O Embasamento da Faixa Brasília e o Arco magmático de Goiás. *Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. Ed. Beca, São Paulo. cap. XXI. pp.: 355-368.
- Rieder M. *et al.* 1998. Nomenclature of The Micas. *The Canadian Mineralogist*, **36**:41-48.
- Robinson P., Spear F. S., Schumacher J. C., Laird Jo, Klein C., Evans B.W. e Doolan B.L. 1982. Phase Relations of Metamorphic Amphiboles: Natural Occurrence and Theory. *In: Amphiboles: Petrology and Experimental Phase Relations*. Mineralogical Society of America. Bookcrafters Inc. Ed. David R. Veblen e Paul H. Ribbe, Chelsea, Michigan, **9B**, pp.: 1-227.
- Seer H. J. 1985. *Geologia, Deformação e mineralização de Cobre no Complexo vulcano sedimentar de Bom Jardim de Goiás*. Dissertação de mestrado. Brasília - IG/UnB. Inédito.
- Simandi G. J., Birkett T. e Paradis S. 1999. Vermiculite. *In: Selected British Columbia Mineral Deposit Profiles, Industrial Minerals*. British Columbia Ministry of Energy and Mines. v. 3, 4 pp. [www.em.gov.bc.ca/minig/geolsurv/Metallicminerals/mineraldeposit/Profiles/profiles/m08.htm](http://www.em.gov.bc.ca/minig/geolsurv/Metallicminerals/mineraldeposit/Profiles/profiles/m08.htm). 02/03/2006. 21:15h.
- Souza Santos P. 1992. *Ciência e Tecnologia das Argilas*. 2ª Edição. Ed. Edgard Blücher. São Paulo. **1 e 3**, pp.: 855-865.
- Teixeira A. S., Olivatti O. e Campos E. C. 2005. Jazimento de vermiculita: Geologia, Lavra e Beneficiamento. *In: IX Simpósio de Geologia do Centro-Oeste*. Goiânia, pp.: 43-44.
- Teixeira A. S., Silva H. H. A. B., Guimarães E. M., Lenharo S. L. R. 2006. Rochas ultramáficas Mineralizadas a Vermiculita da Região de Sanclerlândia/SãoLuís de Montes Belos, Estado de Goiás. *XLIII Cong. Bras de Geol. Anais*. Aracaju, pp: 75.
- Valarelli, J. V. 1971. O minério de Nióbio, Titânio e Terras Raras de Catalão, GO. Tese de Livre-Docência em Mineralogia. IG-USP, São Paulo. Inédito. 104 p.
- Veblen D. R. & Ribbe P. H. 1989. *Amphiboles: Petrology and experimental Phase Relations*. Mineralogical Society of America. Bookcrafters, Inc. Chelsea, Michigan, v. 9B. 390 p.
- Wicks F. J., Whittaker E. J. W. 1977. Serpentine Textures and Serpentinization. *The Can. Min.* **15**:459-488.
- Wicks F. J., Whittaker E. J. W. e Zussman J. 1977. An Idealized Model for Serpentine Textures after Olivine. *The Can. Min.* **15**:446-458.
- Williams H., Turner F. J., Gilbert C. M. 1970. *Petrografia - Uma Introdução ao Estudo das Rochas em Seções Delgadas*. Ed. Plígono. São Paulo. 425 p.
- Wilson M. J. & MacEwan D. M.C. 1981. Interlayer and Intercalation Complexes of Clay Minerals. *In: Crystal Structures of Clay Minerals and Their X-Ray Identification*. Chantilly-USA. pp.: 197-248.
- Wilson M. J. 2004. Weathering of the primary rock-forming minerals: processes, products and rates. *Clay Minerals*. The Mineralogical Society. London, v. 39. pp.: 233-266.

## **ANEXOS**

**ANEXO I**

---

**Relação de Amostragem e Análises Realizadas**



## IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS E ANÁLISES REALIZADAS

REGISTRO	IDENTIF CAMPO	CLASSIFICAÇÃO DE CAMPO	OBSERVAÇÃO			DRX	AN. QUÍMICA
			MACRO	MICRO	MEV		
4.0032.2004	CIII - 01	Vermiculitito grosseiro	X	----	----	X	----
4.0033.2004	CIII - 02	Piroxenito hidrotermalizado estéril	X	X	----	X	----
4.0034.2004	CIII - 03	Vermiculitito fino próximo ao plano de falha N40E 40NW	X	----	----	X	----
4.0035.2004	CIII - 04	Região contato na rampa da cava	X	----	----	X	----
4.0036.2004	CIII - 05	Buchos preservados com palhetas castanhas em volta	X	----	----	X	----
4.0037.2004	CIII - 06	Peridotito hidrotermalizado grosseiro	X	----	----	X	----
4.0038.2004	CIII - 07	Piroxenito hidrotermalizado	X	X	----	X	----
4.0039.2004	CIII - 08	Piroxenito hidrotermalizado mais preservado e cor esverdeada	X	----	----	X	X
4.0040.2004	CIII - 09	Piroxenito hidrotermalizado com anfibólio preto	X	----	----	X	----
4.0041.2004	CIII - 10	Piroxenito hidrotermalizado do contato com vermiculita A e B	X	----	----	X	----
4.0042.2004	CIII - 11	Piroxenito hidrotermalizado (Alteração da CIII-08).	X	----	----	X	----
4.0043.2004	CIII - 12	Peridotito alterado grosseiro (próximo à falha)	X	----	----	X	----
4.0044.2004	CIII - 13	Mesmo filossilicato da amostra CIII 10 - Zona do contato da falha	X	----	----	X	----
4.0056.2004	CIII - 14	Peridotito hidrotermalizado grosseiro	X	----	----	X	----
4.0057.2004	CIII - 15	Vermiculitito grosseiro	X	----	----	X	----
4.0058.2004	CIII - 16	Peridotito hidrotermalizado, com matriz esverdeada	X	----	----	X	----
4.0059.2004	CIII - 17	Peridotito hidrotermalizado grosseiro serpentinizado	X	----	----	X	----
4.0060.2004	CIII - 18	Piroxenito hidrotermalizado	X	----	----	X	----
4.0061.2004	CIII - 19	Piroxenito hidrotermalizado	X	----	----	X	----
4.0062.2004	CIII - 20	Piroxenito hidrotermalizado	X	----	----	X	----
4.0104.2005	CIII - 21	Peridotito hidrotermalizado	X	----	----	X	----
4.0106.2005	CIII - 22	Piroxenito hidrotermalizado (desagregado)	X	----	----	X	----
4.0107.2005	CIII - 23	Piroxenito hidrotermalizado - Mostruário	X	X	----	X	----

4.0157.2005	CIII - 24	Piroxenito hidrotermalizado - Frente 1	X	X	----	X	----
4.0158.2005	CIII - 25	Piroxenito hidrotermalizado - Frente 2	X	X	----	X	X
4.0159.2005	CIII - 26	Biotita Gnaiss pouco alterado	X	X	----	X	----
4.0160.2005	CIII - 27	Peridotito hidrotermalizado lixiviado	X	X	----	X	----
4.0161.2005	CIII - 28	Piroxenito hidrotermalizado	X	----	----	X	X
4.0162.2005	CIII - 29	Piroxenito hidrotermalizado	X	----	----	X	----
4.0163.2005	CIII - 30	Piroxenito Hidrotermalizado	X	----	----	X	----
4.0164.2005	CIII - 31	Nódulos do piroxenito cumulado	X	X	X	X	----
4.0165.2005	CIII - 32	Peridotito milonitizado	X	----	----	X	----
4.0166.2005	CIII - 33	Vermiculita do centro do Piroxenito Hidrotermalizado	X	----	----	X	----
4.0167.2005	CIII - 34	Vermiculita do contato do Piroxenito/peridotito	X	----	----	X	----
4.0168.2005	CIII - 35	Vermiculita do centro do peridotito	X	----	----	X	----
----	CIII - 36	Minerais máficos do piroxenito	X	----	----	X	----
4.0037.2006	CIII - 37	Piroxenito hidrotermalizado verde com palhetas grosseiras pretas	X	X	X	X	X
4.0038.2006	CIII - 38	Peridotito hidrotermalizado grosseiro, cor cinza e rico em vermiculita	X	X	X	X	X
4.0039.2006	CIII - 39	Peridotito hidrot. grosseiro, cor cinza esverdeada e rico em vermiculita	X	X	X	X	X
4.0040.2006	CIII - 40	Peridotito hidrotermalizado grosseiro, cor cinza, com olivina e rico em vermiculita	X	X	X	X	X
4.0041.2006	CIII - 41	Piroxenito hidrotermalizado fino, cor verde escuro a preto, pobre em vermiculita	X	X	----	X	X
4.0037.2006	CIII - 37 a	Amostra CIII-37 saturada com KOH	X	----	----	X	----
	CIII - 37 c	Amostra CIII-37 saturada com MgSO4	X	----	----	X	----
	CIII - 37 b	Am. CIII-37 calcinada a diferentes T	X	----	----	X	----
4.0038.2006	CIII - 38 a	Amostra CIII-38 saturada com KOH	X	----	----	X	----
	CIII - 38 b	Amostra CIII-38 saturada com MgSO4	X	----	----	X	----
	CIII - 38 c	Am. CIII-38 calcinada a diferentes T	X	----	----	X	----
4.0039.2006	CIII - 39 a	Amostra CIII-39 saturada com KOH	X	----	----	X	----
	CIII - 39 b	Amostra CIII-39 saturada com MgSO4	X	----	----	X	----
	CIII - 39 c	Am. CIII-39 calcinada a diferentes T	X	----	----	X	----

4.0040.2006	CIII - 40 a	Amostra CIII-40 saturada com KOH	X	----	----	X	----
	CIII - 40 b	Amostra CIII-40 saturada com MgSO4	X	----	----	X	----
	CIII - 40 c	Am. CIII-40 calcinada a diferentes T	X	----	----	X	----
2006	(Ve - CT)	Vermiculita de Catalão	X	----	----	X	----
2006	(FL - PI)	Flogopita de Paulistana-PI (Eucatex)	X	----	----	X	----
2006	(VE - PI)	Vermiculita de Paulistana-PI (Eucatex)	X	----	----	X	----

REGISTRO	IDENTIF. CAMPO	PRODUTOS	OBSERVAÇÃO			DRX	AN. QUÍMICA
			MACRO	MICRO	MSE		
2004	USI - 01	Palhetas do Pré-Concentrado	X	----	----	X	----
	USI - 02	Pesados do Pré-Concentrado	X	----	----	X	----
	USI - 03	Rejeito Leve da Expansão	X	----	----	X	----
	USI - 04	Palhetas "in natura" tipo Prêmio	X	----	X	X	----
4.0078.2005	USI - 05	Concentrado Superfino	X	----	----	X	X
4.0079.2005	USI - 06	Rejeito Pesado - Expansão (Usina)	X	----	----	X	----
4.0080.2005	USI - 07	Rejeito Leve - Expansão (Usina)	X	----	----	X	----
4.0105.2005	USI - 08	Rejeito Pesado - Deslamagem (Usina)	X	----	----	X	----
2005	USI - 09	Concentrado Crú de Vermiculita (Usina)	X	----	----	X	----
2005	USI - 10	Concentrado da Expansão b (Usina)	X	----	----	X	----
2005	USI - 11	Rejeito da Expansão (Usina)	X	----	----	X	----
2005	USI - 12	Rejeito da 3ª Expansão em Lab. do Conc. Indust. médio	X	----	----	X	----
2006	USI - 13	Vermiculita Expandida (Média (Usina)	X	----	----	X	X

REGISTRO	IDENTIF. CAMPO	METRAGEM	CLASSIFICAÇÃO DE CAMPO	OBSERVAÇÃO		DRX	AN. QUÍMICA
				MACRO	MICRO		
4.0013.2005	FS01 - 01	0,00-1,00	Solo laterítico com restos de vermiculita e transição para saprolito	X	----	X	----

REGISTRO	IDENTIF. CAMPO	METRAGEM	CLASSIFICAÇÃO DE CAMPO	OBSERVAÇÃO		DRX	AN. QUÍMICA
				MACRO	MICRO		
4.0014.2005	FS01- 02	1,00-2,00	Transição solo vermelho para rocha mineralizada clara c/ muita argila e talco (piroxenito ?)	X	X	X	----
4.0015.2005	FS01- 03	11,00-11,50	Piroxenito hidrotermalizado alterado, com vermiculita	X	X	X	----
4.0016.2005	FS01- 04	11,90	Relictos da rocha anterior	X	X	X	----
4.0017.2005	FS01- 05	12,00-13,00	Material muito fino argiloso/talcoso creme rosado c/ palhetas de vermiculita (peridotito hidrotermalizado)	X	X	X	----
4.0018.2005	FS01- 06	18,00-19,00	peridotito hidrotermalizado semi-alterado castanha c/ estruturas + preservadas e mta vermiculita	X	X	X	MEV
4.0019.2005	FS01- 07	19,00-20,00	Peridotito hidrotermalizado, fino, cor esverdeada c/ pouca vermiculita-fina	X	----	X	----
4.0020.2005	FS01- 08	20,00-21,00	Piroxenito semi-alterado, cor cinza esverdeada c/ filmes de vermiculita e palhetas pretas	X	----	X	----
4.0021.2005	FS01- 09	21,00-22,00	Peridotito hidrotermalizado, cor avermelhada com talco	X	X	X	----
4.0022.2005	FS01- 10	22,00-23,00	Peridotito hidrotermalizado, cor castanha c/ estruturas + preservadas e pouca vermiculita	X	X	X	----
4.0023.2005	FS01- 11	23,00-24,00	Peridotito hidrotermalizado mto rico em vermiculita	X	X	X	X
4.0024.2005	FS01- 12	24,60-25,10	Peridotito hidrotermalizado estágio intermediário de talcificação, muito rica	X	X	X	----
4.0025.2005	FS01- 13	25,10-26,28	Peridotito hidrotermalizado grosseiro preservado	X	----	X	----
4.0026.2005	FS01- 14	25,10-26,8	Peridotito hidrotermalizado grosseiro em estágio intermediário de serpentinização	X	X	X	X
4.0027.2005	FS01- 15	25,10-26,28	Peridotito hidrotermalizado grosseiro em estágio adiantado de serpentinização	X	X	X	X
4.0028.2005	FS01- 16	26,28-26,80	Piroxenito hidrotermalizado, com anfibólio fibroso, contendo vermiculita e talco	X	----	X	----

REGISTRO	IDENTIF. CAMPO	METRAGEM	CLASSIFICAÇÃO DE CAMPO	OBSERVAÇÃO		DRX	AN. QUÍMICA
				MACRO	MICRO		
4.0029.2005	FS01- 17	26,80-27,30	Idem - com mais talco	X	X	X	----
4.0030.2005	FS01- 18	30,00	Peridotito hidrotermalizado mais preservado com grossas palhetas de vermiculita	X	X	X	----
4.0051.2006	FS02-01	0,90	40 cm solo escuro com matéria orgânica e vermiculita 60 cm solo laterítico vermelho com vermiculita	X	----	X	----
4.0052.2006	FS02-02	1,20	Solo areno-argiloso vermelho amarelado com vermiculita grosseira, gradanco para rocha alterada esverdeada com vermiculita (hornblendito)	X	----	X	----
4.0053.2006	FS02-03	1,80		X	----	X	----
4.0054.2006	FS02-04	2,00	Hornblendito alterado – verde amarelado, fino com lamelas finas de vermiculita	X	----	X	----
4.0055.2006	FS02-05	2,80		X	----	X	----
4.0056.2006	FS02-06	3,30	Hornblendito alterado – verde amarelado, fino com lamelas finas de vermiculita	X	----	X	----
4.0057.2006	FS02-07	5,80	Hornblendito alterado – verde amarelado, fino com lamelas finas de vermiculita contendo faixas enriquecidas em vermiculitas médias	X	----	X	----
4.0058.2006	FS02-08	7,00		X	----	X	----
4.0059.2006	FS02-09	9,00	Hornblendito verde amarelado contendo níveis mais alterados e outros menos alterados.	X	----	X	----
4.0060.2006	FS02-10	10,00		X	----	X	----
4.0061.2006	FS02-11	11,00		X	----	X	----
4.0062.2006	FS02-12	12,00		X	----	X	----
4.0063.2006	FS02-13	13,00		X	----	X	----

REGISTRO	IDENTIF. CAMPO	METRAGEM	CLASSIFICAÇÃO DE CAMPO	OBSERVAÇÃO		DRX	AN. QUÍMICA
				MACRO	MICRO		
4.0064.2006	FS02-14	15,00	Peridotito alterado com vermiculita grosseira e talco	X	----	X	----
4.0065.2006	FS02-15	17,00		X	----	X	----
4.0066.2006	FS02-16	18,00		X	----	X	----
4.0031.2005	FS02-17	19,25		X	----	X	----
4.0032.2005	FS02-18	25,70-26,40	Peridotito pouco ou não mineralizado (com anfibólio fibroso)	X	----	X	----
4.0033.2005	FS02-19	26,45-26,80	Peridotito grosseiro c/ fragmentos arredondados do piroxenito cumulado c/ bordas de alteração e massa argilosa verde	X	X	X	----
4.0034.2005	FS02-20	27,00	Ultramáfica fina c/ filmes de vermiculita	X	----	X	----
4.0035.2005	FS02-21	27,85-28,70	Passagem peridotito grosseiro p/ piroxenito hidrotermalizado fino	X	X	X	----
4.0036.2005	FS02-22	28,8	piroxenito hidrotermalizado fino, cor cinza esverdeada clara	X	X	X	----
4.0037.2005	FS02-23	29,9	piroxenito hidrotermalizado fino, cor mais esverdeada clara	X	X	X	----
4.0038.2005	FS02-24	30,6	Peridotito serpentizado c/ vermiculita média	X	X	X	----
4.0039.2005	FS02-25	32,1	Peridotito em estágio inicial de serpentização	X	X	X	----
4.0040.2005	FS02-26	33,8	Peridotito em estágio inicial de serpentização	X	X	X	X
4.0041.2005	FS02-27	36,8	Peridotito em estágio inicial de serpentização	X	X	X	X
4.0067.2006	FS03 - 01	0,00 - 1,50	Rejeito da Expansão em Laboratório da sondagem tricônica.	X	----	X	----

REGISTRO	IDENTIF. CAMPO	METRAGEM	CLASSIFICAÇÃO DE CAMPO	OBSERVAÇÃO		DRX	AN. QUÍMICA
				MACRO	MICRO		
4.0068.2006	FS03 - 02	1,50 - 3,00		X	----	X	----
4.0069.2006	FS03 - 03	3,00 - 4,50		X	----	X	----
4.0070.2006	FS03 - 04	4,50 - 6,00		X	----	X	----
4.0071.2006	FS03 - 05	6,00 - 7,50		X	----	X	----
4.0072.2006	FS03 - 06	7,50 - 9,00		X	----	X	----
4.0073.2006	FS03 - 07	9,00 - 10,50		X	----	X	----
4.0074.2006	FS03 - 08	10,50 - 12,00		X	----	X	----
4.0075.2006	FS03 - 09	12,00 - 13,50		X	----	X	----
4.0076.2006	FS03 - 10	13,50 - 15,00		X	----	X	----
4.0077.2006	FS03 - 11	15,00 - 16,50	Rejeito da Expansão em Laboratório da sondagem tricônica.	X	----	X	----
4.0078.2006	FS03 - 12	16,50 - 18,00		X	----	X	----
4.0079.2006	FS03 - 13	18,00 - 20,00		X	----	X	----
4.0080.2006	FS03 - 14	20,00 - 21,00		X	----	X	----
4.0082.2006	FS05 - 01	18,00 a 19,50	Peridotito hidrotermalizado, grosseiro, cor cinza e com menos vermiculita	X	----	X	----
4.0083.0206	FS05 - 02	19,50 a 21,00	Peridotito hidrotermalizado, grosseiro, cor cinza amarelada, rico em vermiculita	X	----	----	----

REGISTRO	IDENTIF. CAMPO	METRAGEM	CLASSIFICAÇÃO DE CAMPO	OBSERVAÇÃO		DRX	AN. QUÍMICA
				MACRO	MICRO		
4.0084.2006	FS05 - 03	21,00 a 22,50	Peridotito hidrotermalizado, grosseiro, cor cinza, rico em vermiculita.	X	----	----	----
4.0085.2006	FS05 - 04	22,50 a 24,00		X	----	----	----
4.0086.2006	FS05 - 05	24,00 a 25,50	Peridotito hidrotermalizado, granulação fina, cor cinza escuro, com pouca vermiculita	X	----	----	----
4.0087.2006	FS05 - 06	25,50 a 27,00	Peridotito hidrotermalizado, granulação fina, cor cinza acastanhada, rico em vermiculita	X	----	----	----
4.0088.2006	FS05 - 07	27,00 a 28,50	Peridotito hidrotermalizado, granulação fina, cor cinza amarelado, com pouca vermiculita e muito talco	X	----	X	----
4.0089.2006	FS05 - 08	28,50 a 30,00	Peridotito hidrotermalizado, granulação fina, cor cinza acastanhado, enriquecido em vermiculita	X	----	----	----
4.0090.2006	FS05 - 09	30,00 a 31,50	Transição do peridotito fino para grosseiro, com grandes palhetas de vermiculita. Cor cinza acastanhado.	X	----	----	----
4.0091.2006	FS05 - 10	31,50 a 33,00	Mesma rocha anterior, rica em vermiculita, palhetas médias a finas. Coloração verde acastanhada.	X	----	----	----
4.0092.2006	FS05 - 11	33,00 a 34,50	Mesma rocha anterior, rica em vermiculita, palhetas médias . Coloração verde acastanhada.	X	----	----	----
4.0093.2006	FS05 - 12	34,50 a 36,00	Peridotito hidrotermalizado, com vermiculita média a agrosseira	X	----	----	----
4.0094.2006	FS05 - 13	36,00 a 37,50	Peridotito hidrotermalizado, com vermiculita média a agrosseira	X	----	X	----



**ANEXO II**

---

**Boletins de Análises Químicas**

**BOLETIM DE ANÁLISE**

Nº BOLETIM	07204 / 2006	TIPO AMOSTRA	ROCHA
CLIENTE	Helolisa Helena A. B. da Silva	PREPARAÇÃO	Rotina
RESPONSÁVEL	Hololisa H. A. B. da Silva	ATAQUE	
TIPO SERVIÇO	Fomento	LABORATÓRIO	<input type="checkbox"/> PA <input checked="" type="checkbox"/> AA <input type="checkbox"/> EO <input type="checkbox"/> FA <input checked="" type="checkbox"/> VU <input type="checkbox"/> RX

Data de Recebimento 04/07/2006

Identificação	SiO2	Al2O3	TiO2	Mn	Fe2O3	Na2O	K2O	MnO	MgO	CaO	P2O5
	%	%	%	ppm	%	%	%	ppm	%	%	%
PX-1	34,0	6,80	1,02	600	8,22	0,75	0,06	775	19,8	4,56	0,31
PX-2	34,7	2,46	0,78	940	3,36	1,76	0,29	1213	17,5	10,9	0,30
PE-1	35,6	2,08	0,82	1135	9,44	0,77	0,03	1465	22,4	0,50	0,17
PE-2	35,7	0,99	0,30	1050	9,50	0,78	0,03	1355	28,1	2,15	0,30
PX-PA	37,7	7,93	1,45	535	2,70	1,02	7,95	690	15,1	1,46	0,37

Total de Amostras 5 Obs.

Amostras não procuradas  
serão descartadas em: 12/11/2006

Goiânia, 14/08/2006  
  
QUÍMICO RESPONSÁVEL

**BOLETIM DE ANÁLISE**

<b>N° BOLETIM</b> 07205 / 2006	<b>TIPO AMOSTRA</b> ROCHA
<b>CLIENTE</b> Heloisa Helena A. B. da Silva	<b>PREPARAÇÃO</b> Rotina
<b>RESPONSÁVEL</b> Heloisa H. A. B. da Silva	<b>ATAQUE</b>
<b>TIPO SERVIÇO</b> Fomento	<b>LABORATÓRIO</b> <input type="checkbox"/> PA <input checked="" type="checkbox"/> AA <input type="checkbox"/> EO <input type="checkbox"/> FA <input checked="" type="checkbox"/> VU <input type="checkbox"/> RX


Data de Recebimento 04/07/2006

Identificação	PF	Cr2O3	-				
	%	%	-				
PX-1	15,9	0,10					
PX-2	2,24	0,034					
PE-1	15,4	0,19					
PE-2	13,1	0,051					
PX-PA	2,17	0,34					

Total de Amostras 5 Obs.

Amostras não procuradas  
serão descartadas em: 12/11/2006

Goiânia, 14/08/2006



QUÍMICO RESPONSÁVEL

**BOLETIM DE ANÁLISE**


<b>Nº BOLETIM</b> 06581 / 2006	<b>TIPO AMOSTRA</b> MINÉRIO
<b>CLIENTE</b> Heloisa Helena A. B. da Silva	<b>PREPARAÇÃO</b> Rotina
<b>RESPONSÁVEL</b> Heloisa H. A. B. da Silva	<b>ATAQUE</b>
<b>TIPO SERVIÇO</b> Fomento	<b>LABORATÓRIO</b> <input type="checkbox"/> PA <input checked="" type="checkbox"/> AA <input type="checkbox"/> EO <input type="checkbox"/> FA <input checked="" type="checkbox"/> VU <input type="checkbox"/> RX

Data de Recebimento 16/03/2006

Identificação	CaO	MgO	SiO2	NaO	K2O	Al2O3	TiO2	PF	Fe2O3	FeO	Mn
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm
PERIDOTITO 4.0038.06 Pg 666	0,24	19,5	33,4	0,35	0,03	8,70	1,25	19,5	5,85	0,93	375
4.0038.06 Pg 666 rejeito	1,62	21,6	34,3	0,35	0,02	1,90	0,24	16,7	10,5	2,03	484
PIRIXENITO 4.0037.06 Pg 666	0,35	17,7	33,6	0,14	0,03	1,93	1,46	20,3	5,85	1,03	270
4.0037.06 Pg 666 REJEITO MOÍDO	17,0	16,1	36,0	0,72	0,06	1,34	0,26	1,65	2,80	2,89	603
DUNITO 4.0040.06 PG 666	0,81	21,6	34,4	0,41	0,01	8,50	1,17	18,4	5,83	1,25	502
4.0040.06 Pg 666 AMOSTRA TOTAL	1,16	29,2	36,3	0,36	0,01	3,10	0,45	13,5	7,60	3,99	610
OLIVINA PERIDOTITO 4.0039.06 PG 666	0,30	18,8	34,9	0,33	0,02	9,50	1,20	19,7	4,85	0,57	290
4.0039.06 PG 666 TOTAL	0,32	25,1	34,0	0,22	0,02	10,6	1,26	19,9	4,80	0,57	301

Total de Amostras 8 Obs.

Amostras não procuradas serão descartadas em: 31/08/2006

Goiânia, 02/06/2006  
  
 QUÍMICO RESPONSÁVEL

**ANEXO III**

---

**Resultados de DRX e Microscopia Ótica**

## PADRÃO DE CORES DOS DIFRATOGRAMAS

CORES	FASE IDENTIFICADA	ABREVIATURA
<b>VERMELHO</b>	SERPENTINA (Antigorita, Lizardita, etc)	SE
<b>AZUL ESCURO</b>	VERMICULITA	VE
<b>LARANJA</b>	PIROXÊNIOS	PX
<b>PINK</b>	SAPONITA	SP
<b>PINK ESCURO</b>	HIDROBIOTITA	HB
<b>VERDE</b>	ANFIBÓLIOS (Hornblenda, Actinolita, etc)	ANF
<b>AZUL TURQUESA</b>	DOLOMITA	DL
<b>LILÁS</b>	TALCO	TA
<b>OXO</b>	OLIVINA	OL
<b>PRETO</b>	BIOTITA	BI
<b>PINK CLARO</b>	ILLITA	IL
<b>VERMELHO ESCURO</b>	HEMATITA	HM
<b>LARANJA</b>	GOETHITA	GO
<b>VERDE ESCURO</b>	GIBBSITA	GB
<b>AMARELO</b>	CAULINITA	K
<b>CINZA</b>	FELDSPATOS (anorthita, albita, microclínio)	FED
<b>PRETO</b>	MAGNETITA	MG
<b>PINK CLARO</b>	ILMENITA	ILM

**1ª AMOSTRAGEM MINA CERRADO III - 25/03/2004**

REGISTROS	IDENTIF. CAMPO	CLASSIFICAÇÃO DE CAMPO	DRX	Microscopia Ótica
4.0032.2004	CIII - 01	Vermiculitito grosseiro	vermiculita (M), hornblenda (m) e saponita (T)	xxxx
4.0033.2004	CIII - 02	Piroxenito hidrotermalizado estéril	Vermiculita (m), actinolita (m), serpentina (T)	Vermiculita, serpentina, actinolita e opacos
4.0034.2004	CIII - 03	Vermiculitito fino próximo ao plano de falha N40E 40NW	Vermiculita (M), hornblenda (m), actinolita (m), saponita (T), serpentina (m).	
4.0035.2004	CIII - 04	Região contato na rampa da cava	Vermiculita (M), interestratificado hidrobiotita (T), hornblenda (T), aegirina-augita (T)	
4.0036.2004	CIII - 05	Buchos preservados com palhetas castanhas em volta	Mg-vermiculita (M), hornblenda (M), saponita (M), Talco (T), forsterita (T), augita (T).	
4.0037.2004	CIII - 06	Peridotito hidrotermalizado grosseiro	Vermiculita (M), talco (m), serpentina (m), saponita (T).	
4.0038.2004	CIII - 07	Piroxenito hidrotermalizado	Vermiculita (M), hornblenda (m).	Hornblenda, opacos, apatita e titanita, vermiculita
4.0039.2004	CIII - 08	Piroxenito hidrotermalizado mais preservado e cor esverdeada	Vermiculita (M), hornblenda (m), actinolita (m), saponita (T).	
4.0040.2004	CIII - 09	Piroxenito hidrotermalizado com anfibólio preto	Vermiculita (M), actinolita (m), saponita (T).	
4.0041.2004	CIII - 10	Piroxenito hidrotermalizado do contato com vermiculita A e B	Vermiculita (M), hornblenda (m), actinolita (m).	
4.0042.2004	CIII - 11	Piroxenito hidrotermalizado com matriz esverdeada com vermiculita (*Alteração da CIII-08).	Vermiculita (M), hornblenda (m), actinolita (m), saponita (m).	
4.0043.2004	CIII - 12	Peridotito alterado grosseiro (próximo à falha)	vermiculita (M) e talco (M)	
4.0044.2004	CIII - 13	Mesmo filossilicato da amostra CIII 10 - Zona do contato da falha	vermiculita (M), hornblenda (T), interestratificado (T).	

**Pesquisa Morro Pelado**

4.0045.2004	MP - 01	Peridotito fino - Blocos soltos	serpentina (M), forsterita (m), talco (T), vermiculita (m) e saponita (T).	olivina, serpentina e opacos, carbonato (<) e talco como pseudomorfos do Px (?)
4.0046.2004	MP - 02	Piroxenito Grosseiro		
4.0047.2004	MP - 03	Rocha de granulação média (mineralizada)		

**2ª AMOSTRAGEM MINA CERRADO III - 1º/05/2004**

<b>REGISTROS</b>	<b>IDENTIF. CAMPO</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO DE CAMPO</b>	<b>DRX</b>
4.0056.2004	CIII - 14	Peridotito hidrotermalizado grosseiro	vermiculita (M), talco (T), serpentina (m), saponita (T) e hornblenda(T)
4.0057.2004	CIII - 15	Vermiculitito grosseiro	vermiculita (M) e actinolita (m)
4.0058.2004	CIII - 16	Peridotito hidrotermalizado, com matriz esverdeada	vermiculita (M), actinolita (m) e hornblenda (m), saponita (T)
4.0059.2004	CIII - 17	Peridotito hidrotermalizado grosseiro serpentizado	vermiculita (M) , serpentina (m), talco (T), enstatita (T)
4.0060.2004	CIII - 18	Piroxenito hidrotermalizado	vermiculita (M), actinolita (M), saponita (T)
4.0061.2004	CIII - 19	Piroxenito hidrotermalizado	vermiculita (M), actinolita (m), saponita (T)
4.0062.2004	CIII - 20	Piroxenito hidrotermalizado	vermiculita (M), actinolita (m), saponita (T)



## PRODUTOS DA USINA INDUSTRIAL

ANO	REGISTRO	IDENTIF.	PRODUTO	COMPOSIÇÃO											
				Ve	Ta	Se	Sap	Anf.	Int. Hid	Int.	Fo	Px	Go	Ox Fe	Qz
2004	-	USI - 01	Palhetas do Pré-Concentrado	M	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-
2004	-	USI - 02	Pesados do Pré-Concentrado	M	m	m	T	m	-	-	-	m	-	-	-
2004	-	USI - 03	Rejeito Leve da Expansão	M	T	T	-	-	T	-	-	-	-	-	-
2004	-	USI - 04	Palhetas "in natura" tipo Prêmio	M	-	-	-	-	M	-	-	-	-	-	-
2005	4.0078.2005	USI - 05	Concentrado Superfino	M	m	m	-	T	T	-	-	-	-	-	-
2005	4.0079.2005	USI - 06	Rejeito Pesado - Expansão	m	M	m	-	m	-	-	-	T	-	-	m
2005	4.0080.2005	USI - 07	Rejeito Leve - Expansão	M	T	T	-	T	-	T	-	-	-	-	-
2005	4.0105.2005	USI - 08	Rejeito Pesado - Deslamagem	M	m	-	-	M	T	-	T	m	m	m	-
2005	-	USI - 09	Concentrado Cru de Vermiculita	M	T	-	-	-	m	-	-	-	-	-	-
2005	-	USI - 10	Rejeito da Expansão	M	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2005	-	USI - 11	Resíduo Fino da Expansão	M	m	-	-	m	-	-	-	-	-	m	T
2005	-	USI - 12	Rejeito 3ª Expansão de Laboratório do concentrado industrial médio	M	m	-	T	T	-	-	-	T	-	-	-
2005	-	USI - 13	Vermiculita Expandida Média	M	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**3ª AMOSTRAGEM MINA CERRADO III - 24/06/2005**

<b>REGISTROS</b>	<b>IDENTIF. CAMPO</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO DE CAMPO</b>	<b>DRX</b>	<b>MICROSCOPIA ÓTICA</b>
4.0104.2005	CIII-21	Peridotito hidrotermalizado	vermiculita (M), serpentina (m), talco (T), saponita(T)	----
4.0106.2005	CIII-22	Piroxenito hidrotermalizado (desagregado)	vermiculita (M) e hornblenda (m), interestratificado (T)	----
4.0107.2005	CIII-23	Piroxenito hidrotermalizado - Mostruário	hornblenda (M), biotita (M) (?), augita (M), enstatita (m) e vermiculita (m)	----
4.0157.2005	CIII - 24	Piroxenito hidrotermalizado - Frente 1	Horblenda (M), actinolita(M), augita(m), vermiculita (T), talco (T)	*
4.0158.2005	CIII - 25	Piroxenito hidrotermalizado - Frente 2	Horblenda (M), actinolita(M), augita(m), vermiculita (T),interestratificado hidrobiotita (T)	*
4.0159.2005	CIII - 26	Biotita Gnaiss pouco alterado	biotita (m), anorthita (M), quartzo (M), albita (M), caulinita (T)	*
4.0160.2005	CIII - 27	Peridotito hidrotermalizado lixiviado	vermiculita (M), serpentina (M), talco (T), hornblenda (T), olivina (T), enstatita (T), saponita (m)	*
4.0161.2005	CIII - 28	Piroxenito hidrotermalizado	K-vermiculita (M), augita (m), hornblenda (M) e vermiculita(T)	----
4.0162.2005	CIII - 29	Piroxenito hidrotermalizado	Vermiculita (M), augita (m), hornblenda(M) e int. hidrobiotita (T)	----
4.0163.2005	CIII - 30	Piroxenito Hidrotermalizado	vermiculita (M), hornblenda (m), augita (T) , biotita (m), interestratificado hidrobiotita(m)	----
4.0164.2005	CIII - 31	Nódulos do piroxenito cumulado	vermiculita (M), augita (M), serpentina (m), hematita (m), talco (T), saponita (T), ilmenita (m), saponita (T)	*
4.0165.2005	CIII - 32	Peridotito milonitizado	vermiculita (M), talco (M),hornblenda (T) e ilita (T)	----
4.0166.2005	CIII - 33	Vermiculita do centro do Piroxenito Hidrotermalizado	vermiculita (M), hornblenda (T) e interestratificado hidrobiotita (T)	----
4.0167.2005	CIII - 34	Vermiculita do contato do Piroxenito/peridotito	vermiculita (M), hornblenda (T) e interestratificado (T)	----
4.0168.2005	CIII - 35	Vermiculita do centro do peridotito	vermiculita (M), hornblenda (T), serpentina (M) e saponiota (T)	----

**4ª AMOSTRAGEM MINA CERRADO III: Março-2006.**

<b>REGISTROS</b>	<b>IDENTIF. CAMPO</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO DE CAMPO</b>	<b>DRX</b>	<b>MICROSCOPIA ÓTICA</b>
4.0037.2006	CIII - 37	Piroxenito hidrotermalizado verde com palhetas grosseiras pretas	hornblenda (M), Augita (M), interestratificado (T), saponita (T), vermiculita (m),	*
4.0038.2006	CIII - 38	Peridotito hidrotermalizado grosseiro, cor cinza e rico em vermiculita	vermiculita (M), serpentina (m), hidrobiotita (T), talco (T) e saponita(T)	*
4.0039.2006	CIII - 39	Peridotito hidrotermalizado grosseiro, cor cinza esverdeada e rico em vermiculita	vermiculita (M), serpentina (T), saponita(T) e interestratificado (T)	*
4.0040.2006	CIII - 40	Peridotito hidrotermalizado grosseiro, cor cinza, com olivina e rico em vermiculita	vermiculita (M), serpentina (m), forsterita (m), talco (T), Interestratificado (T)	*
4.0041.2006	CIII - 41	Piroxenito hidrotermalizado fino, cor verde escuro a preto, pobre em vermiculita	hornblenda (M), vermiculita (T),	*
4.0037.2006	CIII - 37 a	Amostra CIII-37 saturada com KOH		-----
	CIII - 37 b	Amostra CIII-37 saturada com MgSO <sub>4</sub>		-----
	CIII - 37 c	Am. CIII-37 calcinada a diferentes Temperaturas		-----
4.0038.2006	CIII - 38 a	Amostra CIII-38 saturada com KOH		-----
	CIII - 38 b	Amostra CIII-38 saturada com MgSO <sub>4</sub>		-----
	CIII - 38 c	Am. CIII-38 calcinada a diferentes Temperaturas		-----
4.0039.2006	CIII - 39 a	Amostra CIII-39 saturada com KOH		-----
	CIII - 39 b	Amostra CIII-39 saturada com MgSO <sub>4</sub>		-----
	CIII - 39 c	Am. CIII-39 calcinada a diferentes Temperaturas		-----
4.0034.2006	CIII - 40 a	Amostra CIII-40 saturada com KOH		-----
	CIII - 40 b	Amostra CIII-40 saturada com MgSO <sub>4</sub>		-----
	CIII - 40 c	Am. CIII-40 calcinada a diferentes Temperaturas		-----
2006	(Ve - CT)	Vermiculita de Catalão	vermiculita (M) e interest. hidrobiotita (m)	-----
	(FL - PI)	Flogopita de Paulistana-PI (Eucatex)	flogopita	-----
	(VE - PI)	Vermiculita de Paulistana-PI (Eucatex)	vermiculita (M)e interest. hidrobiotita (T)	-----

**TESTEMUNHOS DE SONDAGEM ROTATIVA A DIAMANTE - FURO 01**

REGISTROS	IDENTIFICAÇÃO		DESCRIÇÃO MACRO	DRX	MICROSCOPIA ÓTICA
	FURO	METRAGEM			
4.0013.2005	FS01- 01	0,00-1,00	Solo laterítico com restos de vermiculita e transição para saprolito	vermiculita (M), talco (m), gibbsita (m) , caulinita (m), goethita (m) e hematita (T)	-----
4.0014.2005	FS01- 02	1,00-2,00	Transição solo vermelho/ rx mineralizada clara c/ muita argila e talco (piroxenito ?)	vermiculita (M), talco (m), caulinita (m), ilita (T), hornblenda (T), interestratificado (T)	vermiculita com opacos, talco, hornblenda (?)
4.0015.2005	FS01- 03	11,00-11,50	Piroxenito hidrotermalizado alterado, com vermiculita	vermiculita (M), talco (m), caulinita (m), hornblenda (T), interestratificado (T)	vermiculita com opacos, talco, hornblenda (?)
4.0016.2005	FS01- 04	11,90	Relictos da rocha anterior	vermiculita (M), hornblenda (m), interestratificado (T)	vermiculita com opacos, talco, hornblenda (?)
4.0017.2005	FS01- 05	12,00-13,00	Material muito fino argiloso/talcoso creme rosado c/ palhetas de vermiculita (peridotito hidrotermalizado)	vermiculita (M), talco (M), hornblenda (m), interestratificado (T) e ilita (T).	VE (60%), HL (25%), TA (10%), opacos (3%)
4.0018.2005	FS01- 06	18,00-19,00	Rx semi-alterada castanha c/ estruturas + preservadas e mta vermiculita (peridotito hidrotermalizado)	vermiculita (M), talco (m), hornblenda (m).	VE (65%), HL (25%), TA (10%), opacos (3%)
4.0019.2005	FS01- 07	19,00-20,00	Peridotito hidrotermalizado, fino, cor esverdeada c/ pouca vermiculita-fina	vermiculita (M), hornblenda (m), interestratificado (T), talco (T),	-----
4.0020.2005	FS01- 08	20,00-21,00	Piroxenito semi-alterado, cor cinza esverdeada c/ filmes de vermiculita e palhetas pretas (?)	vermiculita (M), hornblenda (m), int..hidrobiotita (T)	-----
4.0021.2005	FS01- 09	21,00-22,00	Peridotito hidrotermalizado, cor avermelhada com talco	vermiculita (M), gedrita (M), interestratificado, talco (m), serpentina (T)	*
4.0022.2005	FS01- 10	22,00-23,00	Peridotito hidrotermalizado, cor castanha c/ estruturas + preservadas e pouca vermiculita	vermiculita (M), talco (m), gedrita (T), serpentina(T), dolomita (T), saponita (T) e interestratificado (T)	*
4.0023.2005	FS01- 11	23,00-24,00	Peridotito hidrotermalizado mto rico em vermiculita	Vermiculita (M), talco (T), serpentina (M), interestratificado (T), saponita (T)	*
4.0024.2005	FS01- 12	24,60-25,10	Peridotito hidrotermalizado estágio intermediário de talcificação, muito rica	vermiculita (M), talco (T), serpentina (m) e interestratificado (T)	*
4.0025.2005	FS01- 13	25,10-26,28	Peridotito hidrotermalizado grosseiro preservado	vermiculita (M), talco (T), forsterita (m), serpentina (m), saponita (T)	-----
4.0026.2005	FS01- 14	25,10-26,8	Peridotito hidrotermalizado grosseiro em estágio intermediário de serpentinização	vermiculita (M), talco (T), forsterita (T), serpentina (m), saponita (T)	*
4.0027.2005	FS01- 15	25,10-26,28	Peridotito hidrotermalizado grosseiro em estágio adiantado de serpentinização	vermiculita (M), talco (T), serpentina (m), antofilita (T), saponita (T)	*
4.0028.2005	FS01- 16	26,28-26,80	Piroxenito hidrotermalizado, com asbesto, contendo vermiculita e talco	vermiculita (M), talco (m), serpentina (m), antofilita (M)	-----
4.0029.2005	FS01- 17	26,80-27,30	Idem - com mais talco	vermiculita (M), talco (m), serpentina (m), antofilita (M)	*
4.0030.2005	FS01- 18	30,00	Peridotito hidrotermalizado mais preservado com grossas palhetas de vermiculita	vermiculita (M), talco (T), serpentina (m), forsterita (m)	*

TESTEMUNHOS DE SONDAGEM ROTATIVA A DIAMANTE - FURO 02

Pag. 1-1

REGISTROS	IDENTIFICAÇÃO		DESCRIÇÃO MACRO	DRX	MICROSCOPIA ÓTICA	
	FURO	METRAGEM				
4.0051.2006	FS02-01	0,90	40 cm solo escuro com matéria orgânica e vermiculita + 60 cm solo laterítico vermelho com vermiculita	vermiculita (M), gibbsita (T), interestratificado (T), hornblenda (T), augita (T), saponita (T)	----	
4.0052.2006	FS02-02	1,20	Solo areno-argiloso vermelho amarelado com vermiculita grosseira, gradanco para rocha alterada esverdeada com vermiculita	vermiculita (M), gibbsita (T), saponita (T), interestratificado (T), hornblenda (T), .	----	
4.0053.2006	FS02-03	1,80	(hornblendito)	vermiculita (M), int. hidrobiotita (M), hornblenda (m), augita (m), magnetita (T), saponita (T).	----	
4.0054.2006	FS02-04	2,00	Hornblendito alterado – verde amarelado, granulometria fina com lamelas finas de vermiculita	vermiculita (M), hidrobiotita (m), gibbsita (T), hornblenda (T), saponita (T).	----	
4.0055.2006	FS02-05	2,80	vermiculita	vermiculita (m), int. hidrobiotita (M), augita (T), hornblenda (T), saponita (T).	----	
4.0056.2006	FS02-06	3,30	Hornblendito alterado – verde amarelado, fino com lamelas finas de vermiculita	vermiculita (m), int. hidrobiotita (M), augita (T), hornblenda (T), saponita (m).	----	
4.0057.2006	FS02-07	5,80	Hornblendito alterado – verde amarelado, fino com lamelas finas de vermiculita contendo	vermiculita (M), int. hidrobiotita (m), enstatita (T), hornblenda (T), saponita (T).	----	
4.0058.2006	FS02-08	7,00	faixas enriquecidas em vermiculitas médias	vermiculita (M), int. hidrobiotita (M), enstatita (T), saponita (m), Ilita (T), augita (T), hornblenda (T).	----	
4.0059.2006	FS02-09	9,00	Hornblendito verde amarelado contendo níveis mais alterados intercalados a outros menos alterados.	vermiculita (m), int. hidrobiotita (M), saponita (T), Ilita (T), hornblenda(T) , augita (T)	----	
4.0060.2006	FS02-10	10,00		vermiculita (m), int. hidrobiotita (M), saponita (T), hornblenda(T) , augita (T)	----	
4.0061.2006	FS02-11	11,00		vermiculita (m), int. hidrobiotita (M), hornblenda (T) , augita (T)	----	
4.0062.2006	FS02-12	12,00		vermiculita (M), int.hidrobiotita (m), hornblenda (m) , augita (M), saponita (T)	----	
4.0063.2006	FS02-13	13,00		vermiculita (M), int. hidrobiotita (m), hornblenda (T) , saponita (T)	----	
4.0064.2006	FS02-14	15,00		vermiculita (M), int. hidrobiotita (T), hornblenda (T) , saponita (T), talco (T)	----	
4.0065.2006	FS02-15	17,00		Peridotito alterado com vermiculita grosseira e talco	vermiculita (M), saponita (T), hornblenda (T)	----
4.0066.2006	FS02-16	18,00			vermiculita (M), talco (m), hornblenda (m)	----

## TESTEMUNHOS DE SONDAGEM ROTATIVA A DIAMANTE - FURO 02

Pag. 2-2

REGISTROS	IDENTIFICAÇÃO		DESCRIÇÃO MACRO	DRX	MICROSCOPIA ÓTICA
	FURO	METRAGEM			
4.0031.2005	FS02-17	19,25	Peridotito alterado c/ verm. grosseira e talco	xxxxx	----
4.0032.2005	FS02-18	25,70-26,40	Peridotito pouco ou não mineralizado (c/ anfibólio asbestiforme)	vermiculita (M), talco (m), serpentina (m), antofilita (m), saponita (T)	----
4.0033.2005	FS02-19	26,45-26,80	Peridotito grosseiro c/ fragmentos arredondados do piroxenito cumulado c/ bordas de alteração e massa argilosa verde	vermiculita (M), talco (m), serpentina (T), antofilita (T), saponita (T)	*
4.0034.2005	FS02-20	27,00	ultramáfica fina c/ filmes de vermiculita	----	----
4.0035.2005	FS02-21	27,85-28,70	Passagem peridotito grosseiro p/ piroxenito hidrotermalizado fino	vermiculita (M), talco (T), serpentina (T), gedrita (m) e antofilita(m)	*
4.0036.2005	FS02-22	28,8	piroxenito hidrotermalizado fino, cor cinza esverdeada clara	vermiculita (M), talco (m), serpentina (m), antofilita (m), interestratificado (T), hornblenda (m).	Vermiculita com opacos, Talco, antofilita com Vermiculita
4.0037.2005	FS02-23	29,9	piroxenito hidrotermalizado fino, cor mais esverdeada clara	vermiculita (M), hornblenda (m), interestratificado (T) e serpentina (m)	*
4.0038.2005	FS02-24	30,6	Peridotito serpentizado c/ vermiculita média	vermiculita (M), talco (T), antofilita (m), serpentina (m), saponita (T) e interestratificado (T)	Vermiculita com opacos, Talco, antofilita com Vermiculita
4.0039.2005	FS02-25	32,1	Peridotito em estágio inicial de serpentinização	vermiculita (M), talco (T), serpentina (m), hornblenda (T), saponita (T)	*
4.0040.2005	FS02-26	33,8	Peridotito em estágio inicial de serpentinização	vermiculita (M), talco (T), serpentina (m), hornblenda (T), saponita (T), dolomita (T), forsterita (T)	*
4.0041.2005	FS02-27	36,8	Peridotito em estágio inicial de serpentinização	vermiculita (M), talco (T), serpentina (m), hornblenda (T), dolomita (m), forsterita (T), saponita (T)	*

**REJEITO DA EXPANSÃO EM LABORATÓRIO DA SONDAGEM TRICÔNICA - FURO 03**

REGISTROS	IDENTIFICAÇÃO		DRX
	FURO	METRAGEM	
4.0067.2006	F03 - 01	0,00 - 1,50	vermiculita (T), actinolita (M), talco (T), forsterita (T)
4.0068.2006	F03 - 02	1,50 - 3,00	vermiculita (M), actinolita (M), , talco (M), forsterita (T)
4.0069.2006	F03 - 03	3,00 - 4,50	vermiculita (M), actinolita (m), , talco (M), forsterita (T), serpentina (T), augita (T)
4.0070.2006	F03 - 04	4,50 - 6,00	----
4.0071.2006	F03 - 05	6,00 -7,50	----
4.0072.2006	F03 - 06	7,50 - 9,00	----
4.0073.2006	F03 - 07	9,00 - 10,50	vermiculita (T), antofilita (m), talco (M), forsterita (T), serpentina (T), enstatita (T), hedembergita (?) (T)
4.0074.2006	F03 - 08	10,50 - 12,00	----
4.0075.2006	F03 - 09	12,00 - 13,50	----
4.0076.2006	F03 - 10	13,50 - 15,00	vermiculita (M), antofilita (m), talco (m), forsterita (m), serpentina (T), enstatita (T)
4.0077.2006	F03 - 11	15,00 - 16,50	----
4.0078.2006	F03 - 12	16,50 - 18,00	----
4.0079.2006	F03 - 13	18,00 - 20,00	----
4.0080.2006	F03 - 14	20,00 - 21,00	vermiculita (T), antofilita (m), talco (M), forsterita (M)

### SONDAGEM TRICÔNICA - FURO 05

REGISTROS	IDENTIFICAÇÃO		DESCRIÇÃO MACRO	DRX
	FURO	METRAGEM		
4.0082.2006	FS05 - 01	18,00 a 19,50	Peridotito hidrotermalizado, grosseiro, cor cinza e com menos vermiculita	vermiculita (M), talco (m), serpentina (m), saponita (T)
4.0083.0206	FS05 - 02	19,50 a 21,00	Peridotito hidrotermalizado, grosseiro, cor cinza amarelada, rico em vermiculita	-----
4.0084.2006	FS05 - 03	21,00 a 22,50	Peridotito hidrotermalizado, grosseiro, cor cinza, rico em vermiculita	-----
4.0085.2006	FS05 - 04	22,50 a 24,00	Idem à anterior	-----
4.0086.2006	FS05 - 05	24,00 a 25,50	Peridotito hidrotermalizado, granulação fina, cor cinza escuro, com pouca vermiculita	-----
4.0087.2006	FS05 - 06	25,50 a 27,00	Peridotito hidrotermalizado, granulação fina, cor cinza acastanhada, rico em vermiculita	-----
4.0088.2006	FS05 - 07	27,00 a 28,50	Peridotito hidrotermalizado, granulação fina, cor cinza amarelado, com pouca vermiculita e muito talco	vermiculita (M), talco (M), serpentina (m), saponita (T)
4.0089.2006	FS05 - 08	28,50 a 30,00	Peridotito hidrotermalizado, granulação fina, cor cinza acastanhado, com enriquecimento em vermiculita	-----
4.0090.2006	FS05 - 09	30,00 a 31,50	Transição do peridotito fino para grosseiro, com grandes palhetas de vermiculita. Cor cinza acastanhado.	-----
4.0091.2006	FS05 - 10	31,50 a 33,00	Mesma rocha anterior, rica em vermiculita, palhetas médias a finas. Coloração verde acastanhada.	-----
4.0092.2006	FS05 - 11	33,00 a 34,50	Mesma rocha anterior, rica em vermiculita, palhetas médias . Coloração verde acastanhada.	-----
4.0093.2006	FS05 - 12	34,50 a 36,00	Mesmo peridotito hidrotermalizado, com vermiculita média a agrosseira	-----
4.0094.2006	FS05 - 13	36,00 a 37,50	Mesmo peridotito hidrotermalizado, com vermiculita média a agrosseira	vermiculita (M), talco (m), serpentina (m), saponita (T), hornblenda (T)