

## Indício de mineralização de manganês (Co-Li), sudeste do Cráton do São Francisco, Bom Despacho (MG)

Paulo Henrique Amorim Dias<sup>1</sup> ([paulo.dias@sgb.gov.br](mailto:paulo.dias@sgb.gov.br))Cassiano Costa Castro<sup>1</sup> ([cassiano.castro@sgb.gov.br](mailto:cassiano.castro@sgb.gov.br))Liliane Cristina de Albuquerque Moua Mafra<sup>1</sup> ([liliane.mafra@sgb.gov.br](mailto:liliane.mafra@sgb.gov.br))<sup>1</sup>Serviço Geológico do Brasil – CPRM

### Abstract

*This report documents two significant pieces of evidence of high manganese concentrations, along with anomalous cobalt and lithium grades, as well as notable levels of barium, nickel, copper, and zinc in supergenic rocks. These findings were made during regional survey conducted by the Geological Survey of Brazil in the southwestern region of the São Francisco Craton, situated in the central area of Minas Gerais state. It is essential to highlight that these results are derived from the examination of only two distinct outcrops, which are strategically positioned at the geological transition zone between the crystalline basement and the cratonic cover. The primary outcrop consists of a botryoidal laterite, characterized by a black crust rich in lithiophorite. The second outcrop features a centimeter-sized quartz vein that intersects basement rocks and contains quartz in association with lithiophorite. Despite their relatively small volume and limited extent, it is evident that these samples exhibit noteworthy concentrations of manganese (ranging from 15% to 33%), cobalt (between 7,000 and 10,000 ppm), and lithium (2,000 to 5,000 ppm). The mineralogy and elemental concentrations were initially identified through X-Ray Diffraction analyses and subsequently confirmed through geochemical analyses. This report marks the commencement of further investigations into the geological and economic potential of these minerals.*

**Keywords:** Manganese, cobalt, lithium, evidence, lithiophorite.

**Palavras-chave:** Manganês, cobalto, lítio, indícios, litioforita.

### INTRODUÇÃO

Apresentamos o registro de dois indícios de manganês associados a teores anômalos de cobalto e lítio, descobertos durante os trabalhos de campo do Projeto Bacia do São Francisco. Os indícios (PD -140, latitude -19° 49' 28"; longitude -45° 14' 35"; PD-141, latitude -19° 52' 27"; longitude -45° 17' 16", Datum SIRGAS 2000) estão localizados aproximadamente a 7 km e a 16 km ao sul da sede do município de Bom Despacho, no centro do estado de Minas Gerais (Figura 1).

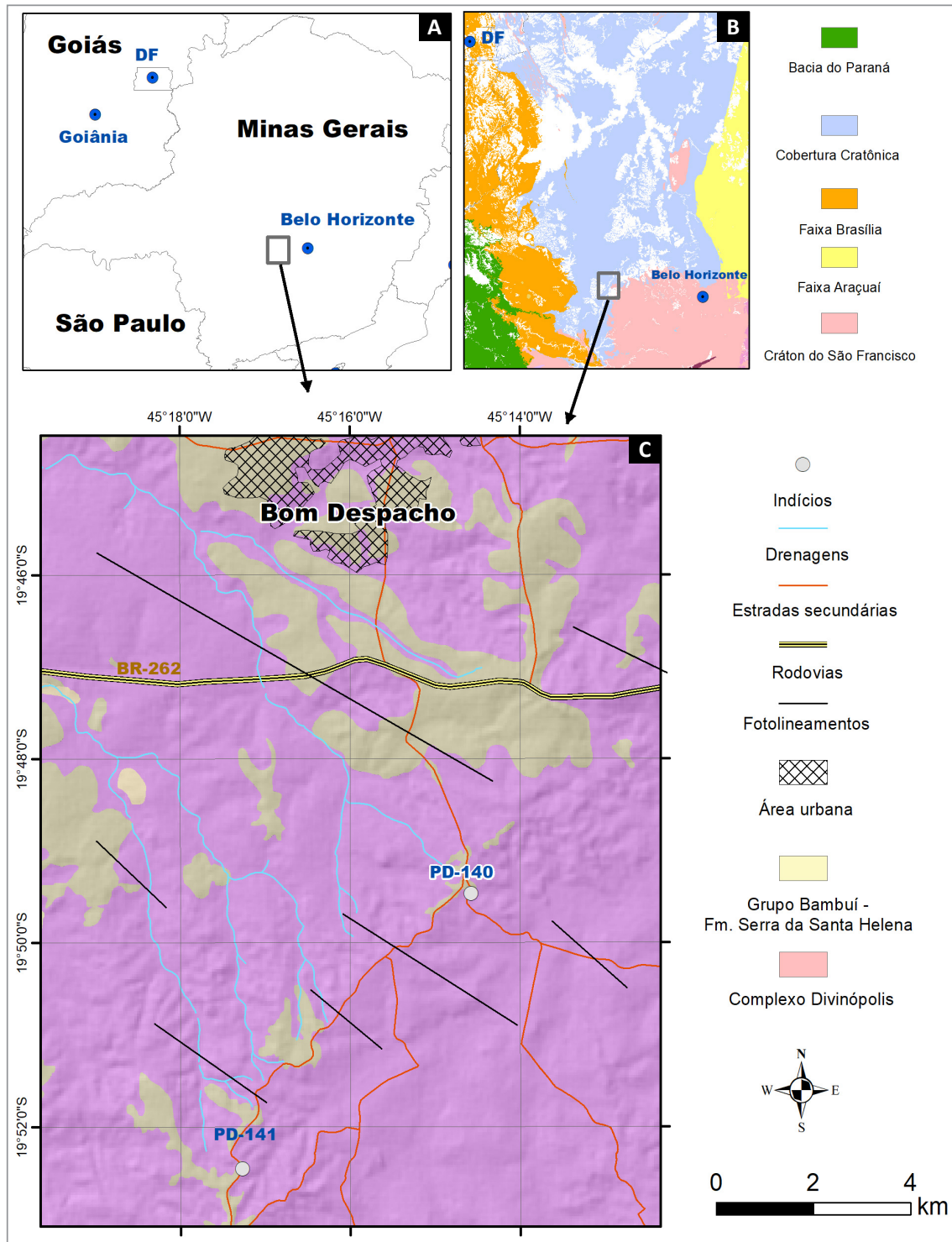
Apesar de os indícios de manganês já serem relatados nessa região (eg. Tuller *et al.*, 2010 - Projeto Sete Lagoas - Abaeté), os teores anômalos de Co e Li, além de Ba, Ni, Cu e Zn motivaram a confecção do presente informe, pois o cobalto e o lítio são considerados minerais críticos. Ressalta-se que o resultado é preliminar, baseado em dois afloramentos que não apresentam dimensões consideráveis, entretanto

tem como objetivo divulgar novos indícios minerais ao setor mineral, buscando motivar mais trabalhos de pesquisa que possam indicar ou encontrar uma ocorrência significativa na região.

### CONTEXTO GEOLÓGICO

A área dos indícios está inserida na porção sudoeste do Cráton São Francisco, na região de contato do embasamento, representado pelo Complexo Divinópolis, com a cobertura cratônica neoproterozoica representada pelo Grupo Bambuí.

O Complexo Divinópolis é representado pelo Gnaiss Cláudio, composto por biotita-gnaiss de cor cinza e idade mínima U-Pb em zircão de 2749 Ma. Também, ocorre um leucognaiss ortoderivado com bandamento fino a médio, podendo estar milonitizado. O Grupo Bambuí é constituído, principalmente, por pelitos da Formação Serra de Santa Helena, geralmente intemperizados, de cor bege a rosado.



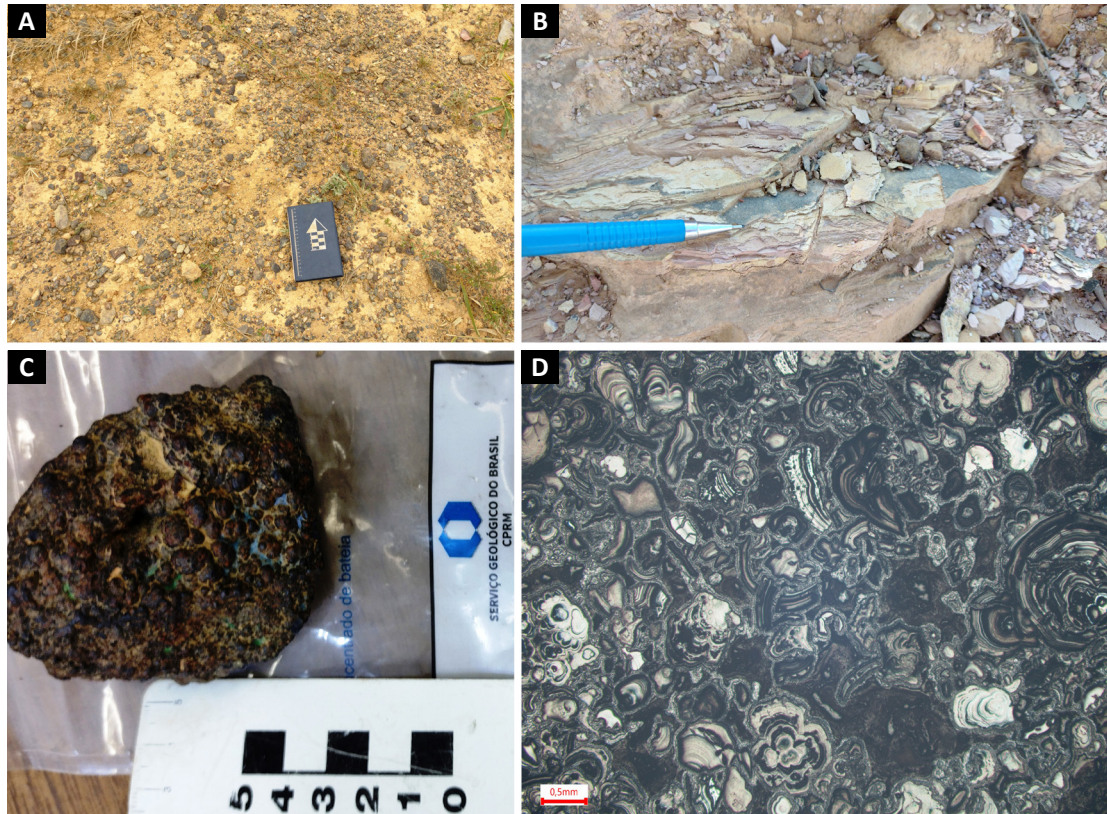
**Figura 1 - A-B)** Mapas de localização da região de Bom Despacho; **C:** Mapa geológico com indicação dos pontos de indício de mineralização de Mn associado a cobalto e lítio. Fonte: elaborado pelos autores.

## DESCRIÇÃO DOS INDÍCIOS

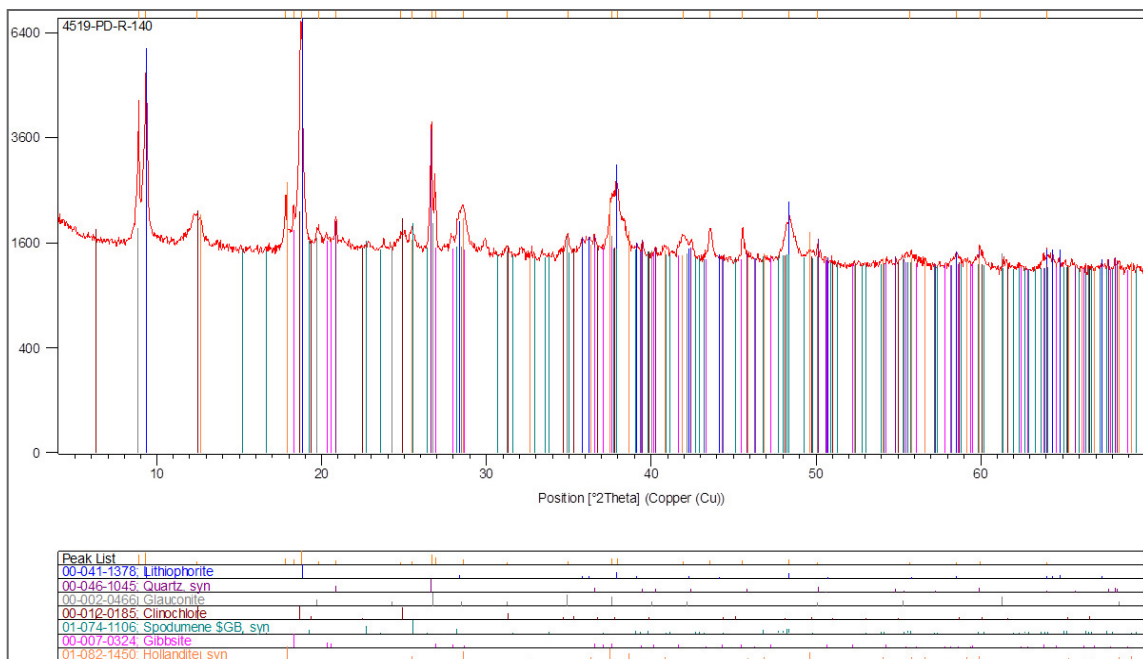
O indício da Fazenda Barnabé (PD-140) ocorre em uma encosta de morro descampada ao lado da estrada vicinal (Figura 1). Nessa encosta, aflora o pelito bege-rosado intemperizado da Formação Serra da Santa Helena. O pelito encontra-se levemente inclinado com acamamento mergulhando  $060^{\circ}/12^{\circ}$  e fraturas frequentes  $130^{\circ}/80^{\circ}$ . Tanto o acamamento quanto os planos de fraturas que o seccionam contêm filmes pretos ricos em óxido de manganês (Figura 2B). Descendo 150 metros a sudeste nessa mesma

encosta, observa-se o contato com o gnaiss do embasamento saprolitizado contendo veio pegmatítico.

O principal indício de Mn (Co-Li) nesse afloramento ocorre no laterito sobrejacente ao pelito que é encontrado ao longo da encosta, o qual é geralmente transportado e forma diversos níveis cascalhosos (Figura 2A). A laterita é composta por uma crosta preta rica em óxido/hidróxido de manganês com hábito botrioidal (Figura 2C e D), além de algumas partes serem compostas por agregados de argila (ilita/glaucônita). Análises por difração de raios-X mostram que o manganês está relacionado ao hidróxido de manganês litioforita  $((Al, Li)MnO_2(OH)_2)$  (Figura 3).



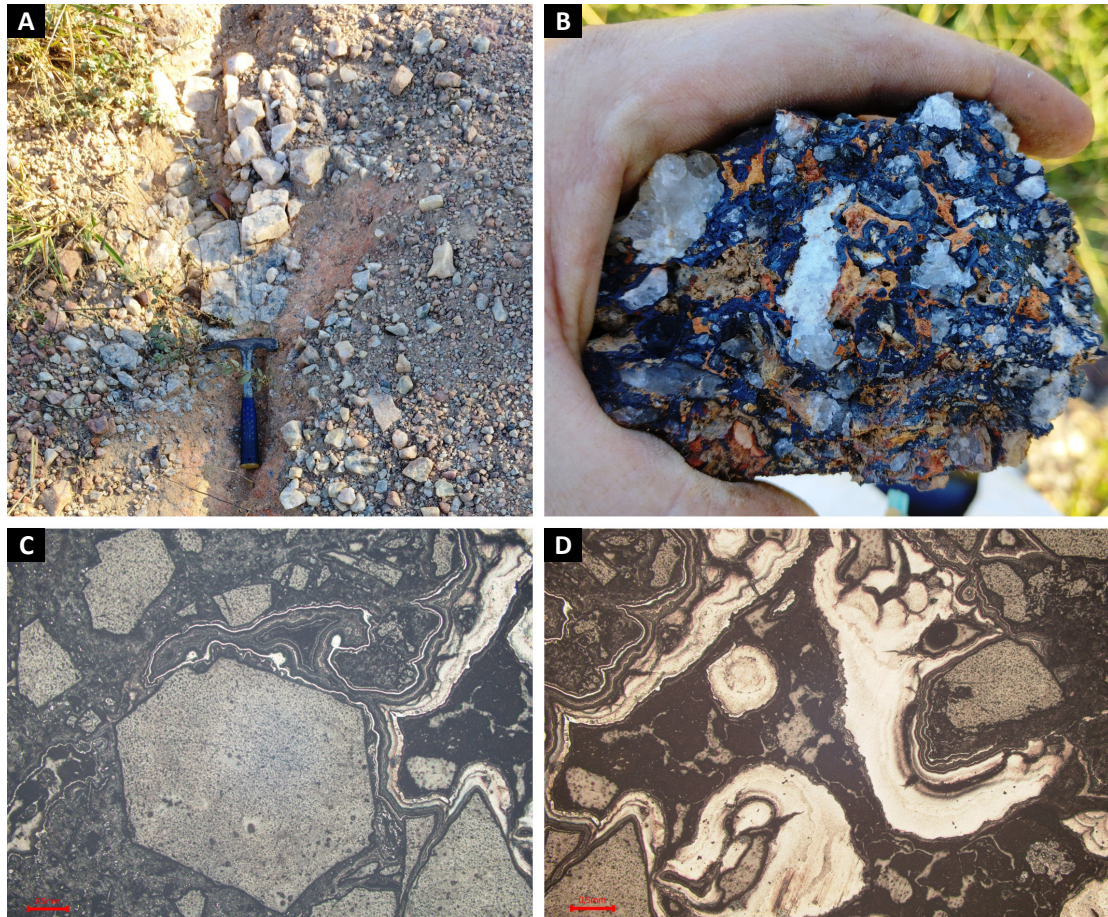
**Figura 2** - A) Foto da cascalheira de laterito sobre o pelito (PD-140); B) Afloramento do pelito do Grupo Bambuí com filmes de hidróxido de Mn; C) Amostra da laterita botrioidal de Mn (Co-Li); D) fotomicrografia da laterita com destaque para as formas botrioidais do hidróxido de Mn. Fonte: elaborado pelos autores.



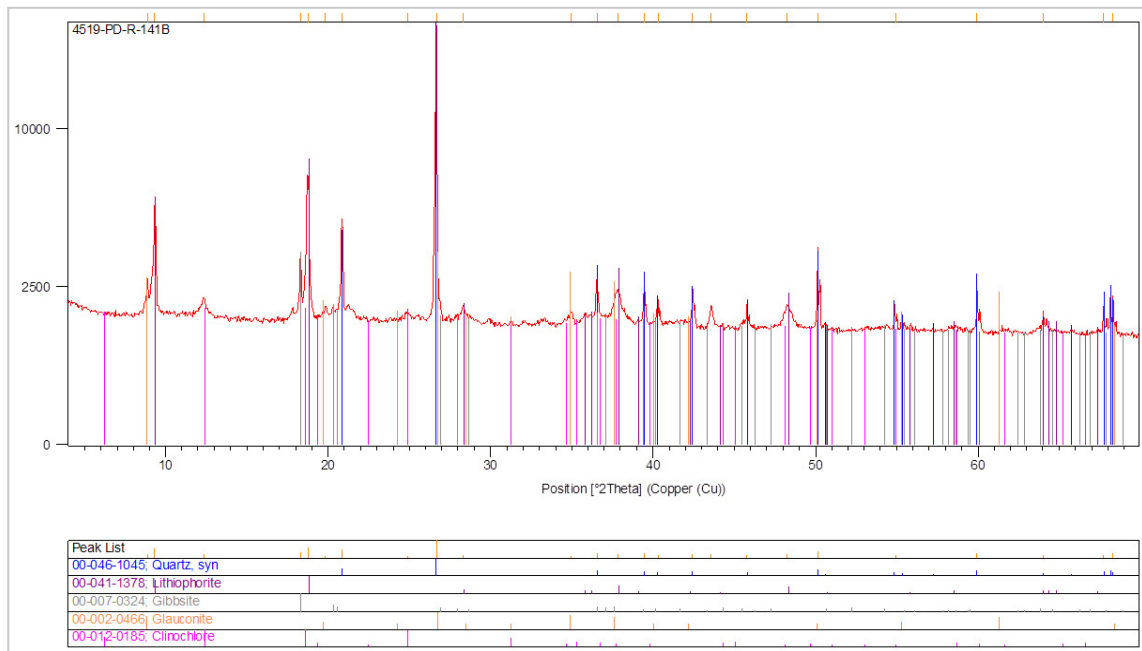
**Figura 3** - Difratoograma de raios-X (DRX) da amostra PD-140 com a identificação das fases predominantes litioforita, quartzo e glauconita. Fonte: elaborado pelos autores.

O outro indicio de manganês localiza-se em uma estrada de terra dentro da Fazenda Nossa Senhora da Aparecida (Figura 1), onde aflora um saprólito de gnaiss e, também, são identificados blocos e matacões pequenos de um granito leucocrático. O indicio de manganês nesse ponto refere-se ao veio de quartzo que corta o gnaiss e aflora ao longo da estrada de terra (Figura 4A). Esse veio apresenta es-

pessura centimétrica e se orienta segundo o azimute 125°. Além de conter cristais de quartzo bem formado, às vezes hialino, o veio é formado por uma massa preta constituída de óxido/hidróxido de manganês amorfo e, mais raramente, por agregados botrioidais, além de massa argilosa composta por illita/glauconita (Figura 4B, C e D). A massa preta foi caracterizada como litioforita por difração de raios-X (Figura 5).



**Figura 4** - A) Veio de quartzo aflorando no piso da estrada (PD-141); B) Amostra do veio de quartzo contendo hidróxido de Mn; C e D) Fotomicrografias da amostra do veio de quartzo ressaltando o aspecto euédrico dos cristais de quartzo e agregados laminados compostos por litioforita e glauconita. Fonte: elaborado pelos autores.



**Figura 5** - Difratogramas de raios-X (DRX) da amostra PD-141 com a identificação das fases predominantes: quartzo, litioforita, gibbsita e glauconita. Fonte: elaborado pelos autores.

## METODOLOGIA E ANÁLISES LITOQUÍMICAS

Análise química de elementos maiores, menores e traços, incluindo terras-raras (ETR), foi realizada em laboratório da SGS-Geosol. Os elementos maio-

res e menores foram analisados por fluorescência de raios-X pelos métodos XRF79C (fusão com metaborato de lítio) e XRF82MN (fusão com tetraborato de lítio e carbonato de lítio). Os elementos-traço, incluindo ETR, foram analisados por ICP-MS/ICP-OS, pelos méto-

dos IMS95A (fusão com metaborato de lítio), ICM40B (digestão multiácida) e ICM14B (digestão por água-régia). Os resultados estão disponíveis na Tabela 1.

As análises de difração de raios-X (Figuras 4 e 5) foram realizadas no Lamin-CPRM, no Rio de Janeiro, em difratômetro de raios-X, modelo X'PERT PRO MPD (PW 3040/60), da PANalytical, com goniômetro PW3050/60 (Theta/Theta) e com tubo de raios-X cerâmico de anodo de Cu ( $K\alpha_1$  1,5406 Å), modelo PW3373/00, foco fino longo, 2200W, 60kv. O detector utilizado é do tipo RTMS, Pixcel/1D. A identificação dos minerais é feita pela comparação do difratograma obtido com padrões (fichas) do banco de dados do ICDD-PDF (*International Center for Diffraction Data – Powder Diffraction File*).

A amostra PD-140 apresenta teor de manganês de 33%, de cobalto acima de 10.000 ppm e de lítio de 5777 ppm (Tabela 01), corroborando com a presença de litioforita na amostra. Os teores dos outros elementos maiores e menores podem ser vistos na Tabela 1, mas destaca-se, também, 3,63% de BaO, além de níquel de 7990 ppm, cobre 4212 ppm e zinco 4879 ppm (Tabela 1).

A amostra PD-141 apresenta teor de manganês de 15% e elevado de  $SiO_2$ , devido à presença de quartzo que compõe mais de 40% da amostra. Destaca-se nessa amostra os teores de cobalto de 7879 ppm, de lítio de 2004 ppm, e de níquel, zinco e cobre próximos dos 2000 ppm (Tabela 1).

**Tabela 1** - Teores dos principais óxidos e elementos traços das amostras que definem os indícios de Mn (Co-Li). Coluna da esquerda mostrando os métodos analíticos utilizados para cada elemento.

Método	Elemento	Teor	
		PD-140	PD-141
XRF79C e XRF82MN (%)	Mn	33,3	15,1
	$SiO_2$	4,8	58,1
	$Fe_2O_3$	1,2	6,1
	$K_2O$	0,5	0,5
	$Al_2O_3$	17,9	8,5
	BaO	3,6	0,9
	LOI	17,5	8,0
ICM40B (ppm)	Li	5775	2004
	Co	>10.000	7879
	Cu	4212	1780
	Ni	7990	2050
	Zn	4879	1715

## COMENTÁRIOS FINAIS

Os dados obtidos até o presente são insuficientes para se determinar a continuidade dos indícios de Mn (Co-Li). Na região são descritas diversas outras ocorrências de manganês, disponíveis no banco de dados do SGB-CPRM (<https://geoportal.sgb.gov.br/geosgb/>), entretanto as outras ocorrências de manganês visitadas apresentaram teores apenas de manganês sem associação com cobalto, lítio ou outro elemento importante. Apesar desses indícios relatados não apresentarem volume nem abrangência ampla, eles se destacam pelos teores anômalos de cobalto (>1%)

e lítio (0,2-0,5%). Outro ponto de destaque para esses indícios é a presença de litioforita como mineral de manganês e lítio, reconhecida nas análises de DRX.

## REFERÊNCIAS

TULLER, M. P.; RIBEIRO, J. H.; SIGMORELLI, N.; FÉBOLI, W. L.; PINHO, J. M. M. **Projeto Sete Lagoas - Abaeté**: estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: CPRM, 2010. Escala 1:100.000. Programa Geologia do Brasil - PGB. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/11135>. Acesso em: 22 ago. 2023.

## **INFORME TÉCNICO N° 20**

Brasília, agosto de 2023.  
ISSN: 2448-2242

Publicação on-line seriada  
Serviço Geológico do Brasil – CPRM  
Disponível em: [www.cprm.gov.br](http://www.cprm.gov.br)

**Serviço Geológico do Brasil – CPRM**  
SBN – Quadra 02 – Bloco H, Ed. Central Brasília, 1º andar  
Brasília - DF - Brasil  
CEP: 70040-904  
Telefone:(61) 2108-8400  
[www.sgb.gov.br](http://www.sgb.gov.br)  
contatos: [seus@cprm.gov.br](mailto:seus@cprm.gov.br)  
[marcelo.esteves@sgb.gov.br](mailto:marcelo.esteves@sgb.gov.br)

**Diretor de Geologia e Recursos Minerais**  
Francisco Valdir Silveira

**Corpo Editorial**  
Marcelo Esteves Almeida (Editor)  
Guilherme Ferreira da Silva

**Revisores**  
Evandro Luiz Klein  
João Henrique Larizzatti

**Normalização Bibliográfica**  
Isabel Ângela dos Santos Matos

**Diagramação**  
Marcelo Henrique Borges Leão

