



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA



TESE DE DOUTORADO

Construindo a Imagem Geológica do Quadrilátero Ferrífero:
Conceitos e Representações

AUTOR Maria Márcia Magela Machado

ORIENTAÇÃO Friedrich Ewald Renger

CO-ORIENTAÇÃO Carlos Maurício Noce

Nº 14

BELO HORIZONTE
DATA (17/02/2009)

Maria Márcia Magela Machado

Construindo a Imagem Geológica do Quadrilátero Ferrífero:
Conceitos e Representações

Tese de Doutorado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Geologia
do Instituto de Geociências da Universidade
Federal de Minas Gerais

Orientador: Friedrich Ewald Renger
Co-orientador: Carlos Maurício Noce

Belo Horizonte
Instituto de Geociências
2009

M149c
2009

Machado, Maria Márcia Magela.

Construindo a imagem geológica do Quadrilátero Ferrífero [manuscrito]: conceitos e representações / Maria Márcia Magela Machado. - 2009.

xi, 238 f. enc.: il. (color.).

Orientador: Friedrich Ewald Renger.

Co-orientador: Carlos Maurício Noce.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2009.

Bibliografia: f. 226-238.

1. Quadrilátero Ferrífero (MG) – Teses. 2. Geologia – História – Teses. 3. Ciência – História – Teses. 4. Minas e recursos minerais – Teses. 5. Cartografia – Teses. I. Renger, Friedrich Ewald. II. Noce, Carlos Maurício. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências. IV. Título.

CDU: 55

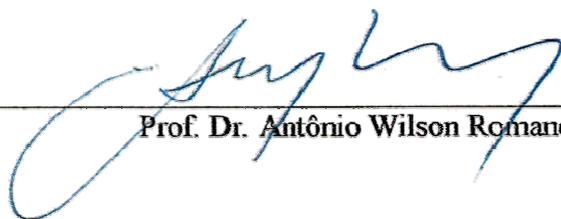
Tese defendida e aprovada, em 17 de fevereiro de 2009, pela Banca Examinadora constituída pelos professores:



Prof. Dr. Friedrich Ewald Renger - Orientador



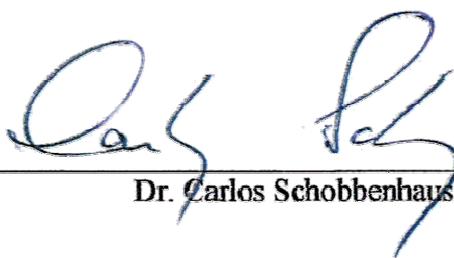
Prof. Dr. Carlos Mauricio Noce - Co-orientador



Prof. Dr. Antônio Wilson Romano



Prof. Dr. Fernando Flecha Alkmim



Dr. Carlos Schobbenhaus



Profa. Dra. Sílvia Fernanda de Mendonça Figueirôa

*À Maria Paula,
pela generosidade ímpar com que ouviu meus incontáveis...
“Não posso filha, preciso estudar.”*

*Aos meus pais, Vicente e Aparecida,
pelo amor infinito e pelos irmãos que tenho.*

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Friedrich Ewald Renger, por quem tenho profundo respeito, admiração e enorme gratidão, pela colaboração fundamental na elaboração deste trabalho, seja pela competente e atenciosa orientação seja pela disponibilização de fontes bibliográficas.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Carlos Maurício Noce, pelas sugestões valiosas.

Ao Departamento de Cartografia pelos dois anos de liberação das minhas atividades docentes para que eu pudesse me dedicar a este trabalho.

Ao Programa de pós-graduação em Geologia do Instituto de Geociências da UFMG pelo apoio logístico nos trabalhos de campo.

Aos professores do Programa de pós-graduação em Geologia, por me iniciarem na Geologia.

Aos colegas da pós-graduação pelo convívio gratificante, especialmente aos geólogos Úrsula Ruchkys e Victor Suckau.

Ao amigo Charles Rezende Freitas pelo apoio no processamento digital das imagens.

Aos meus familiares pelo suporte, especialmente na fase de conclusão deste trabalho.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para que este trabalho fosse realizado.

***“Minas est le coeur du Brésil.
Un coeur d’or dans une poitrine de fer.”***

Claude Henri Gorceix
(Conférence fait à la Société de Géographie
Commerciale de Paris, 18/11/1890)

Sumário

		Página
Introdução		1
Capítulo 1	A lavra empírica no ciclo do ouro	9
	1.1 A busca pela prata que terminou em ouro	10
	1.2 Os modos de minerar e beneficiar	21
Capítulo 2	Memórias Geológicas de ilustrados luso-brasileiros	32
	2.1 Diretrizes da ilustração portuguesa	34
	2.2 As teorias da História Natural da Terra nos textos de José Vieira Couto	44
	2.3 As formações geológicas da Serra da Piedade e adjacências por José de Sá Bittencourt Câmara Accioli	54
Capítulo 3	O olhar diferenciado do Barão de Eschwege	60
	3.1 Os reflexos da chegada da família real	62
	3.2 A teoria geognóstica do Barão	66
	3.3 O Quadro Geognóstico do Quadrilátero por Eschwege	81
Capítulo 4	As observações geológicas dos naturalistas estrangeiros	103
	4.1 O cenário brasileiro pós-independência	110
	4.2 Alguns registros da geologia do Quadrilátero	112
	4.3 O Quadrilátero por Helmreichen	127
	4.4 O Quadrilátero por Pissis	135
	4.5 O Quadrilátero por Claussen	141
Capítulo 5	Um passo à frente no entendimento da estratigrafia do Quadrilátero	148
	5.1 A trajetória de institucionalização da ciência Geologia no Brasil no último quartel do século XIX	149
	5.2 A visão de Gorceix	157
	5.3 A visão de Derby	161
Capítulo 6	Geologia econômica: a era do manganês e do ferro	166
	6.1 Publicidade e interesse	167
	6.2 O ressurgimento da ciência aplicada	173
	6.3 Linhas gerais dos avanços	176
	6.3.1 Contribuições de estrangeiros	176
	6.3.2 Aportes de uma geração de brasileiros	186
	6.4 A origem do termo Quadrilátero Ferrífero	196

	Página
Capítulo 7	A imagem geológica do Quadrilátero Ferrífero 199
7.1	A política do governo Vargas 199
7.2	O Convênio DNPM/USGS 200
7.3	A nova compreensão da Geologia Regional do Quadrilátero 206
Conclusões e Considerações Finais	219
Bibliografia	226

Lista das Figuras

Figura		Página
Capítulo 1	A lavra empírica no ciclo do ouro	9
1.1	Mapa com o <i>Roteiro de todos os sinais, conhecimentos ...que há na costa do Brasil...</i> atribuído a Luís Teixeira, ca. 1585 (Biblioteca da Ajuda, Lisboa, cópia do acervo do Museu de Ouro de Sabará, fotografia Tibério França)	11
1.2	<i>Americæ Peruvi aque ita ut postremum detecta traditur recens delineatio In: Speculum orbis terrarum, Antwerpen</i> (Gerard de Jode, 1578)	12
1.3	Trecho do <i>Mapa da maior parte da costa e sertão do Brazil, extraído do original do Pe. Cocleo</i> (AHEx, RJ)	19
1.4	Detalhe da concentração de vilas e arraiais em torno das minas de ouro em um dos mapas do conjunto atribuído aos padres Matemáticos Diogo Soares e Domingos Capassi, 1734/35 (AHU, Lisboa)	20
1.5	Desenho esquemático dos cercos, construídos com paus e barro, e de suas respectivas áreas de catas no leito do rio (Antonil, 1711, ed. 1997:189).	23
1.6	<i>Modo que se extrai ouro no Rio das Velhas e nas mais partes que à Rios</i> (Autor anônimo, ca. 1780. IEB – USP, Coleção Almeida Prado, cód. 23 – Folha 18)	23
1.7	Ilustração do modo de minerar ouro empregado pelos lusitanos através da abertura de canais na encosta da montanha e desmonte por ação da água (Agrícola, 1566, ed. 1950:347)	26
1.8	Os mundéos em alvenaria na encosta da montanha (Desenho de Eschwege, 1833)	28
1.9	Canoas para lavagem de cascalho aurífero (Desenho de Eschwege, 1833)	30
1.10	<i>Lavage du minerai d'or près de la montagne Itacolumi</i> (Malerische Reise, ca. 1824, in: Rugendas, 1835, ed. 1998)	30
Capítulo 2	Memórias Geológicas de ilustrados luso-brasileiros	32
2.1	Arrecadação de Quintos de Ouro de Minas Gerais 1697-1820 (Renger, 2006)	32
2.2	Folha de rosto das <i>Breves Instruções</i> publicada pela Academia Real de Ciências de Lisboa, 1781 (BN Lisboa In: http://purl.pt/720)	38
2.3	Carta da Nova Lorena Diamantina, com detalhe da legenda (Villas Boas, 1801- AHU, n.269/1179)	53

Figura	Página
2.4 <i>Mapa da Comarca de Sabará</i> , levantado por Bernardo José da Gama (Henderson J. A History of Brazil... Londres, 1821, in: BN Lisboa)	56
Capítulo 3	
O olhar diferenciado do Barão de Eschwege	60
3.1 Wilhelm Ludwig von Eschwege (1777-1835) (B N Lisboa)	61
3.2 Folhas de apresentação da publicação original do <i>Jornal do Brasil</i> (Eschwege, 1818)	66
3.3 Parte do <i>Mapa da viagem à tribo dos índios coroados</i> (Eschwege, 1818)	68
3.4 Folha de Rosto das <i>Instruções para os Mineiros e Officiaes...</i> (Eschwege, 1821)	69
3.5 Seção da Scheibenberg por Richard Beck, 1918 (<i>Abraham Gottlob Werner</i> , Berlim in: Adams, 1938:218)	71
3.6 Croquis da estrutura colunar pentagonal do basalto (Eschwege, 1821:33)	72
3.7 <i>Tableau des Formations observées dans les deux Hémisphères par Alexandre de Humboldt, 1822</i> (Ms. do Fundo Eschwege, Arq. Est. de Marburg/Hessen)	74
3.8 Folhas de rosto das publicações originais de <i>Quadro geognóstico do Brasil</i> (1822) e <i>Contribuições para a geognóstica do Brasil</i> (1832)	76
3.9 Roteiro da Estrada Real, Caminho Novo, com os pousos relacionados por Eschwege em sua primeira viagem do Rio de Janeiro a Vila Rica, 1811 (Imagens LANDSAT TM, montagem Charles Rezende Freitas, Laboratório de Geoprocessamento-IGC-UFMG)	83
3.10 <i>Carta petrográfica e orográfica com um perfil das diferentes rochas, e alturas sobre o nível do mar fundadas em observações geognósticas e medições barométricas, feitas na derrota do Rio de Janeiro para Vila Rica</i> (Eschwege, 1818 ed. 2002)	84
3.11 Detalhe do trecho entre Queluz e Vila Rica da <i>Carta petrográfica e orográfica com um perfil das diferentes rochas...</i> (Eschwege, 1818 ed. 2002)	86
3.12 Perfis geológicos no Quadrilátero Ferrífero mostrando o posicionamento das camadas (Eschwege, 1822, ed.2005:109)	89

Figura	Página
3.13 <i>Carta Petrográfica com um perfil geológico de NE para SW bem como o mergulho geral para SE, observados em repetidas viagens do Rio de Janeiro até a nova divisa de Goiás</i> (Eschwege, 1832, ed. 1930)	91
3.14 Detalhe da região do QF na <i>Carta Petrográfica com um perfil geológico...</i> (Eschwege 1832, ed.1930)	92
3.15 Seção Geológica da Thuringia (Lehmann, 1756)	93
3.16 Visualização da região do QF com destaque para a Serra da Boa Morte, extremidade sul da Serra da Moeda, e para a Serra de Ouro Branco (Morro de Deus te Livre) (Imagem LANDSAT TM – Lab. de Geoprocessamento, IGC-UFMG)	94
3.17 Vista parcial da encosta leste da Serra da Boa Morte ao fundo da cidade de Congonhas do Campo (Foto: M ^a Márcia Machado, 2008)	94
3.18 Vista da Serra de Ouro Branco, citada por Eschwege como Morro do Deus te Livre (Foto: M ^a Márcia Machado, 2008)	95
3.19 Vista do vale do Paraopeba entre a Serra da Moeda, ponto de observação, e a Serra de Ouro Branco (Morro de Deus te Livre) em destaque mais ao fundo (Foto: M ^a Márcia Machado, 2008)	95
3.20 Parte do mapa geológico do Quadrilátero Ferrífero (Dardenne & Shobbenhaus, 2003)	96
3.21 Vista do Pico do Itacolomi junto a Ouro Preto (Foto: M ^a Márcia Machado, 2008)	97
3.22 Vista do Quadrilátero de leste para oeste (Imagem LANDSAT TM – Lab. de Geoprocessamento, IGC-UFMG)	98
3.23 Vista do Quadrilátero do sul para o norte (Imagem LANDSAT TM – Lab. de Geoprocessamento, IGC-UFMG)	98
3.24 Vista da parte oeste do Quadrilátero com destaque para o Fecho do Funil, passagem do Rio Paraopeba pela Serra do Curral, e para os Complexos do Bonfim e Bação (Imagem LANDSAT TM – Lab. de Geoprocessamento, IGC-UFMG)	100
3.25 Principais estruturas geológicas do Quadrilátero Ferrífero (Imagem LANDSAT TM – Lab. de Geoprocessamento, IGC-UFMG)	101

Figura	Página
3.26 A morfologia dos terrenos da área central de Minas Gerais segundo Eschwege, 1833	102
Capítulo 4	103
As observações geológicas dos naturalistas estrangeiros	
4.1 <i>Golpe de vista geológico do Brasil e de algumas partes centrais da América do Sul</i> (Foetterle, 1854)	104
4.2 Detalhe do Mapa <i>Golpe de vista geológico do Brasil e de algumas partes centrais da América do Sul</i> , onde se observa uma relação das “autoridades” cujas obras embasaram sua confecção (Foetterle, 1854)	105
4.3 Detalhe do Mapa <i>Golpe de vista geológico do Brasil e de algumas partes centrais da América do Sul</i> onde se observa os “nomes dos Naturalistas que tem viajado no Brazil e escripto sobre elle” (Foetterle, 1854)	106
4.4 Detalhe da legenda das formações do Mapa <i>Golpe de vista geológico do Brasil e de algumas partes centrais da América do Sul</i> (Foetterle, 1854)	107
4.5 Detalhe da região do Quadrilátero Ferrífero e Serra do Espinhaço no Mapa <i>Golpe de vista geológico do Brasil e de algumas partes centrais da América do Sul</i> (Foetterle, 1854)	108
4.6 <i>América do Sul</i> (Foetterle, 1856, Manuscrito do Serviço Geológico da Áustria)	109
4.7 Vista da mina de topázio do Capão nas proximidades de Vila Rica (Mawe, 1812)	113
4.8 Vista atual da mina de topázio do Capão do Lana, distrito de Rodrigo Silva, Ouro Preto/MG (Foto: M ^a Márcia Machado, 2008)	113
4.9 Mapa dos roteiros de Natterer (vermelho) e Pohl (azul) pelo Brasil. Em detalhe o itinerário percorrido por Pohl no Quadrilátero (Riede e Dorn, 1999)	115
4.10 Vista da cidade de Ouro Preto a partir do sul (Rugendas, 1824)	118
4.11 Perfil geral das formações da Província de Minas Gerais no Brasil (Herve, 1840)	115
4.12 Detalhe do Pico do Itacolomi, Ouro Preto (Foto: M ^a Márcia Machado, 2008)	120
4.13 Confluência dos Rios Sabará e das Velhas, em primeiro plano, com a cidade de Sabará ao fundo (Rugendas, 1824)	121

Figura	Página	
4.14	Mapa dos cursos do Rio das Velhas, desde a cidade de Sabará, e do alto São Francisco, até a confluência dos mesmos (Liais, 1865)	122
4.15	<i>Planta topographica de Ouro Preto</i> (Gerber, 1863)	125
4.16	Detalhe em planta das estratificações cruzadas do Itacolomito (Helmreichen, 1846, ed. 2002)	128
4.17	Mapa mostrando os trajetos de Helmreichen que deram origem aos perfis geológicos (Helmreichen, 1846, ed. 2002)	129
4.18	Trecho do <i>Perfil geológico entre o Rio de Janeiro e o comércio no Rio Santo Antônio no sertão do São Francisco</i> quando o traçado entra na atual área do Quadrilátero Ferrífero pelo sul, próximo ao município de Congonhas (Helmreichen, 1846)	130
4.19	Parte da legenda do <i>Perfil geológico entre o Rio de Janeiro e um comércio no Rio Santo Antônio no sertão do São Francisco</i> referente às formações da atual área do Quadrilátero Ferrífero (Helmreichen, 1846)	131
4.20	Trecho do <i>Perfil geológico entre o Rio de Janeiro e um comércio no Rio Santo Antônio no sertão do São Francisco</i> (Helmreichen, 1846)	132
4.21	Esboço geológico do Quadrilátero Ferrífero elaborado por Helmreichen ca. 1842 (Academia de Ciências de Viena)	134
4.22	<i>Esquisse Geognosique du Terrain Aurifere de Minas Geraes</i> (Pissis, 1848)	137
4.23	Detalhe da representação dos mergulhos das camadas na região de Ouro Preto no <i>Esquisse Geognosique du Terrain Aurifere de Minas Geraes</i> (Pissis, 1848)	138
4.24	<i>Coupe du sud au Nord depuis le pic de l'Itacolomi jusqu'á Antônio Pereira</i> (Pissis, 1848)	139
4.25	<i>Carte Géologique, d'une partie de la Province Minas Geraes au Brésil par P. Claussen de l'Institut Brésilien</i> (Claussen, 1941, IHGB)	142
4.26	Corte do terreno entre Antônio Pereira e Ouro Preto (Claussen, 1841)	143
4.27	Corte para mostrar a superposição das rochas na Província de Minas Gerais, nos arredores de Sabará (Claussen, 1841)	143
4.28	Detalhe da área do Quadrilátero no <i>Novo Mapa da Capitania de Minas Gerais</i> de Eschwege, 1833	145
4.29	Detalhe da área do Quadrilátero na <i>Carta da província brasileira de Minas Gerais</i> de Halfeld e Wagner, 1862	146

Figura		Página
4.30	Detalhe da área do Quadrilátero no mapa topográfico de Gerber, 1862	147
Capítulo 5	Um passo à frente no entendimento da estratigrafia do Quadrilátero	148
5.1	Detalhe da região do Quadrilátero Ferrífero e legenda de seus terrenos no Mapa Geológico do Brasil de Branner, 1919	153
5.2	Mapa esquemático da região a leste do Rio São Francisco (Derby, 1906:377)	164
Capítulo 6	Geologia econômica: a era do manganês e do ferro	160
6.1	Mapa das minerações de ouro em Minas Gerais, com a localização dos depósitos de manganês (Scott, 1903)	168
6.2	Mapa de localização da região ferrífera de Minas Gerais em relação ao litoral e dos meios de comunicação entre estas duas regiões (Derby, 1910:815)	171
6.3	Mapa do distrito Ferrífero de Minas Gerais com a localização dos maciços de minério de ferro (Derby, 1910:816)	172
6.4	Vista a partir da Serra da Moeda para leste com o Pico de Itabirito ao fundo (Foto: M ^a Márcia Machado, 2008)	179
6.5	Mapa geológico da área central de Minas Gerais (Harder & Chamberlin, 1915)	180
6.6	Região do Quadrilátero Ferrífero no mapa geológico de Minas Gerais de Freyberg e respectiva legenda (Freyberg, 1932)	182
6.7	Perfis esquemáticos com as representações das hipóteses de sinclinal, série “a”, proposta por Rolff e de cavalgamento, série “b”, proposta por Brajnikov (Brajnikov, 1949:11)	185
6.8	Seção geológica entre Belo Horizonte e Rio Acima detalhando a estrutura das camadas da Série Minas sobre o complexo cristalino (Guimarães, 1951)	188
6.9	Seção geológica transversal do Pico do Itacolomi por Djalma Guimarães (Oliveira e Leonardos, 1943:139)	188
6.10	Corte Geológico entre a Serra da Moeda e Serra do Caraça por Djalma Guimarães modificado de Oliveira (Guimarães, 1951)	189
6.11	Mapa Geológico das Bacias do Alto Rio das Velhas e Paraopeba por Djalma Guimarães e Octávio Barbosa (Guimarães:1951)	190

Figura		Página
6.12	Reconstituição esquemática dos antigos maciços siálicos constituintes do escudo brasileiro segundo Djalma Guimarães (1951)	192
6.13	Mapa do Craton São Francisco com a localização do Quadrilátero Ferrífero (Alkmim & Marshak, 1998)	192
6.14	Seção geológica em Camargos, região de Ouro Preto (Lacourt, 1935)	193
6.15	Mapa Geológico da Folha de Ouro Preto (Lacourt, 1928, ed. 1935)	194
6.16	Quadro comparativo das colunas estratigráficas propostas para o centro de Minas Gerais entre 1882 e 1946 (Barbosa, 1949:13)	195
Capítulo 7	A imagem geológica do Quadrilátero Ferrífero	199
7.1	Mapa índice inicial do Quadrilátero Ferrífero mostrando a localização, nome da quadrícula e do geólogo responsável pelo mapeamento (Dorr et al., 1959)	202
7.2	<i>Mapa geológico do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais – Brasil (Provisório)</i> (DNPM/USGS, 1959)	203
7.3	Mapa índice final do Quadrilátero Ferrífero mostrando a localização, nome da quadrícula e do geólogo responsável pelo mapeamento (Dorr et al., 1969)	204
7.4	Esboço cartográfico do Quadrilátero Ferrífero mostrando o contato aproximado da Série Minas com rochas mais antigas (Rynearson et al., 1954)	207
7.5	Fotografia aérea mostrando as camadas da Série Minas em contato com as camadas truncadas de uma outra formação mais antiga no flanco ocidental da parte meridional da Serra da Moeda (Rynearson et al., 1954)	208
7.6	Coluna estratigráfica do Quadrilátero Ferrífero USGS/DNPM (1957)	211
7.7	Coluna Estratigráfica das rochas pré-cambrianas do Quadrilátero Ferrífero apresentada pela equipe de geólogos do Convênio DNPM/USGS em 1959	214
7.8	Coluna estratigráfica do Quadrilátero Ferrífero (Dorr, 1969)	217
7.9	<i>Mapa Geológico e Seções do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais – Brasil</i> (Dorr, 1963, a partir do mapeamento do DNPS/USGS, 1946-1962)	218

RESUMO

Na passagem século XVIII para o XIX, surgiram os primeiros trabalhos científicos apresentando noções da geologia da porção centro-sudeste do estado de Minas Gerais, a partir daí esta área foi se consolidando como objeto de pesquisas geológicas. Passado pouco mais de um século, ficou conhecida mundialmente como uma das maiores províncias minerais do planeta. Em meados do século XX a área passou a ser designada Quadrilátero Ferrífero. Esta é a nossa área de estudo e, a proposta, a construção da trajetória de evolução de seus conceitos geológicos e representações gráficas correspondentes. A opção de trabalhar com o Quadrilátero Ferrífero se fundamentou, basicamente, na ampla bibliografia disponível que compreende uma extensa série histórica, incluindo os primeiros croquis e mapas geológicos do território brasileiro, condição essencial à realização desse estudo. A abordagem escolhida para análise encontra-se na interseção da ciência com a história econômica, política e cultural. Procurou-se captar a ambiência científica de cada uma das contribuições ao entendimento da geologia do Quadrilátero ao longo dos tempos, identificando suas bases epistemológicas e metodológicas, assim como os acontecimentos que de alguma forma se refletiram no processo estudado. O pragmatismo do movimento ilustrado português é a marca das primeiras contribuições, as pesquisas visavam ampliar e diversificar a exploração de recursos naturais. Uma nova etapa, com esta mesma perspectiva utilitarista, foi iniciada com a transferência da sede do império português para o Rio de Janeiro e a conseqüente vinda do Barão Wilhelm Ludwig von Eschwege. Em linhas gerais, Eschwege delineou o sistema orográfico da região e propôs uma ordenação estratigráfica para seus terrenos com quatro divisões nos moldes da escola netunista werneriana. Com ele surgem as primeiras representações gráficas da geologia da área. A primeira metade do século XIX é caracterizada ainda pelas observações geológicas de naturalistas estrangeiros, destacadamente Peter Claussen e Aimé Pissis, e do geólogo e engenheiro de minas Virgil von Helmreichen. Além do detalhamento das formações, produziram os primeiros mapas geológicos regionais do Quadrilátero e as primeiras representações de estruturas dobradas. O processo de institucionalização, no Brasil, da ciência Geologia marca a segunda metade do século XIX. Advindo desse contexto há um avanço no entendimento da estratigrafia proporcionado, principalmente, por Henri Gorceix e Orville Derby. A geologia econômica é a tônica do século XX. Nesse período, distinguimos duas fases no avanço do conhecimento da geologia do Quadrilátero: a primeira gira em torno da descoberta das enormes reservas de manganês e ferro e a segunda, conseqüência da anterior, propiciada pelo convênio entre o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e o *United States Geological Survey* (USGS). O resultado final foi um conjunto de 42 mapas geológicos na escala 1:25.000 acompanhados de relatórios. O Trabalho foi sintetizado por John Van N. Dorr II, chefe da equipe, num relatório sobre a geologia regional do Quadrilátero com a apresentação da coluna estratigráfica e um mapa simplificado na escala 1:150.000, tomado desde então como a imagem geológica do Quadrilátero Ferrífero.

ABSTRACT

The turn of the eighteenth century witnessed the production of the first scientific works on the notions of geology in the center-southern region of the state of Minas Gerais. From then onwards, this area has been the object of scientific research. After over a century, it became known worldwide as one of the world's largest mineral province and in the mid-twentieth century, it was denominated the Quadrilátero Ferrífero. This area is the object of our study which aims to track the course of evolution of its correspondent geological concepts and graphic representations. The Quadrilátero Ferrífero region was chosen to be studied mainly due to the extensive bibliography available comprised of comprehensive historic data, including the first geological sketches and maps of the Brazilian territory, an essential condition to accomplish this study. The adopted approach to the analysis is in the intersection of science with economic, political and cultural history. We aim to depict the scientific environment of each one of these contributions and their role in the understanding of the geology of the Quadrilátero Ferrífero throughout time, identifying their epistemological and methodological bases as well as the aspects that have influenced the process studied. The pragmatism of the Portuguese Enlightenment is a characteristic of the first reports and the research aimed to expand and diversify the exploitation of natural resources. A new stage with this very utilitarian viewpoint started when the headquarters of the Portuguese empire was transferred to Rio de Janeiro and the consequent arrival of the Baron Wilhelm Ludwig von Eschwege. He outlined the region's orographic system and proposed a stratigraphic ordering of its terrain with four units according to Werner's Neptunism theory. Eschwege also produced the first graphic representations of the geology of area. The first half of the nineteenth century is also characterized by geological observations made by foreign naturalists, mainly by Peter Claussen and Aimé Pissis, and the geologist and mining engineer Virgil von Helmreichen. In addition to detailing the formations, they produced not only the first geological maps of the Quadrilátero Ferrífero region but also the first representations of folded structures. In Brazil, the institutionalization process of Geology as science takes place in the second half of the nineteenth century. Within this context, progress was made in the understanding of stratigraphy promoted mainly by Henri Gorceix and Orville Derby. The economic geology is the keynote of the twentieth century. During this period, we identify two stages in the development of knowledge of Quadrilátero Ferrífero geology: the first is comprised of the discovery of large manganese and iron ore deposits and the second stage, a consequence of the first, was feasible due to the agreement between the National Department of Mineral Production (DNPM) and the U.S. Geological Survey. The outcome was a set of 42 geological maps in the 1:25.000 scale followed by reports. John Van N. Dorr II, the head of the team, has summarized the work in a report on the regional geology of the Quadrilátero Ferrífero that includes the presentation of the stratigraphic column and a simplified map in the scale 1:150.000, which since then has been recognized as the Quadrilátero Ferrífero geological image.

INTRODUÇÃO

Ao iniciar um trabalho científico, deve-se antes de tudo, situar sua origem e seus objetivos principais. Portanto, parece bastante lícito, começar por colocar que a primeira meta foi o descobrimento da ciência Geologia. Esta descoberta se impôs como uma necessidade pelo fato de não sermos geóloga e pretendermos fazer uma reflexão sobre a construção desse conhecimento tão particular que diz respeito aos processos formadores do nosso planeta e sua evolução no tempo. O objeto deste trabalho é o Quadrilátero Ferrífero e, a proposta, a construção da trajetória de evolução de seus conceitos geológicos e respectivas representações gráficas. Notadamente a cartografia é uma forma eficiente de comunicação desses conceitos e há muito vem sendo utilizada com tal finalidade.

A opção de trabalhar com o Quadrilátero se fundamentou, principalmente, na ampla bibliografia disponível que compreende uma extensa série histórica, condição essencial à realização desse estudo, e no fato de ter sido o alvo dos primeiros croquis e mapas geológicos dentro do extenso território brasileiro. Estas representações, inclusive, revelam mais do que feições geológicas. Elas são produtos de uma circunstância histórica, portanto são imagens tanto do estado da arte da geologia como da própria cartografia geológica.

Quando alguém relata um episódio ou discorre sobre um assunto do qual o interlocutor tem pouco ou nenhum conhecimento é comum ouvir: não entendi, recomece, por favor. E qual seria o começo num processo de formação de conhecimento, ou poderíamos dizer de iniciação. É num texto do professor inglês R.S. Peters¹ que Catani et al. (2000) encontraram explicitada a idéia do processo educacional como um processo de iniciação e relatam como o autor entende que ele se desenvolve.

“Pensa o autor que iniciar alguém numa dada área de conhecimento é, antes de tudo, familiarizá-lo com as regras que organizam esse conhecimento, com a linguagem e com os argumentos que lhe são próprios”. (Catani et al., 2000:154)

Assim, nossa iniciação em Geologia passou pelo contato com suas especificidades enquanto uma ciência da natureza com noções de espaço e tempo peculiares, suas teorias, leis, métodos,

¹ Peters R.S. 1979. Educação como iniciação. In: Archambault R.D. (org.) *Educação e análise filosófica*. São Paulo: Saraiva, p.101-130.

conceitos, terminologia e, imperativamente, pela absorção da magnitude do tempo geológico. As disciplinas cursadas e o trabalho conjunto com meu orientador foram profícuos neste sentido.

Quanto à construção do conhecimento geológico, propriamente dito, Paraizo (2004) fez um trabalho de reflexão epistemológica a partir de uma análise crítica sobre seu objeto que ele define como “um conhecimento acerca dos processos formadores do nosso planeta e de sua evolução no tempo”. Segundo o autor, a compreensão desses processos torna a Geologia uma ciência da natureza, mas três aspectos a singularizam. O primeiro é que o desenvolvimento dos processos geológicos, físicos e/ou químicos, abrange e entrelaça diferentes escalas, indo da abrangência planetária à local, microscópica, numa complexa cadeia causal. A segunda característica a ser considerada refere-se à questão do tempo que também apresenta a variabilidade de escala presente no domínio do espaço, os eventos tanto podem ser instantâneos como levar milhões de anos. Além disso, permite a ordenação, elemento crucial na elucidação do processo de construção do conhecimento.

“A terceira característica importante desses processos é que, como consequência das escalas de espaço e tempo, eles se deram de forma aberta, ou seja, não ocorreram em sistemas isolados, mas em sistemas cujas partes estavam sob a liberdade de interagirem entre si, o que faz aparecer no fenômeno uma enorme rede de relações causais”. (Paraizo, 2004:13)

Como consequência, seus fenômenos são complexos² e carecem de análise não reducionista, devem ser examinados no contexto de um todo mais amplo. O autor introduz ainda uma reflexão da Geologia como uma ciência histórica na medida em que trata da reconstrução evolutiva dos processos. Portanto, em função do enorme número de variáveis que intervêm no processo atuando em diferentes escalas de espaço, tempo e intensidade num sistema dinâmico aberto, os mesmos dificilmente são reproduzíveis. Além do fato de serem, em grande parte, ocultos ou pelo tempo ou pela posição espacial.

Depois de colocar toda a problemática advinda das dificuldades impostas pelas particularidades e complexidade do objeto da Geologia, o autor aponta que na construção desse conhecimento não se pode abster dos pressupostos do empirismo, uma vez que é imprescindível a observação de elementos para a apreensão de informações através dos sentidos, nem tão pouco da razão, porque ela é responsável pela elaboração teórica e conceitual.

² O autor trata a complexidade no âmbito da Teoria Geral dos Sistemas. Esta teoria surgiu no século XX a partir da percepção da existência de fenômenos que não se comportam como uma superposição de suas partes. Contrapõe o método analítico de Descartes onde, invariavelmente, a compreensão do todo pode ser obtida através do entendimento das partes. Um sistema complexo, ou não linear, não pode ser analisado ou separado em um conjunto de elementos independentes sem ser destruído, seus componentes estão, de algum modo, interligados se influenciando mutuamente na formação do todo.

“É em função de tais características que somos levados a concluir que a elaboração do conhecimento deve se dar de forma dialogada, ou seja, deverá existir um terreno móvel, mescla das etapas da razão e da experiência, na qual está assentada a construção do conhecimento geológico”. (Paraizo, 2004:24)

Pode-se entender com clareza a necessidade desta abordagem dualista e identificá-la no *modus operandi* do geólogo, seu movimento oscilatório entre prática e teoria, campo e gabinete, do conhecimento sensível ao lógico. E Paraizo argumenta que entre os dados fragmentados apreendidos através dos sentidos e sua explicação, há um espaço que é preenchido, na prática da Geologia, por uma atividade de interpretação. Ela se fundamenta tanto nos dados esparsos como num conjunto de conhecimentos consolidados, uma espécie de conhecimento prévio do investigador, relativo ou que guarda relação com o objeto investigado. Esse processo de interpretação que estabelece a dialetização entre a sensação e a razão, segundo Paraizo, representa a etapa de construção do conhecimento, isto é, a interpretação é a construção do modelo de representação do conhecimento.

Carneiro et al. (1993), acreditando ser ineficiente repassar aos alunos os conceitos de “teoria” e “prática” e suas interdependências a partir de definições, buscaram uma alternativa. Fizeram uma adaptação livre de um texto de Mao Tse Tung adicionando-lhe exemplos de Geologia. Na adaptação, a trama da prática e teoria na Geologia é construída definindo a natureza de seu conhecimento como aquele que se inicia a partir do apreendido do mundo real pelos nossos órgãos dos sentidos. “Tomemos, por exemplo, um grupo de geólogos que pela primeira vez investiga uma região desconhecida: sua atividade, a princípio, restringe-se a observar as feições isoladas, os tipos de materiais presentes, as configurações...” Inicialmente são distinguidos apenas aspectos exteriores, não se capta a essência, não há possibilidade de dedução ou conclusão lógica. Este estágio inicial é definido como o grau das sensações e representações; essas últimas construídas a partir das primeiras e, logicamente, embasadas conceitualmente em experiências próprias anteriores. A continuidade da observação provoca o salto para o segundo grau, os dados obtidos pelas sensações são sintetizados, há ordenação e elaboração, é o grau dos conceitos, dos juízos e das deduções. Neste estágio são incorporados os dados da experiência indireta, aqueles obtidos pela experiência de outras pessoas. O conhecimento consiste então na elevação da sensação ao pensamento, numa elucidação progressiva do fenômeno até a construção de uma teoria, mas isto é apenas um ciclo. O conhecimento tem função ativa, deve-se voltar à prática para verificação e, dela, novamente à teoria e assim sucessivamente. Numa repetição cíclica, as teorias vão sendo testadas, reavaliadas, modificadas ou substituídas por novas formulações. O que não quer dizer que uma teoria não possa ser reconhecida como verdadeira, e o processo considerado terminado.

“Contudo, de um modo geral, é extremamente raro que as teorias elaboradas pelos homens se realizem sem sofrer a mínima alteração. Isto porque as pessoas que trabalham sobre a realidade encontram-se geralmente condicionadas por múltiplas limitações. Elas encontram-se limitadas não somente pelas condições técnicas e científicas, mas pelo próprio grau de desenvolvimento do processo que estão estudando e pelo grau em que se manifesta”. (Carneiro et al.:341)

Estes autores não individualizam um espaço entre a teoria e a prática como Paraizo que, inclusive, o identifica como a atividade racional de interpretação. Para eles os conhecimentos, sensível e racional, são distintos, mas não separados. Entretanto, não se pode concluir que estas abordagens de construção do conhecimento sejam distintas. O cerne é o mesmo, há um movimento entre essas duas instâncias num processo único de conhecimento.

Tanto Paraizo quanto Carneiro et al. se apóiam em Teorias do Conhecimento. Na verdade, a preocupação com a construção do conhecimento remonta à Antiguidade. Os filósofos gregos já haviam estabelecido a diferença entre conhecimento sensível e conhecimento intelectual, entre aparência e essência e regras da lógica para se chegar à verdade. A questão da repetição cíclica já aparece em Aristóteles na medida em que para ele no conhecimento, a sensibilidade (sensação, memória e imaginação) atualiza a potencialidade da razão, isto é, faz a razão pensar; mas também a razão atualiza a sensibilidade, pois é ela que descobre os inteligíveis no sensível, de modo que, para começar a pensar, a razão precisa do ato da sensibilidade, mas a sensibilidade, para continuar atual precisa do ato da razão, havendo uma reciprocidade entre elas.

Não foi meu propósito discutir epistemologia, para isso seria necessário passar pelo racionalismo clássico de Descartes, Leibniz e Spinoza, pelo ceticismo empirista de Bacon, Locke e Hume, pelo positivismo de Comte, pelo Programa Crítico de Kant, pelo positivismo lógico do círculo de Viena, além de várias outras correntes. Por exemplo, especificamente os avanços e recuos das idéias na produção do conhecimento remetem às teorias de Bachelard e Foucault. Obviamente, não só a tese seria outra como o seu *locus* também.

Mas interessa voltar o olhar para a epistemologia contemporânea, especialmente para o impacto causado pela obra de Thomas Kuhn, *A Estrutura das Revoluções Científicas*, publicada em 1962. “O objetivo primeiro do livro era o de fornecer um quadro convincente de como se desenvolvem as ciências naturais” (Assis, 1993:2), entretanto seu alcance foi muito além. É importante destacar a admissão, em determinado estágio de desenvolvimento científico no modelo proposto por Kuhn, da coexistência de teorias rivais, ou competidores, para explicar o mesmo fenômeno. Fruto de escolas distintas, partidárias de conjuntos diferentes de fundamentos, estas teorias vão ser debatidas até que uma delas consiga se impor e passe a ser a base dos estudos naquele

determinado campo³. Mas o grande impacto causado pela obra de Kuhn adveio da admissão de interação entre a prática da ciência e mecanismos sociais. Foi então aberto um espaço para uma revisão do conceito de ciência a partir da argumentação da existência de caracteres sociais e históricos em contraposição à neutralidade e universalidade.

Com esta perspectiva a historiografia da ciência ganhou um novo fôlego. Basicamente restrita, até então, a relatos cronológicos de grandes feitos e seus personagens, os estudos sobre a história das ciências ganharam contextualização no espaço e no tempo, passando a considerar o meio cultural, social, político e econômico onde estão inseridas tanto suas práticas como seus praticantes.

“O trabalho de Kuhn alcançou o mérito fundamental de apontar a relação inextricável de fatores científicos e extra científicos na própria formulação e validação de conhecimento científico, abrindo uma linha de investigação bastante profícua que permitiu que à História da Ciência viessem associar-se outras disciplinas (como a Psicologia, a Sociologia, a Antropologia, etc.)”. (Figueirôa, 1997:19)

Em consonância, Quevedo (2000:33) afirma que várias ciências sociais e humanas se enriqueceram a partir da utilização da perspectiva e da metodologia da história, passando também, de certa forma, a contribuir na análise do conhecimento e da produção científica. Em consequência desses múltiplos enfoques teóricos e metodológicos, estudos histórico-culturais sobre as relações entre o desenvolvimento social e o desenvolvimento científico e tecnológico vêm se constituído num novo campo disciplinar.

Estas “transformações conceituais nos estudos históricos e sociológicos”, que já aconteciam na Europa e Estados Unidos nos anos 70, também foram fundamentais para o redimensionamento do valor das instituições científicas. Um dos trabalhos pioneiros nesta vertente historiográfica é o livro de Roger Hahn (1971) sobre a Academia de Ciências de Paris, onde ele a define como espaço de encontro de interesses científicos e sociais com papel fundamental na implantação de práticas e conhecimentos científicos. Existem hoje historiadores de destaque trabalhando neste sentido em países como a Inglaterra, Estados Unidos, Japão, Índia, Austrália, Nova Zelândia, entre outros. Entretanto, a produção sobre a história institucional da ciência ainda é muito pequena mesmo em países de grande tradição científica como a França. (Dantes, 2001)

Com relação à América Latina e ao Brasil especificamente, a revisão do conceito de ciência como atividade social, espacial e historicamente situada, começou aparecer a partir dos anos 80.

³ Kuhn divide o desenvolvimento científico de uma disciplina particular em dois grandes estágios: ciência normal e revolução científica. O estágio no qual acontece o debate entre alternativas rivais é o de revolução. Os chamados períodos de ciência normal se sucedem aos de revolução e se caracterizam pela concordância geral dos cientistas acerca dos fundamentos de sua disciplina e os trabalhos desenvolvidos são, basicamente, no sentido de articular esses fundamentos e de ampliar sua aplicabilidade.

O I Encontro Latino-americano de Historiadores das Ciências no México, em 1982, foi um grande espaço de discussões, nascendo ali, inclusive, a Sociedade Latino-Americana da História da Ciência e da Tecnologia - SLAHCT. Uma questão relevante, advinda obviamente da inclusão de parâmetros contextuais na história da ciência, foi a especificidade da ciência nas regiões consideradas periféricas. Nesse sentido, foi importante uma visão crítica da história tradicional da ciência baseada no modelo praticado no Velho Mundo. Silva (2002) acredita que a solução encontrada para se historiar a ciência latino-americana foi o viés proposto por Lafuente⁴, deve-se historiar “atividades científicas”, não “ciência”.

“Ao estudarmos a ciência que se realiza no dia-a-dia, em um espaço histórico concreto, torna-se possível dispensar os instrumentos teóricos utilizados pela historiografia tradicional, os quais não servem ao estudo das ciências locais, visto que foram criados para o estudo das ciências na Europa”. (Silva, 2002:29)

E, dentro desta alternativa, descobriu-se ciência na América Latina desde os tempos coloniais. No Brasil, no que diz respeito exatamente à Geologia, deve-se destacar os trabalhos desenvolvidos nessa linha vinculados ao grupo de pesquisa em História da Ciência do Instituto de Geociências da Unicamp.

Estas colocações, abordando a *praxis* da construção do conhecimento geológico e a renovação da historiografia, objetivam justificar a opção teórico-metodológica feita para consecução desse trabalho: a vertente teórico-metodológica da História social da Ciência que ganhou expressão no Brasil a partir dos anos 80. O resgate cronológico das contribuições ao entendimento da estrutura e formação da região que veio a ser conhecida como Quadrilátero Ferrífero é o próprio retrato do movimento cíclico do conhecimento geológico, assim como os croquis, perfis e mapas geológicos, presentes nessas contribuições, relatam tanto a evolução desse conhecimento como de sua representação gráfica. O estudo das teorias propostas em seu contexto original esclarece as bases de sua fundamentação e subsidia seu entendimento na medida em que traz o mundo no qual o cientista estava envolvido, portanto no qual ela foi produzida.

É pertinente deixar claro que o objetivo primordial não foi discutir filosoficamente o processo de construção do conhecimento geológico, tampouco historiar a ciência geológica. Contudo, estes dois temas são, de tal forma, indissociáveis da proposta do trabalho, que o constituíram.

A questão teórica se insere então nesta nova abordagem da ciência, na qual ressaltamos dois aspectos. Primeiro, mas não necessariamente mais importante, o descompromisso com uma evolução linear sempre progressiva e encadeada. A Geologia se caracteriza, desde o princípio,

⁴ Lafuente A. La ciencia periférica y su especialidad histórica. In: Saldaña J.J. (ed.). 1986. El perfil de la ciencia en América. México: Soc. Latinoamericana de historia de las ciencias e de la tecnología. *Cadernos Quipu*, p. 31-40.

por teorias antagônicas, como Criacionismo e Evolucionismo, Netunismo e Plutonismo ou o Catastrofismo e o Gradualismo, logo o debate entre teorias concorrentes permeia o trabalho. O outro aspecto é sua vinculação ao contexto em que são produzidas. Para construir *paripassu* o conhecimento geológico da área de estudo e, mais do que isso, entender esse processo, analisamos a proposta de cada cientista segundo sua inserção contextual, destacando aí tanto o “estado da arte” como os critérios de cientificidade do período estudado. Pois, como afirmou Dominique Pestre, o cientista é produto do meio...

“é alguém que adquiriu uma cultura, que foi formado, modelado por um certo meio, que foi fabricado no contato com um grupo e com ele compartilhou as atividades — e não uma consistência crítica operante, um puro sujeito conhecedor. Aculturado num conjunto de práticas, de técnicas, de habilidades manuais de conhecimentos materiais e sociais, ele é parte intrínseca de uma comunidade, de um grupo, de uma escola, de uma tradição, de um país, de uma época”. (Pestre, 1996:16)

Assim, o esforço de análise foi empreendido para construção da história da evolução do conhecimento geológico sobre o Quadrilátero Ferrífero, e não uma exposição cronológica dos modelos e seus criadores. Desde as primeiras “idéias”, até o(s) modelo(s) hoje aceito(s), como ocorreu esse processo? Como ele foi influenciado pelas especificidades de cada época?

Da mesma forma, a atenção especial que foi dada à cartografia geológica não foi no sentido de produzir uma coleção de mapas historicamente ordenados, mas através deles fazer uma reflexão sobre os modos de representação gráfica da Geologia em diferentes momentos da história e entender a sua evolução.

A realização do trabalho na concepção proposta impôs como metodologia uma diversificação das fontes de pesquisa. Além daquelas arroladas em função de sua natureza geológica, incluindo as fontes referentes ao trabalho de análise da cartografia geológica, foi necessária a utilização de fontes que permitissem a contextualização das diferentes contribuições científicas que constituíram o processo de conhecimento geológico do Quadrilátero Ferrífero. Para dar conta desta tarefa de contextualização foi necessária a construção de uma espécie de linha do tempo mostrando acontecimentos, sejam eles científicos, políticos, econômicos, culturais ou sociais, mas que de alguma forma se refletiram no processo estudado. O que se quer dizer é que foi preciso descobrir os elementos constitutivos de cada capítulo desta história e suas relações, os atores – naturalistas-viajantes, cientistas, geólogos, políticos, intelectuais – e os espaços que os abrigaram – instituições científicas ou não, estudá-los, analisar seus papéis e reconstruir cada cenário.

Neste sentido, os subsídios bibliográficos utilizados na elaboração deste trabalho podem ser divididos em fontes gerais e fontes especializadas. As fontes gerais são aquelas que forneceram informações amplas para a contextualização: publicações de descrições, relatos, memórias, biografias, história geral, do Brasil e regional, história da ciência, correspondências, documentos, entre outros. As obras especializadas consultadas compreendem aquelas que tratam, especificamente, da geologia do Quadrilátero Ferrífero.

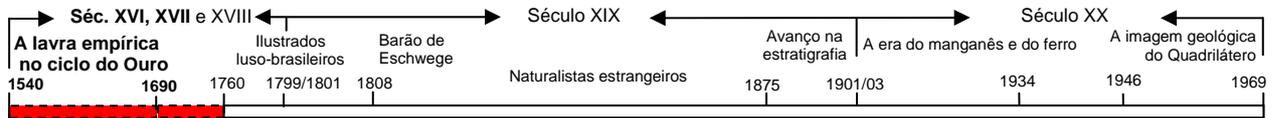
Tradicionalmente, e não por acaso, um trabalho cujo tema verse sobre a geologia de determinada área apresenta sua localização geográfica e sua caracterização em um dos capítulos iniciais. Entretanto, a caracterização geológica do Quadrilátero Ferrífero é o que se propôs construir ao longo da pesquisa. Logo, em função do objetivo e da metodologia adotada, o modelo atual é apresentado no final do trabalho. Quanto à localização geográfica, ela é apresentada no desenvolvimento da tese. Enquanto se esteve resgatando um passado mais distante, a opção foi rerepresentá-la em mapas que expressem tanto o conhecimento sobre a área como o estado da arte cartografia na época das proposições analisadas.

Nesta perspectiva, foi necessário recuar no tempo para iniciar o trabalho. Mas por onde começar? Até onde retroceder para iniciar a trajetória que se propôs? Quais foram as primeiras contribuições ao entendimento da constituição do chamado Quadrilátero Ferrífero? Quem e em quais situações as conceberam?

A chave para esta questão gira em torno das riquezas minerais, particularmente, do ouro existente nesta parte do território das Minas Gerais: sua descoberta no final do século XVII, o declínio progressivo da extração nas últimas décadas do século XVIII e o papel desse metal precioso na economia europeia e, em especial, na de Portugal.

CAPÍTULO 1

A LAVRA EMPÍRICA NO CICLO DO OURO



No Brasil do século XVIII, assim como já havia ocorrido na Europa, as técnicas de mineração precederam e integraram a conjuntura que propiciou a geração de conhecimento científico ligado a Mineralogia e a Geologia.

Carneiro (2002) argumenta ser necessário distinguir “a produção da ciência da simples aplicação de uma técnica exógena mesmo que esta realize um esforço criativo de adaptação e aproveitamento de recursos nativos”. Cabe ressaltar então que a fase em questão é de aprimoramento técnico, as atividades desenvolvidas não podem ser caracterizadas como científicas, entretanto, é fundamental conhecê-las para compreensão do contexto das contribuições dos primeiros que se debruçaram sobre esta área, delineada por um sistema de serras localizada na porção centro-sudeste do estado de Minas Gerais, buscando conhecer sua constituição, sua estrutura e seu conteúdo mineral.

Figueirôa (2000) coloca a impossibilidade de tratar o desenvolvimento das ciências geológicas no Brasil sem considerar a condição colonial brasileira e o papel desempenhado pelas atividades mineiras nesse desenvolvimento. E complementa que...

“isto implica, de um lado, considerar o movimento das idéias científicas em Portugal e no Brasil, no contexto histórico mais amplo da metrópole portuguesa; de outro focar as demandas concretas por produtos minerais”. (Figueirôa, 2000:165)

As atividades desenvolvidas no Brasil no período de aproximadamente 100 anos, entre a descoberta do ouro e a exaustão do minério de fácil extração nas Minas Gerais, têm características bem definidas em função da política mercantilista portuguesa – exploração das riquezas coloniais visando somente o abastecimento da metrópole.

1.1 A busca pela prata que terminou em ouro



Os incentivos da Coroa portuguesa para a descoberta de tesouros no Brasil podem ser resumidos, rapidamente, em promessas de honrarias, financiamento de expedições de busca e, principalmente, medidas administrativas que visavam antes o controle dos possíveis achados do que seu descobrimento.

As primeiras medidas oficiais estão amplamente ligadas ao impacto causado pelas notícias dos enormes tesouros encontrados na América pelos espanhóis, acumulados por séculos pelos Astecas, no México, e pelos Incas, no Peru e, sobretudo, pela descoberta das jazidas auríferas de Carabaya, em 1542, e das ricas minas de prata de Cerro Potosí, em 1545. A imagem de enormes tesouros na possessão americana aparecia como solução para a precária situação econômica de Portugal que, entre 1541 e 1550, sofreu uma retração de suas possessões ultramarinas, perdendo feitorias na África e no extremo oriente. Certamente não é coincidência a instituição do Governo Geral do Brasil, sediado na Bahia de Todos os Santos, quatro anos depois do achado de Potosí. “Pela mesma época escreve de Porto Seguro, Duarte de Lemos, que aquela capitania é a melhor via de acesso aos lugares “donde está o ouro” situando-se na mesma latitude do Peru ...” (Holanda, 2001:237). Tomé de Sousa, o primeiro governador geral, certo que “esta terra e o Peru he toda huma” e da existência de uma serra resplandecente segundo notícias dos índios¹, inicia as entradas em busca de metais preciosos enviando uma galé para exploração pelo São Francisco adentro, da qual nunca mais se teve notícia (Holanda, 1996:41).

Desde 1526 as navegações de contorno tinham desvendado a forma geográfica da América do Sul, mas sua representação, obviamente, não viria com a mesma rapidez (Calógeras, 1904:5). Se a certeza da contigüidade entre a América Lusitana e a de Castela, mais do que isso, a crença na proximidade da costa brasileira com o Peru significava para o governador-geral e para os portugueses em geral uma alentadora esperança da existência dos cobiçados tesouros, aos olhos da Corte espanhola representava ameaça às suas conquistas. E os castelhanos tanto admitiam a

¹ Sobre notícias dadas pelos índios quanto a existência de ouro e outras preciosidades avidamente procuradas pelos europeus, são interessantes as observações de Orville Derby que atribui as respostas positivas dos índios à interpretação dos portugueses a partir de perguntas sugestionadas uma vez “que os ditos índios não conheciam” o ouro (Derby, 1899:241).

possibilidade das entradas pelo sertão atingirem as minas do Peru que se mantiveram atentos aos avanços portugueses (Holanda, 1996:42).

A esta época o conhecimento dos portugueses sobre o território brasileiro se restringia à costa. No Mapa do *Roteiro de todos os sinais... na costa do Brasil* (Figura 1.1), atribuído a Luís Teixeira (o velho; 1564 - 1613), de cerca de 1585, o litoral das nove capitâneas está representado com bastante detalhe, todos os principais rios ao longo da costa estão nomeados, além de estarem assinaladas ilhas, recifes e baixios, mas daí até a linha de demarcação do Meridiano de Tordesilhas está praticamente vazio, somente no sul aparecem em destaque os rios Paraguai e Paraná, repletos de ilhas fantasiosas. O trecho do texto incluído no mapa atesta que o interior não era ocupado e aponta a presença de ouro, tanto de lavagem como de minas:



A falta de conhecimento da realidade geográfica permitiu que a cartografia registrasse o deslumbramento causado pelos tesouros encontrados no Peru. Em vários mapas seu território foi ampliado proporcionalmente à grandiosidade dos achados chegando a ocupar praticamente toda a área central da América em detrimento, principalmente, do território brasileiro que, grandemente subdimensionado, chega a parecer uma península². Esta situação possibilitou a representação da crença da proximidade entre as ricas minas e a costa brasileira (Figura 1.2).



Figura 1.2 – *Americæ Peruvi aque ita ut postremum detecta traditur recens delineatio*
 In: *Speculum orbis terrarum*, Antwerpen (Gerard de Jode, 1578)
 É possível visualizar o Brasil como uma península da América do Sul.

² Sérgio Buarque de Holanda em “Visão do Paraíso” cita o mapa de Arnoldus Florentinus, de fins do século XVI, como exemplo destas distorções gráficas, onde a terra “Peruviana” abarca praticamente toda a América do Sul. Menciona ainda outras publicações e manuscritos onde fica patente o exagero inferido ao território peruano (Holanda, 1996:92-93). Esta concepção está registrada também no trabalho do grande cartógrafo Abraham Ortelius (1527-1598), contemporâneo e conterrâneo de Gerard Mercator, tanto no mapa-mundi de 1564 quanto no Atlas editado em 1570. Nas reproduções do trabalho de Ortelius em Guedes (2004) visualiza-se a comentada distorção.

Tomé de Sousa ainda organizou uma entrada por terra cujo comando entregou ao castelhano Francisco Bruza Spinosa. A expedição aconteceu durante o governo de seu sucessor, Duarte da Costa. Dela participou o padre João Aspilcueta Navarro que em carta, datada de 24 de junho de 1555 e endereçada a seus coirmãos em Coimbra, relata sua viagem ao sertão com doze portugueses e grande número de índios, 350 léguas adentro. Os historiadores são unânimes em afirmar que se trata da 1ª expedição que pisou em solo do futuro território mineiro (norte de Minas). Na expectativa de descobrir prata, ouro e esmeraldas nos sertões inexplorados entre as conquistas portuguesa e espanhola, outras entradas se seguiram a esta partindo da Capitania de Porto Seguro. Em 1561, penetrou Vasco Rodrigues Caldas com 100 companheiros pelo vale do Paraguaçu e, depois de ter chegado à Chapada Diamantina, retornou sem nada encontrar (Magalhães, 1978).

Pero Magalhães de Gandavo narra nas últimas páginas de seu *Tratado da Terra do Brasil*, escrito por volta de 1568, um episódio que teria incitado a terceira expedição para o *hinterland* à cata de minas.

“Chegaram a Porto Seguro uns índios do sertão a dar novas de certas pedras verdes que existiam numa serra alongada para o interior. Trouxeram consigo algumas, que foram reconhecidas como esmeraldas, mas não de muito preço. Sabendo disto os habitantes da capitania reuniram-se em número de cinquenta a sessenta e, acompanhados de alguns índios penetraram pelo sertão. Ia por chefe um Martim Carvalho...” (Capistrano de Abreu, 1960:167)

Embora as tentativas fossem infrutíferas, os relatos fantasiosos dos expedicionários avolumavam as lendas e encorajavam novos empreendimentos. São famosas as expedições de Sebastião Fernandes Tourinho e de Antônio Dias Adorno (1572 a 1576)³. Por esta época, o processo de dizimação dos índios domésticos na região, seja por doenças ou mesmo por maus tratos, dificultava a reunião de contingente para as expedições, guias principalmente. É sabido que as tentativas de entrada neste período pelo Rio Doce, na Capitania do Espírito Santo, inclusive do próprio Sebastião Fernandes Tourinho, seriam mais em função de contingências como esta do que na descrença de ser aquele o melhor ponto de entrada ou de mudança na tradicional meta que seriam as cabeceiras do Rio São Francisco (Derby, 1899-a). Teve como porta de acesso ainda Porto Seguro, a expedição de Gabriel Soares de quem se tem notícia ter saído de Lisboa em 1590 depois de conseguir auxílio junto a Philipe II, Rei de Castela que já governava também Portugal, para descobrir as presumidas minas (Santos Pires, 1903). O sonho das esmeraldas ainda determinou a expedição de Diogo Martins Cão, no final do século XVI, e “elas foram o motivo capital das novas entradas por Ilhéus, Porto Seguro e Espírito Santo, desde o Matante Negro, em

³ Há disparidade com relação às datas das expedições citadas nas bibliografias consultadas, entretanto, a opção por incluí-las no texto objetiva apenas indicar o período dos acontecimentos.

1599, Marcos de Azeredo em época pouco anterior a 1612, os filhos deste em 47, João Correia de Sá por 1660, até finalmente Agostinho Barbalho Bezerra em 1667” (Calógeras, 1904:25); este último saindo de São Paulo.

Uma mudança de estratégia na busca dos ambicionados tesouros pode ser identificada quando, em 1598, D. Francisco de Souza, então Governador Geral do Brasil, deixou a Bahia em direção a São Paulo. Derby (1899:256-257) creditou tal decisão a amostras de um minério azul salpicado de grãos cor de ouro e com alto teor de prata, que D. Francisco teria recebido de um brasileiro vindo do sertão, proveniente da serra de Sabarabuçu⁴ e seu intento era encontrá-la. Por esta época a fama de minas de ouro e prata na capitania de São Vicente já havia se espalhado e tem-se que o próprio D. Francisco, ao comunicar o fato a sua majestade, teria se oferecido para ir inspecionar tais achados pessoalmente. Acompanham D. Francisco nessa missão oficial os estrangeiros Jacques Oalte (Walter?), Geraldo Beting e Bácio de Filicaia, sendo o primeiro mineiro e os outros dois engenheiros (Magalhães, 1978:69 e Leme, 1980:34).

As explorações de ouro no sul do Brasil são anteriores às de Minas Gerais. As primeiras descobertas são atribuídas a Brás Cubas e ao mineiro prático Luiz Martins nos anos de 1560 e 1561⁵. Estas jazidas não foram objeto de qualquer providência governamental de demarcação ou de cobrança de quintos. Parece que as explorações foram acentuadas na última década do século XVI com os Afonso Sardinha, pai e filho homônimo, e depois de Clemente Álvares, comumente associado a elas. São várias as especulações sobre os motivos da pouca atenção da coroa até então a estes descobrimentos, entre eles a baixa produtividade das lavras. A chegada de D. Francisco de Souza, em 1599, não mudou este panorama. Como já dito não parece serem estas extrações o motivo de sua presença ali, tanto que sob suas ordens sai uma bandeira em 1601; a preocupação maior continuava sendo a descoberta da pretendida prata no interior. A partida do governador, de São Paulo em direção a Lisboa em 1602, diante do insucesso da bandeira sinaliza, mais uma vez, seu pouco ou nenhum interesse pela mineração de ouro paulista.

No ano seguinte, novas medidas administrativas tomadas pela Corte de Castela demonstraram claramente estar viva a crença na existência de metais e pedras preciosas. Em 1603 foi expedido o Primeiro Regimento Mineral para as minas do Brasil, cópia da legislação espanhola, que

⁴ Do contato com os nativos surgiu a lenda do Monte resplandecente, *Itaberabaçu* ou na corruptela dos portugueses *Sabarabuçu*, que teria no seu pé o lago do *Vapabussu*, onde se encontrariam os sonhados tesouros, alvo de todos os sertanistas e bandeirantes. Segundo Derby (1899-a) muito provavelmente a primeira referência impressa a Serra do Sabarabuçu é a narrativa deste episódio pelo holandês Guilherme Glimmer, constante na “*História Naturale Brasile*” dos naturalistas holandeses Piso e Marcgraf, publicada em 1648. A “Serra do Sarabassu” também consta no mapa *América Meridionale* do Pe. Vincenzo Maria Coronelli (1650 -1718), publicado pela primeira vez em 1680.

⁵ Calógeras (1904) transcreve trecho da carta de Brás Cubas para fundamentar esta afirmação e cita a inscrição sobre sua sepultura... “descobriu ouro e metais no ano de 560”.

apesar de visar resguardar os direitos da Coroa sobre as descobertas mais do que qualquer outra coisa, introduz concessões aos descobridores da minas⁶. Depois, em 1608, a administração do Brasil é dividida em dois governos independentes, o do Norte e o do Sul a partir da Capitania do Espírito Santo. Para assumir as Capitanias do sul volta ao Brasil em 1609, D. Francisco de Souza, depois de alardear no reino as riquezas do sul do Brasil e solicitar ajuda especializada para o trato das minas.

“Em apontamentos que então ofereceu a sua Majestade, e de que resultará sua nomeação para governar as capitanias do sul e superintender as minas de todo o Brasil, indica expressamente para o trato das minas de ouro, a vinda de mineiros do Chile, para a prata gente de Potosí, para as pérolas da Margarita; das Índias Ocidentais para o diamante, assim como oficiais de Biscaia para o ferro. Além disso, seriam encomendados, na Alemanha principalmente, mineiros para o ouro de beta e mais para o salitre e o enxofre. E não deveria esquecer-se da conveniência da remessa de ensaiadores e refinadores de onde os houvesse, para toda a casta de metais”. (Holanda, 2001:250)

Não se tem notícia que estas solicitações tenham sido efetivamente atendidas, há grande dificuldade na identificação da presença dos técnicos estrangeiros no Brasil devido à naturalização de seus nomes. Além disso, não se encontram muitas citações além dos 3 nomes já mencionados aqui o que, de certo modo, concorre para conclusão da pouca expressão do trabalho de técnicos estrangeiros no incremento da mineração brasileira àquela época.

Em 1618 é expedido o Segundo Regimento Mineral do Brasil no qual são ampliados os incentivos à prospecção, um deles é a abdicação da propriedade da mina pelo rei em favor de seu descobridor (Leme, 1772, ed. 1980:183-184), mas exigindo o pagamento do quinto.

As várias descobertas de ouro aluvionar iniciadas em torno de 1646, em Paranaguá, Curitiba, Iguape e Cananéia não podem ser relacionadas ao fim da União Ibérica em 1640, visto que a renovação administrativa advinda e a criação do Conselho Ultramarino não afetaram diretamente a prospecção. É com estas lavras que esta atividade passa a merecer alguma atenção da Coroa, manifestada através da preocupação com o descaminho do ouro. Há polêmica sobre a questão da produção, mas como as notícias sobre estas minerações reportam, com raras exceções, apenas o “ouro de lavagem”, indicando a pouca importância de veios, é provável que nunca tenha alcançado grande escala (Liccardo, 2004). Esta situação gerava ceticismo com relação a riquezas em ouro e reavivava o sonho da prata. Para aqueles que, há muito, esperavam a descoberta dos

⁶ Segundo as Ordenações Filipinas, legislação vigente em Portugal de 1603 a 1867, a exemplo das ordenações anteriores, todas as minas pertenciam por direito à Coroa. Um dos pontos de atualização dizia respeito ao direito de procurar minas. Enquanto as Ordenações Afonsinas (1446-1521) previam o pagamento de taxa para obtenção do direito de procurar minas e pelas Manuelinas (1521-1603) a mineração era proibida a particulares que não tivessem licença régia, as Filipinas estabeleciam prêmio para os descobridores de minas (Renger, 2006). Esta diferença pode ser entendida como um incentivo presente na nova legislação.

ricos veios de ouro no sul, talvez parecesse mais plausível a existência da prata por ser um metal mais comum e de menor valor (Holanda, 1997).

O Reino Português estava restabelecido, mas profundamente enfraquecido em termos políticos e econômicos.

“A partir da segunda metade do século XVII uma profunda recessão marca a economia portuguesa. Debilitada desde 1640, quando pela Restauração separa-se da Espanha e arca com altos custos para a reinstalação do Império, a nação apresenta a partir de 1667 uma balança de comércio deficitária. Concorreram para esta situação não só escassez de metal, como a retração dos mercados consumidores, particularmente o do açúcar que passa a competir agora com a produção antilhana”. (Martins, 1984:187)

Diante disto, a Coroa retoma a política de incentivo às entradas. Depois de nomear Agostinho Barbalho Bezerra administrador das minas de Paranaguá e do descobrimento das esmeraldas, tomou como expediente então, enviar cartas nominais datadas de 1664, a câmara de São Paulo, a da vila de Santos e a paulistas notáveis enaltecendo suas qualidades e solicitando auxílio e apoio à empreitada de Barbalho. Diante do fracasso de Barbalho, Fernão Dias Paes, que havia recebido uma das cartas régias, tomou para si a obrigação de buscar a prata e esmeraldas do Sabarabuçu. É famosa a sua bandeira que partiu de São Paulo, em julho 1674, contando com a experiência de caçadores de índios habituados a entrar em território mineiro, entre eles Matias Cardoso. Se não descobriu esmeraldas, Fernão dias, com certeza, abriu caminho para o descobrimento do ouro. Assim, percebe-se que...

“a implementação da tarefa de uma pesquisa mineral foi, na verdade, expediente paulista, que através de sua gente mameluca, ‘buscando remédio para a sua pobreza’, deu conta da árdua missão de desbravar o território, adentrar os rios, pesquisar os rios e revelar o metal.” (Martins, 1984:180)

Santos Pires (1903) aborda os motivos que teriam contribuído para esta situação:

“A reestruturação de Portugal em 1640, poderia ter concorrido mais eficazmente para estimular o zelo e o ardor dos colonos na descoberta dos sertões, se a atenção e os recursos da metrópole não estivessem voltados para os sucessos do norte do Brasil, prestes a ficar definitivamente sob o domínio holandês. De modo que no sul, os governadores não podiam quase contar com elementos para empreender expedições de importância; e não fora o seu zelo e a boa vontade dos principais habitantes das vilas, ter-se-iam retardado ainda por muitos anos as descobertas que então se deram.” (Santos Pires , 1902:290)

A fama da existência de prata em vários lugares fez com que a Coroa enviasse um perito em mineração, o fidalgo espanhol D. Rodrigo Castelo Branco, para averiguação das jazidas de prata na Bahia e Sergipe, tendo depois recebido ordens para ir também a Paranaguá. O veredicto de D. Rodrigo foi negativo em todos os casos, inclusive Paranaguá e Curitiba, aonde chegou em fins de

1679 e sentenciou, também, que o ouro: “era este tão de superfície e minguido, que mal cobriria os gastos de uma lavra em grande estilo” (Holanda, 1997:257).

Pedro Taques Leme (1772) dá notícia, através dos rendimentos dos quintos, da fraca produção das minas de Paranaguá, em 1681, e do rápido decréscimo da produção nos nove anos seguintes. Antonil (1711) resume este quadro...

“E, primeiramente, é certo que de um outeiro alto, distante três léguas da vila de São Paulo, a quem chamam de Jaraguá, se tirou quantidade de ouro que passou de oitavas a libras⁷. Em Parnaíba, também junto da mesma vila, no cerro Ibituruna, se achou ouro e tirou-se por oitavas. Muito mais, e por muitos anos, se continuou a tirar em Paranaguá e Curitiba, primeiro por oitavas, depois por libras, que chegaram a alguma arroba, posto que com muito trabalho para o ajuntar, sendo o rendimento no catar limitado, até que se largaram, depois de serem descobertas pelos paulistas as minas gerais dos Cataguás e as que chamam de Caeté, e as mais modernas no rio das Velhas e em outras partes que descobriram outros paulistas...” (Antonil, 1711, ed. 1997:163-164)

As descobertas de ouro vieram das entradas paulistas cada vez mais freqüentes e atentas aos cascalhos e areias dos ribeirões pela experiência nas lavras do litoral. Há controvérsias sobre autoria e local dos primeiros achados. Magalhães (1978:129-130), por exemplo, argumenta que o primeiro descobridor de ouro no *hinterland* mineiro foi Garcia Rodrigues, filho de Fernão Dias Paes. Baseia tal inferência em dois documentos oficiais existentes no Arquivo Nacional quais sejam: o ato régio de 23 de dezembro de 1683 pelo qual Garcia Rodrigues Paes foi nomeado “capitão-mor da entrada e descobrimento, e administrador das minas de esmeraldas que descobriu” e a carta régia de 19 de novembro de 1697 que exalta o seu cuidado neste empreendimento e insinua ser ele o “primeiro que descobriu o ouro de lavagem dos ribeiros que correm para a Serra de Serababasu”, e ao fato de Garcia Rodrigues ter retornado para a região do Sumidouro, logo após a morte de seu pai. Menos específicos quanto a nomes, há os que atribuem a descoberta de maneira geral aos remanescentes da Bandeira de Fernão Dias, Borba Gato e seus homens, que andaram clandestinamente pelos sertões de Minas depois do mesmo ter assassinado o fidalgo D. Rodrigo Castelo Branco. Não é incomum encontrar na literatura a atribuição dos primeiros achados a Antônio Rodrigues Arzão que, à frente de uma comitiva à caça de índios pelos idos de 1693, encontrou cascalhos auríferos no leito do rio Casca onde teria construído

⁷ Quadro demonstrativo da equivalência das medidas de ouro:

Arroba	Libra	Marco	Onça	Oitava	Grão
1	32	64	512	4096	294.812
	1	2	16	128	9.216
		1	8	64	4608
			1	8	576
				1	72
					1
14.688 gr	459 gr	229,5 gr	28,69 gr	3,396 gr	0,0498 gr

abrigo que passou à história como “Casa da Casca”. Santos Pires (1903:925) trata este episódio como lenda, mas Derby (1899-a) não descarta o fundamento desta tradição e atribui sua entrada na história escrita às mãos do poeta Cláudio Manuel da Costa. Portanto, é bem provável mesmo que o primeiro ouro das futuras Minas Gerais sejam as três oitavas apuradas do cascalho manifestado por Arzão ao capitão-mor do Espírito Santo. Há ainda a versão da descoberta do ouro preto por Manuel Garcia, seguida pelas descobertas de Antônio Dias e do Padre Faria, em 1694/98. Antonil relata o primeiro achado já no governo de Arthur de Sá e Meneses, que só tomou posse no governo da Capitania do Rio de Janeiro em 1697, explicitando a incerteza sobre o autor do feito “**dizem** que foi um mulato que tinha estado nas minas de Paranaguá e Curitiba” (1711, ed.1997:164, grifo nosso). Independente de quem ou de quais expedições foram pioneiras no descobrimento do ouro nos vales dos rios de Minas, e como foram muitas nos anos de 1693 e 1694 devem ter ocorrido achados quase concomitantes, ao que parece esses primeiros achados não causaram grande impacto,

“provavelmente porque o ouro era “de lavagem” e não em quantidade suficientemente deslumbrante, para fazer desaparecer o antigo preconceito contra esta qualidade de minas em comparação com as sonhadas minas de prata com que se esperava colocar a colônia portuguesa a par das de Hespanha.” (Derby, 1899-a:270)

Contudo, a notícia dos descobrimentos motivou novas entradas levando mineiros práticos das lavras de São Paulo e os achados proliferaram rapidamente. Primeiro na região de Ouro Preto e Mariana, as famosas “Minas Gerais dos Cataguás” que incluíam jazidas como as de Itaverava, Itatiaia, Antônio Dias, Padre Faria, Bento Rodrigues, Ribeirão do Carmo, e logo se expandiram para Inficionado (Santa Rita Durão), Furquim, São Caetano (Monsenhor Horta), Ouro Branco, Casa Branca, Itabira do Campo (Itabirito), Catas Altas da Noruega e muitas outras. A região de Sabará caracterizou um novo grupo conhecido como “Minas do Rio das Velhas” e incluía entre outras as ricas jazidas de Congonhas do Sabará (Nova Lima), Raposos, Santo Antônio do Rio Acima (Rio Acima). As “Minas do Caeté” incluíam as famosas lavras de Cuiabá e Morro Vermelho.

“O certo é que na última década do século XVII centenas de jazidas de ouro de aluvião começaram a ser descobertas em rápida sucessão nos córregos e ribeirões nas vizinhanças de Ouro Preto, Mariana, Sabará e Caeté, causando o primeiro grande *rush* minerador da história do Brasil.” (Martins, 1989:13)

O mapa do Padre Cocleo de 1700 atesta a profusão da mineração nas cabeceiras de vários rios no Quadrilátero, parte dele é apresentada a seguir (Figura 1.3) destacando o Rio das Velhas e seus afluentes. Além da localização das minas junto às cabeceiras do Rio Paraopeba, estão registradas também as *Minas grandes achadas ano 1694* nas cabeceiras do *Rio Gualachos*, as *Minas do*

Saberaboçu, as do Rio das Velhas e do *Rio da Peste ou Guarapiranga* onde se lê “*Aqui a muito ouro, mas ouve muita peste*”⁸.

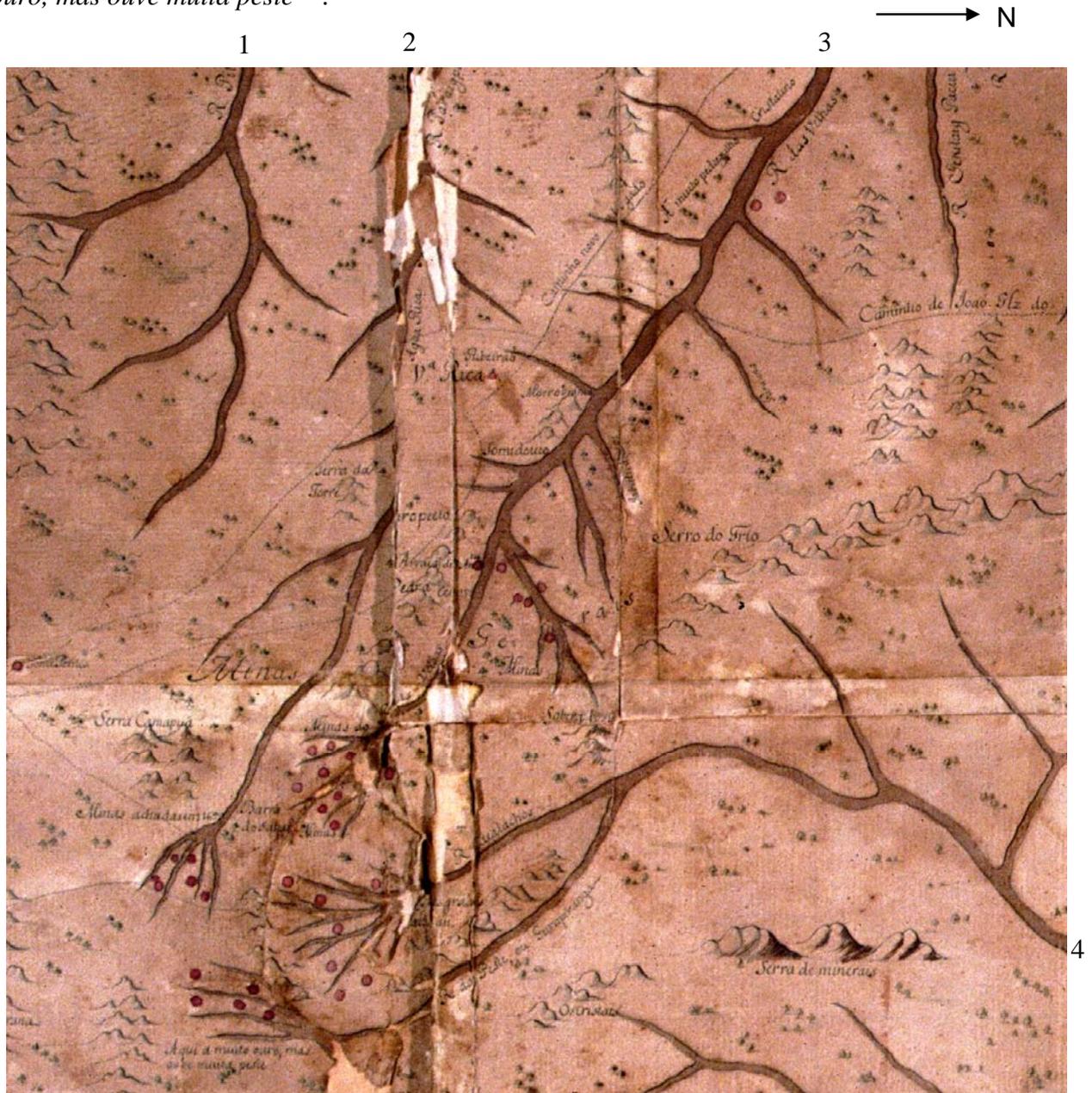


Figura 1.3 – Trecho do *Mapa da maior parte da costa e sertão do Brazil*, extraído do original do Pe. Cocleo (AHEx, RJ). Por volta de 1700 as lavras de ouro, assinaladas no mapa pelos pontos vermelhos, já haviam se alastrado pelas cabeceiras de vários rios do Quadrilátero.

- 1- Rio Pará (ou Pitangui)
- 2- Rio Paraopeba
- 3- Rio das Velhas
- 4- Rio Guarapiranga (cabeceiras do Rio Doce)

⁸ Pe. Jacobo Cocleo (Jaques Coclé), jesuíta nascido em 1628, na França e falecido em 1710, na Bahia. No acervo do Arquivo Histórico do Exército (Rio de Janeiro) existe um mapa com o título *Mapa da maior parte da costa e sertão do Brazil*, extraído do original do Pe. Cocleo, pelo qual já fica caracterizado ser cópia. O original é, certamente, posterior a 1699, pois constam as *Minas achadas em 1699*, junto às cabeceiras do *Rio Paraigpeba* (Paraopeba). Provavelmente é de 1700, pois D. Rodrigo da Costa, governador da Bahia entre 1702 – 1705, menciona em carta de 29 de julho de 1704, que seu antecessor, D. João de Lencastre (1690-1702), tem este mapa. O mapa cobre todo o Brasil oriental, desde a Ilha de Maranhão até ao sul de Santa Catarina (entre as latitudes 2° e 30° sul) com destaque para a bacia do Rio São Francisco localizada na parte central. Suas dimensões são de 225 x 120 cm, a escala é de aproximadamente 1: 1.480.000, sendo a projeção do tipo Mercator (Renger e Machado, 2005).

No início do século XVIII a região mineradora já havia se expandido em todas as direções.

“Em 1702/1703 encontrou-se ouro no Serro do Frio, em Itacambira e em Conceição do Mato Dentro, bem ao norte do núcleo inicial; abriram-se as lavras do rio das Mortes (São João del Rei, ao sul, e as de Guarapiranga e Catas Altas do Mato Dentro, a leste.) Em 1704 foi a vez de São José del Rei (atual Tiradentes) e Santa Bárbara e, em 1705, Itabira do Mato Dentro. Em 1706 o ouro brotou em Aiuruoca, no extremo sul do território mineiro, vindo Pitangui em 1710/1711 e as riquíssimas jazidas de São João do Morro Grande (Barão de Cocais) em 1713. Por volta de 1720, novamente no sul, abrem-se as lavras do Funil (Lavras) e em 1727 começa a mineração em todo o vale do Araçuaí, no nordeste de Minas, com a descoberta das Minas Novas do Fanado.” (Martins, 1989:15)

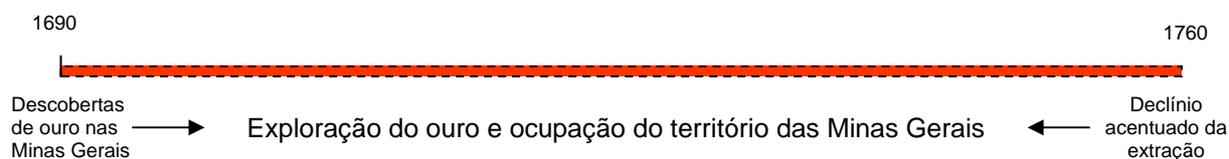
A profusão dos achados se deu de tal forma que ao fim das primeiras décadas do século XVIII praticamente todo o território das Minas Gerais estava ocupado. O trabalho de mapeamento do território mineiro dos chamados Padres Matemáticos em 1732/34 retrata esta profusão de cidades e vilas em função da disseminação das lavras auríferas (Figura 1.4) (Renger e Machado, 2005) .



Figura 1.4 – Detalhe da concentração de Vilas e Arraiais em torno das minas de ouro em um dos mapas do conjunto atribuído aos padres Matemáticos Diogo Soares e Domingos Capassi, 1734/35 (AHU, Lisboa)

De certa maneira a lenda indígena do Sabarabuçu, a “serra resplandecente”, havia se tornado realidade: a quantidade, qualidade e facilidade de extração de ouro enfim havia feito sucumbir o sonho da prata.

1.2 Os modos de minerar e beneficiar



Os depósitos explorados no período colonial são usualmente classificados segundo a forma em que o ouro era encontrado: os filões, onde o ouro ocorre em veios de quartzo, e os depósitos de aluvião, que são camadas de cascalho onde se misturam seixos de rocha e quartzo, areia, argila e partículas de ouro, resultantes da desagregação e transporte natural do primeiro tipo pela ação milenar da água e, também por sua ação, depositadas nos leitos e margens dos rios (aluvião) e nos flancos dos vales (eluvião).

A prática da mineração a céu aberto foi iniciada com o garimpo dos depósitos de aluvião, e, como já dito, no sul antes de Minas Gerais. Um documento anônimo de 1662, sobre o modo de se tirar ouro nas minas de Paranaguá, parece ser o primeiro registro das técnicas inicialmente utilizadas para pesquisa e lavra no Brasil e, é interessante notar, já a esta época, a menção à bateia.

“Os que vão tirar ouro pela experiência que já tem o fazem primeiro com um bordão ferrado que penetrando a superfície da terra sentindo pedregulho abaixo é sinal certo ter a terra ouro em quantidade que promete lucro além do gasto e dispêndio feito, e cavando este pedregulho, e terra enchem umas bandejas de pão, a que chamam de bateias e na ribeira mais vizinha as mergulham, e a corrente das águas lavando o terrestre assentam no vaso e fundo da bandeja os grãos de ouro líquido que a natureza e ventura lhes depara...” (Biblioteca Nacional, v.57:160-161)

Também Antonil (1711), narra observações de campo sobre as minas de ouro que, segundo suas próprias palavras⁹, foram obtidas de terceiros. Não se pode dizer que sejam observações geológicas uma vez que não há tentativa de explicação ou dedução sobre a natureza da ocorrência do ouro, mas elas registram com detalhes os procedimentos utilizados partindo dos indicativos mais gerais, primários, da existência do ouro.

⁹ Antonil inicia o Capítulo XIV referente às minas com a seguinte frase: “Porei aqui a relação que o mesmo autor me mandou e é a seguinte.” (Antonil, 1711, ed.1997:187)

“Primeiramente, em todas as terras que vi e em que assisti, notei que as terras são montanhosas, com serras e montes que se vão às nuvens, por cujos centros correndo ribeiros de bastante água, ou córregos mais pequenos, cercados todos de arvoredo grande e pequeno, em todos estes ribeiros pinta ouro com mais ou menos abundância. Os sinais por onde se conhecerá se o têm, são não terem areias brancas à borda da água, senão uns seixos miúdos e pedraria da mesma casta na margem de algumas pontas dos ribeiros, e esta mesma formação de pedras leva por debaixo da terra”. (Antonil, 1711, ed.1982:187-188)

Evidentemente, os depósitos de aluvião foram primeiramente descobertos e explorados nos leitos dos rios porque ali, ao contrário do que ocorre nas margens e encostas, acontece desta camada aflorar. Nas faisqueiras¹⁰, como eram conhecidos esses locais rasos nos cursos d’água ou descobertos pela baixa da água na estiagem, o cascalho rico era remexido com estacas afiadas e recolhido com água em pequenas quantidades na bateia, os grãos de ouro visíveis a olho nu eram catados e com movimentos giratórios sucessivos e leves sacudidelas deixava-se escapar o material estéril e reunia-se o ouro no fundo. Mesmo com muita habilidade neste trabalho, parte do ouro em pó, especialmente o mais fino, não caía no fundo da bateia e, ao flutuar, perdia-se escoando junto com areia e água no movimento de rotação. Para precipitar estas pequenas frações de ouro usava-se adicionar sumo de folha de maracujá, jurubeba e outras plantas que os apuradores sabiam serem eficazes para separá-las da massa viscosa flutuante.

Para buscar o depósito de aluvião nos rios numa profundidade maior ou descobri-lo debaixo de cascalho estéril ou “bravo”, a princípio natural e depois cada vez mais resultado de trabalhos de lavagens anteriores, as soluções adotadas eram resultado de lógica simples e, pela escassez de recursos tanto técnicos como financeiros, rudimentares. O “serviço de rio” mais utilizado para expor o leito e permitir a lavra era o desvio das águas para um canal lateral, viabilizado pela construção de uma barragem no curso original que direcionava a água para o novo leito. Se o ribeirão era bem encaixado e havia dificuldade de implementação desse tipo de serviço, eram construídos pequenos diques ou “cercos” nas palavras de Antonil (Figura 1.5) para possibilitar a cata, esgotados com auxílio de bateias ou de pequenos caixotes de madeira chamados carumbés.

Qualquer que fosse o serviço de rio era necessário esgotar freqüentemente a água que invadia a área de exploração e uma evolução técnica foi a introdução do chamado “rosário” para esvaziamento das catas, uma roda e uma corrente contínua com recipientes que iam até a água movida por roda hidráulica (Figura 1.6). No período de chuvas o trabalho era inviável porque era impossível controlar a inundação. Exposto o leito, procedia-se o desmonte do cascalho estéril com cavadeira e usava-se o almocafre para colocá-lo de lado, no próprio rio, a fim de ser transportado no carumbé apenas o cascalho rico para deposição na margem e posterior lavagem.

¹⁰ Esta denominação se deve ao brilho “faiscante” dos grãos de ouro sob a luz sol.

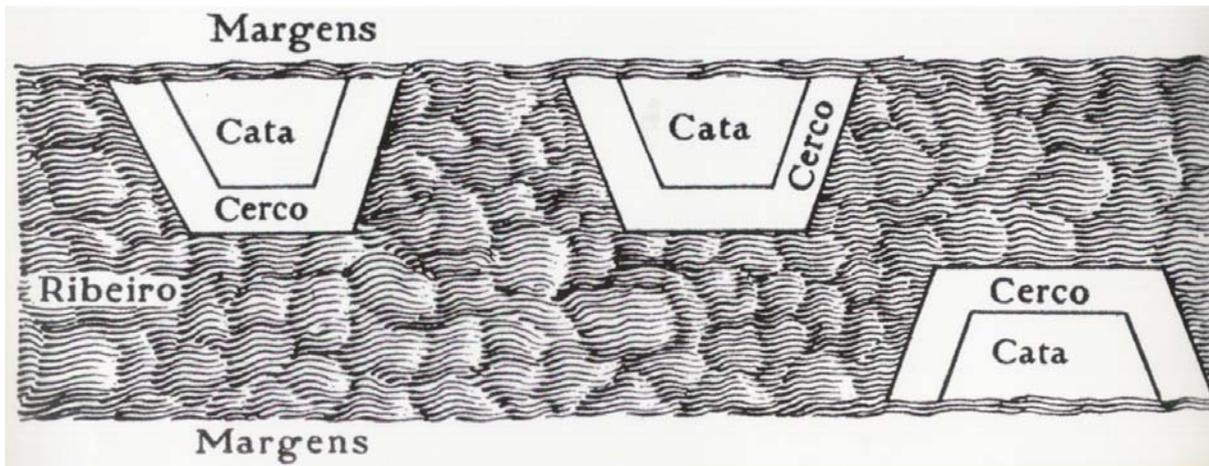


Figura 1.5 – Desenho esquemático dos cercos, construídos com paus e barro, e de suas respectivas áreas de catas no leito do rio (Antonil, 1711, ed. 1997:189)
Única ilustração presente no livro de Antonil e primeira a respeito da mineração no Brasil.



Figura 1.6 – *Modo que se extrai ouro no Rio das Velhas e nas mais partes que à Rios*
(Autor anônimo, ca. 1780. IEB – USP, Coleção Almeida Prado, cód. 23 - Folha 18)
No canto direito detalhe do rosário usado para esgotar a água da cata.

Antes das chuvas eram construídas barragens transversais alternadamente de cada margem para o meio do rio e nelas ficavam retidos os aluviões trazidos pela cheia que eram depois lavados com auxílio da bateia. A criatividade também funcionou na implementação da lavra em rios

muito largos ou muito profundos “usava-se dragar o cascalho com uma ferramenta muito simples, uma combinação de cavadeira e puçá, munida de um longo cabo, por vezes descrita como “pá de saco”. Do barco o operador revolvava o leito do rio e recolhia o cascalho no saco de couro” (Martins, 1989:20).

A crescente escassez dos cascalhos ricos, facilmente acessíveis, alterou não só os trabalhos nos leitos dos rios como levou os mineiros a buscar os depósitos de aluvião nas margens ou “tabuleiros”, e sob uma camada não muito espessa de terra nas encostas dos morros, as “grupiaras”.

Os serviços de tabuleiro consistiam, basicamente, na retirada do material que recobre o cascalho aluvionar. O informante de Antonil relata como se faz a prospecção e delinea o acamamento ou seção geológica das áreas ricas.

“... se o ribeiro depois de examinado com socavão faiscou ouro, é sinal infalível que o tem também a terra, na qual dando ou abrindo catas e cavando-a primeiro em altura de dez, vinte ou trinta palmos, em se acabado de tirar esta terra, que de ordinário é vermelha, acha-se logo um pedregulho, a que chamam desmonte, e vem a ser seixos miúdos com areia, unidos de tal sorte com a terra, que mais parece obra artificial do que obra da natureza; ainda que também se acha algum desmonte deste solto e não unido, e com mais ou menos altura. Este desmonte rompe-se com alavancas, e se acaso tem ouro, logo nele começa a pintar, (ou com dizem) a faiscar algumas faíscas de ouro na bateia, lavando o dito desmonte. Mas, ordinariamente, se pintou bem o desmonte, é sinal que a piçarra terá pouco ou nenhum ouro, e digo ordinariamente, porque não há regra sem exceção. Tirado fora o desmonte, que às vezes tem altura de mais de uma braça¹¹, segue-se o cascalho, e vem a ser uns seixos maiores e alguns de bom tamanho, que mal se podem virar, e tão queimados que parecem de chaminé. E tirado esse cascalho, aparece a piçarra ou piçarrão, que é duro e dá pouco, e este é um barro amarelo ou quase branco, muito macio, e o branco é o melhor, e algum deste se acha que parece talco ou malacacheta, ao qual serve como cama onde está o ouro ...” (Antonil, 1711, ed. 1997:188)

Mais adiante ele resume a disposição das camadas, terra, desmonte, cascalho e piçarra, e acrescenta a possibilidade de presença da canga.

“Também se acha muitas vezes uma disposição de desmonte que se chama tapanhoacanga¹², que vale o mesmo que cabeça de negro, pelo teçume das pedras, tão duro que só a poder de ferro se desmancha, e não é mau sinal, porque muitas vezes o cascalho que fica embaixo dá ouro.” (Antonil, 1711, ed. 1997:188)

As “catas” eram escavações redondas que iam sendo afuniladas à medida que eram aprofundadas. Segundo Ferrand (1894, ed.1998), inicialmente se fazia uma pequena cata como

¹¹ 1 braça = 2,20 metros (10 palmos)

¹² Nome indígena que significa “cabeça de negro”, usado para designar o cascalho impregnado de óxido de ferro por causa de sua aparência. Este termo foi definido na nomenclatura geológica por Eschwege (1822) como a cobertura das formações ferríferas, itabiritos.

prospecção, dela eram retirados vários carumbés de cascalho para serem testados na bateia. A quantidade de ouro apurada no fundo da bateia, a pinta, determinava a continuidade dos trabalhos ou o abandono da cata. No caso de pinta rica as escavações prosseguiam guardando uma proporção entre a profundidade e sua largura na superfície para manter a declividade da parede e, logicamente, a estabilidade, até atingir a piçarra, base dos depósitos de aluvião.

Quando as camadas estéreis que recobriam o cascalho rico não tinham grande espessura usava-se a força da água para arrastá-las. O método consistia na abertura de canais de pouca profundidade, mas largos, pelos quais faziam correr a água desviada do rio e, concomitante, os escravos remexiam o terreno com almocafres para facilitar o escoamento do material mais leve.

“Os seixos maiores que resistiam à corrente eram recolhidos à mão e jogados fora do canal, depois de uma hora desse trabalho, interrompia-se a passagem da água, e a massa de areias pesadas, que formava uma camada de vários centímetros de espessura no fundo do canal, era recolhida e levada aos depósitos de lavação. Uma vez retirada a camada, soltava-se de novo a água e se recomeçava a mesma operação, que se repetia até que se tivesse atingido a rocha do fundo. Quando o fundo do canal tinha sido completamente remexido e esgotado do cascalho que continha, abria-se ao lado outro canal, no qual se trabalhava do mesmo modo e o jazimento só era abandonado após ter sido removido em toda a sua extensão.”(Ferrand, 1894, ed.1998:107)

É impossível avaliar com rigor a origem das técnicas utilizadas na mineração do ouro nas Minas Gerais. Não sem razão costuma-se atribuir aos escravos grande parte das técnicas mineradoras utilizadas, inclusive a introdução da bateia em nossas lavras¹³, já aos portugueses, normalmente, não é creditado mérito algum. Entretanto, há registro na publicação de Georgius Agrícola, *De re metallica* impressa em 1556, portanto mais de cem anos antes das nossas lavras, do conhecimento dos lusitanos deste tipo de desmonte descrito acima. Agrícola descreve como sétimo método de minerar o desmonte em montanhas que contém partículas de estanho, ouro ou outros metais e não há córregos. Ele explica que são abertos muitos canais na encosta ou covas retangulares rasas, freqüentemente mais de 50, próximos uns dos outros e, durante as tempestades ou chuvas contínuas, os mineiros direcionam as enxurradas para os canais abertos e revolvem o material para facilitar o escoamento das partículas mais leves. Depois recolhem a massa enriquecida que havia assentado para lavagem. Em seguida, Agrícola introduz o oitavo método dizendo ser utilizado nas possessões Lusitanas e acrescenta que o mesmo não difere do anterior.

“The eighth method is also employed in the regions which the Lusitanians hold in their power and sway, and is not dissimilar to the last. They drive a great number of deep ditches in rows in the gullies, slopes, and hollows of the mountains. Into

¹³ Estudos sobre a história da mineração na África e no Brasil colonial, esses últimos inclusive demográficos e étnicos, tem indicado tanto o domínio da mineração quanto da metalurgia pelos negros da África Ocidental e a preferência dos mineiros do Brasil pelos escravos vindos da Costa da Mina (Gonçalves, 2004).

these ditches the water, wether flowing down from snow melted by the heat of the sun or from rain, collects and carries together with earth and sand, sometimes tinstone, or, in the case of Lusitanians, the particles of gold loosened from veins and stringers. As soon as the waters of the torrent have all run away, the miners throw the material out of the ditches with iron shovels, and wash it in a common sluice box.” (Agrícola, 1566, ed. 1950:346-347)

Na ilustração, Agrícola apresenta, além do método de desmonte, uma espécie de canoa em madeira, o bolinete, identificado pela letra “D” e explicita na legenda o seu emprego por parte dos lusitanos. Pode-se observar também o trabalho de apuração empreendido por um português com um utensílio semelhante à bateia (Figura 1.7).



A-Gully, B-Ditch, C-Torrent, D-Sluice box employed by the lusitanians

Figura 1.7 – Ilustração do modo de minerar ouro empregado pelos lusitanos através da abertura de canais na encosta da montanha e desmonte por ação da água (Agrícola, 1566, ed. 1950:347)

O serviço de grupiara também era feito, de maneira semelhante, por desmonte hidráulico. Conhecido como “talho aberto”, o método só podia ser aplicado nas jazidas situadas no manto de decomposição, que nos trópicos pode atingir dezenas de metros (Sistema de lavra tropical!).

Segundo Diogo de Vasconcelos (1904), o talho aberto foi introduzido por Paschoal da Silva Guimarães em Ouro Preto, no Morro do Ouro Podre, posteriormente conhecido como Morro do Paschoal e, a partir de 1720, depois da frustrada revolta de Ouro Preto, como Morro da Queimada. Captava-se e conduzia-se água, às vezes por longas distâncias, até o topo da grupiara através de regos e calhas de madeira (bicames) quando era necessário atravessar vales. Se a vazão não era suficiente para o desmonte da massa de terra da encosta, a água era represada para liberação em grande volume. A água descia por caminho previamente escavado, desagregando o depósito aurífero e o arrastando até um canal aberto no sopé do morro com barragens em degraus nas quais ficava retido o material mais pesado. Esses depósitos eram revolvidos constantemente para facilitar o escoamento das lamas argilosas, inclusive a altura das barragens também era reduzida paulatinamente com este mesmo objetivo. Quando se julgava satisfatória a concentração das areias auríferas, elas eram transportadas em carumbés para depósitos de lavagem.

Percebe-se que os sistemas de desmonte hidráulicos aqui empregados são adaptações daquele descrito por Agrícola, seja pelo simples desvio da água do curso original ou através de captação, condução e liberação, reproduzia-se a ação da água da chuva.

Para minerar os filões auríferos a céu aberto os mineiros praticamente repetiam os serviços empregados nos aluviões “sem se preocupar se havia métodos mais vantajosos” como escreveu com propriedade Ferrand (1894, ed. 1998:110). Então, como de costume, nas áreas mais baixas o método era de catas. Nas encostas era usado o método do talho aberto, mas, invariavelmente, era necessário represar a água em depósito superior a fim de obter força suficiente, quando da abertura da comporta, para desagregar as rochas friáveis ou decompostas por onde os filões atravessavam. O canal inferior, reforçado para resistir ao impacto do turbilhão que descia, dirigia a lama aurífera para grandes tanques de armazenamento e decantação, chamados mundéus (Figura 1.8).

“Os mundéus, geralmente encostados no flanco de uma montanha vizinha da exploração, eram grandes reservatórios retangulares ou semicirculares. Mediam internamente até 16 metros, e mesmo 24 metros de lados. Tinham 3 a 6 metros de profundidade, com paredes de quase 2 metros de espessura, em alvenaria de blocos de pedra simplesmente cimentados com uma mistura de argila e areia. Eram dispostos em série, uns ao lado dos outros, e com ligeiro desnível, em função do canal lateral que levava as águas carregadas de lamas auríferas para os mesmos, por um escoadouro colocado em saliência no meio da parede do fundo, um pouco acima do reservatório.” (Ferrand, 1894, ed. 1998:111)

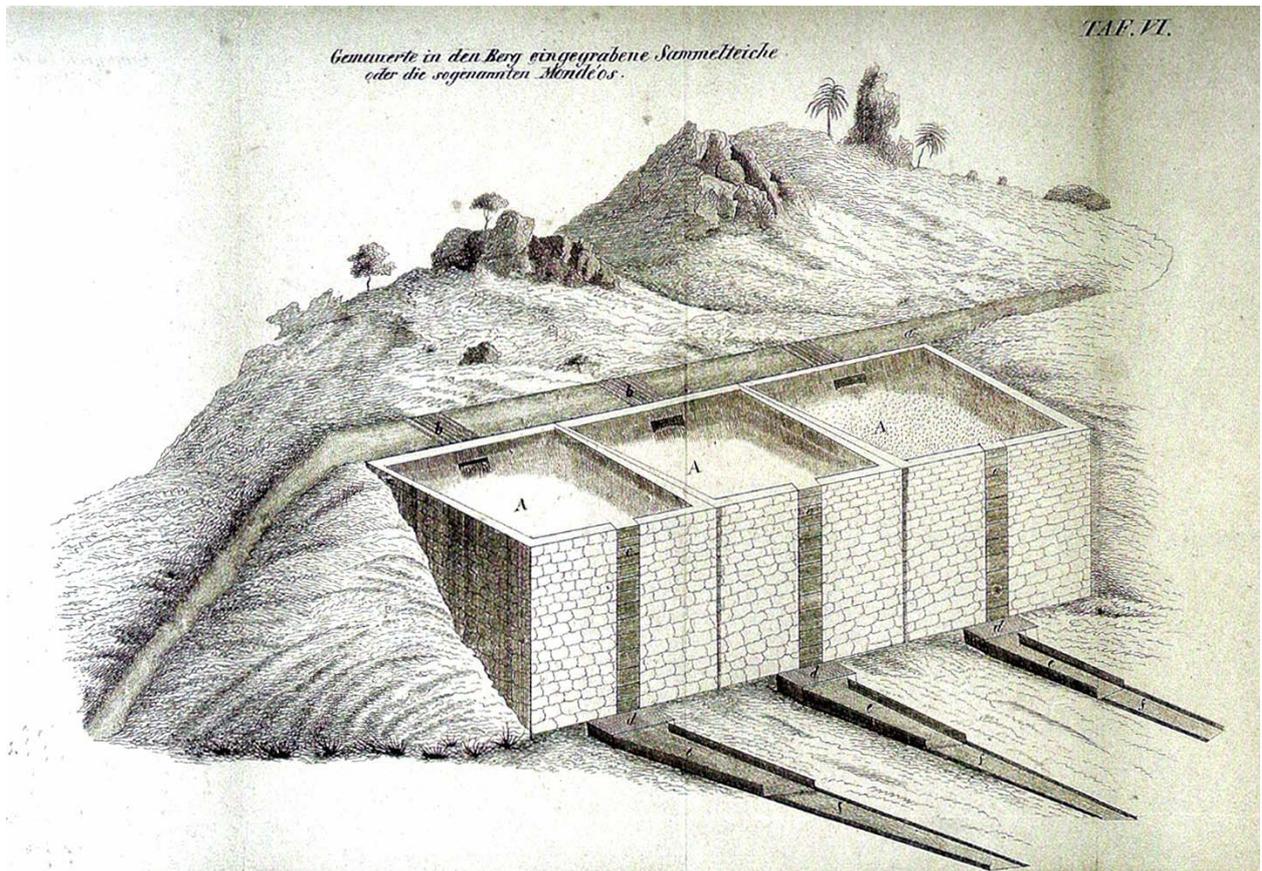


Figura 1.8 – Os mundéos em alvenaria na encosta da montanha (Desenho de Eschwege, 1833)
 (A) o canal com as grelhas (b) para retenção dos grandes blocos da massa rica desmontada, as tábuas empilhadas (c) que iam sendo retiradas para liberação da lama aurífera que em seguida passavam por um novo processo de concentração nas canoas (d, e, f)

A mineração subterrânea só acontecia diante da impossibilidade de exploração do filão rico a céu aberto, uma vez que o serviço era muito penoso e arriscado. As galerias eram estreitas e sinuosas, escavadas acompanhando a formação do veio, e chegavam a atingir centenas de metros, somente nas partes mais ricas eram alargadas. Os morros eram perfurados de um lado para o outro sem o menor planejamento ou controle, assim aconteceu em Ouro Preto, Mariana, Sabará, entre outros. A retirada da terra e de água era feita nos carumbés e muitas vezes com sarilho montado no poço principal da mina que também servia de transporte para os trabalhadores. O escoramento era rudimentar e os desabamentos e inundações freqüentes. Estas informações estão registradas em um documento de 1740:

“... tem esses buracos, duzentos e trinta palmos de fundo e daí para baixo se continua, conforme a formação e altura dos morros. Em cima deles se metem duas forquilhas grandes, uma de cada parte, e sobre elas um sarilho grande de paus com uma corda de couro cru (trançado) e um gancho de ferro na ponta, para pegar em dois barris, um de cada vez, com dois negros ao sarilho. Isso basta para deitar toda a terra fora e pela mesma nos servimos e nela nos amarramos para ir abaixo”...

“Vai se estribando por cima e pelas bandas de grossa madeira, para que não se abata. Há minas que levam de comprido mil palmos para alcançar a formação do

ouro, e dentro delas se pode andar até mais de três mil para alcançar a formação do ouro, se for necessário”. (Manuscrito de 1740 apud Lima Júnior, 1978)

Neste mesmo manuscrito o autor faz observação sobre formação aurífera diferenciada nas Minas do Mata Cavalos, em Mariana.

“A formação do ouro dessa mina é diversa por ser de torrão duro, de pedra vermelha, de caco preto de chumbo, que ele está o ouro cravado que é de boa conta e peso. Nestes pedaços de chumbo ou, por outro nome, antimônio, lhe pomos o fogo em cima para ficar mais brando.” (Manuscrito de 1740 apud Lima Júnior, 1978:48)

Excluindo o trabalho inicial de cata manual de pepitas e folhetas de ouro, todos os demais exigiam técnica para separação do ouro dos demais componentes. O uso da bateia era suficiente para apuração do ouro nas faisqueiras, onde eram lavadas pequenas quantidades de cada vez. Quando os meios “mais acurados” começaram a ser empregados produzindo grandes depósitos de material a serem trabalhados para apuração do ouro, o uso direto da bateia era inviável por causa do tempo que demandaria tal operação.

Para os serviços de tabuleiro e de grupiara, onde o ouro estava misturado, mas não agregado aos demais componentes da massa, a alternativa utilizada foi a inclusão de uma etapa de concentração antes da apuração. Já para o material aurífero resultante dos serviços de filões, era necessário triturar o minério antes de proceder a concentração. A granulação fina, na grande maioria, era obtida pelo trabalho dos escravos com marretas, se necessário diminuir ainda mais a granulometria para extrair o ouro, a areia era esfregada fortemente entre duas pedras.

Para aumentar a concentração do ouro, reduzindo radicalmente a massa aurífera e facilitando a apuração, a técnica consistia em lavagem do material em canoas ou bolinetes. A canoa era um fosso retangular, escavado no terreno ou feito de pedras na saída dos mundéus, e o bolinete, um pouco mais elaborado, mas com o mesmo formato construído em madeira como uma grande caixa. Ambos com o fundo inclinado no sentido da correnteza onde eram estendidas peles de boi para tornar mais eficiente a retenção dos fragmentos mais pesados (Figura 1.9). Não havia diferença entre esses dois lavadouros no que tange ao processo de lavagem que Eschwege descreve assim:

“O cascalho é levado para os lavadores, aqui chamados de bolinete. Coloca-se uma porção de cascalho cada vez e, depois, joga-se água por cima. Alguns negros ficam dentro do bolinete remexendo o material com as mãos, com os pés e uma espécie de enxada, chamada almocafre, sempre contra a corrente. Os seixos maiores são retirados com as mãos, enquanto a areia e a terra mais fina com muito ouro fino são levadas pela água corrente. O ouro mais grosso, que aparece com frequência nos leitos dos rios, decanta-se no fundo e o material é barrado, pouco a pouco, por pequenas ripas. Para captar pelo menos em parte, o ouro mais fino, monta-se na cabeceira do grande bolinete pequenos lavadores planos, um ao lado do outro, de

modo que a água, contendo o ouro, pode ser dirigida ora para um, ora para outro, enquanto nos intervalos são trocadas as peles ou panos de lã nas esteiras e lavados”. (Eschwege, 1833, ed. 1979:58-59)

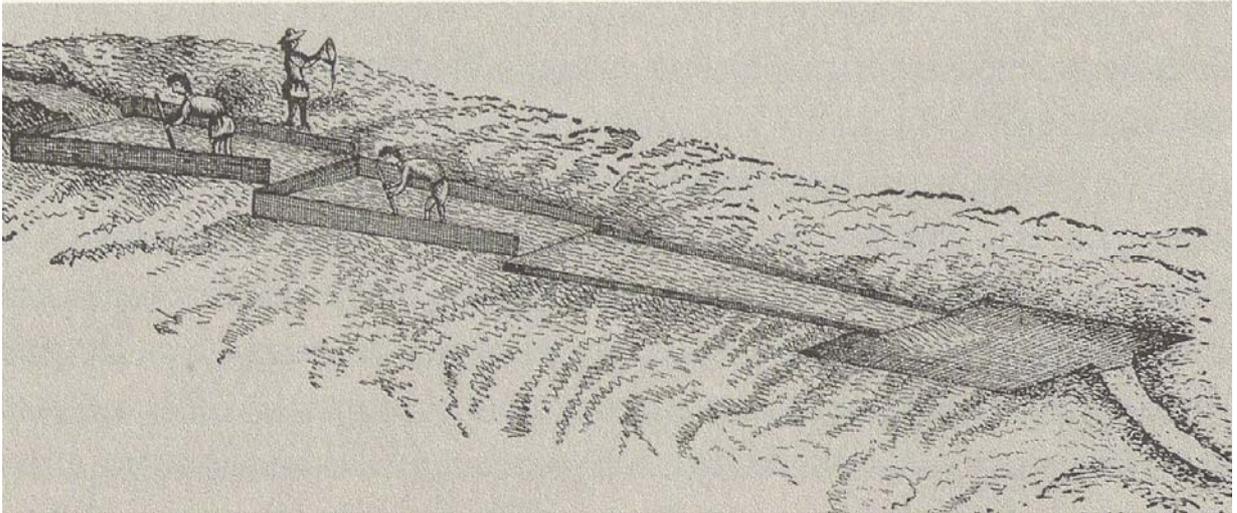


Figura 1.9 – Canoas para lavagem de cascalho aurífero (Desenho de Eschwege, 1833)
Quando a granulação do ouro era muito fina, para reduzir a perda, eram construídas várias canoas em série, uma após a outra.

Rugendas reuniu em uma gravura as técnicas de extração e tratamento do minério aurífero (Figura 1.10).



Figura 1.10 – *Lavage du minerai d'or près de la montagne Itacolumi*
(Malerische Reise, ca. 1824, in: Rugendas, 1835, ed.1998)

Muitas foram as críticas a esses métodos utilizados, principalmente porque, sem exceção, eram imediatistas. Ao contrário do que se pode pensar, a perda do ouro fino não era a situação mais grave. Lavrava-se sem planejamento, produzindo montanhas de estéreis que eram depositadas muitas vezes sobre camadas ricas inviabilizando seu aproveitamento.

“Começaram a trabalhar os leitos dos rios, sem atenção ao mal que faziam, entulhando com os desmontes os mesmos rios, e que fez com que se tornassem mais difíceis aos que lhes sucederão, os trabalhos desta natureza. A facilidade deste trabalho, e abundância, que então havia de ouro nos aluviões fazia com que este circulasse em Minas com grande profusão; porém quando já lavrados os rios, não restarão mais leitos de cascalhos virgens, clamavam estes grandes mineiros – as minas estão acabadas...” (Câmara, 1897:601)

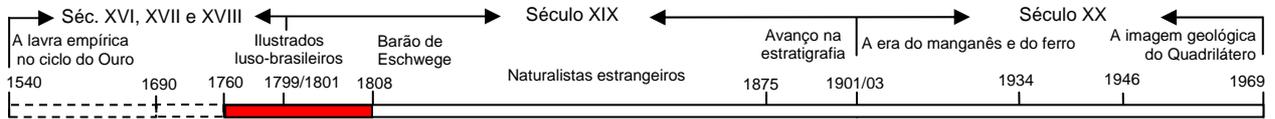
A sede de enriquecimento rápido, o total despreparo com relação ao conhecimento da estrutura das jazidas, aliada a falta de orientação ou fiscalização por parte da metrópole, pelo contrário a imposição do oneroso quinto sobre o ouro, fizeram com que o modo de minerar no ciclo do ouro funcionasse como algoz da mina. As três condições que Eschwege estabelece para uma possível reanimação da grande lavra do Padre Ignácio, nas proximidades de Ouro Preto, quando de sua visita em 1815, refletem exatamente esta situação:

- “1. abolição completa do sistema minerário aplicado até então;
2. legislação de mineração completamente nova;
3. criação de um departamento específico para a administração de mineração, porém sob a condição de que seus funcionários, desde o presidente até o mais humilde escrevente, tenham estudado ciências da mineração na teoria e na prática, como é de costume nos países em que a mineração e a metalurgia estão em pleno florescimento.” (Eschwege, 1833, ed.1979:59)

A precariedade do conhecimento técnico está expressa não apenas no modo de minerar, mas também na própria ordem que se lavrou, primeiro o aluvião e, depois, as jazidas primárias, buscando sempre o mais fácil e o visível, mesmo nas minas subterrâneas. A extração só saiu dos leitos dos rios, depois que todos eles foram completamente revirados e recobertos com ampla camada de cascalho estéril. Quando os serviços de rios não deram mais resultado, rastreou-se de onde vinha o ouro, primeiro nas margens, depois nas encostas e por último perseguindo os veios dentro as montanhas. E os métodos utilizados não resultaram em nada muito diferente do que já havia acontecido com o leito dos rios, por vezes a área ficava impossibilitada de novas extrações sem que fossem necessárias técnicas mais apuradas e dispendiosas. Somente no final do século XVIII é que começaram aparecer tentativas de introdução de alguma ciência no trato com as minas, reflexo aqui do movimento iluminista português. As primeiras manifestações parecem ter sido os encargos dados a recém formados ilustrados brasileiros em Coimbra de fazer observações e exames mineralógicos em sua terra natal.

CAPÍTULO 2

MEMÓRIAS GEOLÓGICAS DE ILUSTRADOS LUSO-BRASILEIROS



As primeiras noções da geologia do Quadrilátero surgem a partir das Memórias de naturalistas brasileiros com formação científica em Portugal que se ocuparam de pesquisas nesta região. Estas Memórias são fruto da adoção, por parte da Coroa portuguesa, do artifício de aproveitar bacharéis brasileiros para desenvolvimento de pesquisas em território colonial buscando alternativas rentáveis à exploração do ouro que havia entrado em acentuado declínio, especialmente em Minas Gerais, a partir dos anos 60 do século XVIII¹. Esta política fomentista, adotada pela metrópole, visando ampliar e diversificar a exploração de recursos naturais faz parte do contexto mais amplo da pragmática ilustração lusitana.

¹ O desempenho da exploração aurífera em Minas pode ser visualizado no gráfico da arrecadação dos Quintos de Ouro em Minas Gerais entre 1697-1820 (Figura 2.1), elaborado por Renger (2006:105).

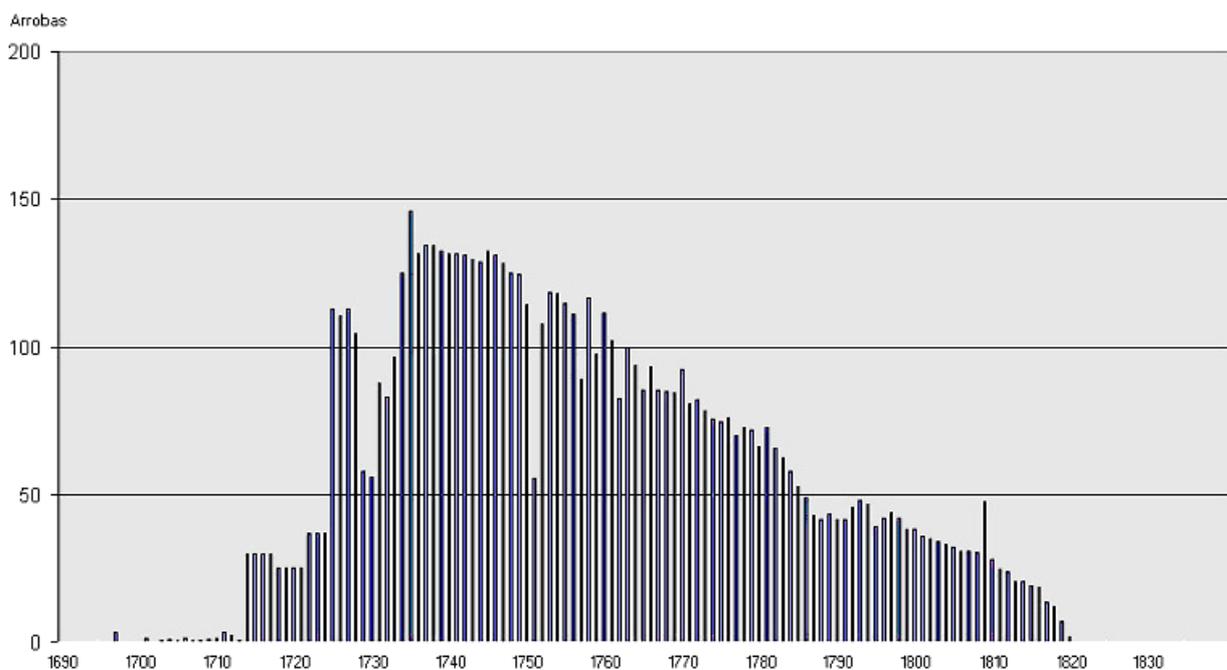


Figura 2.1 - Arrecadação de Quintos de Ouro de Minas Gerais 1697-1820 (Renger, 2006)

A natureza desempenhou papel central no movimento iluminista como fonte de novos recursos a serem explorados em benefício da sociedade, e cabia à ciência promover sua apropriação. É assim que a História Natural se tornou essencial ao progresso material, ganhou *status* de saber científico e se consolidou, no século XVIII, como disciplina acadêmica. No caso de Portugal, “as investigações em torno da História Natural nos territórios do reino e do ultramar estão na base dos processos que marcam a adesão mais sistemática do império português às ciências da época” (Silva, p.23, 2004). Com relação ao Brasil, as espécies minerais e vegetais se constituíram em alvos principais da atenção das autoridades metropolitanas enquanto possibilidades concretas de apropriação de lucros. As diligências realizadas pelo Estado em prol do desenvolvimento da mineração justificavam-se pela queda na produção que sinalizava tanto a necessidade de implementação das técnicas de extração e beneficiamento de minérios quanto de novas descobertas. Já, a diversificação da agricultura, tida por muitos como a verdadeira riqueza da colônia², era requisito básico para fortalecimento do comércio e opção de rendimento para compensar o decréscimo de arrecadação com o quinto.

Logo, a serviço do Estado e norteados pela visão utilitarista, vários naturalistas brasileiros registraram em textos as memórias de suas práticas científicas no campo da mineralogia e da geologia no interior do Brasil.

José Vieira Couto graduado, em 1778, em Matemática e Filosofia na Universidade de Coimbra deixou duas Memórias referentes à capitania de Minas Gerais: a “Memoria sobre a Capitania de Minas Geraes. Seu território, clima e produçoens metalicas. Sobre a necessidade de se restabelecer e animar a mineração decadente do Brazil. Sobre o comércio e exportação dos metaes e intereces régios. Com hum appendice sobre os diamantes e nitro natural. Anno de 1799” e a “Memoria sobre as Minas da Capitania de Minas Geraes, suas descrições, ensaios e domicilio proprio; à maneira de itinerario, com um appendice sobre a nova Lorena Diamantina, sua descrição, suas produções mineralógicas e utilidades que d’este pais possam resultar ao Estado”, escrita em 1801. Ambas revelam mais os interesses régios, como está evidenciado nos títulos, e o “estado da arte” da geologia e mineralogia à época, do que são uma grande contribuição ao entendimento, propriamente dito, das formações dos terrenos da capitania. Assim, os textos de Vieira Couto serão explorados principalmente na perspectiva de buscar as

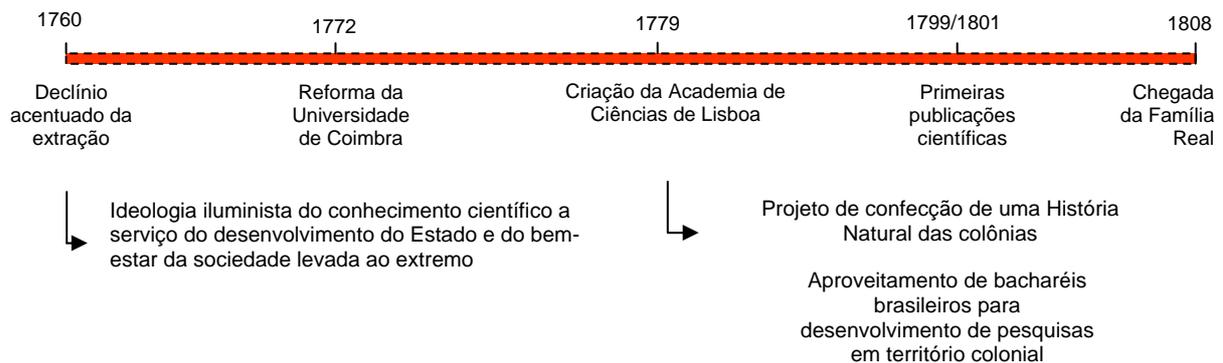
² A crise da mineração abriu espaço para a polêmica em torno do papel do ouro no desenvolvimento econômico da nação, sobressaindo uma corrente cujo pensamento comum era que os esforços de recuperação deveriam se concentrar em outros setores da economia, particularmente a agricultura. Entre os preconizavam tal alternativa se notabilizaram o bispo José Joaquim de Azeredo Coutinho e Antônio Pires da Silva Pontes Leme, por suas posições mais radicais. Não apenas criticavam a exploração do ouro, mas a viam como única responsável pelos problemas financeiros portugueses. Pontes Leme, em sua Memória “Sobre a utilidade pública em se extrair ouro” coloca que um dos males que causava a ruína dos mineiros era a “alucinação” de que toda a Minas Gerais tinha ouro e cobra do Estado ação através das “Academias”, pois “que uma carta exata do país das minas aurífero pode talvez remediar”.

teorias que norteavam o raciocínio dos naturalistas no que concerne à “Historia Natural da Terra”.

Uma contribuição considerável para o início do entendimento da geologia do Quadrilátero Ferrífero é o trabalho José de Sá Bittencourt Câmara Accioli, graduado em Filosofia Natural em 1787, também na Universidade de Coimbra sobre a constituição dos terrenos da região de Sabará, “Memoria Minerologica do Terreno Mineiro da Comarca de Sabará”.

Nos textos, os autores deixam claro, nas dedicatórias aos soberanos ou seus ministros, sua condição de súditos da Coroa portuguesa a seu serviço. Entretanto, estas narrativas das observações e reflexões feitas nas viagens de levantamento empreendidas registram o início da prática científica no Brasil, apesar do cunho excessivamente prático advindo do contexto ao qual estão inseridas.

2.1 Diretrizes da ilustração portuguesa



O poder eclesiástico, ancorado na escolástica e na inquisição, e o conivente Estado absolutista português sustentaram um provincianismo cultural e científico no país até meados do século XVIII provocando uma defasagem entre a sociedade lusa e as demais da Europa Ocidental onde, desde fins do século anterior, as idéias iluministas exerciam influência intelectual, política e econômica. É verdade que a historiografia moderna apresenta traços da penetração da nova concepção da natureza e da ciência no ensino português na primeira metade XVIII, inclusive as origens de um movimento científico, filosófico e literário que chegou a questionar a hegemonia da escolástica e o isolamento filosófico, pedagógico e científico. Entretanto, nenhuma ideologia das luzes proliferou efetivamente em terras lusitanas até que o Estado a tomou para si conforme sua conveniência. Daí resulta o caráter da ilustração portuguesa: ideologias importadas e adaptadas, sob o patrocínio do governo, para atender necessidades reais portuguesas,

notadamente o desenvolvimento dos setores comerciais e agrícolas, tanto na metrópole como nas colônias, visando a recuperação da economia e do prestígio.

É com a ascensão de D. José I ao trono português, em 1750, que surge o interesse do Estado em “importar as luzes”³. A tarefa de implantar inovações capazes de impulsionar o progresso da nação foi personificada pelo ministro de estado Sebastião José de Carvalho e Melo, mais tarde Marquês de Pombal, que havia sido embaixador em Londres entre 1738-1745 e lá teria absorvido as referências que marcaram sua política de recuperação econômica. O ideal iluminista de associação do conhecimento racional à tarefa de melhoramento do Estado e da sociedade foi levado ao extremo. Pombal tratou de estruturar a relação de interdependência entre o conhecimento científico da História Natural e o desenvolvimento da economia de tal forma que a existência de um não se justificava sem o outro, o que explica o forte pragmatismo que caracterizou a ilustração portuguesa.

O esforço de recuperação econômica passava pela reforma educacional, neste ponto foram focadas muitas das ações de Pombal. Visando dotar Portugal de intelectuais capazes de pesquisas no campo da História Natural, Pombal começou por quebrar o domínio exercido pela Companhia de Jesus sobre a educação com a expulsão dos jesuítas de Portugal, em 1759. Particularmente, têm influência direta sobre as Memórias discutidas neste capítulo a reforma da Universidade de Coimbra iniciada em 1770 com a criação, pelo Rei D. José I, de uma Junta de Providência Literária, da qual Pombal era membro, para estudar as causas de sua ineficiência e propor medidas de reestruturação.

O veredicto, publicado em forma de compêndio pela Junta, atribuía a decadência da Universidade aos jesuítas que, segundo a Junta, haviam levado a obsolescência o ensino superior pela imposição da filosofia escolástica, principalmente, o de Medicina ao manter afastada a verdadeira ciência⁴. Em 1772, com Pombal oficialmente nomeado reformador e visitador, a

³ Certamente houve a iniciativa de D. João V no início dos anos vinte dos setecentos que, ciente dos avanços das técnicas de cartografia principalmente na França e Itália, contratou dois matemáticos astrônomos italianos, os jesuítas Giovanni Baptista Carbone e Domingos Capassi. Este último juntamente com o português e também jesuíta Diogo Soares, os chamados “padres matemáticos”, receberam a incumbência de mapear a região das Minas, tendo chegado ao Rio de Janeiro em 1730. O principal trabalho destes cartógrafos em Minas Gerais consiste em um conjunto de quatro mapas que cobrem o território das Minas desde a Zona da Mata, no sul, até as Minas Novas e o Rio Jequitinhonha, no norte, entre 16° 30’S e 21° 30’S. Foram cartografados, praticamente, todos os arraiais e vilas da região, registrando a maior concentração no entorno de Vila Rica. Estes jesuítas procederam a uma profunda renovação na cartografia no Brasil, baseando seus mapas em observações astronômicas de latitudes e longitudes, lançando assim, os alicerces para uma cartografia científica. Contudo, esta ação de D. João tinha interesses específicos e não se configurou numa aproximação ao ideário iluminista (Renger e Machado, 2005).

⁴ A Companhia de Jesus, desde que foi introduzida em Portugal em 1540, era responsável por grande parte do ensino. Apesar das críticas ao método de ensino e à oposição a ciência moderna, um tanto quanto fundamentadas à época da expulsão, vale lembrar que havia em seus quadros jesuítas afamados por sua competência em álgebra,

Universidade de Coimbra ganha novo Estatuto abolindo de vez o método escolástico e colocando como nova diretriz os preceitos da ciência moderna: observação, experimentação, raciocínio e a aplicação à realidade. Como forma de equiparar o ensino português ao ministrado na Europa e disponibilizar pessoal capacitado ao Estado, foram ainda criadas as Faculdades de Matemática e de Filosofia que, juntamente com a reorganizada Faculdade de Medicina, passaram a constituir os “cursos das ciências naturais e filosóficas”. Anexos às Faculdades, demonstrando a importância e valorização da prática junto à teoria, foram criados institutos científicos. Ligados à Faculdade de Filosofia estavam o Museu de História Natural, o Jardim Botânico, o Laboratório Químico e o Laboratório de Física Experimental. Para dirigir esses espaços e lecionar as novas cadeiras criadas de Filosofia Natural – História Natural, Química Física e Experimental, foram convidados homens de notório saber, majoritariamente de origem italiana, entre eles Domingos Vandelli, Giovanni Dalla Bella, Miguel Franzini e Miguel Antonio Ciera⁵.

Em 1777, a morte de D. José e a conseqüente queda do Marquês de Pombal não interromperam a reforma. Apesar do período de reinado de D. Maria I ser conhecido como “viradeira”, estudiosos do tema⁶ são unânimes em afirmar que o governo mariano se caracterizou muito mais por dar continuidade ao processo de renovação cultural e científica em andamento do que por qualquer outra política adotada. Notadamente, a Academia Real de Ciências de Lisboa, criada em 1779, assumiu a posição da Universidade de Coimbra como pólo difusor dos novos ideários. Era prática da Academia eleger temas para estudo em prol do desenvolvimento de setores da economia, esta iniciativa norteava as contribuições de seus associados ou de interessados nestas matérias e se traduziram em sistematização de conhecimento e, muitas vezes, em publicação nas “Memórias Econômicas” da Academia. Neste novo *locus* do debate científico ganhou impulso o projeto de construção de uma História Natural das Colônias, sobretudo depois que D. Rodrigo de Sousa Coutinho se tornou Ministro da Marinha e Ultramar, em 1796.

Neste domínio de construção de um rigoroso e sistemático inventário das colônias que, como já foi dito, marca a ilustração portuguesa, papel fundamental exerceu Domingos Vandelli. Atuando

trigonometria, astronomia e cartografia e que a Companhia de Jesus foi responsável pela exigente formação de navegadores, militares e outros.

⁵ O italiano Domingos Vandelli (1730-1815), médico e naturalista, foi responsável pelas cátedras de História Natural e Química e teve um papel diferenciado no movimento das luzes em Portugal, foi um grande incentivador da criação da Academia Real das Ciências de Lisboa. Giovanni Dalla Bella foi professor de física experimental, Miguel Franzini regia a cadeira de Álgebra e Miguel Antonio Ciera foi professor de astronomia e responsável pelo Observatório Astronômico.

⁶ Por exemplo: Munteal Filho O. 1998. Uma Sinfonia para o novo mundo: a Academia Real das Ciências de Lisboa e os caminhos da Ilustração luso-brasileira na crise do Antigo Sistema Colonial. Tese de Doutorado, UFRJ; Novais, F.A.. 1995. Portugal e Brasil na Crise do Antigo Sistema Colonial. 6^a ed., Ed. Hucitec, São Paulo; Falcon, F.J.C. 1989. Da Ilustração à revolução – Percurso ao longo do espaço-Tempo Setecentista: Revista do Arquivo Nacional. Rio de Janeiro, v.4, n.1.

efetivamente nos principais espaços de investigação da História Natural daquele período em Portugal – Complexo Museológico de Ajuda, Universidade de Coimbra e Academia Real de Ciências de Lisboa⁷, levou a todos eles não só a importância das “viagens filosóficas” como etapa essencial da pesquisa científica como fez delas um projeto imperial de História Natural das Colônias. Alguns títulos das memórias de Vandelli evidenciam seu propósito e porque conseguia beneplácitos para executá-lo como “Memória sobre algumas produções naturais das conquistas, as quais ou são pouco conhecidas, ou não se aproveitam” ou “Memória sobre algumas produções naturais deste Reino, das quais se poderia tirar utilidade”, “Sobre as minas de ouro do Brasil”, “Sobre os diamantes do Brasil” ou ainda “Memória sobre a maior utilidade que se pode tirar de várias produções do Brasil”.

Em função das viagens filosóficas, proliferaram na Europa do século XVIII textos com orientações detalhadas sobre os procedimentos que os naturalistas deveriam obedecer para consecução de suas tarefas de modo adequado visando sistematizar a observação e a descrição.

Entre as “instruções de viagem” surgidas em Portugal destacam-se, pelo nível de detalhe das orientações aos naturalistas, o texto assinado por Vandelli “Viagens Filosóficas ou dissertação sobre as importantes regras que o Filósofo Naturalista nas suas peregrinações deve principalmente observar”, de 1779, o compêndio “Breves instruções aos correspondentes da Academia das Ciências de Lisboa sobre as remessas dos produtos e notícias pertencentes à história da natureza para formar um museu nacional” publicada pela Academia Real das Ciências de Lisboa em 1781 (Figura 2.2) e ainda o “Método de recolher, preparar, remeter e conservar os produtos naturais segundo o plano que tem concebido e publicado alguns naturalistas para o uso dos curiosos que visitam os sertões e costas do mar” de 1781.

Com relação ao primeiro...

“trata-se de um longo documento onde Vandelli oferece detalhes minuciosos de como um naturalista deveria exercer o seu ofício... e, embora dirigidas aos naturalistas em geral, há uma preocupação especial com o Brasil, com indicações explícitas do que o viajante naturalista deveria verificar na colônia portuguesa da América” (Silva, 2004:38/39).

Entre as seções que compõem o texto duas tratam especificamente da pesquisa mineral: “Da Mineralogia” e “dos rios, fontes minerais e lagoas”. Nelas, Vandelli é detalhista nas instruções e

⁷ Vandelli foi professor de História Natural e Química na Universidade de Coimbra e foi responsável pelo Museu de História Natural e Jardim Botânico entre 1772 e 1791. Também coordenou o Museu de Ajuda em Lisboa desde sua criação, em 1768, até 1810 e depois de ser um dos responsáveis pela criação da Academia Real de Ciências de Lisboa assumiu a classe das ciências da observação como diretor.

recomenda que as observações não devem se restringir aos montes, mas feitas em todos os lugares mesmo que “não haja suspeita de minas” (Vandelli, 1779 apud Silva, 2004:42).

“Breves instruções” é um compêndio didático cujo objetivo principal é detalhar como os exemplares dos reinos animal, vegetal e mineral deveriam ser recolhidos, preparados e remetidos para chegarem ao destino sem avarias. Há nelas recomendação de que o naturalista deveria enviar também descrição geográfica da região onde o material havido sido recolhido (Figura 2.2).

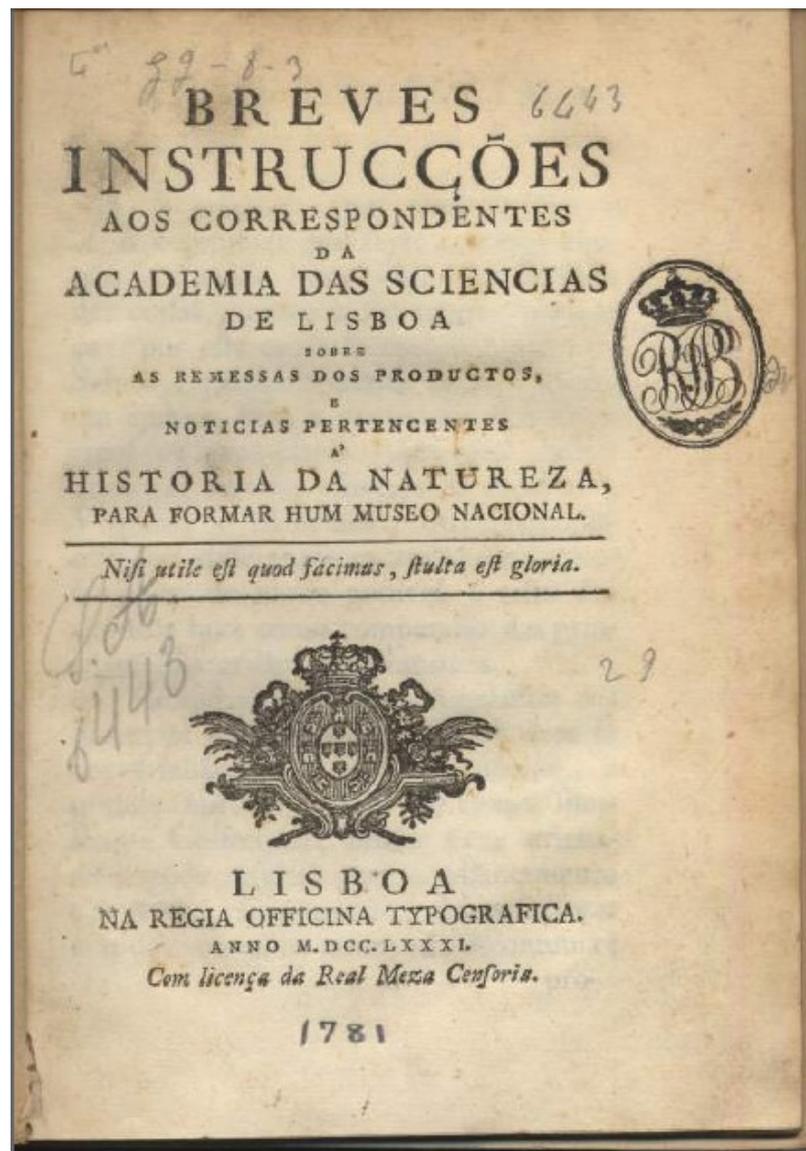


Figura 2.2 - Folha de rosto das “Breves Instruções” publicada pela Academia Real de Ciências de Lisboa, 1781 (BN Lisboa, In: <http://purl.pt/720>)

Já o “Método” se propõe orientar o público não especializado, os “curiosos”, para que pudessem colaborar com o Gabinete Nacional. Então, inicialmente é apresentado como se subdividem os três reinos da natureza, obedecendo ao sistema elaborado pelo botânico sueco Carl von Linné, ou Lineu, (1707-1778). Além de instruir minuciosamente, a exemplo dos outros dois textos já mencionados, como se deve recolher, preparar e enviar as amostras, no texto fica expressa a preocupação em ajudar o leigo a localizar e identificar os elementos úteis da natureza, para tanto são fornecidas pistas. No caso do reino mineral são apresentadas descrições minuciosas de “pedras” e as características dos locais onde elas podem ocorrer, realçando a importância do reconhecimento do terreno.

Além das “Instruções de Viagem” foram publicadas e distribuídas obras sobre novas técnicas rurais, de renovação agrícola, e de tratados de mineração traduzidos para instrução dos mineiros com o objetivo de modernizar as técnicas de extração mineral (Figueirôa, 1997). Entre outras medidas que foram implementadas pelo governo mariano com este mesmo intento de restabelecer as minas, duas envolveram diretamente ilustrados brasileiros: o envio de bolsistas para capacitação em centros de referência em filosofia natural no exterior e o patrocínio de viagens de pesquisa mineral nas colônias. É certo que Vandelli foi mentor de ambas. Em sua Memória “Sobre as Minas de Ouro do Brasil” seu intuito foi explicitado.

“Que são necessárias pessoas inteligentes que instruem os mineiros e os dirijam nas suas operações, se verá isso considerando o estado presente das minas: mas para isso não é preciso fazer vir estrangeiros, estando já muitos nacionais instruídos na mineralogia e química, aos quais somente falta uma instrução prática em grande, a qual podem adquirir em dois, ou três anos viajando a Alemanha”. (Vandelli, 1898:266)

A partir de 1790 os brasileiros José Bonifácio de Andrada e Silva e Manuel Ferreira da Câmara Bittencourt e Sá juntamente com o português Joaquim Pedro Fragoso de Sequeira, igualmente egressos do curso de Filosofia Natural da Universidade de Coimbra, empreenderam uma longa “viagem literária e filosófica” de estudos que teve escala na França, visando o aprimoramento em química, e depois, especificamente em mineração e tratamento de minérios, na Saxônia, em Freiberg na primeira Academia de Minas e, depois, na Suécia, Noruega e Hungria. “É importante destacar o apoio oficial explícito a viagem, não apenas em termos pecuniários, mas também através de rede diplomática, o que reflete o empenho da coroa portuguesa em estimular e aprimorar a atividade mineira” (Figueirôa, 1994:48). É interessante notar ainda que além da busca pela modernidade no plano científico a viagem também envolvia a dimensão política da ilustração lusa. O processo de modernização administrativa do Estado português passava pela contratação de pessoal especializado para ocupação de cargos públicos estratégicos,

principalmente no que dizia respeito à administração das minas. Para tanto, era preciso incentivar e muitas vezes, como neste caso, subsidiar a formação dos futuros funcionários públicos.

Ao retornarem a Lisboa, nove anos depois, os dois ilustrados luso-brasileiros foram incorporados ao quadro administrativo português. José Bonifácio foi nomeado Intendente Geral das Minas e Metais do Reino e assumiu a cadeira de metalurgia em Coimbra, criada para que ele fosse o regente. Quanto a Câmara Bittencourt “desde 1798, era ele, de fato, o verdadeiro conselheiro ou consultor técnico de governo português, quando este desejava tomar qualquer iniciativa de caráter técnico, econômico ou legislativo em relação às minas” (Mendonça, 1958:53) tendo sido encarregado das minas da Capitania de Minas Gerais e do Serro Frio como intendente geral e da incumbência de propor uma nova legislação para a mineração no Brasil. Com relação a esta última, dado ao seu alcance nas questões tratadas neste trabalho, merece maior atenção.

Em dois textos⁸ produzidos e endereçados a D. Rodrigo, depois de seu retorno a Portugal, Câmara Bittencourt expunha suas idéias sobre “um sistema geral da economia mineral”, outras palavras para uma legislação reguladora da exploração mineral, que como ele próprio admitia, “muitas das quais tendo provado bem nos diferentes países que visitei e estudei, e que penso nos conviria muito adotá-las” (Câmara Bittencourt, 1798, *in*: Mendonça, 1958:55).

Para racionalizar a produção mineral, preconizava que as minas deveriam passar a ser administradas por um Conselho ou Junta de Administração, ligado diretamente ao Conselho de Ultramar ou das Finanças do Reino, deixando os governadores à parte de qualquer jurisdição sobre as minas porque, mesmo que eles fossem esclarecidos no assunto, a troca freqüente dos homens neste cargo impedia a execução de um necessário planejamento em longo prazo e argumenta “se devo julgar pelo que vi, direi que por toda parte encontrei a administração das minas separadas do poder civil e militar, e confiada a homens de todo renque, mas formados desde a infância na arte de extrair e fundir os metais” (Câmara Bittencourt, 1798, *in*: Mendonça, 1958:56).

Assim é que, se esta independência administrativa era tão bem sucedida em tantos outros países, porque não seria também no Brasil. Fica claro ainda a importância atribuída ao conhecimento técnico, objeto de outra sugestão: os mineiros deveriam adquirir conhecimentos além, do relativo à extração das minas, de contabilidade. Outra colocação era a necessidade de unir a administração das minas à dos bosques, visando a conservação desta riqueza para maior proveito

⁸ O primeiro, de 13 de agosto de 1798, é uma análise da parte relativa ao Brasil, mais especificamente à Capitania de Minas Gerais, da proposta de D. Rodrigo sobre nova forma da administração dos domínios ultramarinos pela coroa portuguesa. A Memória “Sistema político que mais convém que a nossa coroa abrace para a conservação dos seus vastos domínios, particularmente dos da América, que fazem propriamente a base da grandeza do nosso trono” havia sido encaminhada pelo próprio autor a Câmara Bittencourt com este objetivo. E o outro é a “Memória sobre a permuta de todo o ouro em pó por moeda corrente”, datada de 23 de janeiro de 1799.

futuro. E, neste sentido, reconhecia a necessidade premente de reduzir o direito dos mineiros impondo fiscalização ou mesmo intervindo na mineração a fim de preservar a propriedade do Estado que a eles era dada para extração e “conhecer o estado de suas minas para taxá-las com justiça” (Mendonça, 1958:99). Por outro lado, relacionava alguns privilégios que deviam ser concedidos aos mineiros como isenção do serviço militar ou marítimo. Quanto à taxação, inicia criticando o nocivo sistema de imposição estabelecido, pois acabava por coibir a geração de riqueza, a sabedoria estava em engrandecer para depois tirar as justas proporções. Proclama como justa a redução dos impostos dos gêneros de primeira necessidade assim como a supressão imediata dos direitos sobre o ferro e sobre os pretos destinados ao serviço das minas ou, no mínimo, das pretas escravas, que não tinham o mesmo valor deles, mas lhes eram essenciais. Para conter o extravio, era necessário proibir a circulação do ouro em pó, comprando-o imediatamente dos mineiros através de casa de permuta. A organização dessas casas de permuta ou resgate é habilmente detalhada por Câmara Bittencourt.

Entretanto, é interessante observar a racionalidade das soluções por ele apresentadas para fomento das atividades mineiras no Brasil, mesmo antes da experiência no exterior. O documento “de sua autoria e por ele lido ao ser recebido sócio da Academia Real das Ciências de Lisboa, pouco depois de se formar na universidade de Coimbra” (Mendonça, 1958: XXV), sob o título de “Memória de Observações Físico-Econômicas acerca da Extração do Ouro do Brasil” é uma explanação avaliativa sobre a atividade de mineração do ouro desde o seu descobrimento. A última seção trata exatamente de projetos econômicos e políticos para a jurisprudência dessas minas. Primeiramente cabe colocar sua visão com relação ao direito minerário. Condena a cessão, por parte da coroa portuguesa, do domínio do subsolo a particulares para extração, expondo com clareza os “defeitos” desta repartição que equivale à vinculação do subsolo ao superficiário.⁹

“Em todos os Estados, os mais civilizados, pertence aos Soberanos o direito de extrair as minas – cunhar seu produto – e fazê-lo próprio à circulação do Estado. Entre nós, porém, logo do princípio, descobertas as minas, acharam nossos Soberanos, que interessava mais ao Estado a divisão do que a terra contém no seu interior, que a extração exclusiva – contanto, porém que os mineiros lhe prestassem uma quota parte do ouro extraído, que suprisse a necessidade do Estado.” (Câmara Bittencourt, 1789 *in*: Mendonça, 1958:517)

Faz considerações concisas também sobre a vantagem da participação dos descobridores das minas em seus lucros e do estabelecimento de “Companhias de mineiros” com o objetivo de somar forças para vencer obstáculos na mineração que inviabilizavam o trabalho do individual

⁹ Uma interessante exposição sobre a propriedade deste ponto de vista de Câmara Bittencourt é feita por Djalma Guimarães, 1956, *Notas à margem da Memória de Câmara*, in: Mendonça, 1958, 2ª ed.

do mineiro, como os *Gewerkschafts*¹⁰ na Alemanha. Seguindo os modelos dos Estatutos e Ordenações dos grandes centros de mineração da Europa à época, as minas da Saxônia e Harz são citadas como exemplo, seria ainda necessário o estabelecimento de Casas Conselhos nas Províncias Mineiras, cujos membros fossem capacitados para deliberar sobre o mais conveniente para o bom andamento dos trabalhos de mineração e estabelecer escolas mineralógicas e metalúrgicas. Argumenta ainda que deveria merecer “grande consideração da parte do Estado” a possibilidade de redução, ou mesmo isenção, dos impostos sobre os “gêneros que mais diretamente servem à extração”, como o ferro e os escravos, pois assim se extrairia mais e se recolheria mais do que pelos referidos impostos.

A nova legislação tomou forma no alvará de 13 de maio de 1803 e, apesar das reclamações de Câmara Bittencourt no sentido de que mal podia reconhecer no texto o seu original, tamanhas as alterações sofridas, muitas de suas idéias tomaram forma de lei. Embora bem fundamentado teoricamente, grande parte das regulamentações que o alvará continha se não todas, eram de difícil execução em face da situação real, seja da colônia, seja da metrópole. Para implantação das muitas novidades se faziam necessários investimentos para estabelecimento de casas de permuta e de uma Casa da Moeda em Minas Gerais ou para a implantação das escolas “montanísticas” previstas. Antes mesmo de se falar na insuficiência de recursos para pagamento dos muitos funcionários necessários, havia a própria escassez de homens capacitados, mesmo para compor as juntas administrativas criadas. Por outro lado, o alvará conseguia desagradar tanto aos governantes da capitania como aos mineiros, sobretudo devido à exclusão dos governadores de qualquer decisão no que diz respeito às minas e da restrição do direito dos particulares. Juntando-se a isso o fato da execução do referido alvará ser função de direito do Intendente Geral nomeado, até o ano de 1807 nem o alvará havia sido posto realmente em execução, nem Câmara Bittencourt havia tomado posse como Intendente Geral das Minas na Capitania de Minas Gerais e do Sêrro do Frio, apesar de repetida a nomeação¹¹ (Mendonça, 1958).

Várias regulamentações do alvará foram reeditadas por outros alvarás, que por sua vez suscitaram outros, necessários ao efetivo cumprimento dos primeiros. Como, por exemplo, o de

¹⁰ Este termo que definia a sociedade de mineiros, hoje é a denominação genérica dos sindicatos alemães de trabalhadores.

¹¹ A primeira nomeação de 24 de setembro de 1800, por decreto de D. João VI, ficara sem efeito visto que o alvará que criava o cargo de intendente geral só seria publicado em 13 de maio de 1803. Logo após a publicação, sai então a segunda nomeação, em 2 de julho de 1803. Entretanto, Câmara Bittencourt jamais assumiria tal cargo. Pela carta régia de 22 de dezembro de 1806 (BN Lisboa – MSS. C. 75-7 L. 8º a fjs. 371, *in*: Mendonça, 1958), D. João nomeia o Intendente Geral das Minas, Manuel Câmara Bittencourt para o lugar de Intendente dos Diamantes do Sêrro de Frio, uma vez que o primeiro cargo ainda não tinha sido posto em prática. Este nomeação foi efetivada, tendo ele desempenhado as funções de 27 de outubro de 1807 a 6 de abril de 1822 (Mendonça, 1958).

1º de setembro de 1808 que proibia a circulação do ouro em pó e impunha o uso de moedas e, como não houvesse moedas suficientes, surge o alvará de 12 de outubro de 1808 que mandava circular pesos espanhóis, depois de devidamente remarcados, e, para troco do ouro em pó, instituía bilhetes impressos. Não apenas estas disposições, mas de maneira geral, todas as constantes nas leis de mineração a partir de 1803 até 1831, são baseadas no alvará de 13 de maio de 1803 (Mendonça, 1958:227). A proposição de Câmara Bittencourt de estabelecimento de “Companhias de mineiros”, que tanto poderia contribuir no reaquecimento da extração, não foi incluída no alvará de 13 de maio de 1803. Estas Companhias ou Sociedades de Mineração só se concretizariam anos mais tarde com a lei de 12 de agosto de 1817, organizada pelo Barão de Eschwege que dela se beneficiou, depois de tentativas frustradas anteriores em Ouro Preto, na compra da mina de Passagem viabilizada pela criação da Sociedade Mineralógica de Passagem, em 1819. Ainda nesta lei constavam outras propostas de Câmara Bittencourt como promover a instrução científica dos mineiros, através de escolas ou academias de minas tal qual o modelo alemão, e a redução do Quinto pela metade.

No outro empreendimento da metrópole, a convocação de ilustrados brasileiros para levantamento de recursos naturais, encontra-se a base de nossa pesquisa neste capítulo, a saber: as memórias de José Vieira Couto e José de Sá Bittencourt Câmara Accioli, que era irmão do Intendente Manuel Ferreira da Câmara Bittencourt e Sá. Além das Ordenações portuguesas e do regimento para os superintendentes de 1702, a legislação colonial se constituía pelas chamadas cartas régias, portanto era através delas que se dava o ordenamento para a pesquisa. Ao que parece, tanto as Memórias de Vieira Couto como a de José Accioli tem origem na Carta Régia expedida por Dom Rodrigo de Sousa Coutinho ao governador da Capitania de Minas Gerais, Luiz Antônio Furtado de Mendonça (1788-1797), o Conde de Barbacena, transcrita a seguir.

“Constando nesta Côrte que no Sêrro do Frio existe hum hábil sujeito, chamado Doutor Couto; e conhecendo-se a mesma aptidão no Bacharel José Teixeira da Fonseca Vasconcellos¹², que está na Comarca de Sabará: Hé sua Magestade servida, que V. S. encarregue a hum, e outro de dar as informações mais circunstanciadas, sobre as minas daquelle Paiz, como também do partido que dellas se pode tirar; podendo V. S. até incumbir este último de visitar as salinas de S. Francisco. O que tudo será muito do agrado de sua Magestade, Deus guarde a V. S., Palácio Queluz, em 18 de março de 1797. Dom Rodrigo de Souza Coutinho.” (AN *in*: Calógeras, 1904, v.1, p.150)

Não se tem notícia de algum trabalho de Fonseca Vasconcellos sobre recursos minerais ou se nem ao menos ele realmente cumpriu a missão para a qual foi designado (Calógeras, 1904:151).

¹² Formado pela Universidade de Coimbra em Matemática em 1785 e, dois anos depois, em Direito.

O que se conhece é uma memória¹³ sugerindo ao governador a extensão do privilégio conhecido como “trintada”¹⁴ a todos os mineiros. Entretanto, José Accioli era natural de Caeté, cidade vizinha a Sabará, escreveu uma Memória sobre os terrenos da Comarca de Sabará não se sabe quando, e a encaminhou, entre janeiro de 1822 e julho de 1823, a José Bonifácio, então Ministro e Secretário de Estado dos Negócios do Reino e Estrangeiros.

2.2 As teorias da História Natural da Terra nos textos de José Vieira Couto

José Vieira Couto elegeu a Comarca do Serro do Frio, de onde era natural¹⁵ e para onde regressou depois de terminar os estudos em Lisboa, objeto principal de suas observações no primeiro trabalho. Seu interesse estava justamente no “terreno mais agro, frágil e estéril” (Couto 1799, ed. 1994:53) que não deixava opção a seus habitantes senão o ofício de minerar, enquanto as outras três comarcas da Capitania, Rio das Velhas, de Vila Rica e Sabará, “oferecem aos cultivadores uma fértil superfície, ao mesmo tempo em que os interiores passados e repassados de ricos veios de metais convidam os mineiros para os desentranharem” (Couto 1799, ed. 1994:53).

A “Memoria sobre a Capitania de Minas Geraes. Seu território, clima e produções metálicas. Sobre a necessidade de se restabelecer e animar a mineração decadente do Brazil. Sobre o comércio e exportação dos metais e interesses régios. Com hum appendice sobre os diamantes e nitro natural. Anno de 1799” é dividida nestes quatro temas que compõem o título. O pesquisador inicia o primeiro assunto com um breve esboço da Capitania, basicamente limites e divisão administrativa, e então se atém a uma descrição poética da paisagem da região do Serro, como se guiasse um viajante até os limites da Demarcação Diamantina e, depois através dela, numa linguagem mais própria de um cientista, descreve detalhadamente os aspectos físicos: relevo, hidrografia e clima. Interessante para mostrar a inserção de Couto nas discussões da época é a

¹³ Memória Oferecida ao Exmo. Sr. Conde de Palma, Governador, Capitão-General de Minas Gerais, pelo Dr. Intendente da Real Casa de Fundição do Ouro da Comarca de Sabará, José Teixeira da Fonseca Vasconcellos, promovendo em benefício do quinto a ampliação do privilégio do mineiro àqueles que estivessem em atual mineração, tenham, ou não, o número de 30 escravos. In: *RIHGB*, Rio de Janeiro, 163(416): 125-127, jul/set. 2002.

¹⁴ “Trintada” foi como ficou conhecido o privilégio concedido aos mineiros que tinham mais de trinta escravos, por ordem régia de 29 de fevereiro de 1752, que, no caso de execução por dívidas, os escravos não poderiam ser objeto de penhora. Este privilégio foi estendido a todos os mineiros pelo alvará de 17 de novembro de 1813, independente do número de escravos que possuíssem, com maiores regalias. Na execução por dívidas, além dos escravos, não poderiam mais ser penhoradas as lavras, ferramentas ou qualquer instrumento pertencente a elas. Diferente do privilégio estabelecido anteriormente, este se aplicava, inclusive, a dívidas contraídas antes mesmo da posse das lavras. (Eschwege, 1833, ed. 1979. v. 1)

¹⁵ José Vieira Couto nasceu, em 1752, no arraial do Tejuco, atual cidade de Diamantina, onde também morreu em 1827.

observação que ele faz em seguida sobre a idade da América contrapondo a teoria do Conde Buffon, expressa em sua “História Natural”¹⁶, de que esta seria mais jovem do que o Velho Continente pois a grande quantidade de rios, lagos e pântanos indicava uma emersão das águas em época posterior¹⁷.

“Em nenhuma parte por onde andei, observei petrificados marinhos, a mesma cal é muito rara e ainda esta é muito misturada de areia, que é a terra dominante. Sé é verdade que a terra vitrescível é a primitiva e que pelo rodar dos séculos todas as mais vão sempre tendendo e forcejando a passarem-se para a natureza da primitiva terra donde descendem: como é velha esta montanha! Como pelo contrário, estas observações confundem aqueles que a América estivesse por muito tempo submergida nas águas e que delas ressurgiria muito posterior às outras partes do antigo continente? Oh natureza, oh santa deusa, como zombas dos delírios dos sábios!” (Couto 1799, ed. 1994:57)

Para fechar a primeira parte o autor passa à descrição das produções metálicas do Serro. Com indicações de como ocorrem e menções de localização, discriminando o sistema utilizado para classificação, se o elaborado por Lineu ou o de Wallerius¹⁸, Couto registra a ocorrência de ouro, prata, ferro, cobre, chumbo, estanho, enxofre, caparrosa¹⁹ e nitro. Para ilustrar as observações feitas acima são transcritas a seguir as descrições de Couto para o ouro...

“O ouro é um metal comum nestes países e acha-se por quase toda parte, ou mais ou menos: a sua matriz é ordinariamente o quartzo, pó puro, ou intermedido também com minas de ferro, principalmente da espécie “Specularis”²⁰ de Wal²¹ e haematites: segue-se sempre em veeiros ou mais ou menos grossos, que se entranham pelos montes ou se ramificam em milhares de outros veeiros capilares e quase invisíveis e que se espalham sobre toda superfície da terra por entre camadas de quartzo. Também se acha em madres [leitos] dos rios e nas suas abas, que noutra tempo foram seus antigos leitos. Neste último caso, o ouro se acha fora da

¹⁶ BUFFON, Georges-Louis Lecler. *Historie naturelle, générale et particulière, avec de la description du Cabinet du Roi*. Paris 1749-1804, 44 volumes.

¹⁷ Em função do Dilúvio, presente no livro do Gênesis, se acreditava que um oceano primordial havia coberto toda a Terra e nele todos os componentes que integram as rochas da crosta haviam estado em suspensão ou em solução. A teoria daí advinda, o netunismo, teve como expoente máximo o alemão Abraham Werner (1749-1817) e, mais uma vez como palco, a Academia de Minas de Freiberg, distrito mineiro da Saxônia.

¹⁸ O sistema de classificação de Lineu baseava-se nas características externas dos minerais e era uma adaptação do modelo que o próprio Lineu havia criado para classificar as plantas e os animais. Já o sistema de classificação de Johan Gottschalk Wallerius (1709-1785) considerava os caracteres externos e os internos dos minerais (modelo químico). Quando não fosse possível a classificação por meio dos caracteres externos, segundo ele a cor, o gosto, a forma, o cheiro, os usos e a ocorrência, deveriam ser processados análises químicas. A utilização, por Couto, do sistema de Lineu, já bastante criticado por mineralogistas a esta época pelas falhas evidentes nas classificações advindas das diferenças cruciais entre os reinos mineral e vegetal, e o de Wallerius concomitantemente, remete à sua formação em Coimbra. O mestre Vandelli adotava o método de Lineu em suas aulas, mas também personificava o ecletismo que prevalecia na academia (Silva, 1999:71-74).

¹⁹ “Nome vulgar de diversos sulfatos metálicos: de cobre (cor azul), de ferro (de cor verde) e de zinco (cor branca). Do latim cuprirosa, do francês couperose”. (Grossi J.H. in: Couto, ed. 1994:94)

²⁰ Especular, variedade muito brilhante (Grossi J.H. in: Couto, 1994:98)

²¹ Discriminação da classificação segundo o sistema de Wallerius.

sua matriz natural e é rodeado dos montes, acha-se puro pela maior parte e não mineralizado, cuja espécie é a seguinte: “Aurum”. (Couto 1799, ed. 1994:58)

E para o chumbo...

“Existe nas serras que formam as vertentes do rio Abaeté, segue em veios guarnecidos e encapados de espato²². As espécies são:

Plumbum

Galena²³ 3.Linn²⁴

Galena tessulis minorb. Micans²⁵ Wal spec. 282. Dá em cada quintal de mina 86 ½ libras de chumbo e em cada quintal deste, duas onças de prata²⁶”.

(Couto 1799, ed. 1994: 59, grifo nosso)

A segunda parte é dedicada ao diagnóstico dos problemas da mineração e das formas de se reverter este quadro. Em perfeita sintonia com o pensamento ilustrado português, o declínio da mineração é atribuído principalmente à ignorância dos mineiros e ao descuido com a instrução dos mesmos, conseqüentemente ao emprego de técnicas inadequadas. Assim, a solução estaria, em grande parte, a cargo da metrópole que devia se encarregar de difundir entre os mineiros conhecimentos mineralógicos e metalúrgicos, o que Couto chama de Arte Metalúrgica Nacional. Também são colocados como necessários, para “animar a mineração”, a criação de fundições de ferro e a remoção de “alguns obstáculos” como o excesso de dias santos e a destruição das matas. Apesar do pouco conteúdo mineralógico na discussão deste tema, algumas descrições e termos empregados por Couto apontam para as teorias que norteavam o pensamento geológico dos naturalistas no período.

As montanhas vinham sendo objeto de atenção dos mineralogistas²⁷ desde o século XVII. No século XVIII, se tornaram a base das teorias sobre a origem da Terra e, automaticamente, alvo de observação dos que se dedicavam a esse tipo de estudo. Para “Abraham Gottlob Werner (1749-1817) o termo montanha não designava apenas a parte mais elevada da crosta, mas todo o depósito que tivesse ocorrido em uma mesma idade. Dessa forma, entender a origem dos montes seria entender a origem da própria crosta terrestre” (Silva e Lopes, 2002). A nomenclatura

²² Variedade quimicamente pura e transparente da calcita.

²³ Sulfeto de chumbo natural é o mais comum dos minérios do chumbo.

²⁴ Discriminação da classificação segundo o sistema de Lineu.

²⁵ Em pequenas escamas micáceas (Grossi J.H. in: Couto, 1994:98)

²⁶ Um quintal equivale a 4 arrobas (58,756Kg), e a proporção obtida seria da ordem de 67,57%Pb e 0,097% (=977ppm) Ag. O valor teórico é 86,6% Pb e 13,4% S.

²⁷ “De maneira genérica, até o início do século XIX, aqueles que se dedicavam aos estudos sobre a Terra chamavam a si mesmos de mineralogistas” (Silva e Lopes, 2002). O termo Geologia, com sentido similar ao atual, apareceu na literatura pela primeira vez nos manuscritos do naturalista italiano Ulisses Aldrovandi (1522-1605), em 1603. O termo Geognosia, amplamente utilizado por Werner, foi introduzido pelo alemão Fuchsel, em 1761, que empregou a expressão “Ciência Geognóstica” num manuscrito redigido em latim (Adams, 1938:165/166 e 216). Werner o empregou amplamente para designar “uma ciência descritiva e de cunho aplicado ao contrário do termo Geologia... considerado por Werner mais teórico, filosófico e, às vezes, fantasioso” (Renger, 2005).

primeira, segunda ou terceira ordem para as montanhas ou primárias, secundárias e terciárias era uma classificação bastante utilizada para designar a idade relativa das rochas, sendo as primárias as mais antigas e as terciárias as mais novas²⁸. A atenção de Couto às montanhas expressa sua inserção nesta grande questão existente à época. Por outro lado, retrata também sua atenção ao propósito de seu trabalho de buscar soluções para os problemas concretos de Portugal e, conforme as instruções de Vandelli presentes no manuscrito de 1779, os naturalistas deviam iniciar suas observações de mineralogia pelas montanhas que contém os mais ricos depósitos minerais e indicava que, nelas, deveriam ser observados o arranjo das camadas, a inclinação, a disposição de seus veios e de que eram formadas. Estas questões ficam evidenciadas quando Couto discute o modo de minerar os montes, “verdadeiros pais dos metais” .

“Quanto mais íngreme é a montanha ou serra, tanto mais a prumo se aprofundam os seus veeiros. Nós habitamos em uma montanha ou serra a que os mineralógicos chamam da **primeira ordem** e, segundo a observação destes e o que eu mesmo tenho visto, todos os veeiros desta mesma montanha pela maior parte são **perpendiculares**, que descem a prumo ao centro da terra; ou oblíquos, que são aqueles que se precipitam, formando um ângulo entre 60 e 80 graus: raras vezes (ao menos ainda não vi) se acham veeiros horizontais.” (Couto 1799, ed.1994:65)

“A disposição dos veeiros era uma evidência utilizada por Couto (assim como pelos mineralogistas do período) para identificar as classes de montanhas” e este conhecimento era útil para a aplicação de técnicas adequadas à mineração. (Silva, 1999:75)

Na terceira parte Couto visualiza a necessidade de vias fluviais e terrestres para escoamento da futura produção das fundições e ainda o sistema de arrecadação.

No apêndice, ao tratar do diamante, encontramos novamente no texto de Couto evidências da “prática corrente entre os mineralogistas daquele período” como bem observa Silva (1999:85/86). A metodologia de estudos dos minerais baseava-se muito em suas características externas, inclusive assim era baseado o sistema classificatório de Lineu. Neste caso, a observação da forma do diamante permitiu a Couto tirar conclusões sobre sua cristalização.

“Esta pedra é toda cristalizada na superfície da terra e nunca em veeiros, que se entranhem nos montes. Jamais se lhe achou base ou crosta, que lhe servise de

²⁸A questão do tempo relativo foi introduzida por Nicolau Steno (1638-1686). Ao reconhecer uma seqüência de eventos históricos e formular os Princípios da Estratigrafia: a Lei da superposição das camadas, o Princípio da horizontalidade original e o Princípio das relações de interseção, este dinamarquês introduziu a idéia da ordem original de sucessão. Um dos pioneiros nesta classificação das montanhas foi Werner. Baseado nos trabalhos do também alemão Johann Gottlob Lehmann (1713?-1767) que, estudioso do modo de formação das montanhas, fez grandes avanços em relação às sucessões estratigráficas estudando a região do Harz. Em suas próprias pesquisas sobre a estratigrafia das montanhas do Erzgebirge (Montanhas de minério), Werner generalizou suas conclusões para o planeta estabelecendo uma sucessão de cinco grandes unidades a começar da mais antiga a Unidade Primitiva ou Primordial (*Urgebirge*).

assento como matriz para a mesma cristalização e a forma das mesmas pedras em pião, pontudas por uma e outra parte, triangulares, arredondadas e por todas as partes faceadas e lisas: tudo isso é prova que sua cristalização é dispersa, solitária e não continuada.” (Couto 1799, ed. 1994:83)

O texto de 1801, “Memoria sobre as Minas da Capitania de Minas Geraes, suas descrições, ensaios e domicilio proprio; à maneira de itinerario, com um appendice sobre a nova Lorena Diamantina, sua descrição, suas producções mineralógicas e utilidades que d’este pais posam resultar ao Estado”, é uma descrição detalhada de sua viagem, dia a dia, como explicitado no título “à maneira de itinerário”. Nesta pesquisa ampliou seu horizonte geográfico de pesquisa mineral em busca de riquezas que favorecessem a industrialização, atendendo mais uma vez os interesses da Coroa. Partiu, em 4 de abril de 1800, do “Tejuco a Villa Rica pelo caminho do Mato Grosso”²⁹, isto é, via Serro, passando por Conceição do Mato Dentro, Morro do Pilar, Itambé do Mato Dentro (Itabira), Cocaes, Santa Bárbara, Catas Altas, Inficionado (Sta. Rita Durão), Mariana e chegando a Vila Rica. Depois seguiu até o Rio São Francisco por Cachoeira do Campo, Itabira do Campo (Itabirito), Serra da Moeda, Fecho do Funil (Brumadinho), Mateus Leme, Pitangui e Leandro Ferreira; do São Francisco foi até o rio Abaeté. Depois de subir o Abaeté voltou ao São Francisco e depois para Vila Rica, e “de Villa Rica pelo caminho do campo, ou ao poente da Grande Serra, ao Tejuco”.

Não há mudança no estilo da redação, suas observações mineralógicas, alvo de nossa atenção, estão inseridas no relato, muitas vezes com ares poéticos, da geografia, particularmente, do relevo, assim como das impressões sobre os moradores e atividades econômicas. Deste modo, normalmente, a composição dos terrenos aparece no texto sem maiores destaques.

“Aqui deixei a célebre Demarcação diamantina; até aqui o terreno todo é composto de serros e de penedia viva com alguns campos, que verdejam entre eles de distâncias em distâncias; porém todos arenosos, ou escalvados por causa de densas e fechadas camadas de saibro branco desde a cor de leite sujo até uma cor de leite muito branca³⁰, e de mistura, também em partes, muitos cristais de rocha³¹. Todo esse terreno é estéril; poucas terras férteis se observam, e essas somente em algumas baixadas.” (Couto 1801, ed. 1906:64)

Outro exemplo...

²⁹[N.A.] “Há caminho chamado Mato Grosso e Caminho do Campo. O primeiro é o que segue o Leste da Grande Serra [atual Espinhaço], e a vai sempre fraldejando até Villa Rica, situada na encosta oriental da mesma serra; e o segundo, o que segue ao poente dela, e pela outra encosta contrária. Toda a mais superfície porém da Capitania de Minas, não faltando n’esta Grande Serra, é composta toda ela de continuados montes e serrotes; mas entre todos eles sobreleva-se muito esta dita serra, à qual eu lhe chamo a Grande Serra, como a mais principal, e que corta toda a Capitania do Sul ao Norte”.

³⁰ [N.A.] *Quartsum lacteum*, 3 Lin

³¹ [N.A.] *Nitrum*, *Crystallus Montana*, 2. Lin

“D’ aqui fomos ao sítio de Leandro Ferreira com três léguas. O terreno era sempre o mesmo, quartzito, de campos com seus capões em meio. Uma légua adiante, passamos o rio Pará em uma ponte de madeira, o qual aqui é grande e profundo.” (Couto 1801, ed. 1906:92)

Entretanto, a eloquência de Couto muda quando fala do cobre que ele reconhece praticamente em todo o primeiro e segundo trajetos, há claramente um entusiasmo. Couto inclusive interrompe a descrição da viagem para se dedicar ao assunto.

“Este metal que a natureza criou sempre dez vezes menos que o ferro, é no Brasil sem comparação muito mais do que ele; sobeja abundância, que foi ela mesma a causa dos meus erros, dando por ferro na minha primeira Memória de 1799, todas as minas que não eram outra coisa mais senão minas de cobre.” (Couto 1801, ed. 1906:67)

Neste trecho Couto começa a justificar o engano que pensava ter cometido no trabalho anterior tomando por ferro o que ele agora conclui ser cobre. Na verdade, Couto comete seu maior equívoco quando muda de opinião. Interessante que não por falta de conhecimento. Ao expor os motivos que o levaram a acreditar se tratar de minas de ferro, como se estivesse se desculpando pelo erro que pensa ter cometido, Couto demonstra ter domínio sobre o tema. Uma das causas seria a quantidade de ferro ou como ele coloca a “sobeja abundância” e expõe que se amparou teoricamente nas informações de Lehmann e de Raynal³², e para não deixar dúvida as inclui como nota de rodapé.

“Vi rochas inteiras, montes inteiros, serranias inteiras, que não se formavam senão unicamente destas mesmas minas... Então principiei a ter lembrança que o cobre sempre a natureza o tinha produzido menos que o ferro; que este último metal era o único que se observava em grandes massas, em cúmulo e em superfície da terra; que aqueles pelo contrário, só se topava em veeiros, e sempre a uma média profundidade nas entranhas dos montes³³: recordava-me que Rainal, dando liberalmente de tudo nesta feliz Capitania, só lhe negara em nome da natureza o cobre³⁴ via que todos estes habitantes, como por um espírito de adivinho, mas falso, apontavam para estas montanhas e diziam: Quanto ferro aqui depôs a natureza” (Couto 1801, ed. 1906:67)

Couto também confirmou “por meio de ensaios docimásticos”, serem de ferro as amostras coletadas e coloca que não podia ser de outra maneira, pois, dispunha de pouco tempo e “por cima de tudo a opinião em que estava de que todas elas eram minas de ferro”. Assim, não só a falta de tempo, mas também o seu “sugestionamento” o teriam levado a concluir que as amostras

³² Raynal, Guillaume-Thomas (mais conhecido como abade Raynal), *Histoire des Deux Indes*, 1780.

³³ [N.A.] “*Lê cuivre se trouve par preference dans la patê du milieu d’une mongtane, de sorte qu’il est rare de lê reconter d’une grande profondeur; il est encore plus rare d’em trouver au dessous du terreau, ou de la première couche de terre.* Lehmann, *L’art dès mines*, tomo I, pág. 124”. Couto, 1801:68

³⁴ [N.A.] “*La nature parait n’avoir reusé que le cuivre á cette vaste et fertile region du nouvel hémisphère.* Rainal, tomo 5, pág 106”. Couto, 1801:68

eram ferro ao final do ensaio. Quando, encerrando o texto, Couto descreve as minas e os resultados dos ensaios das amostras “dispostas segundo os systemas de Linneo, Wallerio e Bergman” (evidenciando o ecletismo metodológico dos ilustrados portugueses) aproveita para novamente ratificar o pseudo-engano. Sempre que era o caso de mudança para cobre, especifica que havia sido tomado anteriormente como ferro para não deixar dúvida, como se pode ver na citação a seguir:

“A mina 13 é lindíssima, de furta cores entre o azul e o verde vivo, e em lâminas muito frágeis. Acha-se em veeiros, e habita na lavra chamada dos Crystaes, uma légua do Tejuco. É de bella qualidade e dá 48 libras de cobre puro. Vai no primeiro cofre, na *Rep.* 28, como ferro.” (Couto 1801, ed. 1906:155)

Há destaque também para a platina, objeto de outra interrupção no “diário” de viagem. Informa que “a platina acha-se entre os cascalhos dos rios nas suas xêas, nos seus taboleiros e grupiaras, e de mistura com o ouro. Ainda não a vi em veeiros sobre os montes, mas é muito natural que assim succeda” (Couto 1801, ed. 1906:71) e os lugares onde sabidamente se extrai ou existe platina “na Comarca do Serro Frio, Córrego das Lagoas³⁵ e suas vizinhanças; na Comarca de Villa Rica, em algumas lavras da Itabira; na Comarca de Sabará, em a Nova Lorena Diamantina”, como se pode ver sem maiores detalhes de localização.

Como no trabalho já analisado, suas observações continuam pautadas nas diretrizes das teorias vigentes sobre a formação da Terra. Há algumas passagens no texto onde Couto se posiciona na vanguarda da controversa questão do tempo geológico³⁶ no período: tempo bíblico – muito curto *versus* tempo necessário para se processarem as transformações que deram conformação à crosta terrestre – muito longo.

“É admirável o curso d’estes dois rios [Velhas e Sabará], e o ver com os olhos do pensamento suas antigas obras e fadigas dêas do começo das cousas. Este grande valle, que tem seus princípios no alto da serra de Villa Rica, que olha para o Poente, estende-se por longo espaço de terras, e forma o profundo leito do rio até o logar de Sabará, como fica dito; d’ahi por diante, continua sempre o mesmo valle, mas é já o leito do outro rio, do ribeirão Sabará, e que deu nome à Villa. Estes dois valles continuados dividem em duas metades, e ao correr, o cume da serra, cuja divisão é **o effeito do perpétuo rodamento das águas, insensível no fim dos séculos, mas que com a marcha de milhares de milhões d’elles apparece então grande e admirável**, transporta então aquém o observa e pasma em obras da natureza.” (Couto 1801, ed. 1906:123, grifo nosso)

³⁵Certamente Córrego das Lages e “suas vizinhanças” deve se tratar do Mata Cavalos. A platina seria encontrada ainda em Morro do Pilar e Abaeté. Quanto a Itabira, é possível que tenha tomado pepitas de palladium por platina. O Pd só foi identificado em 1803 por William Hyde Wollaston.

³⁶ Em meados do século XVII, pela cronologia bíblica, admitia-se uma idade para a Terra em torno de 6000 anos. No final do século XVIII estudiosos da história da terra como Buffon, Werner, Lehmann, James Hutton (1726-1797) já admitiam para ela uma idade bastante antiga. Buffon, em *Épocas da Natureza* (1779) estima 75 mil anos, mas teve que se retratar perante a Igreja por admitir em seus manuscritos mais de 3 milhões de anos. Para Hutton era difícil mensurar um tempo tão longo pelos parâmetros humanos.

Silva e Lopes (2002), baseadas em Gohau³⁷ colocam que determinados assuntos haviam se tornado praticamente obrigatórios nos textos de naturalistas que se ocupavam dos estudos da Terra, passando a constituir uma tradição. Um dos objetos privilegiados de estudo, eram as montanhas, como já colocado anteriormente. Citando Taylor³⁸, estas pesquisadoras chamam atenção para outra característica marcante destes trabalhos a qual este autor denominou de estudo das “regularidades permanentes” ou “de disposição”. As regularidades observadas, em busca de generalizações que pudessem se tornar leis eram principalmente a posição dos maciços continentais, direção e altura das montanhas, correspondências dos ângulos das montanhas paralelas, disposição das camadas estratigráficas, relação entre elas e minerais nelas contidos; sobre os rios, localização, profundidade e direção das águas. Couto demonstra inserção nesta tradição, seja pelo conhecimento de autores como Buffon e Jean André De Luc, seja seguindo as orientações do mestre Vandelli, seus textos estão repletos de observações das regularidades permanentes. O trecho a seguir é bastante ilustrativo.

“Causava prazer reparar na correspondência d’estes montes fronteiros, ver como se conformam em altura, como os ângulos reintrantes correspondiam aos salientes, como cintas de diferentes qualidades de terras se fronteavam com outras, cada uma correspondendo à outra de sua natureza! Cousas estas, que nem em todos os montes d’esta capitania se observam.” (Couto 1801, ed. 1906:99/100)

A correspondência entre as montanhas e de seus ângulos era uma das regularidades mais discutidas. Foi fazendo observações das montanhas que Couto registrou a ligação entre a Serra do Espinhaço na “altura” do Arraial de Itambé (Itambé do Mato Dentro) e Cocaes (Serra das Cambotas).

Desci no outro dia este arraial [Itambé], e principiando a marcha observei que a grande serra, que n’este lugar entesta sobre ele, começava a desviar-se ao depois, e a desaparecer à nossa direita. Neste desvio vai ela também formando como uma baixada, para surgir ao depois em Cocaes onze léguas adiante.” (Couto 1801, ed. 1906:73)

Outro aspecto que chama atenção na obra de Couto é a construção do processo geológico pela observação das características atuais. Esta prática de buscar no presente a chave para desvendar os acontecimentos passados, fundamento da geologia moderna, já era uma unanimidade àquela época independente do embasamento teórico do pesquisador. Esta metodologia havia sido exposta por Buffon (1707-1788) em sua “História Natural” de 1749 e, posteriormente, por James Hutton (1726-1797) na sua “Teoria da Terra” de 1788 e também por Charles Lyell (1797-1875) em seu trabalho “Princípios de Geologia”, publicado entre 1830 e 1833.

³⁷ Gohau, G. História da Geologia. Portugal: Publicações Europa-América, 1987.

³⁸ Taylor, K.L. *Les Lois Naturelles dans la Géologie du XVIIIème siècle: Recherches Préliminaires*. Travaux du Comité Français d’histoire de la Géologie, 3ª série, T. 2, n.1, 1988.

Explicando a existência dos aluviões auríferos nas proximidades de Santa Luzia como consequência da ação de desmonte produzida pelas águas do rio Sabará nos veieiros, escreve Couto: “É certo que o ouro, que acarretam estas águas, é o que produziram as serras por entre as quais corre o rio...” (Couto 1801, ed. 1906:124).

Neste segundo trabalho se substituímos nas descrições de Couto, o cobre por ferro, veremos que ele identificou estas formações por onde passou no Quadrilátero e as descreveu com a retórica que lhe era peculiar, como neste trecho que relata sua chegada ao arraial de Itabira, hoje Itabirito.

“Quando se avista o arraial de Itabira, antes de se chegar a ele desce-se por um teso muito áspero de fragas, o qual é todo coberto de muitas minas de cobre em cristais, como os do dia de ontem³⁹, miúdos e em grupo, e formando grossas pedras.” (Couto 1801, ed. 1906:88)

No Apêndice deste trabalho Couto descreve a região que chamou de “Nova Lorena Diamantina”, nos sertões do Abaeté. No primeiro parágrafo detalha os limites do “grande espaço d’esta Capitania de Minas Geraes” e informa, em nota de rodapé, “veja-se a carta ao final”. A nós interessa particularmente este mapa, levantado durante a exploração de Couto na região, em função de seu cartucho. É a primeira vez que se registra, especificamente, o nome de minerais numa legenda, no caso platina, cobre e chumbo. Sendo que para estes dois últimos, especifica ser a extração por “sovacação”, isto é, por escavação ou galeria (Figura 2.3).

³⁹ Couto vinha de Vila Rica e do arraial da Cachoeira.

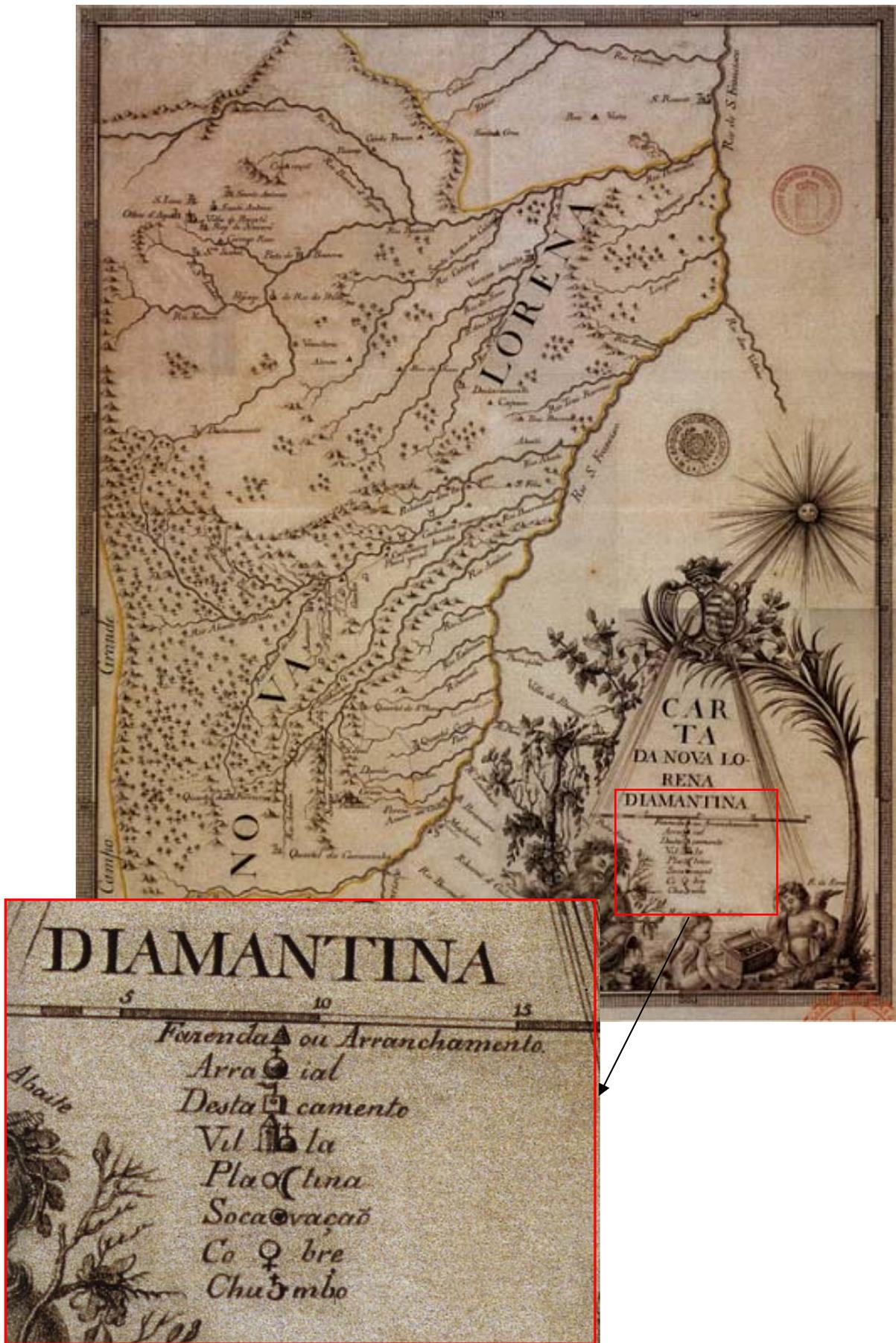


Figura 2.3 – Carta da Nova Lorena Diamantina, com detalhe da legenda (Villas Boas, 1801 - AHU, n.269/1179)

2.3 As formações geológicas da Serra da Piedade e adjacências por José de Sá Bittencourt Câmara Accioli

O naturalista e sócio da Academia Real de Ciências de Lisboa, José Accioli, aproveita sua memória sobre os terrenos mineiros da Comarca de Sabará para um desabafo. De volta ao Brasil, depois de se graduar na universidade de Coimbra, foi preso sob acusação de participação na Inconfidência Mineira. Ao destinar sua Memória a José Bonifácio de Andrada e Silva, expressa seu rancor com o Visconde de Barbacena, Governador e Capitão-general da Capitania de Minas Gerais (1788-1797) à época da devassa que classifica como déspota, e sua satisfação e expectativa com a função que então desempenha Andrada.

“Com que mágoa Exmo. Sr. me não recordo do infernal governo do Déspota Barbacena e com que satisfação não vejo agora a V. Ex. o primeiro filósofo do Novo Mundo a testa da direção dos negócios públicos para dar a este ramo da ciência toda atividade neste continente, onde a natureza obrou com mão liberal, prodigalizando tudo quanto há de grande, tanto no reino mineral como vegetal.” (Câmara ca. 1822/3, ed.1897:599)

Reclama da perseguição aos homens das ciências...

Homens inocentes nada temiam, mas porque uns diziam que sabiam fundir o ferro, outros que era da sua arte a manipulação do salitre e o fabrico da pólvora, operações das suas faculdades, foram logo suspeitos de inconfidência... (Câmara ca. 1822/3, ed.1897:600)

E, depois de relatar os acontecimentos relativos a sua prisão por crime de “Lesá Majestade”, termina sua missiva a José Bonifácio pedindo desculpas por possíveis erros na memória já que havia se afastado por muitos anos das práticas de naturalista receoso de represálias.

“... temendo novas perseguições do Déspota meu denunciante, voltei para a Bahia onde residi muitos anos, não dando exercício algum a minha faculdade, e não querendo mesmo por ela ser conhecido uma vez que era crime o apelido de naturalista: por esta razão revelará a V. Ex. algumas faltas que houver na memória que espero que as desculpe, ficando V. Ex. persuadido dos bons desejos que tenho de ser útil nos restos de minha vida à minha Pátria”. (Câmara ca. 1822/3, ed.1897:600)

Antes de entrar na descrição “mineralógica” propriamente dita que dá título à memória, José Accioli discorre sobre a decadência da mineração de ouro em consonância com o ideário iluminista de valorização do conhecimento científico aplicado, ou seja, a falta de racionalidade técnica na extração tinha motivado a crise do setor. Os mineradores...

“começaram a trabalhar os leitos dos rios, sem atenção ao mal que faziam, entulhando com o desmonte os mesmos rios e que fez com que se tornassem mais

difícultosos aos que lhes sucederam nos trabalhos desta natureza” (Câmara ca. 1822/3, ed.1897:601).

O emprego de técnicas inadequadas também tornava muitas vezes a exploração economicamente inviável

“como se vê em algumas montanhas secundárias, achando entre as camadas de xisto argiloso algumas camadas de formações quartzosas com ouro, que muitas vezes não indenizavam as despesas que se faziam por gastarem mais tempo trabalhando nas camadas inúteis e deste modo se foram arruinando, consumindo o tempo inutilmente...” (Câmara ca. 1822/3, ed.1897:601)

A exemplo de Vieira Couto, impossível a José Accioli, como naturalista formado em Lisboa, desconhecer as “instruções de viagem” portuguesas. Além disso, “*As Breves Instruções*” (1781), por terem sido impressas, foram adotadas pelo Estado que as distribuiu fazendo-as circular, inclusive no Brasil. As descrições e observações na Memória de José Accioli atendem a recomendações presentes nestes textos, como verificar o estado das minas, informar, por exemplo, se estavam sendo exploradas adequadamente, se ainda eram “úteis” ou não; descrever detalhadamente os aspectos físicos da região, com atenção especial às montanhas, local dos depósitos minerais, verificando por quais tipos de “pedra” eram formadas, aos rios, cujas areias poderiam denunciar a existência destes depósitos.

O texto de José Accioli corrobora a tese de Figueirôa (1994), que no entender da época as descobertas de ricas jazidas se davam ao acaso.

“... acontecendo porém haverem fábricas de numerosa escravatura, daqueles mineiros, a quem sucedeu **por sorte** trabalharem nas cabeceiras mais pingues, como Ribeirão do Carmo e outros à força do trabalho, ou por **casualidade** descobrirão o ouro nos montes de Vila Rica, e outros, vindo-lhes daqui o conhecimento de que nos montes havia ouro...” (Câmara ca. 1822/3, ed.1897:601, grifo nosso)

Fica explicitado também o caráter das descobertas quando José Accioli inicia o tema Comarca de Sabará

“onde o acaso tem mostrado as mais ricas camadas, ou porque alguma ruína⁴⁰ as descobriu como nas lavras do Capitão Felix Pereira e na do Capitão Guerra, ou porque simples faiscadores virando lavrados para tirarem o ouro, que os primeiros trabalhadores deixaram por mal lavradas as pedras, havendo agora mais conhecimento a este respeito do que tinham os antigos, que só conheciam o ouro dos aluviões, sucedendo encontrar na continuação deste trabalho as formações que atravessam os álveos dos rios com ouro os seguiram na direção da sua primeira criação...” (Câmara ca. 1822/3, ed.1897:601/602)

Em seguida, faz uma descrição geral da Comarca de Sabará (Figura 2.4) “situada no terreno mais aurífero conhecido nas Minas” registrando a grande rede hidrográfica, com destaque para os

⁴⁰ O termo ruína era empregado no sentido de escorregamento natural por erosão.

auríferos Rio das Velhas e seus afluentes da margem leste (direita), e “o grande ossamento da Serra da Piedade, que é formada em sua base por diferentes minas de ferro” que “é uma ramificação da serra principal que corre de norte a sul” como divisor geral de águas entre o Rio Doce e o São Francisco.

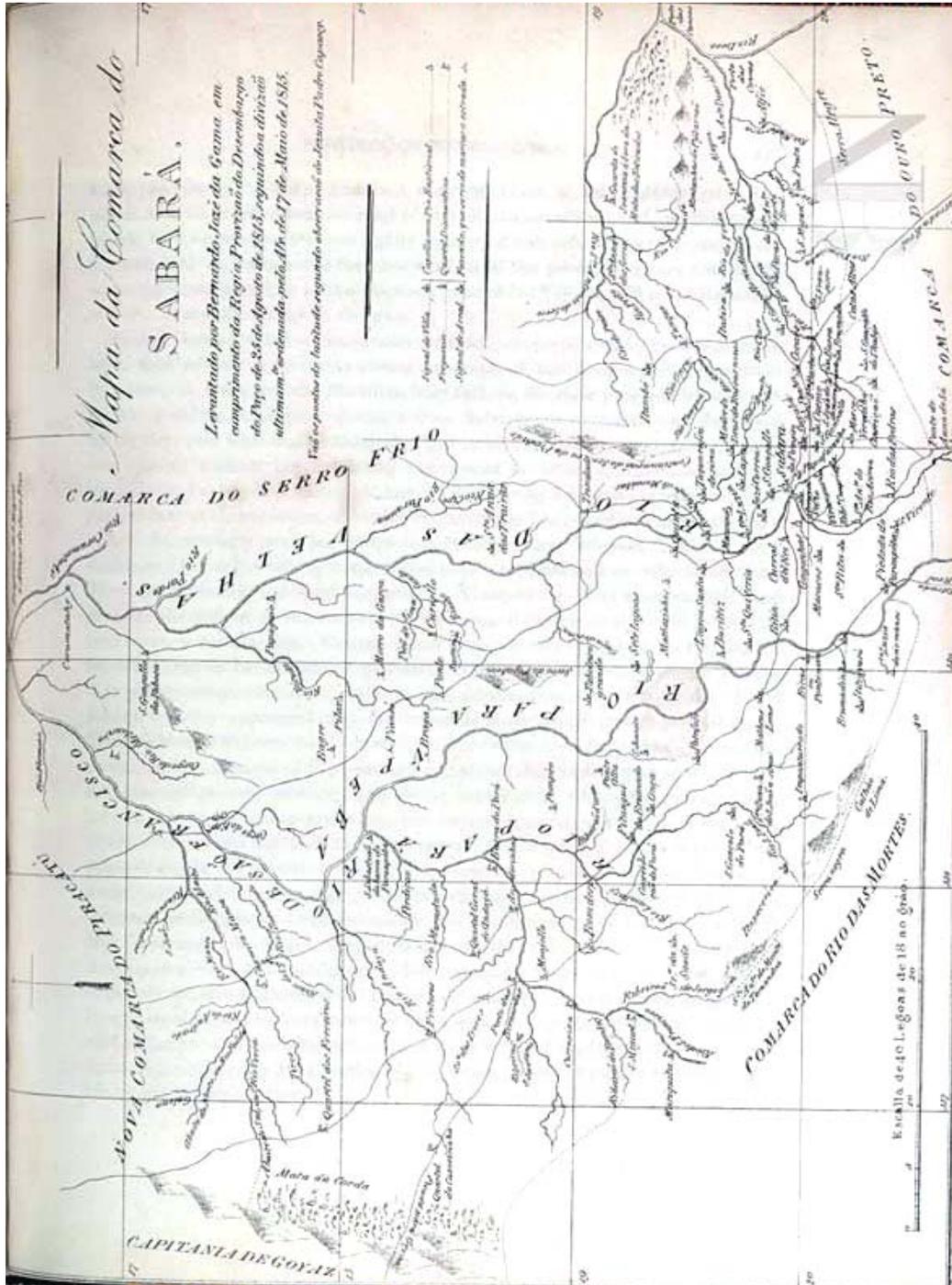


Figura 2.4 - Mapa da Comarca de Sabará, levantado por Bernardo José da Gama (Henderson J. A History of Brazil... Londres, 1821, in: BN Lisboa)

A Comarca de Sabará ocupava a região central da Capitania das Minas, basicamente as terras da Bacia do rio São Francisco desde a barra do rio das Velhas. Fazia divisa com a Comarca do Serro Frio a nordeste, com a Comarca do Ouro Preto a sudeste e, a noroeste, com a Comarca de Paracatu.

A partir de então as formações são descritas no sentido oeste-leste entre Sabará, passando por Caeté, e a mina de Brucutu, para norte até Itabira e para o sul, passando por Cocais, até Ouro

Preto. Os rios auríferos, Velhas e Santa Bárbara, são diretrizes para busca e descrição das camadas das serras e montes que, por sua “ruína”, os “vertilizaram”.

José Accioli identificou e descreveu, nas vertentes da Serra da Piedade e dos “montes imediatos”, a alternância das camadas de xistos e de formações quartzosas, freqüentemente ferruginosas e auríferas, “ora mais, ora menos, e [às] vezes muito ricas, as quais os naturais dessa terra chamam de linha de ouro”. Reconheceu essas formações quartzosas ferruginosas como sendo a origem dos aluviões auríferos.

É a camada mais constante de que temos conhecimento na serra, vertentes ao Rio das Velhas, e que fertilizou com suas ruínas todos os córregos que dela vertem e, apesar de fazer interrupções, contudo sempre mostra o seu trilho da sua continuação de um para outro corpo...” (Câmara ca. 1822/3, ed.1897:604)

Identificou as diferentes formações ferríferas da região...

“A mina de ferro acidulada de cinzento de aço, a grão muito duro, compacta muito dura, de raspadura vermelha, que se acha rolada no leito do rio que banha a mesma serra; da especular micácia, de minas de ferro magnéticas, de podingston⁴¹, de minas de ferro vermelhas, ocraceas, de ematitas, etc.etc.etc.” (Câmara ca. 1822/3, ed.1897:602)

Registrou a ocorrência de “riquíssimos filões de ouro nas formações a que os naturais chamam de jacotinga que não é outra coisa mais que a mesma mina de ferro especular micácia”, evidenciando a existência de outra mineralização de ouro, distinta da identificada nos veios de quartzo, e, diferente do que se esperava à época, nos montes secundários.

“Em toda a grande distância desta serra nas vertentes do rio Doce se tem encontrado nos montes secundários próximos ao rio Santa Bárbara ouro em alguns com muita conta, ouro todo diferente do que se tira na jacotinga, o qual se tem achado em formações de pedras quartzosas e areões entranhados nas camadas de xisto argiloso e muitas vezes sem continuação nas camadas”. (Câmara ca. 1822/3, ed.1897:606)

Observou que as formações ferríferas se estendem para o sul desde o Morro de Gaspar Soares passando pela Serra da Piedade até “o Arraial de Antônio Pereira, nas contracostas da cidade de Mariana e Vila Rica se vê sempre, ora sobressaindo, ora mergulhando esta dita camada de ferro”. Registra a mesma camada que “dá e tem dado muito ouro no arraial de Itabira do Mato Dentro⁴²”, na contracosta de Cocais, registra a lavra do Brucutu, e ainda sua presença em Gongo Soco (no Sinclinal de Gandarela).

⁴¹ Do inglês *puddingstone*, conglomerado. Nereu Boubeé (1846) define a corruptela “pudinga”: nome dado aos conglomerados de seixos arredondados e todos reunidos por um cimento ou pasta qualquer.

⁴² Atual cidade de Itabira

Registrou também que “esta serra, nos lugares mais assentados, é abobodeada de Podington, a que os naturais chamam de Tapanhoacanga⁴³”. Sua contribuição ainda se estendeu a identificação do outro conjunto de rochas principais que forma o Quadrilátero Ferrífero e aflora na região, a formação gnássica de Caeté.

... e deste arraial⁴⁴ até a Vila de Caeté, na distancia de uma légua, vêem as camadas de xisto alternando ora com areões de gnaïsse dissolvido [intemperizado] ora com argilas, que bem depuradas farão a louça da Índia [caolim]. Em alguns destes areões tem se achado ouro, e já dentro dos marcos da Vila alterna o xisto com repetidas camadas de gnaïsse branco e gnaïsse mosquiado. (Câmara ca. 1822/3, ed.1897:603)

Em linhas gerais, José Accioli identificou a seqüência estratigráfica do Supergrupo Minas, originalmente “Série de Minas” por Derby (1906), presente na região. As litofácies da Formação Cauê do Grupo Itabira, da Formação Cercadinho do Grupo Piracicaba e do Grupo Sabará⁴⁵ estão praticamente descritas. Também estão descritos os filitos, xistos e formações ferríferas que hoje compõe o Grupo Nova Lima do Supergrupo Rio das Velhas. Naturalmente, esta divisão das formações ferríferas em supergrupos distintos só aconteceria aproximadamente 150 anos depois, entretanto, em seu texto, José Accioli além de diferenciar as formações ferríferas por suas constituições, já reconhece não apenas que os itabiritos se assentam no xisto, como também sua formação posterior.

“A camada de gre⁴⁶ que forma esta serra, que sempre é superficial, quando dura serve de leito as camadas de xisto, sobre que assentam as camadas das minas de ferro, e é um gre branco sem mancha alguma de óxido de ferro, o que prova que a criação da mina de ferro foi em época muito posterior”. (Câmara ca. 1822/3, ed.1897:606)

Como conseguiu identificar também o gnaïsse de Caeté, a contribuição de José Accioli abarca as ocorrências na região das três unidades, que formam o Quadrilátero Ferrífero: os complexos gnáissicos, a base da seqüência vulcano-sedimentar do tipo cinturão de rochas verdes e a seqüência de rochas metassedimentares.

Os trabalhos de Vieira Couto, assim como o de José Accioli sobre os terrenos mineiros da Comarca de Sabará, se inserem num conjunto de Memórias cujo objetivo principal era apresentar

⁴³ Crosta laterítica de hidróxido de ferro (limonita), com ou sem fragmentos de minério, denominada de canga.

⁴⁴ “Arraial da Penha que fica a uma légua da serra”

⁴⁵ Formação Sabará por Dorr, 1969, elevada a categoria de Grupo por Renger et al. (1994).

⁴⁶ Do francês *grès*, arenito. Segundo Boubée (1846), “gres: Pedra de areia - Pedra broeira; rocha formada de areia agglutinadas ou empastadas (sic) por gluten, cimento, ou pasta qualquer, argiloso, silicoso ou calcareo. Os gres sao as vezes tao brandamente agglutinados, que estao ainda no estado de areia; mas a areia he huma rocha que representa hum gres”. Neste caso se trata do quartzito Moeda.

um diagnóstico das causas do declínio da mineração do ouro e do diamante no Brasil e propor soluções técnico-científicas que pudessem reanimá-la. Refletem exatamente a grande preocupação existente à época: a crise financeira portuguesa. São então, fruto de uma política estatal que buscava aumentar os rendimentos da Coroa através da superação dos problemas do setor mineiro existente e da expansão das possibilidades de extração das riquezas e ampliação da exploração mineral, estando entre os de interesse o ferro, a prata, o chumbo, o salitre, o cobre e a platina.

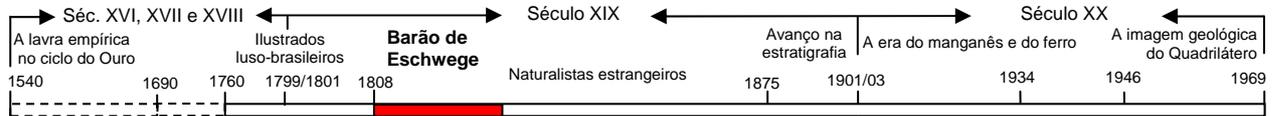
Estes textos revelam o grande conhecimento teórico destes naturalistas e uma prática científica condizente com as diretrizes internacionais à época. Por outro lado, explicitam uma característica bem particular do contexto luso-brasileiro no campo da aplicação da ciência à mineração. Como bem observou Figueirôa (1992) estudando trabalhos deste período

“... o que se enfatizava aqui era a aplicação das ciências à extração mineral, e não à pesquisa mineral. Isto é, a utilização da ciência a fim de, através de diversos processos técnico-científicos, retirar o material da crosta terrestre (extração), e não para localizar e quantificar possíveis depósitos minerais (pesquisas)”. (Figueirôa, 1992:24)

Esta concepção, ou seja, a valorização da pesquisa mineral só passaria a vigorar a partir do século XIX (Figueirôa, 1992).

CAPÍTULO 3

O OLHAR DIFERENCIADO DO BARÃO DE ESCHWEGE



Neste terceiro capítulo damos continuidade ao delineamento da evolução do conhecimento geológico do Quadrilátero a partir do conjunto da obra de Eschwege que merece, realmente, um o estudo pormenorizado. Primeiro pela vultuosidade desta contribuição, especificamente no que diz respeito à geologia da área de interesse deste trabalho. Trinta e cinco anos depois de Leonardos (1973:77) afirmar que ainda não havia sido “tentado um estudo profundo sobre a obra geológica de Eschwege” a situação não se alterou, apesar de Eschwege ter sido apontado por Derby como “*the founder of Brazilian Geology*” (Derby, 1906:374). Suas obras ainda não foram inteiramente publicadas no Brasil. A tradução mais antiga, *Contribuições para a Geognóstica do Brasil*, é de 1932, 90 anos depois do seu lançamento na Alemanha, sendo a edição brasileira incompleta, constando apenas com os capítulos referentes a Minas Gerais. Hoje, esta edição é extremamente rara. Sua obra mais renomada, *Pluto brasiliensis* (1833), foi publicada pela primeira vez, na íntegra, em 1944 e relançado em 1978. Outras contribuições importantes só foram traduzidas e lançadas recentemente.

Na tentativa de buscar novas contribuições, além dos livros mais conhecidos, *Jornal do Brasil, 1811-1817* (1818, ed. 2002), *Quadro geognóstico do Brasil* (1822, ed. 2005), *Brasil Novo Mundo* (1824, ed. 1996), *Contribuições para a Geognóstica do Brasil* Cap. III ao V (1832, ed. 1932) e *Pluto brasiliensis* (1833, ed. 1978), o primeiro grande trabalho sobre a geologia econômica do Brasil, são explorados textos menos divulgados, alguns inéditos em português como os dois primeiros capítulos das *Contribuições para a Geognóstica do Brasil* e o *Tomo 1º - Geognosia* das “*Instruções para os Mineiros e Officiaes Engenheiros que se houvessem de aplicar à Administração das Minas*” (Manuscrito do Staatsarchiv Marbug, Fundo 340 Wilhelm Ludwig von Eschwege, n.57 b). Eschwege publicou ainda muitos artigos em periódicos técnicos como as Memórias econômicas da Academia Real das Ciências de Lisboa, e outros da Alemanha, parcialmente publicados depois em inglês e francês.

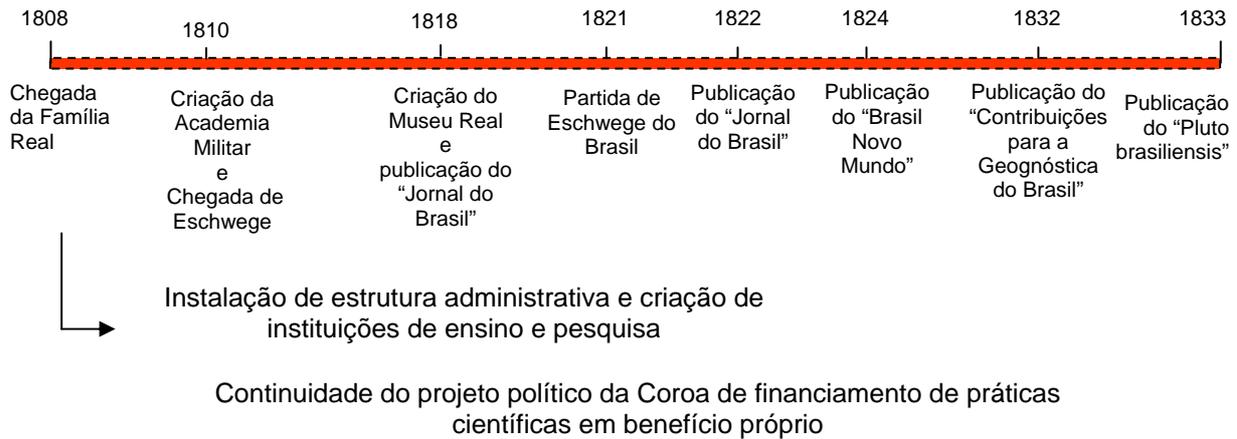
Além disto, o fato dele ter residido no Brasil por 11 anos, entre 1810 e 1821, a serviço da Coroa portuguesa, o distingue de outros naturalistas estrangeiros que aqui estiveram. Eschwege foi encarregado, por D. João VI, de reanimar a decadente mineração de ouro e implementar a indústria siderúrgica. Esta particularidade lhe permitiu observações mais detalhadas e aprofundadas na investigação da natureza, principalmente da Capitania de Minas Gerais, onde ele passou a maior parte do tempo. Cabe lembrar também sua complexa formação intelectual, com conhecimentos nas áreas de recursos naturais, metalurgia, cartografia, estatística e administração pública, que lhe conferiram um olhar diferenciado.

Há ainda outra questão de extrema relevância para este trabalho: surgem exatamente nas obras de Eschwege as primeiras representações gráficas da geologia do Quadrilátero. É de 1818 a publicação da Carta Petrográfica com um perfil geológico do trajeto entre o Rio de Janeiro e Vila Rica com a seqüência das dezesseis unidades litológicas identificadas.



Figura 3.1 – Wilhelm Ludwig von Eschwege (1777-1835)
(BN Lisboa)

3.1 Os reflexos da chegada da família real



A vinda da Corte portuguesa para o Rio de Janeiro, em 1808, transformou o cenário político, cultural e científico brasileiro. Em seqüência à abertura dos portos, várias outras medidas foram tomadas para tornar o Brasil compatível com o *status* de sede do Reino. Além da instalação da estrutura administrativa, neste mesmo ano foram criados a Impressão Régia, os Colégios Médicos Cirúrgicos da Bahia e do Rio de Janeiro que se tornariam, em 1832, Faculdades de Medicina, o Arquivo Militar com o objetivo imediato de abrigar documentos sobre o Brasil, trazidos por D. João VI, que compunham a “preciosa coleção geo-hidro-topográfica da Sociedade Real Marítima e Geográfica”, fundada por D. Rodrigo 1798 (Dias, 1969:127-128), o Real Horto do Rio de Janeiro, transformado em Jardim Botânico em 1810, e o Observatório Astronômico e Metereológico. A estas instituições se seguiram, em 1810, a Biblioteca Real, com volumes trazidos de Lisboa, e a Academia Militar do Rio de Janeiro. Já depois do Brasil ter sido elevado a Reino Unido de Portugal e Algarves, é criado em 1818 o Museu Real, posteriormente Museu Nacional.

Estas duas últimas instituições foram as que primeiro abrigaram as ciências geológicas no decorrer do século XIX. A Academia Militar foi uma iniciativa, entre muitas outras, de D. Rodrigo de Sousa Coutinho que, então Ministro dos Negócios Estrangeiros e da Guerra; empenhado na defesa e organização do país acreditava ser essencial a criação de uma escola para formação de oficiais que pudessem desempenhar as funções de militar, mas que fossem ao mesmo tempo capacitados tecnicamente em mineração e metalurgia. O currículo do curso ministrado incluía Mineralogia e o acervo do Gabinete Mineralógico e Geognóstico era

constituído inicialmente pela chamada “Coleção Werner”¹. Quanto ao Museu Real, como os seus três primeiros diretores eram mineralogistas parece natural que esta área recebesse atenção especial (Figueirôa, 1999).

O que se observa a partir dessas ações governamentais é a continuidade dos projetos políticos edificadas no ideário iluminista tipicamente luso. O Estado, em sua nova sede, se mantinha na posição de grande agente financiador das práticas científicas visando benefício próprio, sobretudo valorizando os estudos de História Natural e a formação de pessoal especializado para ocupar cargos públicos, prática revigorada inclusive pela necessidade de preencher o quadro administrativo local. Conseqüentemente, no que diz respeito à ciência, a institucionalização começou a se concretizar a partir destas instituições de formação, pesquisa e apoio instaladas.

Dentro da perspectiva utilitarista vigente, D. Rodrigo, desde a sua chegada com a família real, retomou sua política de renovação da agricultura e da introdução de novas técnicas rurais “redobrando mesmo o dinamismo das providências, agora impulsionadas pela urgência da necessidade imediata” (Silva, 1969:126), entretanto não descuidou de outros empreendimentos próprios de sua nova função ou que tivessem como objetivo o desenvolvimento econômico e industrial do reino. Pelo contrário, além da criação da Academia Militar como já mencionado, foi responsável por uma série de medidas visando o soerguimento da mineração, entre elas a criação de fábricas de ferro para atender as demandas diretas e indiretas deste setor.

Por atuação de D. Rodrigo, em 1808, foi criada a Real Fábrica de Ferro de Gaspar Soares², na Comarca do Serro Frio, sendo entregue a tarefa de erguê-la e nela produzir ferro a Manuel Ferreira da Câmara Bittencourt³. A opção pela localização em Morro de Gaspar Soares foi feita pelo próprio Câmara Bittencourt, recém nomeado Intendente dos Diamantes. O local ficava no caminho entre Vila Rica e o Arraial do Tijucu, no vale do rio Santo Antônio, afluente do rio

¹Esta coleção passou à história como “Coleção Werner” por ter sido catalogada por este ilustre netunista e mineralogista alemão, professor da Academia de Minas de Freiberg (*Ausführliches und systematisches Verzeichnis des Mineralienkabinetts des weiland kurfürstlich saechsichen Berghauptmanns Herrn Karl Eugen Pabst von Ohain 1791-1792*, 2 vol.). Na realidade, a coleção de minerais da Saxônia, de alto valor científico, pertencia Pabst von Ohain, mineralogista e intendente de Minas em Freiberg. Foi adquirida por volta de 1800, na Alemanha, pelo Conde da Barca, ministro e diplomata português. Com a vinda da família real, foi transferida para o Brasil. Eschwege, enquanto diretor do Real Gabinete Mineralógico, foi designado para organizar e completar a coleção com amostras brasileiras. Sem que isso tivesse acontecido, a coleção foi transferida, em 1811, para a Academia Militar para subsidiar as aulas de mineralogia com o uso ainda do catálogo de Werner traduzido para o português pelo próprio Eschwege e pelo italiano Napion (Eschwege, 1818, ed. 2002:213-215). Com a extinção da Comissão Geológica e Mineralógica do Império, em 1877, a coleção foi transferida para o Museu Nacional. Só mais tarde esta coleção foi re-organizada por Orville Derby e Viktor Leinz.

² O Morro Gaspar Soares ficou assim conhecido por causa do sertanista que ali descobriu ouro. Depois passou a ser chamado de Morro do Pilar, por causa da capela erguida no local dedicada a Nossa Senhora do Pilar. Em dezembro de 1953 foi criado o Município de Morro do Pilar desmembrando-o de Conceição do Mato Dentro (Costa, 1997).

³ A Carta Régia de 10 de outubro de 1808 autorizava o Intendente Câmara a deduzir do orçamento anual da Real Extração de Diamantes recursos para implementação da fábrica de ferro (Antunes, 1957).

Doce, onde ele julgava estarem reunidos os requisitos necessários ao empreendimento: “minério de ferro de qualidade, florestas para a produção de carvão vegetal e as águas do ribeirão do Picão” (Antunes, 1999:71). A primeira fundição ocorreu em 1815, depois da chegada de um mestre fundidor alemão, Johann Schoenewolf, colaborador de Eschwege na Fábrica Patriótica. Com muitos problemas para produzir ferro, a fábrica teve seu recorde de produção em 1820 com 2.536 arrobas. Em 1821 o mestre fundidor voltou para a Alemanha e, depois disso, não demorou a suspensão das atividades da fábrica (Eschwege 1833, ed. 1979:212).

Em 1810 foram trazidos ao Brasil os técnicos alemães em que já trabalhavam para a Coroa em Portugal: Wilhelm Christian Gotthelf von Feldner, Friedrich Ludwig Wilhelm Varnhagen e Wilhelm Ludwig von Eschwege. Feldner, pela experiência nas minas de carvão da Silésia, sua terra natal, foi encarregado de examinar a região carbonífera do Rio Grande do Sul (1811) e depois no Recôncavo Baiano (1814). Empreendeu ainda pesquisas sobre a ocorrência de ferro na Bahia (1816). Varnhagen, por sua vez, recebeu a incumbência de avaliar a viabilidade da instalação de uma fábrica de ferro em Sorocaba. Com base no plano de exploração encaminhado por Varnhagen a D. Rodrigo, no qual destacava a qualidade do depósito, em 1810 foi criada a Real Fábrica de Ferro de Ipanema. A fábrica, entregue a administração de suecos não deu o retorno esperado, sendo Varnhagen incumbido de sua recuperação em 1814 (Figueirôa, 1994:51).

Logo que chegou ao Rio, Eschwege foi nomeado sargento-mór do corpo de engenheiros e designado diretor do Real Gabinete de Mineralogia instalado na Academia Militar, onde sua primeira incumbência foi organizar a coleção Werner. O convite para integrar o corpo docente não foi aceito em função de sua preferência pelos trabalhos de campo. Ficou acertado entre D. Rodrigo e Eschwege que ele então se ocuparia de um amplo programa de trabalho na Capitania de Minas Gerais. De acordo com as instruções recebidas, Eschwege realizaria “pesquisas sobre as jazidas de ouro aí existentes; interar-se-ia dos métodos usados nas lavras e proporia os melhoramentos viáveis; visitaria ainda o distrito diamantífero de Serro Frio e se incumbiria da instalação de uma usina de ferro”⁴ (Sommer, 1952:36). Deveria ainda fazer estudos sobre a viabilidade de navegação no rio Doce e sobre a defesa da região de ataques dos botocudos.

A “Fábrica Patriótica”, instalada por Eschwege em Congonhas do Campo, produziu ferro pela primeira vez em 12 de dezembro de 1812 e funcionou até por volta de 1822. Foi o primeiro estabelecimento a produzir ferro em escala industrial, o que o distinguiu dos outros

⁴ Eschwege publicou, na academia Real de Ciências de Lisboa, Memória sobre estas tarefas que desempenhou: Extracto de huma memória sobre a decadência das minas de ouro da capitania de Minas Gerais e sobre vários outros objetos montanísticos. In: *História e memórias da Acad. Real de Ciências de Lisboa*, t. IV, parte 2, Lisboa, 1815.

empreendimentos deste gênero existentes à época, pequenas forjas que produziam por métodos primitivos e, quase que exclusivamente, por força braçal (Sommer, 1952:40).

Em suas numerosas jornadas pelo interior de Minas, Eschwege honrou os compromissos assumidos inicialmente diante do ministro e também outros que vieram a *posteriori*, como a direção da Real Fábrica de Chumbo de Abaeté, levantamentos topográficos inclusive a demarcação das novas divisas entre as Capitanias de Goiás, São Paulo e Minas quando da incorporação do Triângulo Mineiro a esta última. Foi dele também a iniciativa de criar a primeira Sociedade de Mineração para explorar minas de ouro, estabelecida na Mina de Passagem (Mariana-MG) em 1819, depois de várias tentativas frustradas em Vila Rica. Em 1821, logo após a partida de D. João VI, Eschwege também deixou o Brasil em direção à Portugal.

É mais do que notória a contribuição de Eschwege para o desenvolvimento da indústria siderúrgica nacional ou na implementação dos métodos de mineração e dos processos de beneficiamento dos minérios. Entretanto, são suas observações e conclusões sobre a natureza geológica dos terrenos de Minas, que suas muitas viagens através desta capitania e seu trabalho em minas e jazidas lhe permitiram, que nos interessam particularmente. Antes de passarmos a este estudo, vale destacar a importância da descrição geral do sistema orográfico do Brasil feita por Eschwege⁵. Sobretudo se lembrarmos que as montanhas eram objeto privilegiado de estudo para compreensão do processo de formação da Terra e pouco se sabia desta matéria quando Eschwege traçou este esboço. É exatamente dele a denominação de Espinhaço, que acabou consagrada, para designar a cadeia de montanhas que atravessa nosso território preferencialmente na direção norte-sul, como um divisor de águas entre as bacias do São Francisco e Rio Doce (Eschwege 1822, ed.2005:92-93)⁶.

⁵ A publicação de Eschwege que trata, especificamente, do sistema orográfico brasileiro é o artigo “Idées générales sur la constitution géologique du Brésil. *Annales des Mines* (Paris), 2me. ser., t.II, p.238-240,1817. Há ainda exposições sobre este tema no *Quadro geognóstico do Brasil* (1822, ed. 2005).

⁶ Aliás, a respeito do nome Serra do Espinhaço, é possível que Eschwege tenha se inspirado em José Vieira Couto que, na Memória de 1809, já havia associado a Serra a um “espinhaço”: “O grande território desta Capitania de Minas Gerais é dividido de norte a sul por uma longa e sinuosa serra que, como seu **espinhaço**, o divide quase em duas partes iguais, e cuja serra em outras minhas memórias apelidava “grande serra de Minas”, Esta mesma Serra também divide o clima do país em dois climas diferentes, como também a configuração e natureza do território...”(Couto, 1809)

3.2 A teoria geognóstica do Barão

Em seu primeiro livro, *Jornal do Brasil, 1811-1817*, publicado em 1818 (Figura 3.2), Eschwege chega a admitir a possibilidade de idades diferentes para os granitos, gnaisses e mica xistos do litoral dos arredores do Rio de Janeiro.



Figura 3.2 – Folhas de apresentação da publicação original do *Jornal do Brasil* (Eschwege, 1818)

Contudo, esta hipótese era um tanto difícil de ser assimilada, uma vez que estas rochas e suas variações compunham a chamada primeira classe da Formação Primária ou Primitiva segundo o modelo de Werner seguido por Eschwege, logo, deveriam ser contemporâneas. Por outro lado, as tão proclamadas e procuradas “regularidades” não eram facilmente identificadas, como Eschwege também deixa claro em determinado trecho da “Viagem do Rio de Janeiro ao distrito de Ilha Grande, em 1810”⁷.

“Aliás, não existe regularidade na sucessão entre os diversos tipos de rochas mencionadas; alternando-se, repetidas vezes, granito e gnaiss, granito e mica xisto. Todas são variedades de rochas primárias, mas talvez de gênese bem mais recente do que muitos pacotes de rochas sedimentares. A freqüente alternância entre os três tipos de rocha indica uma idade mais jovem do que os granitos e gnaisses antigos do substrato. Convém observar que, quando em fragmentos, não se pode reconhecer a diferença entre o legítimo embasamento primitivo e esses

⁷ Parte VIII do *Jornal do Brasil, 1811-1817*.

granitos, gnaisses ou mica xistos – se é que posso assim denominá-los.” (Eschwege 1818, ed. 2002:188)

Quando dessas observações, Eschwege era recém-chegado ao Brasil, e se limitava descrevê-las. Chega a expressar dúvida do que havia reconhecido por não estar de acordo com os conceitos teóricos adotados, como é percebido nas últimas palavras do trecho acima. Apenas uma vez arriscou a elaboração de uma teoria para explicar a formação observada, mesmo assim, imediatamente depois, expressa novamente sua incerteza.

“Em outros locais, encontra-se um granito fino, como o dos veios, envolto por um gnaisse sem bandamento, com o qual está tão intimamente interligado que se chega a supor uma formação simultânea para as duas rochas. Entretanto, durante a sua gênese, devem ter sido sujeitas a leis muito específicas, de modo que os componentes em formação de uma massa tomassem uma determinada direção, formando gnaisse, enquanto os componentes da outra massa permaneciam na sua mistura desordenada, formando o granito. Os elementos de formação do granito teriam de solidificar-se mais rapidamente, enquanto os do gnaisse teriam mais tempo para se organizar. Porém, não arrisco levantar aqui nenhuma hipótese a esse respeito”. (Eschwege 1818, ed. 2002:195)

No relato da viagem que fez de Vila Rica à tribo dos índios coroados em 1814/15, apesar de deixar claro que o objetivo é se aprofundar nos usos e costumes das tribos indígenas brasileiras, Eschwege não se furta das observações geológicas pelo caminho, pelo contrário, elas são detalhadas. Ao descrever o trecho inicial até Mariana, por exemplo, ele esclarece as designações locais de caco, jacutinga e tapanhoacanga.

“Em grande parte estas [as serras] são compostas por hematita micácea arenosa, muitas vezes friável e intercalada com uma formação ferrífera argilosa, que o mineiro daqui chamam de caco, enquanto a primeira é conhecida como *jacutinga*. A camada superior, com uma espessura de 9 a 16 pés [ca. de 30 a 45m], é constituída de uma hematita compacta e cavernosa, ou de um conglomerado de pedaços angulosos de hematita, normalmente de magnetita e hematita compacta que aqui chamam de tapanhoacanga, ou simplesmente canga.” (Eschwege 1818, ed. 2002:48)

Acompanha este relato um mapa do trajeto com um perfil. Interessante é que Eschwege aproveita este último para registrar as ocorrências geológicas do caminho, como pode ser observado em parte do mapa e respectivo perfil apresentado a seguir (Figura 3.3).

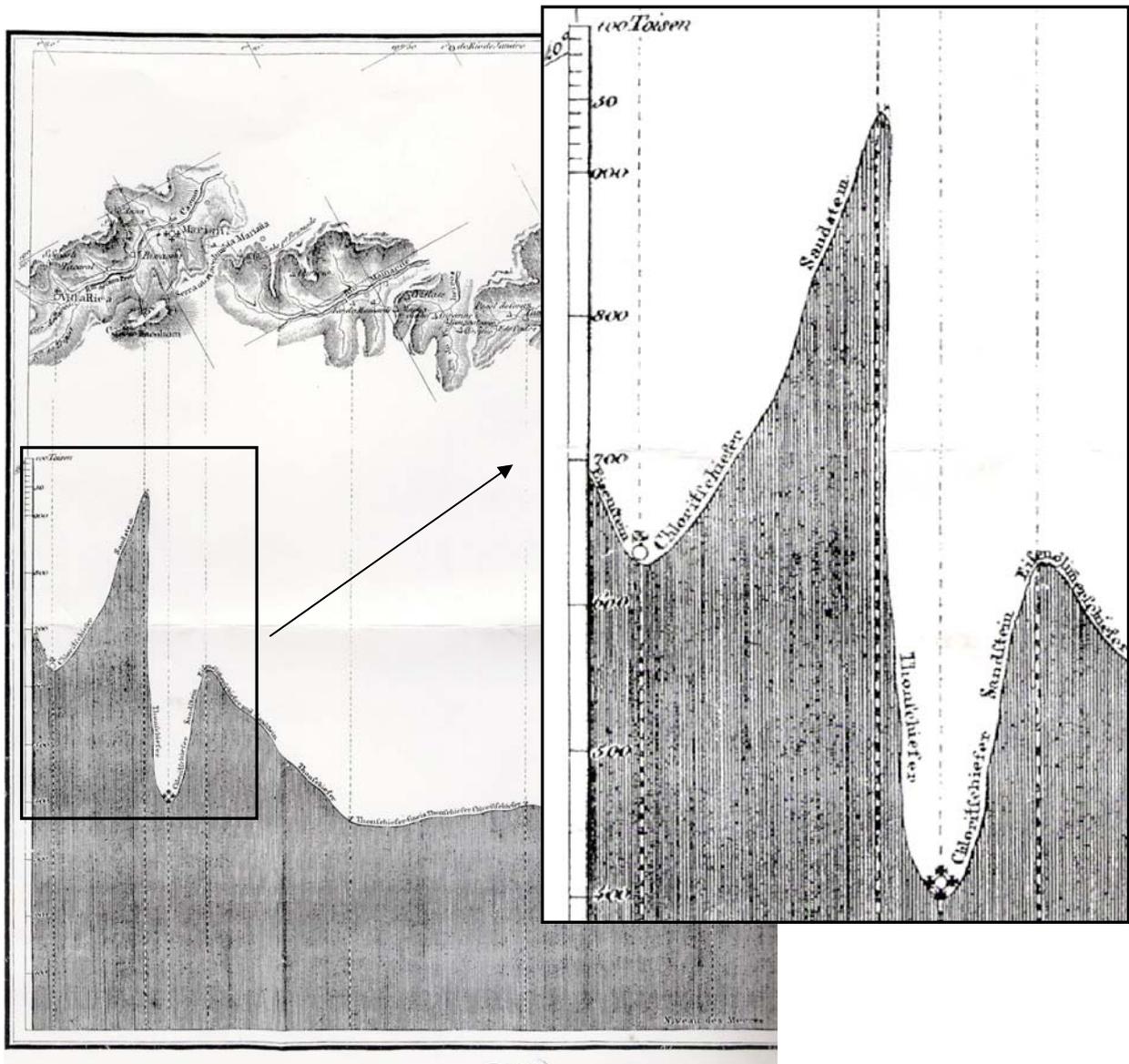


Figura 3.3 – Parte do Mapa da viagem à tribo dos índios coroados (Eschwege, 1818)
No detalhe o registro da geologia dos terrenos sobre a linha do perfil no trecho entre Ouro Preto e Mariana.

Ainda no Brasil, Eschwege escreveu o que poderíamos classificar como um livro didático, suas “*Instrucções para os Mineiros e Officiaes Engenheiros que se houvessem de applicar à Administração das Minas*”, no intuito de remediar um dos grandes males da mineração de ouro no Brasil “a falta dos necessários conhecimentos dos mineiros” apresentando a eles, nas palavras do próprio Eschwege, “quanto aprendi nas escolas montanísticas da Alemanha, e quanto minhas próprias observações de vinte anos na Europa e na América me ensinaram”.

O trabalho, redigido em português, foi deixado no Rio de Janeiro para publicação, o que nunca chegou a acontecer (Renger, 2005). Existe um manuscrito da primeira parte da obra que trata da geognosia, no Arquivo Estadual de Marburg/Hessen. As duas outras subdivisões que compoariam

a obra, segundo explicitado no prefácio, tratariam da arte de minerar e do beneficiamento dos minérios.

Já havia sido iniciativa de D. Rodrigo mandar traduzir e imprimir tratados de mineração para distribuição aos mineiros, como já dito no capítulo anterior, entretanto esta obra de Eschwege era algo inédito, pois se destinava "a dar ilustrações sobre uma ciência não tratada ainda no idioma português" (Figura 3.4).

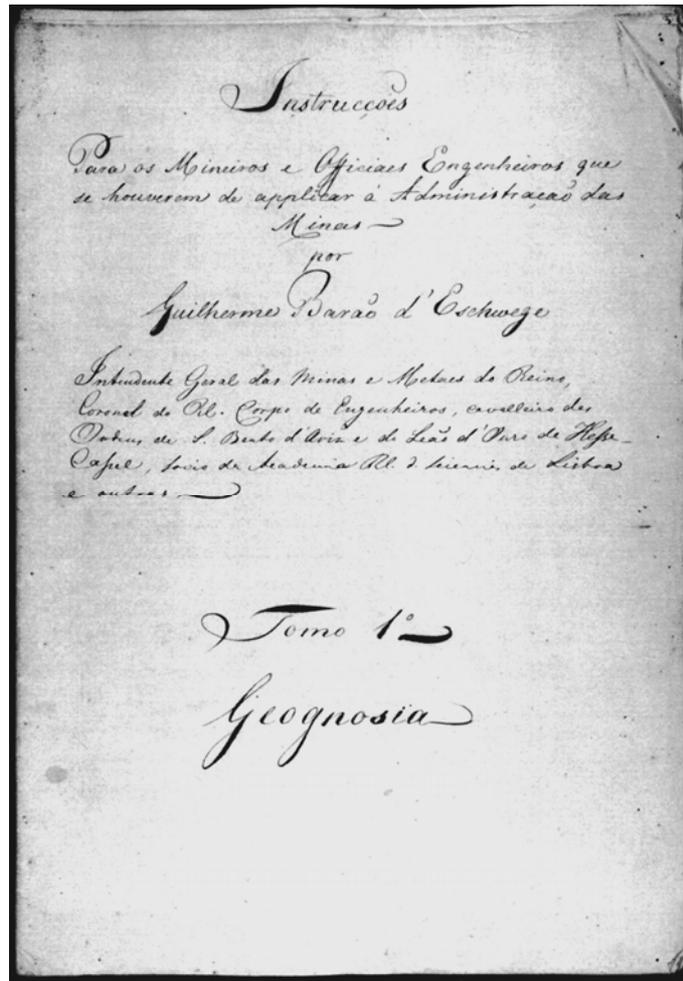


Figura 3.4 – Folha de Rosto das *Instrucções para os Mineiros e Officiaes...* (Eschwege, 1821)

O Tomo 1º da obra realmente justifica esta afirmação de Eschwege, não se trata de um manual de mineração, mas um curso completo de geognosia para iniciantes. Há preocupação com a linguagem, os termos técnicos, originais em alemão, aparecem entre parêntesis logo após os atribuídos na língua portuguesa. No prefácio pede a “indulgência dos leitores científicos” não só por ser a geognosia uma ciência nova e fundada em variáveis, havendo muito ainda para se conhecer sobre a crosta terrestre, mas também porque não se pode confiar em todas as

observações uma vez que nem todos “sabem olhar com verdadeiros olhos geognósticos” perdendo a visão global ao se ater a particularidades.

As definições introdutórias de Eschwege são elucidativas também aqui, pois contextualizam termos em desuso ou com modificação no sentido. Conforme explica Eschwege, a geognosia...

“é pois aquele ramo da física que nos ensina quando é relativo geralmente à parte sólida de nosso globo, e em especial o conhecimento dos jazigos dos minerais, e o das suas formações em ordem sistemática; a Geognosia é por consequência a ciência que tem por objeto tanto as observações exteriores como as interiores das relações do nosso Globo” (Eschwege, 1821:12).

Segundo ele, esta ciência era muitas vezes confundida com a Geologia “ou descrição física da Terra, que mostra todas as relações geognósticas, geográficas, físicas e matemáticas, de quem a Geognosia é um ramo”. Assim fica diferenciado Geologia de Geognosia que, especialmente, tratava as jazidas minerais e as formações ordenadas sistematicamente. Esta especialidade da geognosia combinada com a arte de minerar era a Ciência Montanística, que deveria ser “o principal estudo do mineiro”.

Eschwege discute as hipóteses sobre a origem das montanhas, sempre a partir do oceano primordial, apresentando argumentos tanto para descartar as improváveis quanto para sustentar seu ponto de vista sobre esta grande questão. A tese das montanhas terem sido moldadas debaixo d’água, na forma que se encontram atualmente, é contestada com uma linha de raciocínio que demonstra a improbabilidade da existência do grandioso volume de água necessário.

“Não obstante serem as montanhas produtos da água, não é provável que fossem formadas por baixo da água na figura em que elas aparecem agora, devendo a água não só ter chegado a uma altura de 2200 braças [ca. 4840m], altura em que se acham petrificações marítimas, mas até passar além da altura de mais de 4000 braças [ca. 8800m], altura maior de uma Serra no Tibet na Ásia, não só por terem sido as montanhas muito maiores no seu princípio do que são agora, mas também por ser necessário, que a solução de que se precipitaram, devia estar mais alta que as serras, mas nesse caso fica dificultoso e quase impossível de investigar, ou aclarar onde ficou esta grande quantidade de água que devia exceder a oito milhões de léguas cúbicas [ca. 1880 milhões de km³]” (Eschwege, 1821:39,40).

Além da questão de para onde teria ido a toda imensa quantidade de água do oceano primordial, haviam outras para as quais os netunistas não tinham explicações muito convincentes, como a variação do volume de material precipitado de um lugar para outro. Por quê algumas camadas das formações, em determinados lugares, eram muito mais espessas que em outros? Mas uma das maiores dificuldades para a hegemonia da teoria de Werner era a origem do basalto. Frente a evidências, Werner foi obrigado a reconhecer a existência dos vulcões, mas não sua importância na constituição da crosta. Isso se tornava mais factível na medida que Werner não reconhecia o

basalto, o tipo mais abundante de lava, como material magmático, ao contrário dos plutonistas⁸. Em 1787, numa visita à colina de Scheibenberg, na região de Erzgebirge, Werner observou basalto recobrindo camadas de areia, argila e “Wacke”⁹, e ainda inclusões de fósseis terciários em sua base (Figura 3.5).

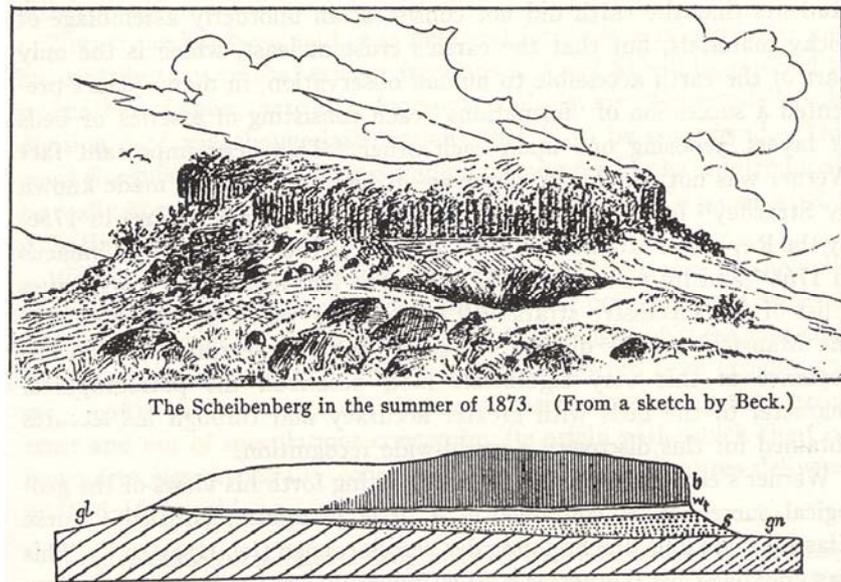


Figura 3.5 – Seção da Scheibenberg por Richard Beck, 1918: gn= gnaiss; gl= mica xisto, areia e grauvaca; t = argila; w=“Wacke”; b=basalto com estrutura colunar. (Abraham Gottlob Werner, Berlim in: Adams, 1938:218)

A partir daí concluiu que estas rochas tinham a mesma origem, deposição a partir do oceano primordial, e pertenciam à mesma categoria de rochas sedimentares. Werner ainda postulou ser a “Wacke” a base intemperizada da camada de basalto, assegurando que havia transição de argila para “Wacke” e deste para basalto¹⁰. Werner então reviu a classificação do basalto originalmente agrupado com o granito, gnaiss, mica-xisto, quartzito, ferro primitivo e topázio numa mesma classe em sua coluna geológica, “*Uranfängliches Gebirge*” ou rochas primitivas, para a qual fazia a seguinte observação: não há presença de fósseis. Por volta de 1796, Werner apresentou uma nova coluna, na qual acrescentou uma classe às quatro presentes na proposta anterior: a do “*Übergangsgebirge*” ou das rochas de transição, entre as rochas primitivas (*Urgebirge*) e as sedimentares (*Flötzgebirge*). Nesta o basalto, a “Wacke”, a areia, a argila e o carvão de pedra

⁸ O principal expoente do plutonismo foi James Hutton (1726-1796), médico, naturalista e geólogo escocês.

⁹ *Wacke* (*graywacke*), arenito impuro com fragmentos de rocha e minerais, argila e silte (Collins, Dicionário de Geologia).

¹⁰ Werner publicou, em 1788, sob o título *Bekanntmachung einer von ihm am Scheibenberg Huelgel ueber die Entstehung des Basaltes gemachten Entdeckung* suas observações na colina do Scheibenberg e suas conclusões sobre a origem do basalto.

são classificados como *Flötztrappgebirge*, uma subdivisão das rochas sedimentares. As duas outras classes seriam os depósitos de aluvião (*Aufgeschwemmtes Gebrige*) e as rochas vulcânicas. (Adams, 1938:217-225). A publicação do *Versuch einer Erkläerung der Entstehung der Vulkanen durch die Entzündung mächtiger Steinkohlenschichten, als ein Beytrag zu der Naturgeschichte des Basaltes* (Tentativa de explicação da origem dos vulcões através da combustão de possantes camadas de carvão de pedra como contribuição à História Natural do basalto) na qual apresenta suas novas teorias é, provavelmente, de 1798.

Além de ficar absolutamente convencido sobre a origem aquosa do basalto, Werner também conseguiu convencer a muitos, notadamente seus alunos, entre eles Leopold von Buch (1774-1852), Jean Francois D'Aubuisson (1769-1841) e Alexander von Humboldt (1769-1859). Apesar de Eschwege não ter sido aluno de Werner, sua formação também foi baseada neste modelo.

Segundo a classificação das rochas apresentada por Eschwege nas *Instrucções*, o basalto caracteriza o *trapp*, uma das cinco formações principais das rochas sedimentares, que são resultado “de uma inundação que subiu a grande altura, foi mui demorada”, originando primeiramente precipitações mecânicas, depois, aos poucos, as precipitações químicas até que estas se tornaram as únicas, as rochas vulcânicas, que não incluem o basalto, já classificado como sedimentar, constituem a última classe, aquelas de formação mais recente, finalizando a seqüência apresentada: primeiro as primitivas, seguindo as de transição, depois as sedimentares, de aluvião e, então, as vulcânicas, exatamente como a classificação proposta por Werner que acabamos de mencionar. Caracterizando o basalto, Eschwege afirma que “nenhuma outra rocha se mostra tão distinta, regular e tão diferentemente acamadada”, sendo a estrutura colunar a mais freqüente, apresentando diferentes espessuras e alturas, normalmente com três a nove faces, na maioria dos casos cinco, mas podendo chegar a onze (Figura 3.6).

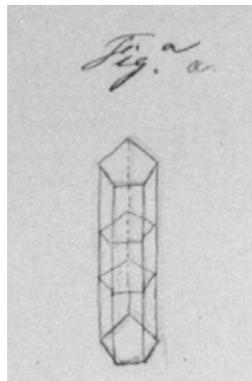


Figura 3.6 – Croquis da estrutura colunar pentagonal do basalto (Eschwege, 1821:33)

O próprio Eschwege comenta a grande polêmica entre netunistas e plutonistas na questão da origem do basalto. Apresenta os argumentos dos plutonistas e, em seguida, dos netunistas, começando pelo fato de “ser o basalto mui trivial sobre todo o nosso Globo e os vulcões serem poucos e estes ordinariamente nas costas do mar”, e acrescenta, entre outros, “ser sua estratificação, ainda que rara, mui distinta”, inclusive das lavas, se achar alternado com outras rochas, haver muitas vezes águas nos poros do basalto. Estes argumentos já eram refutados àquela época. Ao citar D’Aubuisson¹¹, entre os principais netunistas, Eschwege faz uma observação que este “quando defendeu a origem netunista [do basalto] estava na Alemanha e, quando esteve na França se inclinou a favor dos vulcanistas” (Eschwege, 1821:48-51).

Durante o século XIX, gradativamente, a teoria netunista foi sucumbindo face às evidências advindas das observações geológicas em campo. Alguns alunos de Werner, após completarem o curso em Freiberg, foram aplicar seus conhecimentos estudando diferentes partes do globo, começaram suas pesquisas como ardentes defensores da teoria netunista e depois se converteram ao plutonismo. Buch, Humboldt e D’Aubuisson (1769-1841) relutaram durante vários anos para admitir a origem vulcânica do basalto. D’Aubuisson teve o primeiro impacto contrário ao seu ponto de vista netunista na Itália, quando estudava a região do Vesúvio, depois na área central da França, analisando os basaltos de Auvergne e Mt. Doré. Contudo, ele não julgou suficientes as conclusões obtidas a partir destes estudos para generalizar, ainda acreditava que os basaltos da Alemanha e, provavelmente, de outras regiões, eram originários de precipitações num oceano primordial. Por dois anos empreendeu pesquisas na Noruega, em seguida na costa noroeste da África onde concluiu que a maioria das ilhas oceânicas, se não todas, eram de origem vulcânica. Esteve ainda na Escócia e Irlanda estudando a ocorrência de basaltos. Ao retornar para Alemanha dedicou-se a pesquisar os Alpes, aí se convenceu que o basalto e o granito são indiscutivelmente rochas ígneas (Adams, 1958:227-238). Humboldt, depois de alguns anos trabalhando em mineração e, especialmente, depois de ter visto vulcões extintos e ativos em sua viagem às Américas Central e do Sul (1799-1804), reviu sua posição da mesma forma que D’Aubuisson. No *Tableau des Formations observées dans les deux Hémisphères par Alexandre de Humboldt*, de 1822, o basalto aparece como rocha vulcânica (Figura 3.7). Relendo seus diários da viagem ao México, Humboldt fez uma pequena anotação na margem “*Anciennes folies neptuniennes!*” (Antigas loucuras netunistas!) (Renger, 2005). Eschwege também parece ter se convertido ao plutonismo, do contrário não teria chamado sua obra de *Pluto brasiliensis* (1833).

¹¹ D’Aubuisson estudou em Freiberg entre 1797 e 1802 e publicou o *Traité de Geognosie* (2 vol.), em 1819.

Admitindo a ação dos vulcões, não considerando sua real dimensão como colocado, dos terremotos e “de muitas outras coisas, umas obrando com violência, outras com muito descanso” na formação da superfície terrestre, Eschwege acreditava que o surgimento das montanhas se deu, não por abaixamento das águas, mas por elevação da massa rochosa “por efeito de uma força interior”, só isso explicaria a inclinação das camadas das montanhas e o aparecimento e desaparecimento de ilhas (Eschwege, 1821:39-44).

Para explicar os mergulhos e os acamamentos das rochas que não podiam ser atribuídos às “elevações e erupções” a idéia de Eschwege era que, durante a formação, teriam agido uma “força de atração” e um “parentesco químico” de tal maneira que os elementos constituintes da massa fluida se uniram dando origem a rochas diferentes. Esta mesma teoria embasa sua opinião sobre a gênese de alguns veeiros. Para Eschwege “nem todos os veeiros eram rochas abertas que se encheram depois por uma precipitação de fluido que cobria a Terra”, conforme Werner publicara em 1791, alguns, “talvez a maior parte”, se formaram ao mesmo tempo das rochas em que se acham “obrando o parentesco químico e geral atração das partes constituintes das betas na sua direção em um diferente ângulo, como obravam nas partes constituintes das camadas das rochas” (Eschwege, 1821:39,143). Não se pode dizer que Eschwege tenha discordado de Werner, inclusive porque ele apresenta muitos argumentos para comprovar, primeiro que os veeiros eram rachaduras nas rochas e, em seguida, que era natural que estas fendas fossem preenchidas pela precipitação de um fluido que as cobria. Entretanto, também não é verdade que tenha concordado cegamente. Eschwege levanta questões e não se abstém de suas interpretações construindo uma hipótese alternativa para a formação dos veeiros.

Por outro lado, conforme já visto, quando se trata de uma das bases da Teoria de Werner, a divisão e caracterização dos períodos de formação da estrutura atual da Terra, Eschwege levanta dúvidas frente a evidências contrárias observadas em campo, mas termina por construir uma explicação para conciliar a prática ao modelo conceitual.

São nos trabalhos *Quadro geognóstico do Brasil* (1822) e *Contribuições para a Geognóstica do Brasil* (1832) que ficam evidentes seus esforços na tentativa de ajustar suas conclusões ao modelo netunista werneriano. Nestas obras, a exemplo das *Instruções*, Eschwege deixa o estilo literário dos naturalistas viajantes, presente no *Jornal do Brasil*, onde aliou à descrição detalhada do itinerário da viagem, com especial atenção ao relevo, inclusive com aferição barométrica de altitude, e à hidrografia, observações geológicas, etnológicas, sócio-econômicas, de fauna e flora, permeadas por relatos de curiosidades ou situações para ele inusitadas. Como os próprios títulos

antecipam, os conteúdos são amplamente geológicos e a linguagem eminentemente técnica (Figura 3.8).

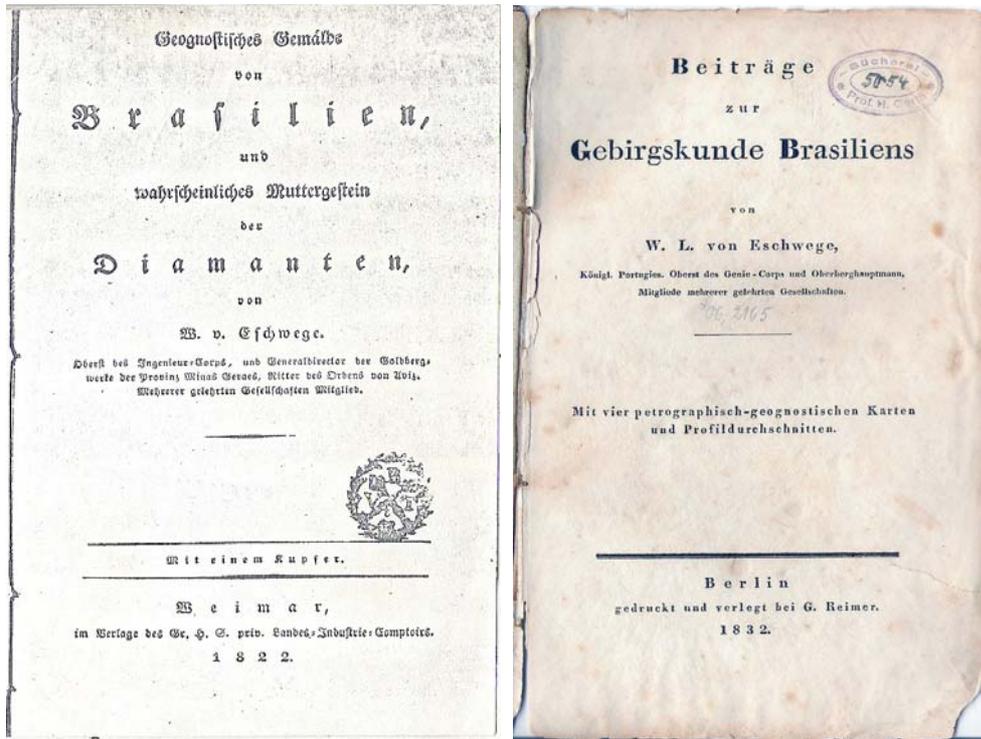


Figura 3.8 - Folhas de rosto das publicações originais de *Quadro geognóstico do Brasil* (1822) e *Contribuições para a Geognóstica do Brasil* (1832)

Eschwege começa o *Quadro Geognóstico* com um pequeno prólogo onde justifica o porquê da publicação naquele momento, logo depois de seu retorno à Alemanha: exatamente voltar atrás com relação às dúvidas levantadas anteriormente sobre as idades de formações no Brasil e que contrariavam a classificação de Werner.

“Apresso-me em oferecer ao público pátrio uma pequena obra de conteúdo geognóstico, referente ao Brasil, cujas deficiências sinto profundamente, mas que não queria reter por mais tempo, pois corrige, em parte, algumas opiniões erradas e pode oferecer a oportunidade de se tirar novas conclusões.” (Eschwege 1822, ed. 2005:97)

Pouco mais a frente diz que “o descrito está sempre correto” mas a hipótese que é apresentada deve ser tomada apenas como tal. Eschwege ainda utiliza vários parágrafos da primeira parte da obra para expressar esta confiança em suas observações que lhe permitiram adquirir uma visão geognóstica do Brasil “cuja principal particularidade consiste no fato de abranger o todo e não se deixar desviar por minúcias” a qual julga essencial “não para ordenar o novo achado num sistema imaginário, mas sim, colocá-lo no devido lugar que lhe foi determinado pela natureza”. Obviamente, estavam afastadas quaisquer reflexões que contrariassem a seqüência de formação das rochas, a partir do oceano primordial, proposta por Werner.

Antes porém de apresentar seu panorama geral das formações brasileiras, Eschwege achou necessário embasar seus leitores. Primeiro, introduzindo um “quadro sucinto da superfície do Brasil” e depois expondo suas “idéias sobre a formação das montanhas”. Ele traça então as principais linhas do sistema orográfico brasileiro e, ao descrever a Serra do Espinhaço a reconhece como um divisor “sob o ponto de vista geognóstico”.

“Do lado oriental predomina a Primeira Formação Primitiva com rochas de textura granular e xistosa: granito, gnaisse, mica xisto e sienito. Do lado ocidental ocorre a Segunda Formação Primitiva das rochas xistosas e xistosas-granulares, formação ferrífera (*Eisenstein*), ouro e formações diamantíferas, bem como as Camadas de Transição: xisto argiloso [ardósia], calcário maciço, grauvaca, etc.” (Eschwege 1822, ed. 2005:99)

Logo em seguida, Eschwege volta a sua teoria para explicar a gênese das formações observadas, dentro dos parâmetros impostos pela Teoria Netunista de Werner. Imediatamente esclarece que abandonou a idéia, que anteriormente esteve inclinado a admitir, de uma formação mais antiga e uma mais nova para as rochas da Primeira Formação Primitiva do Brasil. Tomada como princípio a contemporaneidade dessas rochas, o que poderia ter levado seus quatro principais componentes, quartzo, feldspato, mica e anfibólio, a originarem ora granito, ora gnaisse, ou mica xisto ou ainda sienito e diabásio? E o que poderia justificar aquela estratificação, ou seja, a repetição de camadas, suas direções e mergulhos? Eschwege sugere que “forças de atração” atuaram a partir de “certos pontos centrais”, associadas às relações químicas e precipitações como responsáveis tanto pela determinação do tipo de rocha como pela estratificação, sendo a velocidade do processo fator preponderante no resultado final.

“Pela precipitação calma originaram-se os tipos granulares, pela mais rápida os tipos xistosos-granulares ou xistosos. Quanto mais rápida a atuação das forças, tanto mais velozes eram os fluxos e se formaram as camadas mais ou menos inclinadas e sempre para o lado da direção do fluxo principal. A estratificação das rochas torna-se vertical no caso de uma precipitação lenta de seus componentes, ou em função de forças iguais a partir de diferentes pontos centrais. As estratificações inclinaram-se em virtude de uma precipitação mais rápida, ou sob a influência de forças desiguais.” (Eschwege 1822, ed. 2005:100)

A existência de vários pontos centrais por onde as forças atuaram explicaria a repetição de camadas, e, as intensidades diferentes destas, justificaria as discordâncias observadas.

“Quando as forças desiguais localizam-se em pontos centrais distintos, então a direção do fluxo deveria ter sido dirigida segundo orientações diferentes. Assim, inclinações e direções deveriam também divergir, o que a observação das rochas nos permite concluir”. (Eschwege 1822, ed. 2005:100)

Com este raciocínio, Eschwege julga ser mais fácil entender as elevações e depressões que lhe pareciam “tão incompreensíveis e pelas quais se explicam direção e mergulho das camadas”.

“Como se poderiam formar as serras principais, se não se admitisse a existência de linhas-mestre centrais, onde a afluição das rochas fosse mais intensa e cuja consequência natural fosse a formação de irregularidades na superfície, isto é, morros e vales?” (Eschwege 1822, ed.2005:100)

Atualmente as idéias de Eschwege parecem absurdas, entretanto àquela época a questão sobre a origem das montanhas oscilava entre variações das teorias de netunistas e plutonistas. Notadamente, admitia-se que as montanhas eram então constituídas por material cristalizado, por precipitação, pela retirada do oceano primordial ou atribuía-se à ação tanto da água quanto do fogo, pela combustão seja de carvão, betume, enxofre ou outros elementos inflamáveis, o aparecimento das formações geológicas constituintes da crosta. Eschwege se desculpa, pelo menos duas vezes no texto, por apresentar idéias que podem não estar de acordo com os últimos avanços sobre este assunto, uma vez que esteve por muito tempo fora da Europa e sem acesso à bibliografia mais recente. Realmente, uma série de estudos sobre sucessões estratigráficas em diferentes lugares, como Inglaterra, Escócia, França, Suíça, Itália e Estados Unidos, propiciavam o surgimento de novas teorias sobre a estrutura e origem das montanhas e, cada vez mais explicitavam a improbabilidade do netunismo. Renger (2005), lembra que

“A investigação das causas e regularidades de direção e mergulho das camadas dos sistemas orográficos dos dois hemisférios era um dos objetivos de Humboldt no seu *Essai géognostique* (1823), que podemos considerar como o início dos estudos tectônicos que levaram cerca de 150 anos até a consolidação da Tectônica das Placas”. (Renger, 2005:94)

Cabe mencionar que a movimentação horizontal dos continentes só seria colocada de maneira consistente, em 1912, quando Wegener apresentou sua teoria da Deriva Continental à comunidade científica na reunião anual da Associação Geológica da Alemanha, em Frankfurt. Mesmo assim ela foi rejeitada, principalmente pelos norte-americanos, e caiu no esquecimento. Tanto que Adams, em 1938, em seu “*The birth and development of the geological sciences*”, finaliza o capítulo sobre a origem das montanhas com uma alusão aos trabalhos mais recentes [à época] sobre o assunto, citando, os irmãos norte-americanos W. B. e H. D. Rogers, a Teoria do Geossinclinal de Hall e Dana, a Teoria das Pontes Continentais de Suess e outros, a Teoria da Isostasia, a da Contração e, por último, sem chamar atenção ou dar maior importância, a Teoria da Deriva. Em seguida, conclui que a verdade completa não estava em nenhuma dessas teorias porque a causa principal da variedade de estruturas presentes nas montanhas ainda não estava estabelecida. Muitos fatos concernentes a isto ainda permaneciam desconhecidos ou eram meras conjecturas e esta era a razão para a grande diversidade de opiniões. Entretanto, aponta a teoria da contração da crosta como aquela onde, na opinião geral e parece que na dele também, poderiam ser encontradas as respostas procuradas, apesar de alguns “afirmarem que ela contraria

os conceitos da geofísica moderna” (Adams, 1938:398). A tese da Deriva Continental, apesar de apresentar explicações plausíveis para a correlação de feições geológicas observadas entre os continentes e para a grande questão geológica da formação das cadeias de montanhas, conseguindo ainda satisfazer, simultaneamente, as imposições da geofísica e da paleontologia, ficou abandonada até o aparecimento de uma teoria mais esclarecedora para o movimento dos continentes: a Tectônica de Placas. Esta teoria começou a tomar forma nos anos 1960 quando Heezen, Swallos, os irmãos Ewing e outros, mapearam através de métodos sísmicos e gravimétricos, a topografia e a geologia do assoalho oceânico, descobrindo feições importantes que registravam a movimentação dos continentes e se consagrou no final dessa mesma década, quando a hipótese de expansão do assoalho oceânico, proposta por Dietz e Hess, foi comprovada pelos dados obtidos pelo programa norte-americano *Joint Oceanographic Institutes Deep Earth Sampling Programme* (JOIDES).

Este rápido esboço da evolução do conhecimento sobre formação da estrutura terrestre remete à dificuldade imposta pelo próprio objeto de estudo, um processo com inúmeras variáveis com grandes variações nas escalas de tempo, espaço e intensidade e, ainda majoritariamente oculto pelo tempo ou pela localização. Junte-se a isso a dependência do contexto e ideologias da época em que os estudos se dão. Com esta consciência é que se deve avaliar as idéias de Eschwege nas primeiras décadas dos 1800's.

Além do fato de estar à parte dos últimos avanços sobre a origem das rochas, possivelmente o respeito pelo “grande Werner”, o pai da ciência Geognosia, como colocado pelo próprio Eschwege, “o qual primeiro a expôs em um sistema, e sobre este edificaram os outros escritores, ou adaptando a mesma base, ou amoldando-a idéias próprias” (Eschwege, 1821:5) e também então, por toda uma geração de renomados naturalistas, o tenha levado subvalorizar suas interpretações e abdicar de conclusões contrárias ao modelo werneriano. É o que nos leva a crer vários trechos de seus textos. Por exemplo, no parágrafo inicial do primeiro capítulo das *Contribuições para a Geognóstica do Brasil*, Eschwege coloca que, segundo as publicações do Príncipe Wied-Neuwied, von Spix e von Martius, Sellow e Freyreiss, as rochas da Serra do Mar nas proximidades do Rio de Janeiro “pertencem à segunda classe das rochas primitivas de Alexander von Humboldt, que sempre se alternam e se ligam mutuamente” e, parecendo querer se convencer do que isso significa, continua: “e, por isso, representam uma única formação na qual não se pode falar de uma seqüência relativa de idades das diferentes variações verticais ou horizontais”.

Em seguida há a indicação de “Nota 1”, nela o autor, já de início, expõe sua dúvida sobre a questão:

“O observador das formações graníticas primordiais do Brasil está tentando não admitir formações primitivas de idades diferentes, e sim considerar toda formação primitiva de uma única origem de produtos de precipitação química do conjunto total que foram sobrepostos e colocados lado a lado sob condições diferentes, pois se encontram entre os membros desta formação não somente camadas que os geognósticos consideram mais novas e entre as camadas mais novas aparecem outras camadas que tem todas as características das consideradas mais antigas.” (Eschwege, 1832-c)

Depois de apresentar vários exemplos de formações com estas características em diversos locais no Brasil, Eschwege lança a pergunta: “Será que estas observações, que o pesquisador tem tanta oportunidade de fazer no Brasil, não levantarão dúvidas fundamentais a respeito de uma seqüência de idade entre as rochas primitivas?” Entretanto, continua a nota levantando hipóteses sobre o processo de precipitação e cristalização a partir “das forças centrais das afinidades e atrações” e termina expressando a dificuldade de contrariar as teses já estabelecidas dizendo que, em sua opinião, é mais fácil imaginar que todas as diversas rochas de cada período se originaram de um único fluido de solução do que pensar no aparecimento de um novo fluido para cada tipo de rocha que vão se alternando numa formação.

De outra vez foi mais explícito:

“Longe de querer aparecer como um inovador e contestar opiniões de geólogos famosos, é minha intenção apenas chamar atenção para a minha opinião ousada, baseada em observações próprias e que suponho já tenha sido externada por outros.” (Eschwege, 1832-c)

E, com certeza, Eschwege não foi o único. Adam Sedgwick (1785-1873), professor de geologia na Universidade Cambridge, em carta de 1845, para o grande geólogo escocês Charles Lyell (1797-1875) conta que em 1819 estava tão convencido da teoria de Werner que sacrificava seu discernimento por esta doutrina, se definindo como escravo werneriano. Em outra correspondência, desta vez para Harkness (1816-1878), geólogo inglês, em 1856, comunica que não tinha examinado umas amostras fossilíferas em 1823-24 porque naquele tempo não tinha aprendido bastante para se desvencilhar dos despropósitos de Werner, que lhe haviam ensinado (Adams, 1938:245).

Estas posturas são compreensíveis ainda por não se tratar de uma simples adição de conhecimento e sim de questões fundamentais que delas derivariam várias outras na reconstrução da história da Terra. O que se quer dizer é que, em definitivo, a dúvida e a proposição de uma teoria “*sui generis*” não desmerecem o trabalho de Eschwege. Pelo contrário,

questionamentos e hipóteses são propulsores do desenvolvimento do conhecimento científico e Eschwege tinha plena consciência disso conforme se pode perceber por suas próprias palavras.

“Embora deva o observador evitar hipótese que sem, em geral, adiantar grande coisa, o podem, entretanto, induzir a erros, contudo, involuntariamente, pelo seu próprio observar é ele levado a emitir a sua opinião sobre o modo de formação das rochas, e assim merece excusas quando uma ou outra vez se pronuncia a respeito, mormente se baseando sobre as suas próprias observações. Quando não tragam completa luz sobre o assunto, servem ao menos as suas opiniões para sobre ele chamar mais fortemente a atenção dos futuros investigadores, e só com isto se beneficia bastante a ciência”. (Eschwege 1832-a, ed. 1930:279)

O epistemologista Karl Popper (1902-1994), no seu *Conjectures and refutations: the growth of scientific knowledge* de 1963, postularia tese similar, se não igual, ao dizer que os fundamentos teóricos das Ciências da Terra surgem de especulações desenvolvidas com bom senso e muita criatividade e que estão sempre muito mais susceptíveis à refutação do que à confirmação.

3.3 O Quadro Geognóstico do Quadrilátero por Eschwege

Com Eschwege se tem, pela primeira vez, uma visão geral da geologia de Minas Gerais. Ele ordena estratigraficamente os terrenos precambrianos segundo os moldes da escola netunista werneriana, descrevendo aspectos gerais das unidades hoje reconhecidas:

Primeira Formação Primitiva: granito, gnaiss e mica xisto, correspondente ao embasamento cristalino;

Segunda Formação Primitiva: quartzo (quartzito), xisto argiloso, talco (xisto), formação ferrífera e pouco calcário que corresponde às seqüências supracrustais dobradas (Supergrupos Rio das Velhas, Minas e Espinhaço);

Terceira Formação ou de Transição: xisto argiloso (ardósia), quartzo xisto, grauvaca e calcário maciço (Grupos Bambuí e Macaúbas);

Quarta Formação ou de Aluviões: cascalhos e tapanhoacanga. (Renger, 2005)

Este “Quadro” foi sendo construído a partir de observações realizadas nas inúmeras viagens que empreendeu pelos terrenos mineiros. Eschwege descreve as formações que vão se sucedendo à medida que avança em seus itinerários. Nas proximidades de Barbacena, vindo do Rio de Janeiro em direção à Vila Rica ele acusa a existência de “uma grande quantidade de rolados de pedra de ferro” e observa...

“uma nítida transição entre um sienito e uma rocha ferrífera argilosa. Verifica-se também aqui a ocorrência de afloramentos de um quartzito ferruginoso de granulação fina. Mas o que mais se encontra são rochas de difícil classificação, das quais não se sabe ao certo onde enquadrar, parecendo-me todas fazer parte de uma formação secundária de xisto argiloso, rico em óxidos de ferro.” (Eschwege 1818, ed.2002:250)

Este trecho é do diário da primeira viagem de Eschwege a Minas Gerais, realizada em 1811. Ao atravessar a Serra da Mantiqueira, pela Estrada Real (Figura 3.9), ele vislumbra os primeiros sinais das formações ferríferas da região. Para as pedras de ferro, adotaria na nomenclatura geológica o nome de origem indígena já difundido entre os locais “tapanhoacanga” (tapanhu=escravo negro e canga=cabeça), hoje se generalizou o uso da redução “canga”. As rochas desconhecidas seriam depois classificadas e nomeadas por ele.

A observação geológica é um item na narrativa diária da viagem e se limita, quase que invariavelmente, à descrição das rochas predominantes, direção e mergulho das camadas observadas. Não há reflexão teórica sobre a formação das mesmas. Chegando a Vila de Queluz, atual Conselheiro Lafaiete, identifica as “camadas pretas de minério de manganês ferruginoso” (depósito do Morro da Mina). Na região de Congonhas relata os afloramentos de granito no Arraial Redondo (hoje os conhecidos granitóides da Suíte Alto Maranhão) e de pedra sabão na formação de xisto argiloso que está por toda parte. Depois, passando por Capão do Lana (Rodrigo Silva) e Boa Vista, áreas produtoras de topázios, chega a Vila Rica, não sem observar afloramentos de “hematita xisto” e a ampla distribuição da “areia quartzosa”.

Muito elucidativo para entender além do estágio do conhecimento, também da representação, é a Carta oro-petrográfica com perfil geológico que acompanha o texto (Figura 3.10), primeiro mapa geológico de uma parte do Brasil.

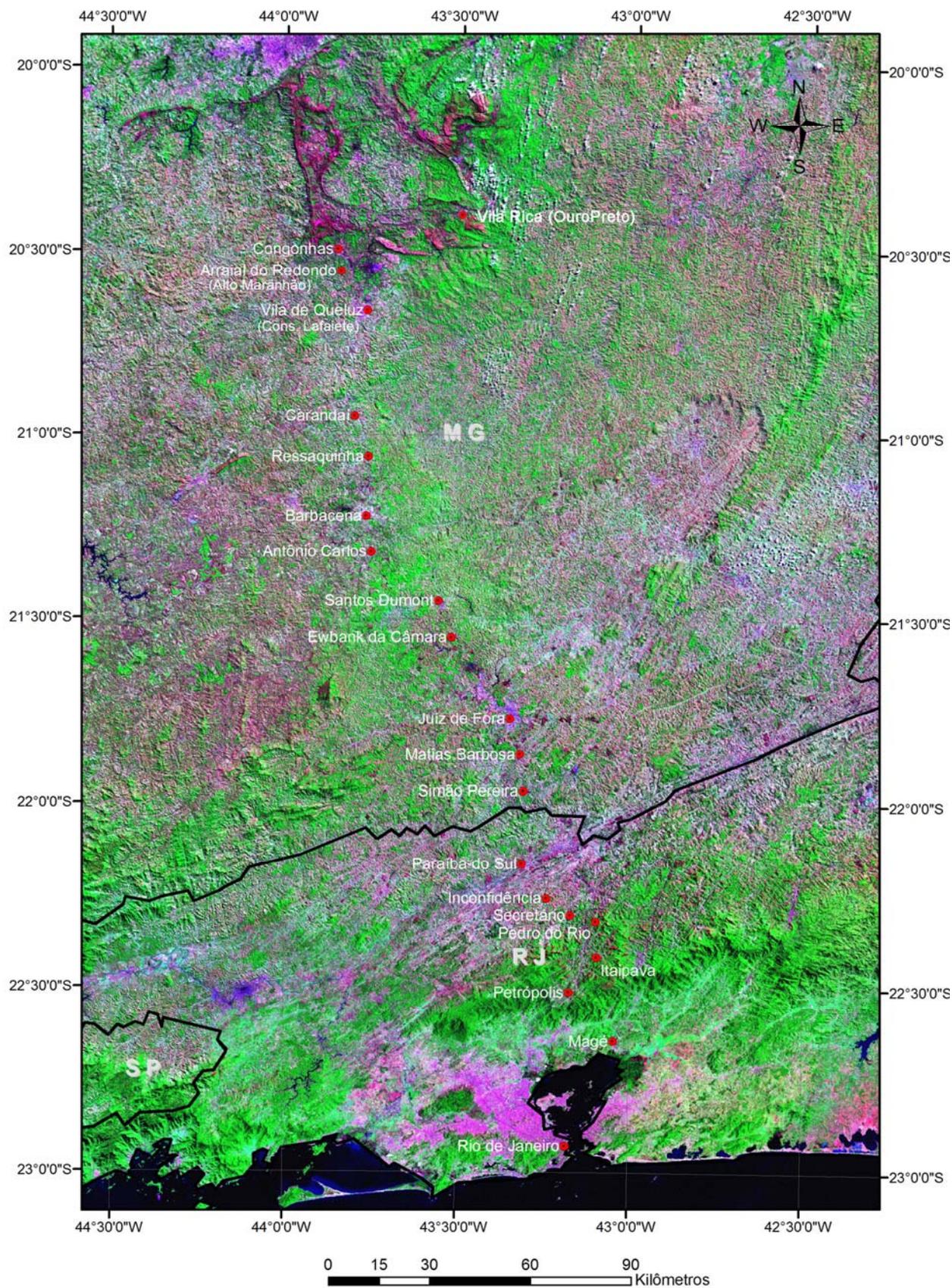


Figura 3.9 – Roteiro da Estrada Real, Caminho Novo, com os pousos relacionados por Eschwege em sua primeira viagem do Rio de Janeiro a Vila Rica, 1811 (Imagens LANDSAT TM, montagem Charles Rezende Freitas, Lab. de Geoprocessamento-IGC-UFMG)

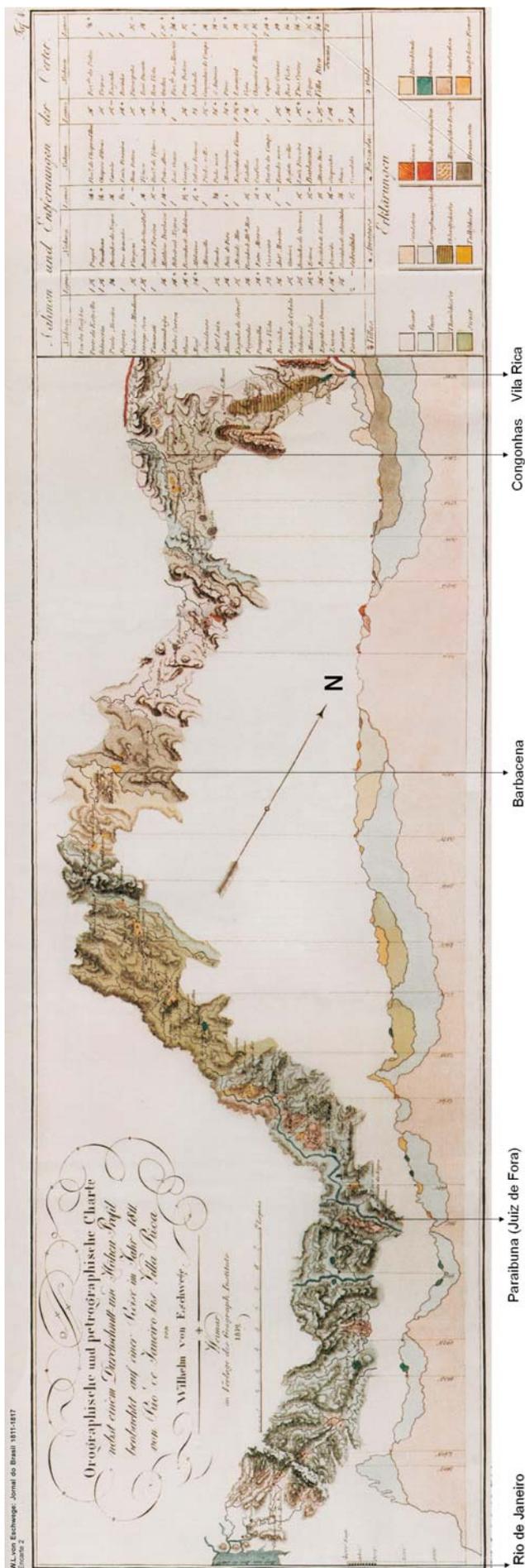


Figura 3.10 – Carta petrográfica e orográfica com um perfil das diferentes rochas, e alturas sobre o nível do mar fundadas em observações geonósticas e medições barométricas, feitas na derrota do Rio de Janeiro para Vila Rica (Eschwege, 1818 ed. 2002) Primeiro mapa geológico de uma parte do Brasil.

Eschwege elabora o perfil geológico de seu trajeto desde o Rio de Janeiro até Vila Rica identificando no início o afloramento do embasamento, terrenos granito-gnáissicos, em seguida as seqüências supracrustais, totalizando 16 divisões petrográficas. O perfil é facilmente ligado às descrições apresentadas no diário pela marcação dos locais onde as altitudes foram auferidas, além da correspondência com a carta petro-orográfica que detalha todo o percurso. Chama atenção a disposição horizontal das camadas, apesar das obliquidades constatadas e descritas no texto, obedecendo a um ordenamento ideal, com os estratos mais recentes no topo, refletindo a influência da escola netunista werneriana.

No final do trajeto, trecho percorrido no Quadrilátero entre Queluz e Vila Rica, destacam-se, tanto na carta orográfica quanto no perfil, as serras descritas de Deus te Livre, conhecida atualmente como Serra de Ouro Branco, e a Serra da Boa Morte, que é a continuação da Serra da Moeda e de Itabirito que inclui o famoso pico de mesmo nome, materializando alinhamentos quase perpendiculares (Figura 3.11).

Observa-se ainda que, sobre as camadas de granito e gnaiss do embasamento, está delineada a ampla camada de xisto argiloso e, sobre ela, estão assinaladas ocorrências de minério de manganês e talco-xisto. As demais formações registradas na representação, clorita-xisto, minério de ferro magnético, hematita maciça e arenito seriam revistas pelo próprio Eschwege, inclusive sua ocorrência. Por exemplo, a Serra de Ouro Branco aparece, conforme descrito no texto, como constituída de arenito e clorita-xisto. É fácil concluir que a terminologia adotada para as rochas desconhecidas nesta publicação era o que possibilitava a nomenclatura geológica disponível. As grandes contribuições de Eschwege ao entendimento da geologia do Quadrilátero, obviamente, estão em publicações posteriores, elaboradas depois de anos de observações.

A nota do autor, relativa à carta oro-petrográfica, esclarece que informações apresentadas nesta representação gráfica não são produto apenas das observações realizadas na primeira viagem apesar de acompanhar o diário da mesma. Observações freqüentes lhe permitiram dar maior precisão ao trabalho, o que ele afirma com grande convicção.

“A carta oro-petrográfica, por mim anexada, atingiu sua maior exatidão possível, apenas graças a minhas freqüentes viagens por esta estrada. São exatos os limites das diversas formações ao longo do caminho, porém não foi possível fazer o mesmo nos arredores da estrada, ainda que tenha feito tantas excursões quanto me permitiram as condições. Está também correta a seqüência dos tipos litológicos, como mostra o perfil.” (Eschwege, 1818, ed. 2002)

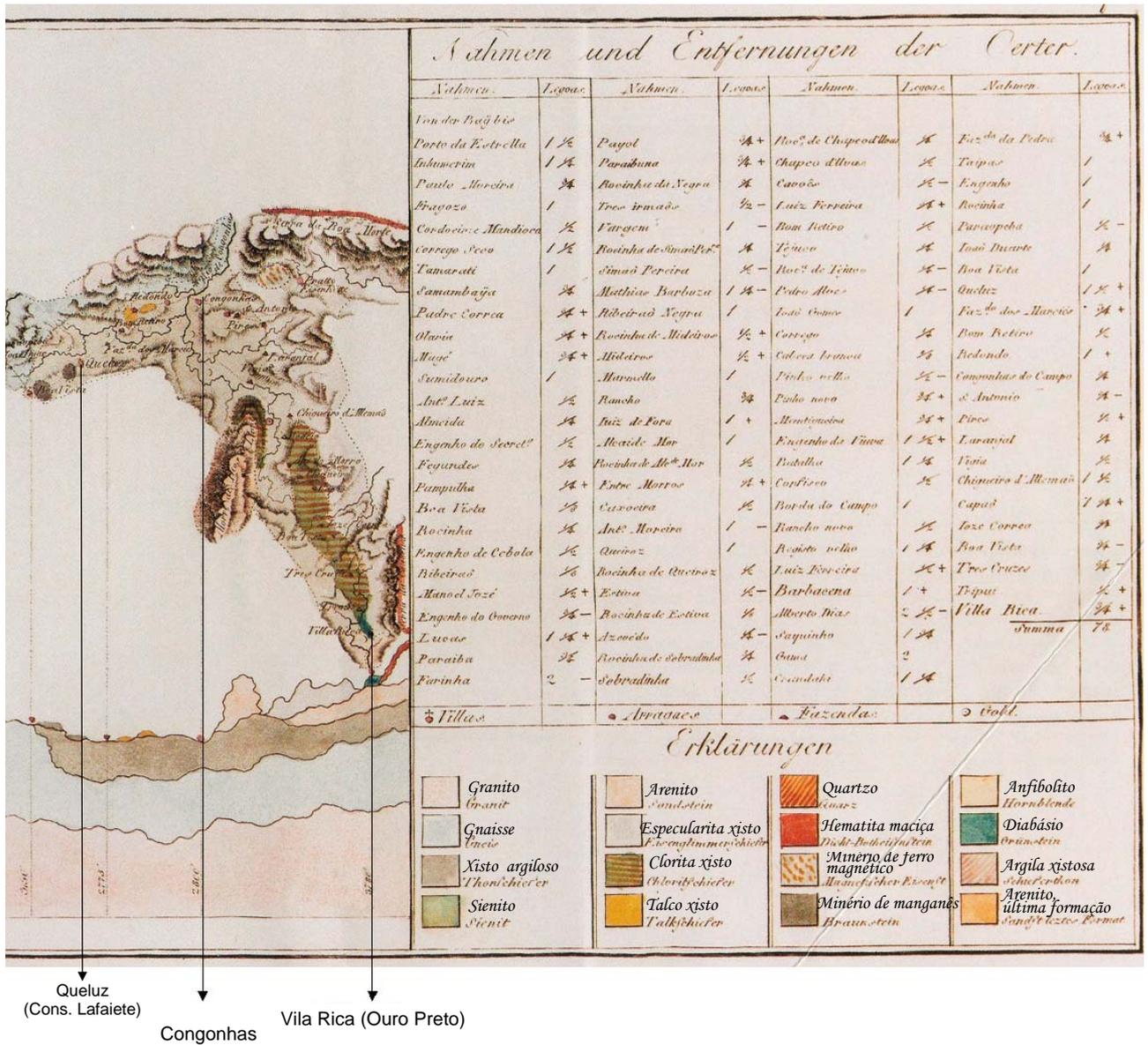


Figura 3.11 - Detalhe do trecho entre Queluz e Vila Rica da *Carta petrográphica e orográfica com um perfil das diferentes rochas...* (Eschwege, 1818 ed. 2002)

Sem dúvida, esta informação explica a existência de *Eisenglimmerschiefer*, ou especularita-xisto, entre os litotipos da legenda. Como este termo não aparece na descrição da viagem, Eschwege produziu, ou alterou o perfil, quando já havia optado por distinguir, entre as formações ferríferas, aquela cujo mineral predominante é a especularita ou hematita lamelar.

Nas *Instrucções para os Mineiros e Officiaes...*(1821) Eschwege relaciona as rochas primitivas do Brasil divididas em dois grupos: as “rochas principais que formam extensos montes e serranias”, onde inclui o xisto de ferro micáceo e o itacolunito que são “rochas que se acham no Brasil e são novas para os geognósticos” e as “rochas de pouca ou interrompida extensão, que formam só camadas grandes, morros grandes ou retalhos de montes” onde inclui as rochas de

ferro “que também é nova para os geognósticos”. Em seguida, detalha todos os litotipos, segundo esta subdivisão, descrevendo composição mineralógica, fácies metamórficas, textura, posicionamento estratigráfico, ocorrência, localidade tipo, entre outras características. Assim caracteriza o xisto de ferro micáceo, que é o mesmo specularita-xisto, presente como unidade litológica na carta petro-orográfica publicada em 1818, mas ainda não descrita. Se Eschwege já havia reconhecido a particularidade desta rocha e especializado sua ocorrência anteriormente, este não era o caso do itacolumito. É neste trabalho que ele individualiza “a rocha composta de quartzo, clorita ou talco, associados numa textura xistosa”, sob o nome de itacolumito, confessando ter estado indeciso por muito tempo em que classe deveria introduzi-la, até ter ficado convencido que deveria ser entre as rochas primitivas.

Mesmo tendo reconhecido que o itacolumito “apresenta camadas distintas, e ora forma bancos grossos, ora camadas tão delgadas que passam a ser xistosas” e ainda que “camadas estranhas se acham nele” como de talco, clorita-xisto, “bem como de quartzo, este muitas vezes intercrescido com pirrotita e schorlita [turmalinito]” Eschwege, em função de seu embasamento teórico, não fez distinções estratigráficas dessas camadas reunindo então, sob a denominação de itacolumito, notadamente todos os quartzitos do Quadrilátero Ferrífero e da Serra do Espinhaço. Derby (1906), observa que este fato causou certa confusão nos estudos geológicos do Brasil. “Atualmente entende-se como itacolomito (com “o”) o quartzito flexível, independente de sua posição estratigráfica ou local de ocorrência” (Renger, 2005).

Quanto à outra rocha desconhecida, as rochas de ferro, diferente dos demais, na caracterização deste litotipo não há detalhamento. Mas a descrição de Eschwege para as serras constituídas por essas de ferro, “uma aparência áspera e grotesca e se elevam a grande altura como o são o Pico d’Itabira...”, não deixa dúvida que se trata da rocha que viria a ser batizada por ele com o nome de itabirito.

“A grande freqüência, pujança e extensão das rochas de ferro que se encontram no Brasil, principalmente nas Capitanias de Minas Gerais, São Paulo e Goiás, as faz dignas de serem consideradas rochas particulares, e a sua posição faz com que sejam contadas entre as rochas primitivas de segunda ordem.” (Eschwege, 1821:103)

O conglomerado “que consiste, maiormente, de pedaços angulosos, raras vezes de pedaços rolados de ferro micáceo, specular e magnético, unidos por um glúten ferruginoso ou de ferro ocráceo, vermelho ou amarelo” que se acha “em muitas partes da Capitania de Minas Gerais” e “os mineiros chamam de canga ou tapanhoacanga”, Eschwege classifica como conglomerado primitivo no capítulo das rochas estratiformes. Há certa incoerência nesta opção, na medida em

que ele próprio, na caracterização dessas rochas, afirma serem “de ordinário simples, sem mistura, pela maior parte são calcárias”, que elas se “alternam numa mesma montanha muitas vezes em camadas ou estratificações, donde lhes provém o nome de rochas estratiformes” ou ainda que “contém uma imensidade de petrificações de conchas, caracóis, peixes, plantas, etc...”

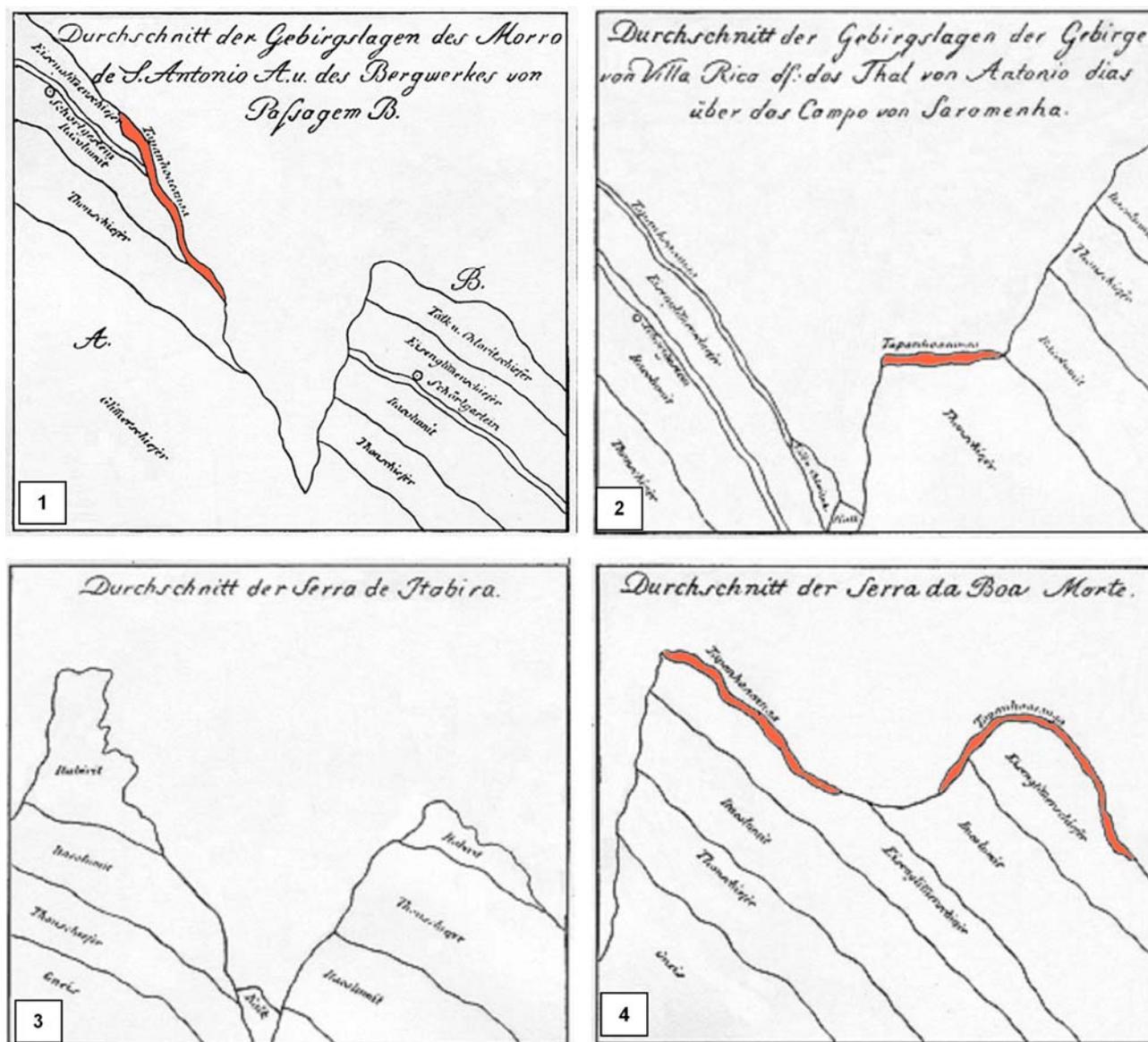
No *Quadro Geognóstico do Brasil* (1822), Eschwege apresenta uma ordenação estratigráfica para os terrenos brasileiros entre Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. Descrevendo a Segunda Formação Primitiva, que reconhece recobrir a primeira em sua maior parte e ser rica em ouro, apresenta os tipos de rocha que a constitui, notadamente baseado em observações realizadas na região do atual Quadrilátero Ferrífero. Segundo ele, o itacolumito ocupa “o primeiro lugar entre as rochas de ampla distribuição”, sendo o segundo tipo característico o specularita-xisto, cujos principais minerais “são specularita ou hematita lamelar e quartzo associados numa textura xistosa granular, ocorrendo na maioria em estado friável, mas encontram-se também camadas extremamente duras” podendo ter “aspecto bandado de listras escuras e claras”, devido à alternância de lâminas de hematita e quartzo, ou “aparência salpicada”, pelo efeito da disseminação do quartzo na hematita. A rocha seguinte é o xisto argiloso. Na descrição ele explica não se ater à “sua relação com outras rochas a ela associadas”, talco-clorita xisto e pedra-sabão, justificando ser a mesma “suficientemente conhecida”. Entretanto, acrescenta que no xisto argiloso completamente intemperizado encontram-se jazidas interessantes de cristais, como os topázios amarelos da região de Vila Rica até o Capão do Lana. Finalizando a apresentação das rochas principais que compõem a segunda formação primitiva, Eschwege apresenta o itabirito, colocando que a grande ocorrência deste minério de ferro peculiar justifica sua individualização como rocha. Assim fica introduzido o nome itabirito para a associação de hematita, geralmente compacta, specularita e, às vezes, magnetita e pouco quartzo que forma “morros altos e espigões”. Da mesma forma que o termo itacolumito foi escolhido para denominar a rocha que constitui o Pico do Itacolomi nas proximidades de Ouro Preto, “o nome geral de itabirito” foi tomado do Pico de Itabira¹², “que é notável tanto por sua produção de ouro como também por sua forma e altitude”. (Eschwege 1822, ed. 2005).

Nesta publicação a classificação da tapanhoacanga é revista. Pode-se concluir que como esta rocha também não se encaixava exatamente na definição de aluvião, apresentada inclusive nas “*Instruções*”, Eschwege expande esta categoria para “depósitos de aluviões e aglomerados cimentados” para incluí-la e inicia então a seção com o título: “Tapanhoacanga”, justificando ter mantido o nome “por ser tão peculiarmente característico”.

¹² Hoje mais comumente chamado de Pico do Itabirito, exatamente por causa da rocha que o constitui.

“Entre as rochas da Formação de Transição não há nenhuma que mereça atenção especial. Passo então para os depósitos de aluviões e aglomerados cimentados, aos quais pertence o conglomerado de pedra de ferro.” (Eschwege, 1822, ed. 2005:105)

Eschwege ainda apresenta quatro perfis de pequena extensão de locais geologicamente interessantes no Quadrilátero (Figura 3.12).



Eisenglimmerschiefer	Especularita xisto
Itacolumit	Itaculumito
Glimmerschiefer	Mica xisto
Gneis	Gnaisse

Kalk	Calcário
Schörlgestein	Turmalinito
Talk u. Chloritschiefer	Talco e clorita xisto
Thonschiefer	Xisto argiloso

Figura 3.12 - Perfis geológicos no Quadrilátero Ferrífero mostrando o posicionamento das camadas 1) Perfil das camadas do Morro de Santo Antônio (A) à mina de Passagem (B); 2) Perfil das camadas da Serra de Vila Rica pelo vale de Antônio Dias e o Campo de Saramenha; 3) Perfil da Serra da Boa Morte [próximo Congonhas do Campo]; 4) Perfil da Serra do Itabirito. (Eschwege, 1822, ed.2005:109) (O colorido das camadas de tapanhoacanga é nosso)

Comparando com o perfil geológico do Rio de Janeiro à Vila Rica, já apresentado, chama atenção a representação do mergulho e alternância das camadas, diferindo esta representação da anterior que retrata o modelo teórico de formação, ou seja, camadas sobrepostas horizontalmente e cronologicamente ordenadas. Não parece que se deva atribuir esta mudança na representação unicamente à evolução no que diz respeito ao entendimento da geologia dos terrenos ou à escala. Certamente o maior domínio do assunto permite representações mais precisas, assim como uma escala maior possibilita maior nível de detalhamento. Entretanto, informações como estas agora representadas já estavam presentes no texto que o primeiro perfil acompanha e sua escala não seria impedimento para que as camadas apresentassem inclinação. Parece-nos muito mais uma opção de fidelidade à realidade que suas observações lhe permitiram do que à teoria.

A carta petrográfica que acompanha as *Contribuições para a Geognóstica do Brasil*, publicado na Alemanha em 1832, corrobora nossa tese. O perfil geológico apresentado é, pelo menos em parte, resultado da incumbência que Eschwege recebeu, em 1816, de determinar os novos limites entre Minas e Goiás¹³. Sua escala é a mesma do primeiro perfil, pois abrange grande distância, no entanto apresenta a mesma configuração, mergulho e alternância das camadas, dos quatro pequenos perfis (Figura 3.13).

A carta petro-orográfica e o perfil apresentam a direção e o mergulho preferencial dos estratos. Na região do Quadrilátero Ferrífero visualiza-se a alternância na justaposição das camadas das rochas primitivas, primárias e secundárias: granito, gnaisse, xisto argiloso (*Urthonschiefer*), itacolumito (*Itacolumitquartz*) estando ainda assinaladas as ocorrências minério de manganês e ferro (*Braunstein* e *Eisenstein*) (Figura 3.14).

¹³ Por Alvará de 4 de abril de 1816 o atual Triângulo Mineiro foi desmembrado da Capitania de Goiás e incorporado ao terreno da Capitania de Minas Gerais. Eschwege fez esta viagem entre agosto e novembro de 1816, por ordem do governador de Minas Gerais D. Manoel de Portugal e Castro, locando a divisa pelo Rio Paranaíba.

O padrão desta representação se assemelha bastante ao da seção geológica elaborada por Lehmann para a Thuringia em 1756, cuja teoria sobre a formação das montanhas incluía as camadas oblíquas ou perpendiculares dos chamados montes primitivos (Figura 3.15).

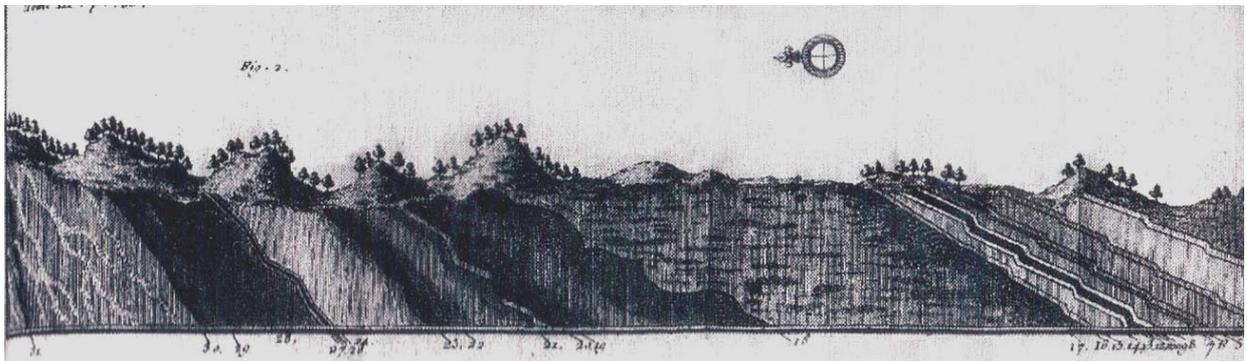


Figura 3.15 - Seção Geológica da Thuringia (Lehmann, 1756)

Por um lado, o paralelo entre as representações gráficas produzidas por Eschwege, entre ca. de 1811 e de 1816, evidencia a evolução do conhecimento sobre a distribuição dos terrenos, ordenação estratigráfica e caracterização litológica das regiões por ele percorridas. Por outro, registra tanto o uso desta ferramenta que se tornaria básica na metodologia geológica: traçado de corte para detalhar o acamamento das seqüências dos estratos, como o estágio desta técnica de representação. Interessante observar que Eschwege utiliza a sobreposição de planos como recurso para retratar pontos de destaque do relevo posicionados fora do alinhamento do perfil apresentado nas *Contribuições para a Geognóstica do Brasil*. Na região do Quadrilátero foram registrados, em planos de fundo, a Serra da Boa Morte e o Pico do Itacolomi, este último com ligeira variação de mergulho.

No texto, entretanto, detalha a morfoestrutura da região: estão descritas todas as principais feições geomorfológicas correlacionadas às estruturas geológicas que viriam delinear os limites do Quadrilátero Ferrífero.

No sul, sentido W-E, Eschwege registra a Serra da Boa Morte, extremidade meridional da Serra da Moeda, a Serra de Ouro Branco (Morro do Deus te Livre) e trecho da bacia do Paraopeba entre elas (Figuras 3.16, 3.17, 3.18 e 3.19).

“... a Serra da Boa Morte e o transversal Morro do Deus te Livre, formam aqui uma bacia de cerca de 6 léguas de comprimento e 5 de largura [aproximadamente 30km], onde tem as nascentes do aurífero Paraopeba. Por toda parte se apresentam aqui as formações auríferas, não só nas rochas primitivas como nas aluviões, sendo a altitude média desta bacia de 2800 a 3000 pés [850 a 900m], e de 1500 a 2000 pés [450 a 600m] acima dela a das mais altas serras circunvizinhas.” (Eschwege 1832-a, ed.1930:266)

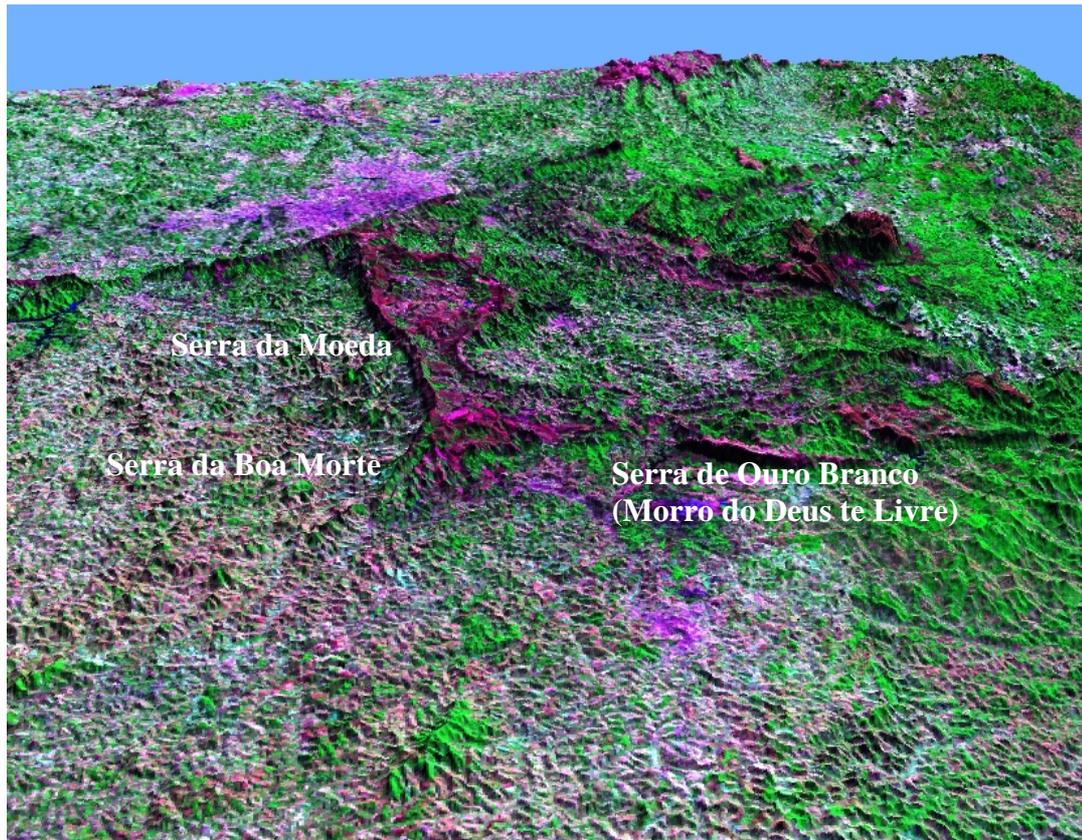


Figura 3.16 – Visualização da região do QF com destaque para a Serra da Boa Morte, extremidade sul da Serra da Moeda, e para a Serra de Ouro Branco (Morro de Deus te Livre) (Imagem LANDSAT TM – Lab. Geoprocessamento, IGC-UFMG)



Figura 3.17 – Vista parcial da encosta leste da Serra da Boa Morte ao fundo da cidade de Congonhas do Campo (Foto: M^a Márcia Machado, 2008)



Figura 3.18 – Vista da Serra de Ouro Branco, citada por Eschwege como Morro do Deus te Livre (Foto: M^a Márcia Machado, 2008)



Figura 3.19 – Vista do vale entre a Serra da Moeda, ponto de observação, e a Serra de Ouro Branco (Morro de Deus te Livre) em destaque mais ao fundo (Foto: M^a Márcia Machado, 2008)

Ressalta “uma linha aurífera principal que se estende desde Congonhas até a serra principal entre Queluz e Casa Branca, sendo a sua direção a 11ª hora [165°]”. Este lineamento, observado por Eschwege, seria descrito por Seixas, em 1988, quando caracterizou e mapeou nesta área quatro unidades litoestruturais que compreendem os gnaisses Alto Maranhão, rochas supracrustais do tipo "greenstone", uma faixa de gnaisses milonitizados chamada de Zona de Transição, a norte do "greenstone", e o granitóide Congonhas.

“Todas as unidades de mapeamento foram afetadas e transpostas pelo lineamento Congonhas, que é a feição estrutural mais proeminente da área, e é marcada por foliações miloníticas de **orientação média N40W** e mergulho subvertical a acentuado para NE ou SW e lineações de estiramento subhorizontais ou com suave caimento para SE. Os metalotectos de ouro na área são agrupados em quatro tipos principais em função da rocha hospedeira, alteração hidrotermal e feições estruturais, **com a característica comum de estarem relacionados com a instalação do Lineamento Congonhas.**” (Seixas, 1988, grifo nosso)

Este lineamento é visualizado com clareza no mapa abaixo (Figura 3.20), materializado pela representação das ocorrências auríferas e afloramentos dos granitos da suíte Alto Maranhão nas proximidades de Congonhas.

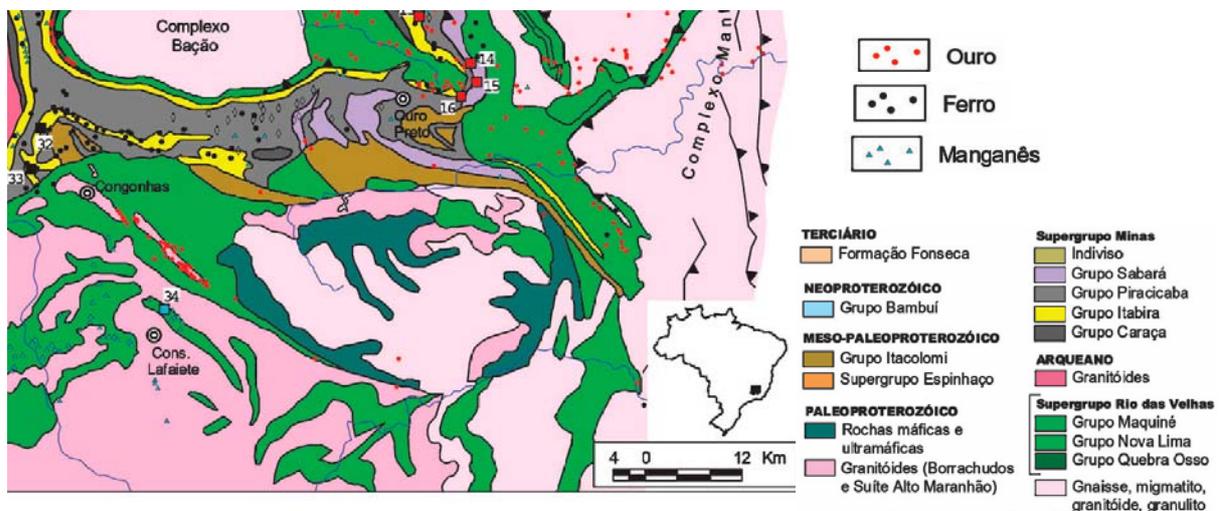


Figura 3.20 – Parte do mapa geológico do Quadrilátero Ferrífero (Dardenne & Shobbenhaus, 2003) Pode-se observar a concentração de ocorrência de ouro ao longo do lineamento Congonhas.

Seguindo na direção leste, descreve a sucessão de elevações até o Pico do Itacolomi.

“Com a subida, vindo de Ouro Branco, do Morro de Deus te Livre... chegamos propriamente as mais importantes regiões montanhosas de Minas, que se estendem daqui até além de Vila Rica. Os montes se ligam aos montes e entre eles separando-os uns dos outros, serpenteiam profundos vales”. (Eschwege 1832-a, ed.1930:318)

Acrescenta que apenas pela observação feita a partir dos pontos mais elevados “se descortina o panorama dessas serras e vales” e “o alto do Itacolomi, junto à Vila Rica” é o ponto mais conveniente (Figura 3.21).



Figura 3.21 - Vista do Pico do Itacolomi junto a Ouro Preto
(Foto: M^a Márcia Machado, 2008)

De lá descreve o outro alinhamento de elevações existente, praticamente paralelo ao anterior só que um pouco mais ao norte, partindo de Ouro Preto até voltar à Serra da Moeda (E -W).

“A Serra de Ouro Preto se destaca daqui como um grande braço da cordilheira principal [Espinhaço], estendendo-se além da Cachoeira e ligando-se, como já foi dito, à Serra da Boa Morte, na região de Congonhas do Campo”. (Eschwege 1832-a, ed.1930:319)

Na seqüência, Eschwege indica o alinhamento das elevações a oeste no Quadrilátero, a Serra da Boa Morte, extremidade sul, e Sabará ao norte, lembrando que ele observa a partir do Itacolomi (Figura 3.22).

“Esta última serra que, além da denominação de Boa Morte, é também conhecida com o nome de Serra da Moeda, destaca-se principalmente vindo de Sabará, pela margem esquerda do Rio das Velhas, pelo alto zimbório ferruginoso do Pico do Itabira [do Itabirito], que semelhante à ruína de antigo castelo, se eleva até 4.895 pés [1.490m]. São estas as serras que limitam o horizonte para o lado ocidental”. (Eschwege 1832-a, ed.1930:320)

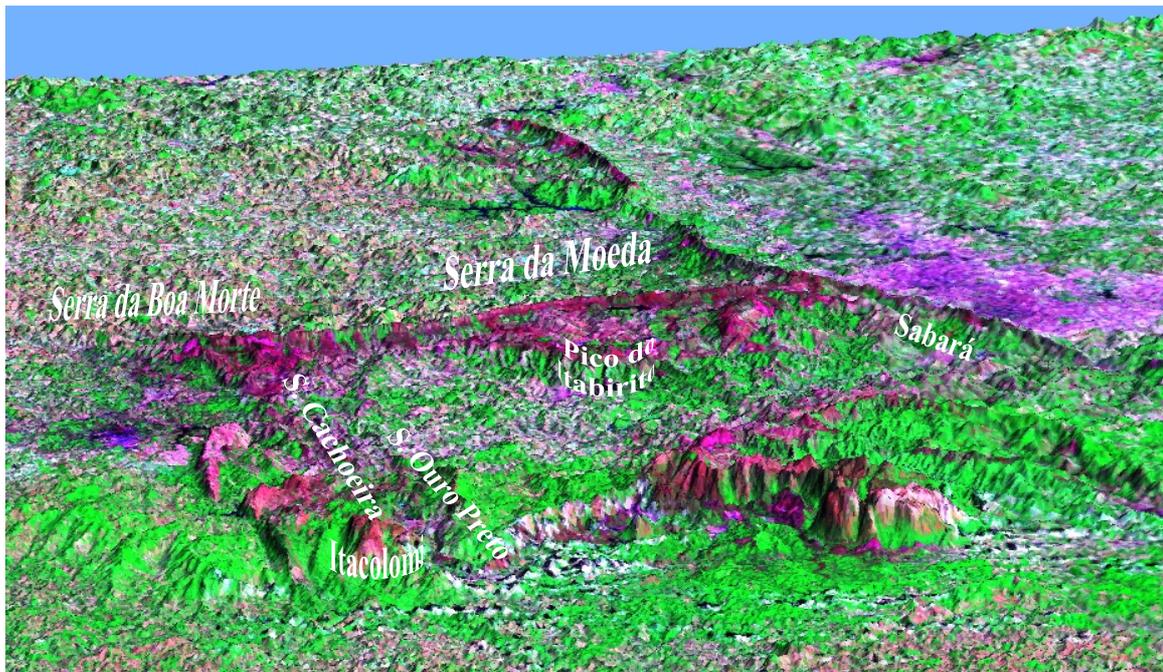


Figura 3.22 – Vista do Quadrilátero de leste para oeste
(Imagem LANDSAT TM – Lab. de Geoprocessamento, IGC-UFMG)

Do Itacolomi para o norte, Eschwege divisa as estruturas do alinhamento leste do Quadrilátero.

“Daqui se reconhece perfeitamente que a linha principal das serras e elevações mais consideráveis se dirige do S para o N e formam a cordilheira que em minha carta designei com o nome genérico de Serra do Espinhaço”. (Eschwege 1831-a, ed.1930:319)

Depois da visão geral, detalha (Figura 3.23):

“Para o N[orte], observa-se ao longo da grande linha o maciço escarpado da Serra do Caraça, tendo uma altura quase igual do Itacolomi, e, por trás dele, a Serra da Piedade, junto á Vila Nova da Rainha [Caeté], com uma altitude de 5.400 pés [1650m], em grande parte formada de minério de ferro.” (Eschwege 1832, ed.1930-a:319)



Figura 3.23 – Vista do Quadrilátero do sul para o norte
(Imagem LANDSAT TM – Lab. De Geoprocessamento, IGC-UFMG)

As rochas que compõem o Domo de Caeté também foram reconhecidas: o “gnaisse ocupa toda a baixada do vale com as suas saliências perto da Vila de Caeté”.

Na ponta noroeste do Quadrilátero não existem estruturas tão proeminentes quanto as já relatadas. Mas Eschwege descreve, entre Pompéu e Pitangui, “a extremidade norte de uma serra isolada que se levanta entre os rios Pará e Paraopeba”, sendo que “a extensão de sua crista é de cerca de 10 léguas [60 km], e a sua base para SE termina entre os Arraiais das Bicas e de Mateus Leme” sendo ela “formada das mesmas séries de estratificação das rochas que a Serra da Boa Morte, a da Cachoeira e diversas outras”. São reconhecidos então o itacolomito e “um xisto argiloso ferruginoso, vermelho como o de Congonhas do Campo e da lavra de Passagem, perto de Mariana com muitos pontos negros de manganês”. Continuando Eschwege relaciona as formações auríferas ali existentes com as de Ouro Preto.

“O oligisto [hematita] micáceo, a hematita vermelha e o ferro magnético, que freqüentemente se encontram esparsos na base da serra, fazem presumir a existência destas rochas nos pontos mais elevados, como também a grande quantidade de lavras de ouro embaixo, na encosta e na base, da serra permitem inferir a existência aí das formações auríferas geralmente ocorrentes nas vizinhanças de Vila Rica”. (Eschwege 1832, ed.1932-b:14)

Seguindo ao longo da serra e do, anteriormente rico, rio São João se chega ao Arraial da Onça de Pitangui, nas margens do ribeirão de mesmo nome, também aurífero, “onde se encontram também depósitos de diorito, tal como na vizinhança de Congonhas do Campo”.

Até Mateus Leme, passando por Pará de Minas (Patafufo no texto), Eschwege observa o xisto argiloso e o granito como rochas principais com ocorrência de “leitos de diorito com muita hornblenda subordinados sobre o granito” e de “xisto argiloso passando ao talcoso, como ele se encontra freqüentemente na região de Vila Rica”.

Sem contudo citar esta correlação que Eschwege faz, entre as formações da serra que se estende desde Pitangui até Mateus Leme e suas adjacências e as rochas da região de Congonhas e Ouro Preto, Grossi Sad (1968) e Costa e Romano (1976) caracterizaram esta faixa Mateus Leme-Pitangui como a porção mais ocidental do Supergrupo Rio das Velhas do Quadrilátero Ferrífero. Segundo Romano (1993), o mapeamento geológico do Instituto de Geociências Aplicadas IGA (1982/1983) forneceu a primeira idéia da litoestratigrafia da seqüência supracrustal desta faixa “permitindo correlacioná-la às unidades do Supergrupo Rio das Velhas”. Romano (1989) apresentou uma proposta de subdivisão estratigráfica para a espessa seqüência de rochas metavulcânicas e metassedimentares aflorantes nesta região.

A estrutura seguinte no delineamento do Quadrilátero é a Serra do Curral que Eschwege vê como a “cadeia, que, como uma grande ramificação da cordilheira principal, se dirige de Curral Del Rei [Belo Horizonte] para SO”, e seguindo nesta direção...

“chega-se a uma estreita garganta, ao Funil, como é denominada, por onde o Paraopeba abriu violentamente sua saída da bacia existente entre este braço de serra e a Serra da Moeda, cortando aqui transversalmente a rocha compacta”. (Eschwege 1832-b, ed.1932:16)

Esta bacia a que Eschwege se refere entre as vertentes sul da Serra do Curral e ocidental da Serra da Moeda, caracteriza o atual Complexo do Bonfim (Figura 3.24).

“A rocha desta grande bacia é o granito, o gnaiss granítico, mas sobretudo o gnaiss, que no rio Brumado é de uma granulação grossa, com uma direção das camadas entre a 1^a. e 2^a. hora [15° a 30°] e uma inclinação para O”. (Eschwege, 1832, ed.1932-b:17)

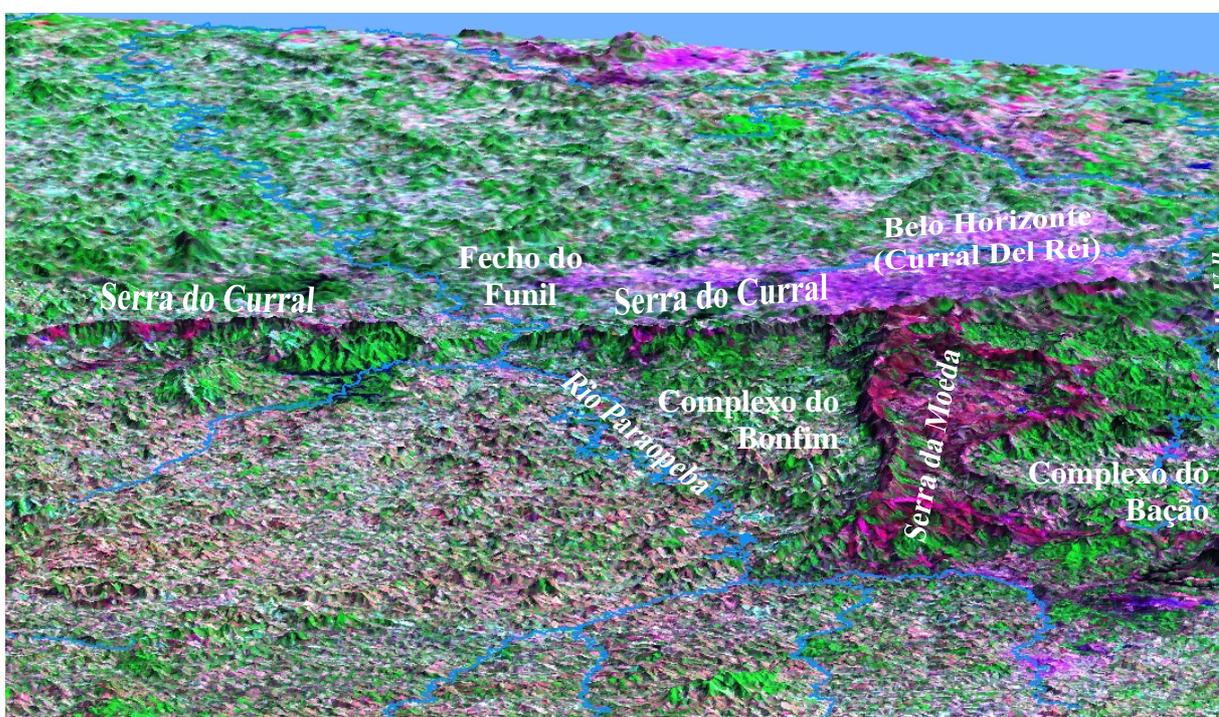


Figura 3.24 – Vista da parte oeste do Quadrilátero com destaque para o Fecho do Funil, passagem do Rio Paraopeba pela Serra do Curral, e para os Complexos do Bonfim e Bação (Imagem LANDSAT TM – Lab. de Geoprocessamento, IGC-UFMG)

A Serra da Moeda apresenta um alinhamento principal N-S, que caracteriza o oeste do Quadrilátero. Embora Eschwege localize o Pico de Itabira, hoje do Itabirito, na Serra da Moeda, este situa-se de fato em um alinhamento paralelo de serras que corresponde ao flanco leste do Sinclinal Moeda.

“O ponto mais elevado desta serra, o Pico de Itabira, o qual, como um castelo em ruínas, se ergue a 4.895 pés (ca. de 1.500m) sobre o mar, aproximadamente 150 pés (ca. de 50m) acima da crista da montanha. Este pico é todo ele formado de puro ferro magnético e oligisto. As massas dessas rochas que se levantam a pique para o

ar, donde se destacan enormes blocos, amontoados uns sobre os outros em grandes massas ao pé do monte, não permitem chegar no seu ponto mais alto”. (Eschwege 1832-b, ed.1932:18-19)

Descendo se chega “ao arraial de Itabira [Itabirito], cuja altitude é de 2.839 pés [863m]”, localizado no hoje conhecido Complexo do Bação.

“Aqui estamos no vale e bacia do Rio das Velhas, fechada por esta serra, pela da Cachoeira e pelo maciço do Caraça, limitando as duas primeiras uma planície de três léguas de diâmetro [ca. 16,5km] e onde de novo predominam as formações graníticas e gnaíssicas, assim como na vertente ocidental da Serra da Moeda”. (Eschwege 1832-b, ed. 1932:20)

Sobre a Serra da Moeda Eschwege acrescenta:

“Devo também notar que a tapanhoacanga, tal como um manto, cobre em vários pontos a crista da serra até a altura de 4.800 pés [1.500m], principalmente na vertente meridional, já mais de uma vez mencionada, que é conhecida sob o nome de Serra da Boa Morte”. (Eschwege 1832-b, ed. 1932:26)

O que nos leva de volta ao nosso ponto de partida, a serra da Boa Morte, tendo passado por praticamente todas as principais estruturas geomorfológicas do Q F (Figura 3.25).

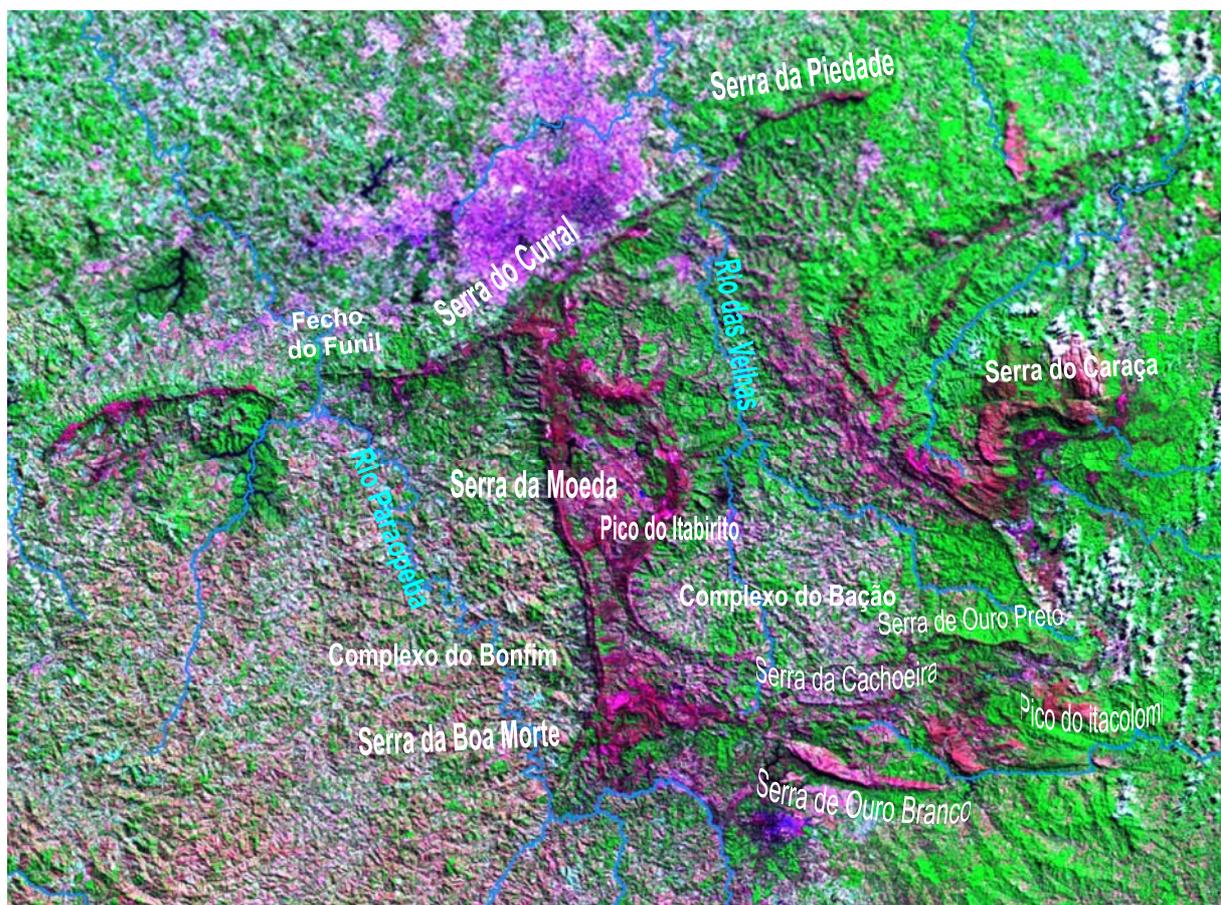


Figura 3.25 – Principais estruturas geológicas do Quadrilátero Ferrífero (Imagem LANDSAT TM – Lab. De Geoprocessamento, IGC-UFMG)

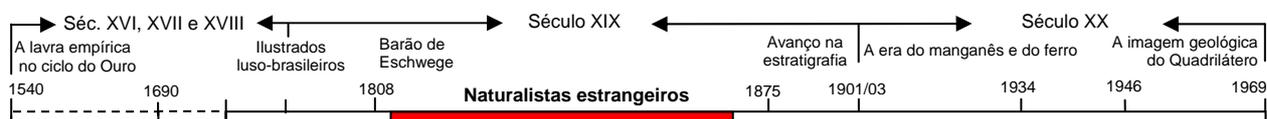
No *Pluto brasiliensis* (1833) há um mapa topográfico de parte da Capitania de Minas, levantado pelo próprio Eschwege, onde consta todo este sistema orográfico descrito (Figura 3.26) e serviria de base para os trabalhos de outros naturalistas que o sucederam.



Figura 3.26 – A morfologia dos terrenos da área central de Minas Gerais segundo Eschwege, 1833

A representação do relevo é feita através de hachuras, os pequenos traços descrevem o percurso imaginário das águas da chuva no terreno, determinando-se visualmente sua projeção no plano do desenho. Esta técnica era utilizada com perfeição pelos engenheiros militares portugueses na primeira metade dos oitocentos, de tal forma que a representação era uma imagem muito próxima da realidade mostrando com bastante clareza as principais formas do relevo e suas relações altimétricas, como neste mapa de Eschwege.

CAPÍTULO 4

AS OBSERVAÇÕES GEOLÓGICAS DOS
NATURALISTAS ESTRANGEIROS

Com a abertura dos portos brasileiros às nações amigas, o Brasil, que tanto interesse despertava nos naturalistas, passou a ser acessível para pesquisas. Não havia mais motivo para o sigilo territorial que, até então, era imposto pela metrópole. Motoyama e Ferri (1980) classificam esta iniciativa como uma ruptura na história das Geociências no Brasil na medida em que ela possibilitou a entrada de missões científicas européias e com elas um acréscimo significativo de conhecimento. Desse modo, a “excepcional contribuição científica polivalente dos chamados viajantes naturalistas” caracteriza um período nesta história.

“E as Geociências, de um modo ou de outro, viriam a se beneficiar, imediatamente, com os trabalhos de alguns viajantes-naturalistas, funcionários especializados em exploração mineral e relatos dos primeiros geólogos visitantes...” (Motoyama e Ferri, 1980:122)

Com Eschwege começamos a retratar este importante período de presença no Brasil do que havia de mais recente na ciência européia. Neste capítulo damos continuidade explorando, particularmente, o trabalho de três estrangeiros que estiveram em Minas Gerais em meados século XIX e merecem atenção pela contribuição ao entendimento da Geologia do Quadrilátero Ferrífero e à sua representação: o geólogo e engenheiro de minas austríaco, Virgil von Helmreichen (1805-1852); o cartógrafo e geólogo francês, Pierre Joseph Aimé Pissis (1812-1889) e o naturalista dinamarquês Peter Claussen (1802-1855).

Mello-Leitão (1941:168) reconhece o importante papel desses pesquisadores atribuindo a eles, juntamente com Lund, ter sido “a década de 1841-1850 muito proveitosa para o conhecimento geológico do Brasil”. Quanto ao naturalista dinamarquês Peter W. Lund (1801-1880), sua grande contribuição foi na paleontologia, através de suas descobertas na região cárstica de Lagoa Santa-MG, onde fixou residência. Ele não deixou trabalho que inclua, de maneira a ser considerada, a geologia do Quadrilátero Ferrífero.

A presença dos nomes de Helmreichen e Pissis entre as “autoridades” cujas “obras e comunicados” embasaram a compilação do primeiro mapa geológico da América do Sul do geólogo austríaco Franz Foetterle (1823-1876), também atesta a importância de suas contribuições. O mapa intitulado *Golpe de vista geológico do Brasil e de algumas partes centrais da América do Sul* (Figura 4.1), publicado em 1854, é uma obra pioneira, apesar de incompleto, trata-se do primeiro mapa geológico continental elaborado no mundo, estão representadas informações geológicas entre os paralelos 5°N e 35°S, contemplando, portanto, todo o Brasil.



Figura 4.1 - *Golpe de vista geológico do Brasil e de algumas partes centrais da América do Sul* (Foetterle, 1854) Feito na escala 1:15.000.000, com o uso de cores para distinguir as unidades geológicas e nele estão assinaladas também ocorrências minerais como ouro, diamantes, ferro e carvão.

As fontes consultadas estão registradas em duas relações manuscritas assinadas pelo Cônsul-Geral do Brasil na Prússia, Johann Jacob Sturz¹ (1800-1877). Uma delas aparece abaixo do título com os nomes em ordem alfabética (Figura 4.2), seguida por uma nota que enaltece a qualidade do mapa:

“No presente mappa, o qual como mappa geographico he mais comprehensivo e exacto de que qualquer outro ainda hoje publicado n’esta escala na Europa ou no Brazil achar-se hão tambem varias noticias históricas que dizem respeito a descubiertas, conquistas e colonização”.

JDstz, Dresde, em 3 de maio de 1854.”

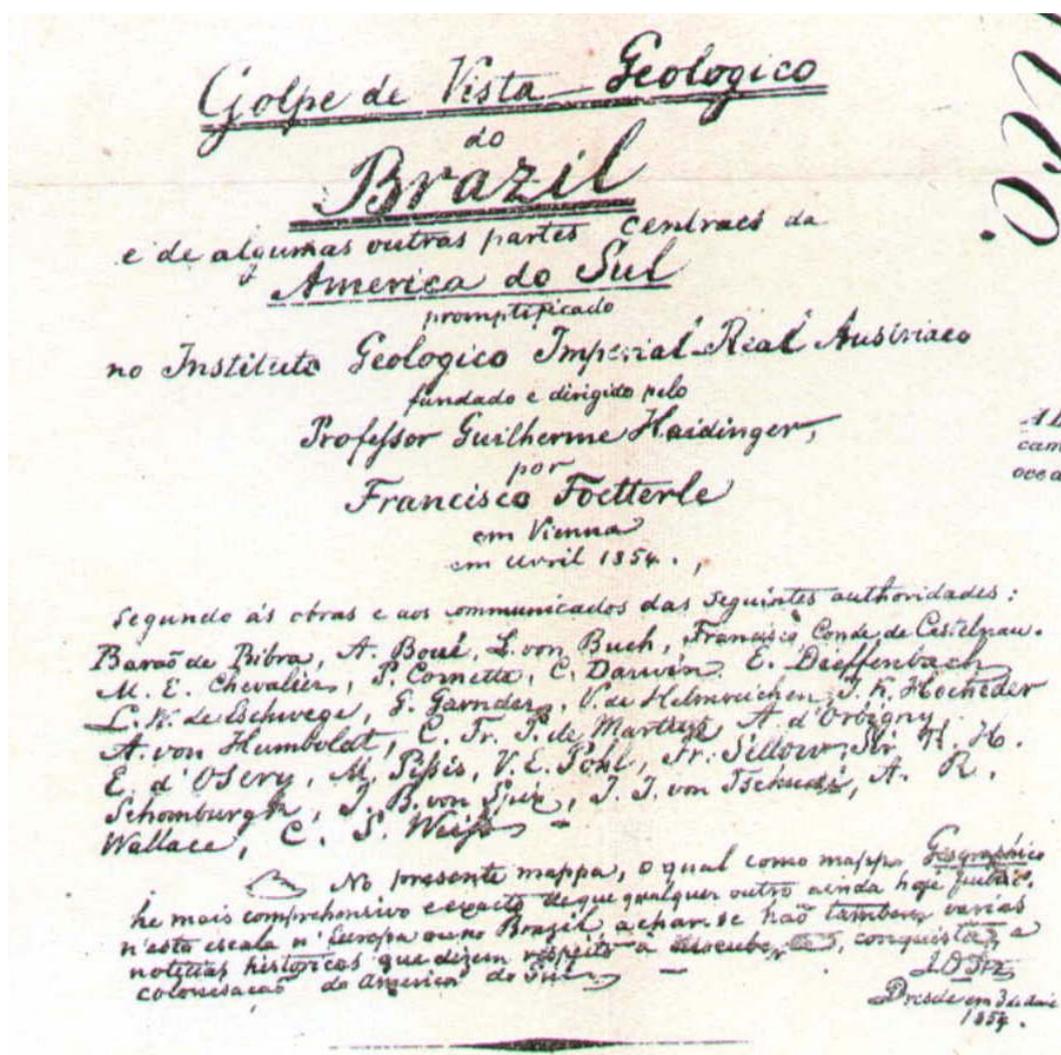


Figura 4.2 - Detalhe do Mapa Golpe de vista geológico do Brasil e de algumas partes centrais da América do Sul, onde se observa uma relação das “autoridades” cujas obras embasaram sua confecção (Foetterle, 1854)

¹ “Em fins de 1852, Sturz teve a idéia de aproveitar os resultados acumulados das diversas expedições científicas ao Brasil para confecção de um mapa geológico. Provavelmente teve notícia da chegada do material de Helmreichen na Academia de Ciências de Viena. Sturz entrou em contato com os professores Martius, em Munique, e Haidinger, em Viena. Juntou todo o material a seu alcance e enviou para Viena onde Franz Foetterle foi encarregado, pelo presidente do recém-criado Serviço Geológico da Áustria da execução do projeto” (Renger, inédito).

A outra relação manuscrita está na parte inferior da margem direita e traz os “nomes dos Naturalistas que tem viajado no Brazil e escripto sobre elle” ordenados cronologicamente (Figura 4.3). Além de Pissis e Helmreichen consta, obviamente, o nome de Eschwege e ainda de outros naturalistas europeus que estiveram no Brasil, entre eles, o Conde de Castelnau, G. Gardner, C. Fr. Ph. Martius, E. Pohl, Fr. Sellow e J. B. von Spix. Apesar de ser normalmente a fauna e a flora o foco principal das descrições detalhadas desses estrangeiros que aqui estiveram, primordialmente na primeira metade do século XIX, com exceção de Saint-Hilaire² que se notabilizou pela descrição dos costumes e hábitos sociais do povo brasileiro, todos eles registraram observações referentes à geologia, mineralogia e minas ao longo dos seus itinerários.

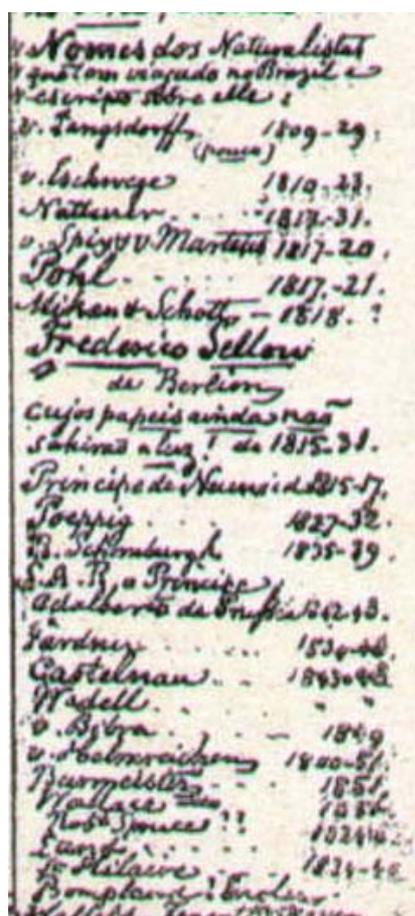


Figura 4.3 - Detalhe do Mapa *Golpe de vista geológico do Brasil e de algumas partes centrais da América do Sul*, onde se observa os “nomes dos Naturalistas que tem viajado no Brazil e escripto sobre elle” ordenados cronologicamente (Foetterle, 1854)

Há problemas com várias das datas apresentadas, por exemplo, Eschwege deixou o Brasil em 1821 e não em 1823.

O mapa é notável tendo em vista as fontes gráficas disponíveis à época. Especificamente sobre a geologia de Minas Gerais, existiam as duas cartas oro-petrográficas e seus respectivos perfis geológicos publicadas por Eschwege em 1818 e 1832, uma compreendendo o percurso entre Rio de Janeiro e Vila Rica e a outra entre o Rio de Janeiro e a nova divisa entre Minas e Goiás, ambas compreendendo uma faixa de, aproximadamente, 20 km de largura; três perfis manuscritos de Helmreichen da academia de Ciências de Viena, um entre os rios Jequitinhonha e

² Auguste de Saint-Hilaire (1779-1853) viajou, entre 1816 e 1822, por quase todas as províncias do Brasil meridional, inclusive Minas Gerais.

Santo Antônio no sertão do São Francisco, outro entre o Rio de Janeiro e novamente o Rio Santo Antônio e ainda um entre o Rio Jequitinhonha e Lagoa Santa; e as contribuições de Pissis, um perfil da região de Ouro Preto e Mariana e um mapa geológico da região aurífera de Minas Gerais, notadamente o Quadrilátero Ferrífero. De fato, havia ainda o mapa geológico, também do Quadrilátero, de Claussen, entretanto, estranhamente, seu nome não aparece nas relações de fontes, apesar da publicação do trabalho no Boletim da Academia Real de Bruxelas, que inclui perfis além do mapa, ser de 1841.

Na região do QF estão registradas as formações: gnaiss ou granito graúdo e xisto micáceo com hornblenda (1); itacolunito (2); xisto argiloso ou arenito e xisto clorídrico (3), pedra de ferro e xisto ferruginoso micáceo (4) e ocorrências de ouro (5). Um pouco a oeste aparece o xisto traumático [grauvaca] e pedra de areia [arenito](6) do atual Grupo Bambuí (Figuras 4.4 e 4.5).

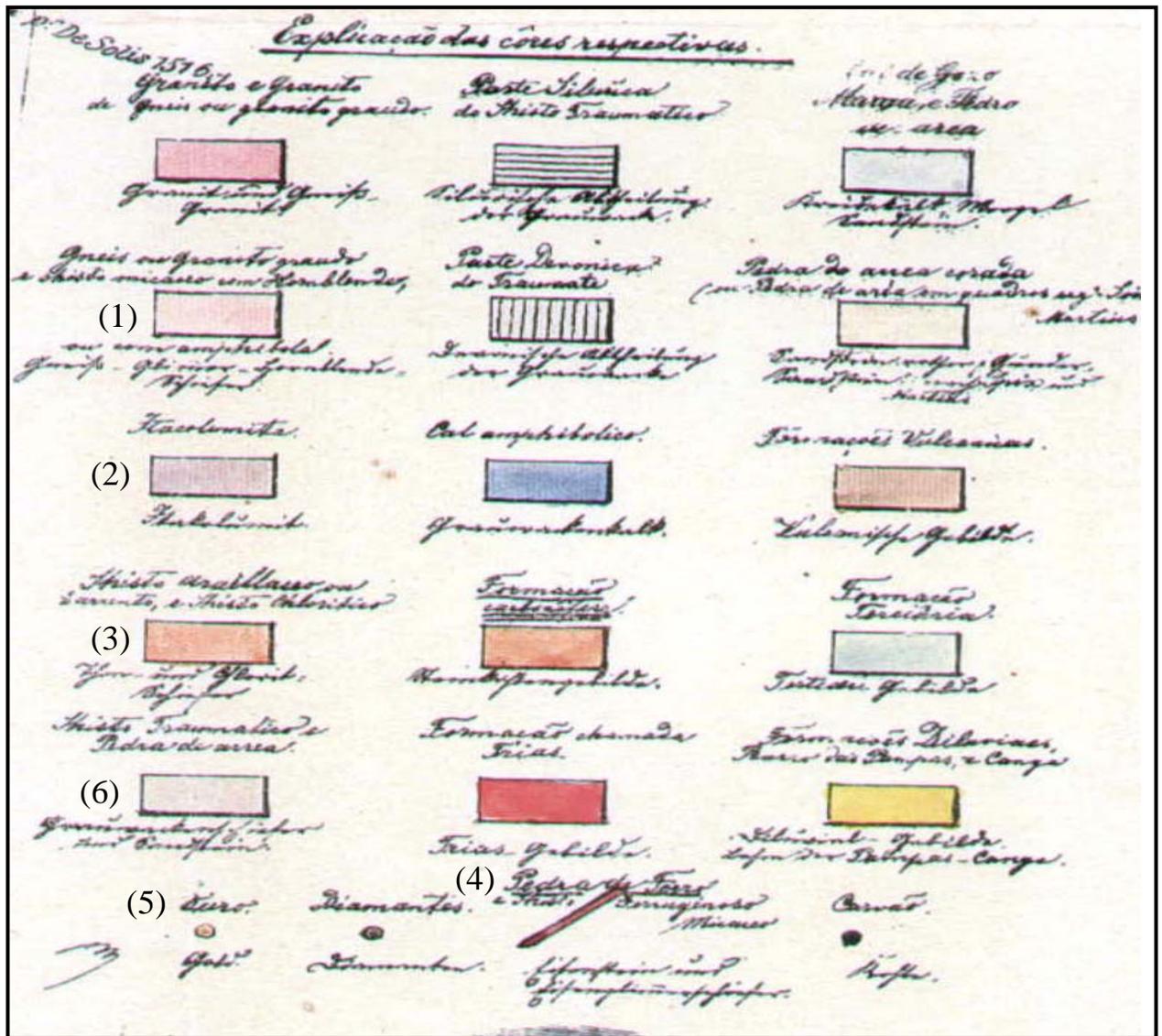


Figura 4.4 – Detalhe da legenda das formações do Mapa *Golpe de vista geológico do Brasil e de algumas partes centrais da América do Sul* (Foetterle, 1854)

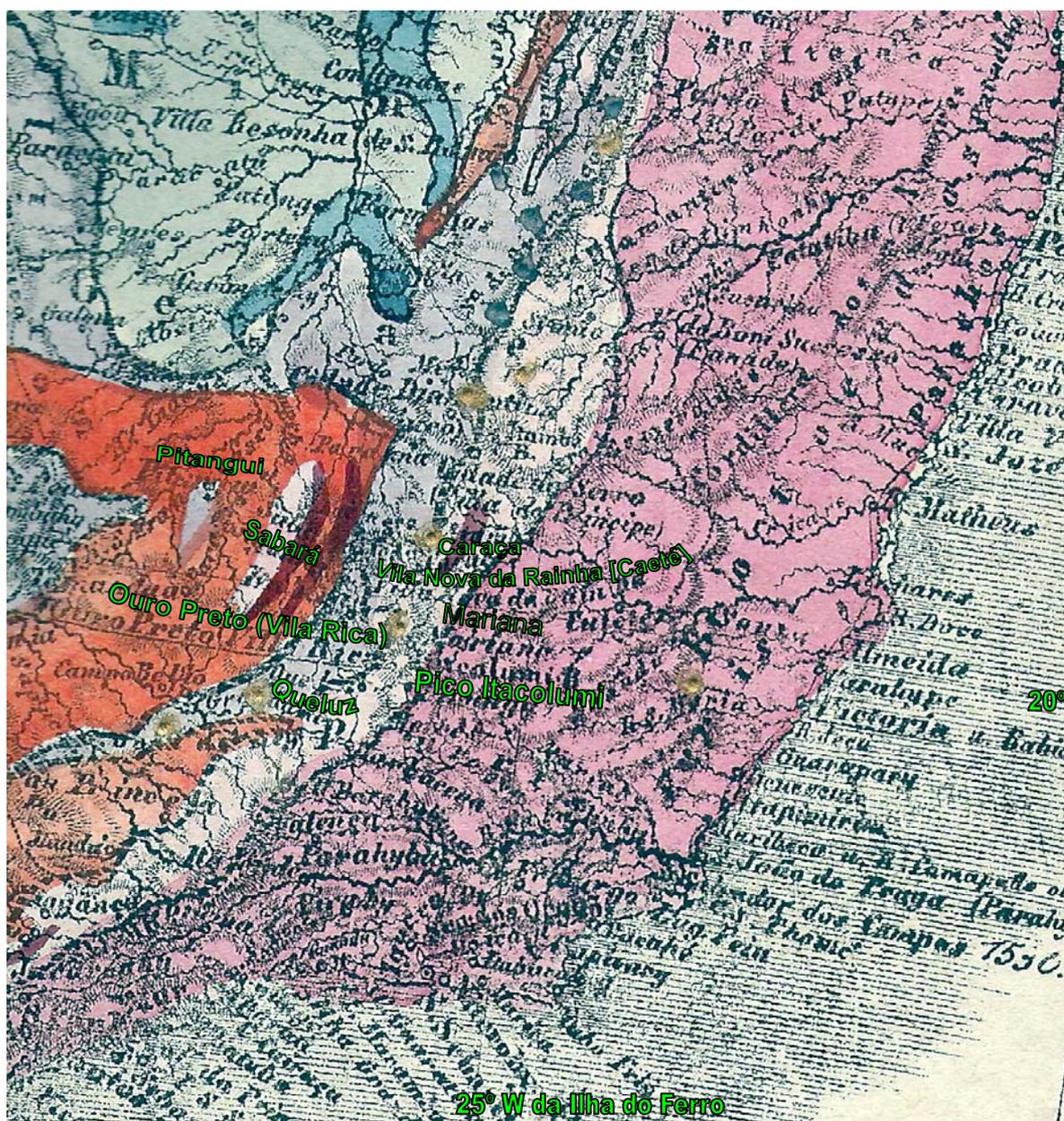


Figura 4.5 – Detalhe da região do Quadrilátero Ferrífero e Serra do Espinhaço no Mapa *Golpe de vista geológico do Brasil e de algumas partes centrais da América do Sul* (Foetterle, 1854)

As distorções tanto geográficas quanto de localização das formações geológicas, são visíveis. A formação ferrífera próxima a Caeté e Caraca muito provavelmente é a Serra da Gandarela, as outras duas paralelas, um pouco mais a oeste, correspondem à Serra da Moeda, informação presente já com linha dupla no esboço geológico de Helmreichen. O gnaiss/granito alongado a oeste destas duas formações ferríferas são os afloramentos dos Complexos do Bonfim, Belo Horizonte e Florestal, indivisos, uma vez que não aparecem as formações da Serra do Curral. O restante da área do Quadrilátero está classificada como o xisto argiloso ou arenito e clorita xisto (laranja) e, entre esta formação e o gnaiss/granito, uma faixa de itabirito (lilás suave). No contato dessas duas últimas, em alinhamento próximo a SW-NE, estão registradas ocorrências de ouro (manchas amarelas arredondadas) e de diamantes no Espinhaço (manchas azuis arredondadas).

Em 1856, Foetterle produziu o mapa com a geologia de toda América do Sul para publicação no periódico Petermann's Geographische Mitteilungen, em escala reduzida em relação ao anterior, mas não há acréscimo de informação na região do Quadrilátero, inclusive o colorido da formação xisto argiloso ou arenito e xisto clorídrico cobre a toponímia (Figura 4.6).

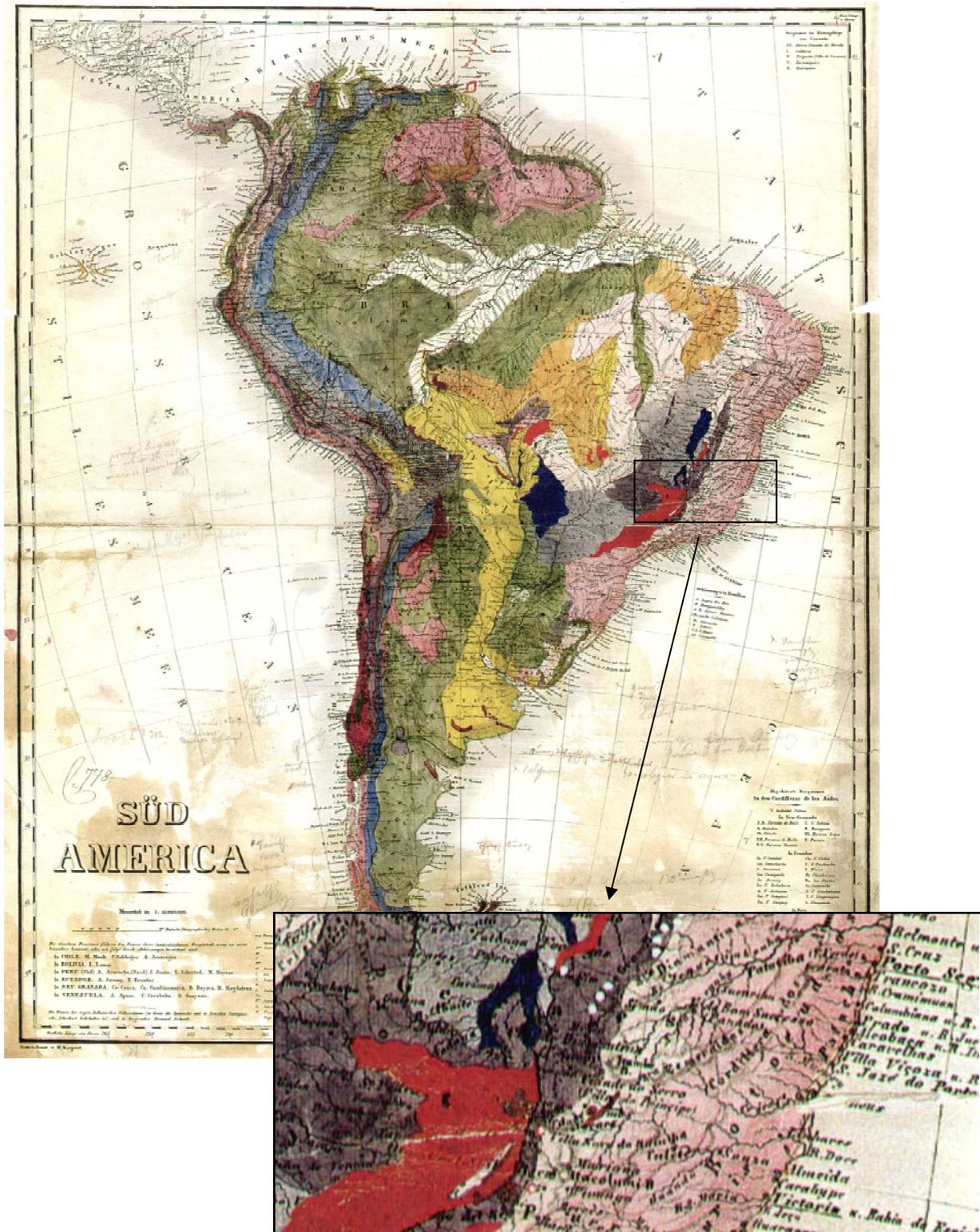


Figura 4.6 - América do Sul por Franz Foetterle, 1856 (Manuscrito do Serviço Geológico da Áustria) Não há legenda para as cores que indicam as diferentes unidades geológicas e para os símbolos.

4.1 O cenário brasileiro pós-independência

A independência e a instauração do Primeiro Reinado não trouxeram grandes mudanças no que se refere ao incremento da ciência geologia no Brasil. A política de desenvolvimento das ciências naturais para alcançar o progresso e bem estar social praticada anteriormente, característica da ilustração pragmática, se encaixava na necessidade de fortalecimento do Império e manutenção da soberania. Além disso, essa ideologia se estenderia também através da mentalidade de vários personagens da vida pública do período anterior que se mantiveram ativos no Primeiro Reinado e na Regência em funções administrativas ou cargos políticos e judiciários como, por exemplo, José Bonifácio de Andrada e Silva e Manuel Ferreira da Câmara Bittencourt. Dias (1969), inclusive, assinala o caráter moderado que alguns desses intelectuais procuraram imprimir à política nos primeiros tempos do Império, como resultado “de suas origens na aristocracia rural, de sua formação no antigo regime e da sua participação no despotismo ilustrado de D. Rodrigo”.

Se as primeiras associações científicas apareceram no Brasil como fruto da ilustração a partir de incentivo da Coroa para o desenvolvimento das ciências naturais, como foi o caso da Academia Científica do Rio de Janeiro, aprovada em 1772, portanto 7 anos antes da Academia Real de Ciências de Lisboa, e como esta diretriz de ciência a serviço do progresso material permanecesse “as associações criadas no Brasil após 1822 não tiveram caráter dissidente ao sistema político-econômico, pelo contrário, surgiram em seu favor, visando explorar a natureza e lançar as bases da nação” (Domingues, 2001:85). A diferença é que, a partir de então, se buscava consolidar uma nova nação e não mais a metrópole ou um reino-unido.

A primeira foi a Sociedade Auxiliadora da Indústria Nacional, criada em 1825, que teria as suas atividades ligadas, prioritariamente, a indústria agrícola. Mais tarde, em 1838, foi criado o Instituto Histórico Geográfico e Etnográfico Brasileiro – IHGB por iniciativa, inclusive, de membros da Sociedade Auxiliadora, tendo este sim, desde o início, as ciências geológicas dentro do seu campo de ação. Também a Sociedade Velosiana, fundada em 1850 e absorvida pelo IHGB em 1854, abrigou as ciências geológicas no século XIX. Segundo Figueirôa (1997), a criação destas duas instituições se insere no movimento de consolidação efetiva do Império que buscava, no nível político e social, a inserção do Brasil no cenário mundial e ao mesmo tempo uma identidade nacional que o distinguisse como nação independente.

“Nas instituições científicas então existentes tal movimento manifestou-se, por exemplo, na reforma militarizante que transformou a Academia Militar em Escola

Militar (em 1839), na reforma do Arquivo Nacional e na reforma do Museu Nacional (em 1840, mas apenas efetivada em 1842)". (Figueirôa, 1997:75)

Este movimento pode ser entendido como um projeto de construção do estado nacional brasileiro empreendido, a partir de 1822, pela elite política e intelectual e que se manifestaria na ciência, como já mencionado, e ainda na literatura e na história.

Freitas (2002) ressalta que a estabilidade política e o surto de desenvolvimento econômico ocorrido entre 1850 a 1864 propiciaram o ápice desse movimento da elite em torno da tarefa ideológica de construção de uma imagem da nação.

“Deve ser tido como característico o esforço de largar ao sentimento local, aos conceitos locais, às opiniões e pontos de vistas brasileiros. Ser português ou inspirado por modelos portugueses, valia por má recomendação perante o comum dos leitores. O indianismo e o americanismo vieram à luz, tanto nos versos como nos romances”. (Calógeras, 1945:195-196)

Numa demonstração clara do espírito de busca de uma identidade científica foi criada em 1856, numa iniciativa do IHGB com o apoio, inclusive financeiro do governo imperial a “Comissão Científica de Exploração” composta, exclusivamente, por brasileiros. Esta Comissão era estruturada em cinco seções com objetivos distintos, entre elas a Seção de Geologia e Mineralogia sob a coordenação de Guilherme Schüch de Capanema (1824-1908). A expedição só partiu do Rio de Janeiro em direção ao Ceará, primeira região escolhida para estudo, em 1859. Com muitos problemas a expedição retornou em 1861 depois de ter percorrido além do Ceará, parte do Maranhão e da Amazônia, tendo ficado conhecida também como “Comissão Exploradora das Províncias do Norte”. Publicou apenas parte dos resultados e, bastante desmoralizada pela ausência do retorno científico esperado, foi dissolvida.

Em 1865 desembarcou no Brasil a expedição americana Thayer³ chefiada pelo suíço Jean Louis Agassiz (1807-1873), fundador (1847) do Museu de Zoologia Comparativa da Universidade de Harvard em Cambridge - Massachusetts, que tinha como objetivos estudar a fauna ictiológica brasileira e examinar os depósitos superficiais do Brasil setentrional atribuídos por ele à ação glacial. O destaque desta expedição foi o geólogo canadense Charles Frederic Hartt, que voltou ao Brasil em 1870, nas férias de verão da universidade, como chefe da Expedição Morgan⁴, se fazendo acompanhar de 11 estudantes, entre eles dois que viriam deixar grandes contribuições ao entendimento da geologia dos terrenos brasileiros: Orville A. Derby (1851-1915) e John Casper Branner (1851-1922). Nas férias do ano seguinte Hartt e Derby voltaram ao Brasil para concluir

³ A expedição foi financiada pelo empresário Nathaniel Thayer.

⁴ Viabilizada por Edwin Morgan, na época um dos diretores da Universidade de Cornell.

algumas pesquisas. Os resultados geológicos da Expedição Morgan foram publicados em diversos artigos. Em linhas gerais eles consistem na determinação das características dos diversos terrenos que compõem a região amazônica e a conseqüente refutação da teoria de Agassiz sobre a glaciação deste vale.

Como visto estas expedições não estiveram em Minas Gerais. Diferentemente, vários naturalistas europeus fizeram das regiões das minas de ouro, topázio e diamantes passagens obrigatórias em suas excursões pelo Brasil.

4.2 Alguns registros da geologia do Quadrilátero



O mineralogista inglês e comerciante de pedras preciosas e diamantes e também de conchas, John Mawe (1764-1829), foi o primeiro a obter permissão de D. João VI para visitar a região diamantífera aonde chegou em 1810, inaugurando as viagens científicas no Brasil do século XIX. Sua obra, *Viagens ao interior do Brasil*, publicada em 1812, traz observações sobre o modo de ocorrência de ouro e de diamantes nas lavras de Minas Gerais na descrição de sua viagem do Rio de Janeiro a Vila Rica, com passagem pelas lavras de topázio do Capão do Lana, Ouro Preto (Figuras 4.7 e 4.8).

A repercussão de sua obra espelha bem o mencionado interesse pelo Brasil, foi traduzida para o francês (1816), alemão (1816), italiano (1817), holandês (1817), sueco (edição abreviada, 1820), português (1820, edição incompleta), além de reedições em inglês como a de Boston, 1822 (Borba de Moraes, 1983). Eschwege, no *Jornal do Brasil e Contribuições para a Geognóstica do Brasil* faz severas críticas a Mawe por informações equivocadas, principalmente com relação aos nomes das localidades, para o que Saint-Hilaire também chama atenção, e caracterização litológica. Eschwege chega a dizer que “o que escreveu o inglês Mawe no seu livro *Travels in the Interior of Brazil*, em geral, não tem o menor valor científico” (Eschwege 1818, ed. 2002:37).

Eschwege, no *Jornal do Brasil e Contribuições para a Geognóstica do Brasil* faz severas críticas a Mawe por informações equivocadas, principalmente com relação aos nomes das localidades, para o que Saint-Hilaire também chama atenção, e caracterização litológica. Eschwege chega a

dizer que “o que escreveu o inglês Mawe no seu livro *Travels in the Interior of Brazil*, em geral, não tem o menor valor científico” (Eschwege 1818, ed. 2002:37).



Figura 4.7 - Vista da mina de topázio do Capão nas proximidades de Vila Rica (Mawe, 1812)



Figura 4.8 - Vista atual da mina de topázio do Capão do Lana, distrito de Rodrigo Silva, Ouro Preto (Foto: M^a Márcia Machado, 2008)

Em 1817, chegou ao Brasil, na comitiva da arquiduquesa austríaca Leopoldina que viajava para casar-se com Dom Pedro I, uma das maiores missões científicas que aqui já aportaram. Integravam a expedição seis naturalistas: Johann Christian Mikan (1769-1844), Johann Natterer (1787-1843) e Johann Emanuel Pohl (1782-1834) da Áustria, Johann Baptist von Spix (1781-1826) e Carl Friedrich Phillip von Martius (1794-1868) da Academia de Ciências de Munique e o botânico italiano Giuseppe Raddi (1770-1829). A equipe ainda era composta por desenhistas, caçadores e jardineiros responsáveis pelo preparo das amostras coletadas, além de Roque Schüch (1788-1844), que exercia a função de bibliotecário e curador da coleção de minerais da princesa e tinha, como ela, um grande interesse pelas ciências naturais, destacadamente a mineralogia. Em visita a mina de Cata Branca, em 1834, descobriu ali a existência de bismuto, telúrio e antimônio no minério sulfetado de ouro que relatou na *Memória sobre algumas experiências e empenhos mineralógicos e metallurgicos*, 1840.

Os botânicos Mikan e Raddi pouco pesquisaram tendo retornado a Viena em 1818. Natterer era encarregado das pesquisas na área de zoologia e viajou durante 18 anos pelo Brasil, cobrindo grande parte de seu território e juntando uma vasta coleção de espécimes. Postumamente, em 1871, foi publicada a obra *Sobre a ornitologia do Brasil – resultado da viagem de Johann Natterer nos anos 1817 a 1835*.

Pohl era o mineralogista oficial da expedição mas, depois do retorno de Mikan e Raddi, passou a ser responsável também pela botânica. Embora de pouca expressão, fez observações referentes à geologia e descreveu as amostras coletadas no seu roteiro que incluiu muitas excursões em Goiás (Figura 4.9). Em sua obra *Viagem no Interior Brasil*, Pohl parece externar sua consciência do trabalho não muito criterioso ao expor, enfaticamente, a dificuldade de se reunir informações de mineralogia e geognosia numa terra tão inóspita onde só há preocupação com ouro e pedras preciosas. Quando chegou a Ouro Preto, onde se hospedou na casa de Eschwege, estava doente e exaurido da viagem. As observações geológicas presentes nesta obra foram editadas e publicadas como *Separata* sob o título *Contribuições à geologia do Brasil* (Viena, 1832, 64p.). Coincidentemente, publicada no mesmo ano e com o mesmo título do trabalho de Eschwege.

As expedições empreendidas por Spix e Martius foram as de maior retorno científico. Spix era especialista em zoologia e Martius em botânica, mas, entre os membros da expedição, foram eles que deixaram maior contribuição no que tange à geologia, graças às observações de Martius. No relato da viagem por Minas Gerais, em 1818, estão descritas formações de várias áreas que hoje integram o Quadrilátero Ferrífero, notadamente as auríferas. Na região de Vila Rica, por exemplo, foi observada a ocorrência de ouro no micaxisto modificado “no qual a mica, próxima das jazidas, é substituída por limonita e, em outros lugares, por oligisto” e que “Eschwege tornou conhecido sob a denominação de itabirito”. É interessante registrar o emprego da denominação dada por Eschwege na terminologia geológica. Também são objetos de descrição as minas de Passagem e do Padre Freitas (Morro Velho), o topázio amarelo de Capão do Lana, Boa Vista (Rodrigo Silva) e Chapada, além das formações rochosas nas vizinhanças de Sabará, Caeté e Cocais onde mais uma vez relatam a ocorrência de ouro no micaxisto ferruginoso. Não há contudo, uma preocupação em ordenar cronologicamente as formações ou relacioná-las a algum sistema de classificação em uso como o de Werner. Eschwege incorporou muitas das observações geológicas e mineralógicas de Spix e Martius na sua obra *Contribuições à geognóstica do Brasil* (1832), comentando-as e comparando-as com suas próprias.

Georg Heinrich von Langsdorff (1774-1852), um médico alemão, se estabeleceu no Rio de Janeiro em 1813 como Cônsul Geral da Rússia no Brasil. Empreendeu uma expedição ao interior do Rio de Janeiro e Minas Gerais de maio de 1824 a fevereiro de 1825, registrada em diário de viagem, onde em passagem pela mina do Gongo Soco critica o Imperador do Brasil pela inexistência de um mapa geológico do país (Langsdorff, 1852). Fruto da primeira parte da viagem a Minas Gerais são os trabalhos de ilustração de Rugendas, que permaneceu como desenhista oficial da expedição até a cidade de Caeté.

Friedrich Sellow (1789-1831), botânico alemão e apadrinhado de Humboldt, excursionou pelo Brasil financiado pelo Museu de Berlim e também pelo Museu Nacional, entre 1814 e 1831 quando veio a falecer na Cachoeira Escura no Rio Doce. Mesmo tendo estado em Minas Gerais não há registros de contribuições suas no que diz respeito à geologia. Seu trabalho publicado se refere ao Rio Grande do Sul, onde viajou nos anos 1820, e foi editado por Ch. S. Weiss, professor de Mineralogia em Berlim⁵.

⁵ Weiss C. S. (Sellow F.) 1827/8. *Über das südliche Ende des Gebirgszuges von Brasilie in der Provinz São Pedro do Sul und der Banda Oriental oder dem Staate von Montevideo*. K. Preuss. Akad. D. Wissens. Z. Berlin, Abhandlungen, p. 217-293, 2 est. Berlin.

_____. Em português: *Sobre a extremidade meridional da cordilheira do Brasil na Província de São Pedro do Sul e na Banda Oriental ou Estado de Montevideo*; conforme as coleções do Sr, Fr. Sellow, por Weiss, trad. de Bertholdo Klingner: Centro Rio-Grandense Est. Hist. Boletim v. II, p. 35-98, 4 est. Cidade do Rio Grande, 1940.

Outro botânico explorador em terras brasileiras foi o escocês George Gardner (1812-1849), que começou sua viagem no Ceará, em 1836, e terminou no Rio de Janeiro, em 1841, passando por Minas Gerais, a exemplo de Langsdorff, esteve na mina de Gongo Soco. No seu relato da *Viagem ao interior do Brasil, principalmente nas províncias do norte e nos distritos do ouro e do diamante, durante os anos de 1836-1841*, 1846, a contribuição à geologia do Quadrilátero é inexpressiva, mas é interessante o capítulo sobre a origem dos diamantes.

Em julho de 1843 chegou ao Rio de Janeiro uma expedição financiada pelo governo francês chefiada por Francis de la Porte, o Conde de Castelnau (1810/12?-1880). O relato da passagem por Minas Gerais com algumas observações geológicas, mais especificamente pelo Quadrilátero, inclui as minas de topázio nas proximidades de Ouro Preto só que já sem exploração regular, as minas de ouro exploradas por companhias inglesas de Cata Branca, Morro Velho e Gongo Soco, e o trecho de Mateus Leme a Pitangui, passando pelo arraial de Onça de Pitangui (Castelnau 1845, ed. 2002).

Há também uma publicação do francês Sébastien Joseph Denis de Herve no Boletim da Academia Real de Ciências de Bruxelas, de 1840, sobre o jazimento e exploração dos diamantes na província de Minas Gerais. Ele informa ser este o resultado de suas pesquisas depois de ter estado em Minas Gerais durante 8 anos, entre 1832 e 1839, tanto na qualidade de naturalista viajante como de engenheiro administrador se ocupando do traçado de uma estrada de ligação entre Ouro Preto (Figura 4.10) e o litoral. Apesar de tratar do diamante, ele generaliza de tal forma a geologia dos terrenos da província que acaba por fazer menção ao Quadrilátero. Assim como Eschwege ele não separa os quartzitos do Quadrilátero e do Espinhaço, agrupados sob o nome de itacolumito.

Os terrenos de itacolumito são os mais extensos desta província, excluindo as partes norte e oeste, eles formam quase a totalidade das cadeias de montanhas conhecidas como: Serro do Frio, Serra da Lapa, serra do Itambé, de Minas Novas, Serra da Piedade, Serra de Ouro Branco, do Itacolumi, do Caraça, Serra de Capanema, de Coaes, Serra do Itabira do Campo, etc.; enfim pode-se considera-lo como a rocha dominante da província.” (Herve, 1840:139)

Apesar de reconhecer nesta rocha inúmeras variações...

“O itacolumito é uma rocha xistosa, composta de talco e de quartzo; mas se observa uma infinidade de nuances nessa rocha: sua parte inferior é muito talcosa, perde continuamente o talco e chega ao ponto superior formando somente massas de quartzo de grãos muito finos ligados entre eles, o que a torna compacta e, de outra vezes, de textura com cristais visíveis a olho nu ou granulosa.” (Herve, 1840:137)

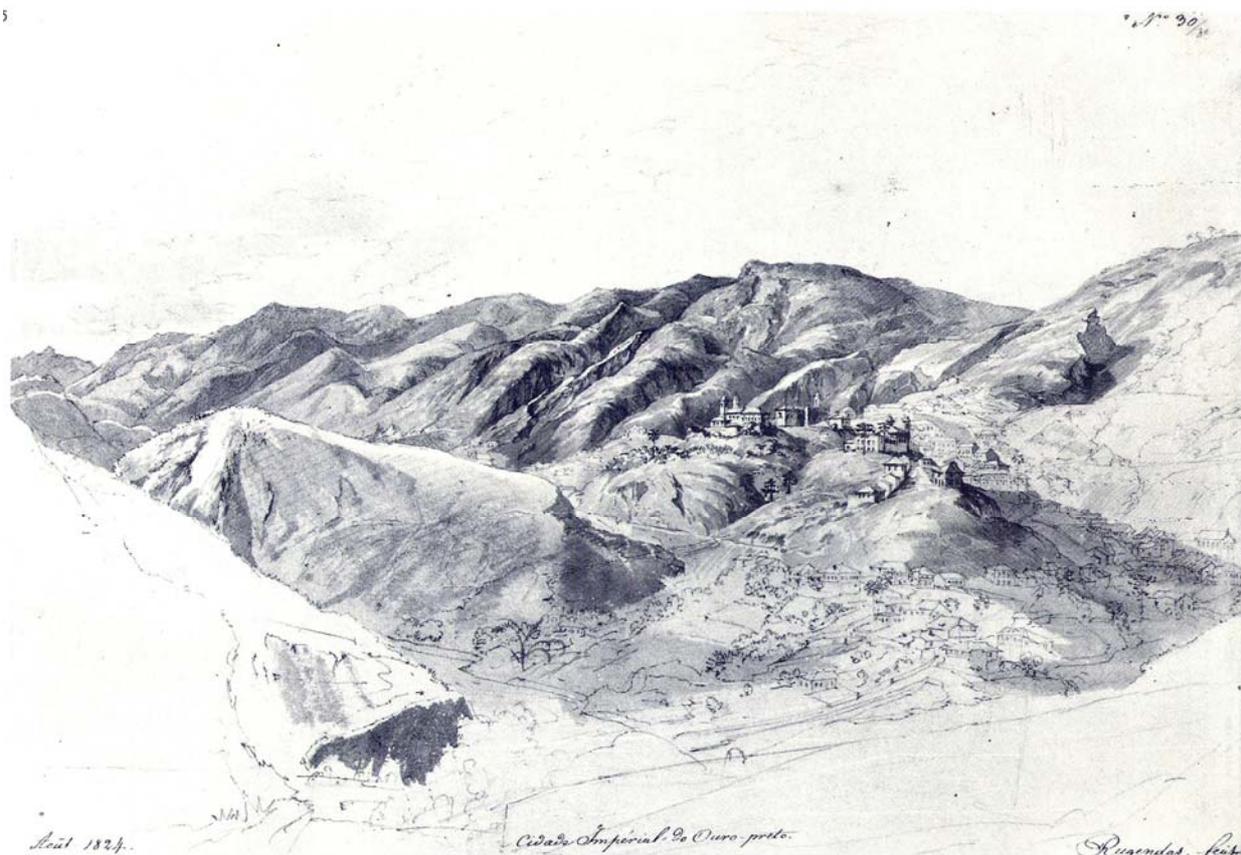


Figura 4.10 – Vista da cidade de Ouro Preto a partir do sul (Rugendas, 1824)
Ao fundo a Serra de Ouro Preto com as voçorocas dos talhos abertos.

Desta mesma forma, Herve descreve um acamamento genérico para as formações da província: primeiro o gnaissé, depois um xisto talcoso que ele trata também como uma primeira camada de itacolumito, seguido pelo itacolumito propriamente dito, sobreposto por camada de micaxisto, recoberta, por sua vez, por um xisto argiloso. O perfil, deste acamamento genérico descrito, é apresentado no final da publicação (Figura 4.11) e pode-se enxergar nele, por exemplo, região da Serra da Moeda onde se tem hoje o gnaissé do Complexo do Bonfim, seguido pelo Grupo Nova Lima, depois o Supergrupo Minas: primeiro o Grupo Caraça onde foram identificados apenas os itacolomitos da Formação Moeda, mas deve-se considerar a dificuldade real de se reconhecer os filitos da Formação Batatal, se sobrepõe então o Grupo Itabira, Formação Cauê e Gandarela, e, por último, o Grupo Piracicaba.

Coupe générale des formations de la Province de Minas-Geraes au Brésil.

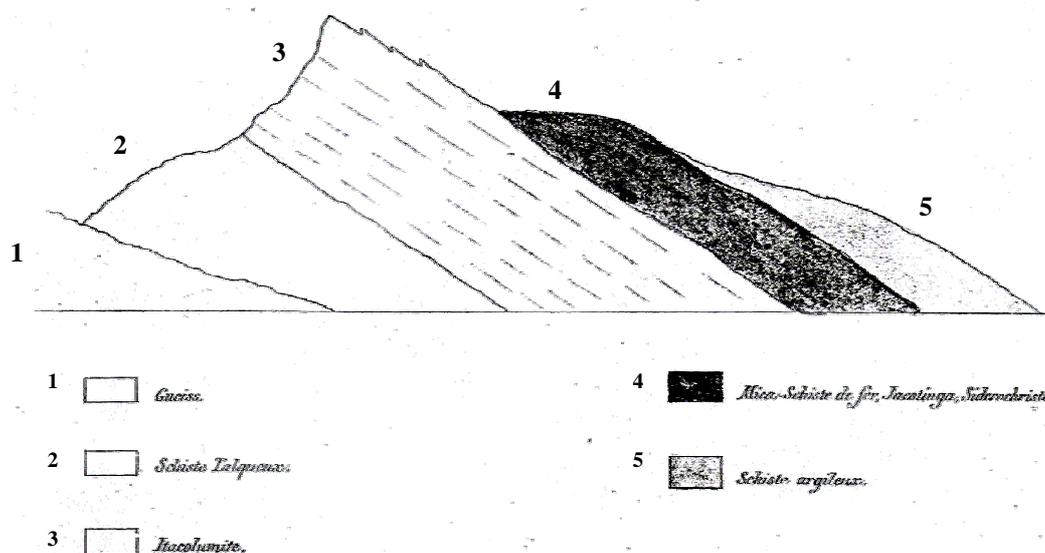


Figura 4.11 – Perfil geral das formações da Província de Minas Gerais no Brasil (Herve, 1840)
Pode-se reconhecer neste esquema genérico acamamento na Serra da Moeda.

Em fins dos anos 1850 e início anos 1860, também estiveram em Minas Gerais: Jacob Christian Heusser e Georg Claraz (1832-1930), Johann Jakob von Tschudi (1818-1889), Emmanuel Liais (1826-1900) e Henrique Gerber, este como engenheiro da província de Minas Gerais entre, aproximadamente, 1858 e 1868.

Os suíços Heusser e Claraz estiveram no Brasil entre 1856 e 1859 e publicaram um artigo com observações geológicas da região de Ouro Preto, principalmente pelos dotes do geólogo e mineralogista Heusser⁶, professor de Claraz na Universidade de Zurique. Na descrição do Pico do Itacolomi (Figura 4.12) há considerações no campo estrutural, apesar de completamente equivocadas, como se verifica na transcrição a seguir:

“O itacolomito, a rocha da qual o Itacolomi é formado, é um arenito friável com textura xistosa. O afloramento das camadas forma as incontáveis pontas já mencionadas, que apontam, todas para o oeste ou para o noroeste. A inclinação para leste é de 5° a 10°. É provável que esse ângulo tenha sido originariamente maior. Esse baixo mergulho deve ser atribuído à erosão e à conseqüente separação das camadas. Nos planos de xistosidade, vê-se uma corrosão peculiar que lembra o fenômeno carste, só que em uma escala bem menor. A diferença da rocha pode contribuir também, em parte, para a diversidade do intemperismo.” (Heusser & Claraz, 1859. *In*: Tschudi, 2006, v. 2, p:27)

⁶ Heusser J. Ch. & Claraz G. 1859. *Physikalische und Geologische Forschungen in Innern Brasiliens*. Petermann's Geographische Mitteilungen, p. 447-468.



Figura 4.12 – Detalhe do Pico do Itacolomi, Ouro Preto (Foto: M^a Márcia Machado, 2008)

O também suíço Tschudi era médico e naturalista e chegou ao Brasil em dezembro de 1857 depois de aceitar a proposta de uma companhia inglesa de mineração para fazer pesquisas e conferir mapas de minas de ouro em Minas Gerais (Renger, *in*: Tschudi 1866, ed. 2006:18). A narrativa da estada em Ouro Preto, que visitou no caminho para Diamantina em 1858, prima pela descrição da cidade, pelo resgate de sua história e de fatos políticos ali ocorridos. Ao mencionar o Pico do Itacolomi cita Eschwege e Gerber para descrever sua constituição (Tschudi 1866, ed. 2006). Uma carta topográfica da Província de Minas Gerais, na escala 1:2.000.000, de de Halfeld e Wagner, foi incluída em sua obra impressa em 1862.

O naturalista e astrônomo francês titular do Observatório de Paris, Emmanuel Liais (1826-1900), veio para o Brasil em 1858 para observar o eclipse solar e aqui permaneceu durante vinte e cinco anos. Por convite do Imperador Dom Pedro II, assumiu o cargo de diretor do Observatório Imperial no Rio de Janeiro entre janeiro e julho de 1871 e, novamente, de 1874 a 1881, quando pediu demissão devido a uma disputa política com o seu colega Manoel Pereira Reis⁷. Liais reorganizou o observatório visando sua utilização para pesquisas uma vez que, desde sua inauguração, em 1827, era usado basicamente para o ensino militar.

⁷ Manoel Pereira Reis era formado em engenharia civil e ciências físicas e matemáticas pela Escola Central do Rio de Janeiro. Em 1876, foi nomeado astrônomo adjunto do Imperial Observatório e, em fins de 1878, foi afastado por Liais desta função. No ano seguinte tornou-se lente catedrático de astronomia da Escola Politécnica do Rio de Janeiro e de desenho e geometria da Escola Naval. Depois de sua demissão iniciou uma campanha difamatória do Observatório e seus diretores que trouxe grandes problemas para esta instituição o que levou a saída de Liais (Oliveira & Videira, 2003).

Também a serviço do Império fez expedições pelo Brasil. Entre elas uma para estudar a navegabilidade do Rio das Velhas, a partir de Sabará, e Rio São Francisco, desde a nascente até a confluência de ambos, para a qual contou o auxílio dos engenheiros brasileiros Eduardo José de Moraes (1830/?) e Ladislau de Souza Melo Neto (1838-1894)⁸. Sua obra *Hidrografia do Alto São Francisco e Rio das Velhas* publicada em Paris (1865) é fruto deste trabalho. Estão mapeados e descritos, detalhadamente, os trechos percorridos com informações sobre comprimento, altitude, coordenadas geográficas de pontos notáveis, afluentes, declividade, largura, profundidade e vazão na seca e cheia, obstáculos à navegação, entre outras. Liais informa que depois de receber as águas do rio Sabará, é que o Rio das Velhas se torna navegável, o que foi retratado por Rugendas em 1824 (Figura 4.13).



Figura 4.13 – Confluência dos Rios Sabará e das Velhas, em primeiro plano, com a cidade de Sabará ao fundo (Rugendas, 1824)

O primeiro mapa é uma carta geral (Figura 4.14), estão representados os dois cursos estudados em sua totalidade e as principais serras alinhadas em espinha ao longo dos interflúvios com configuração predominantemente retilínea típica da fase incipiente de representação do relevo escola francesa de cartografia no século XVII, inclusive assimilada pelos portugueses. Os demais 18 mapas apresentados, em escala maior, detalham os trechos levantados e trazem seções da vazão.

⁸ Ambos vieram a se sobressair no cenário técnico-científico nacional, o primeiro publicou diversas obras sobre navegação fluvial e o segundo, Ladislau Neto, foi um grande diretor do Museu Nacional.

Resultado das demais expedições é a obra intitulada *Climats, géologie, faune et géographie botanique du Brésil*, 1872. No prefácio, Liais informa que por ordem do governo imperial deveria ser feita uma publicação a partir de suas observações pessoais, considerando também as contribuições anteriores dos outros naturalistas, e nela deveria constar uma espécie de “*tableau de la geologie de l’Empire*”.

A primeira parte é consagrada à geologia e ocupa praticamente a metade da publicação, 300 páginas de um total de 640. O clima, na verdade, aparece permeado pelo texto dada a importância excessiva atribuída às condições atmosféricas na composição dos solos e do relevo. O tema é subdividido segundo as principais formações dos terrenos do Brasil, a começar pelos gnaisses. Depois de relatar rapidamente, de forma bem genérica, estrutura e composição, Liais se dedica à característica que julga mais sobressair “seu estágio de decomposição”, justificando que o fenômeno de decomposição “contribui particularmente na constituição das formas pitorescas e notáveis das montanhas da zona dos gnaisses... e na criação rápida dos vales de desnudação” (Liais, 1872:2,8). Conclui pela “conveniência de um exame mais preciso sobre a natureza e estrutura dessas rochas” e, fazendo uma exposição sob o ponto de vista litológico, Liais refuta veementemente a teoria de Agassiz sobre a glaciação no Brasil, especialmente no vale do Amazonas. Para descrição detalhada, Liais ainda subdivide o grupo dos gnaisses em gnaisses inferiores não metalíferos e gnaisses metalíferos. Este último, definido como um gnaisse de grão fino e xistoso apresentando uma grande tendência a se transformar em quartzo, abrigando, subordinadamente, os filões auríferos de quartzo, hoje xistos do Grupo Nova Lima, Super Grupo Rio das Velhas. Em seguida passa à descrição das rochas metamórficas dedicando atenção às “diversas variedades do itacolomito e do itabirito”, aos jazimentos auríferos, especialmente, a jacutinga, e aos calcários subordinados e filitos. O grupo seguinte é composto pelos calcários dos terrenos secundários, seguido pela descrição do agrupamento dos terrenos terciários e quartenários. Finalizando, Liais dedica a última parte à descrição do sistema de montanhas, metamorfismo geral do solo e faz considerações sobre a exploração das minas do Brasil.

Junto às suas impressões e conclusões, Liais demonstra grande conhecimento bibliográfico citando e discutindo trabalhos anteriores como o caso já mencionado de Agassiz. Ao ler a publicação se ressentia a falta de figuras, cortes ou mapas que possam ilustrar as descrições e localizá-las espacialmente. Por fim, fica a impressão da supervalorização da atuação dos agentes atmosféricos através do tempo na conformação do relevo.

Gerber era engenheiro da Província de Minas Gerais e publicou, em 1863, suas *Noções geographicas e administrativas da Província de Minas Geraes ... com uma planta topographica de*

Ouro Preto (Figura 4.15) onde apresenta características geográficas e administrativas da cidade. O relevo acidentado da região está representado pela técnica de hachura/sombreamento. Além de identificar as principais elevações, Gerber faz referência às lavras auríferas do Cel. Veloso e às Lages (quartzito Moeda).

Citando Eschwege, Gerber descreve o que ele denomina Sistema da Serra do Espinhaço que é um dos “truncos do esqueleto orográfico mineiro”⁹, composto por quatro grupos e suas ramificações a saber: Grupo da Serra de Itacambira, Grupo do Serro do Frio, Grupo da Serra da Mantiqueira e o Grupo da Serra do Itacolumi, no qual Gerber descreve toda a estrutura geomorfológica do Quadrilátero.

“Grupo da Serra do Itacolumi, com as denominações locais da Serra do Ouro Branco, Ouro Preto, Cachoeira, Caraça, Caeté, etc.

As ramificações são ao oeste: a) as serras da Boa Morte, Piedade, Curral, Salto e Espírito Santo formando a divisa entre o Rio Paraopeba e o Rio das Velhas;

ao leste: b) as Serras do Inficionado e de Paula Moreira, divisa entre o Rio Doce e o seu tributário Piracicava; c) as Serras de Itabira do Mato Dentro e de Cocaes, divisa entre os rios Piracicava e Santo Antônio.

Os picos mais altos são: o pico da Serra da Piedade, o Itacolumi, o pico de Itabira do Campo e o pico de Itabira do Mato Dentro.” (Gerber, 1863:5)

Em termos geológicos, Gerber divide o território da província de Minas Gérias em duas regiões: “uma das formações primitivas ou plutônicas e outra das formações de transição, cuja linha divisória se estende pouco mais ou menos paralela à costa do mar e cerca de 50 a 70 léguas [300 a 400km] distante dela”. Genericamente então, ele separa as formações primitivas, granito e gnaiss, quartzito, anfíbolito e, em menor escala, suas transições para sienito e diorito, que avançam do litoral para o interior, das formações do noroeste de Minas “cujo principal representante é o xisto traumático [grauvaca]” em camadas quase sempre horizontais “e, em diversos lugares, acha-se nelas enxertada a pedra de cal”, reconhecidamente o hoje Grupo Bambuí. Entretanto, esta divisão física não significa a existência apenas destas duas formações. Gerber descreve uma outra formação, interposta às outras duas, mas de tal forma recortada por estas que dificulta seu mapeamento.

“O terreno destas formações, vulgarmente chamadas de metamórficas, forma uma zona de 15 a 30 léguas [90 a 180km] de largura, porém cortado e penetrado pelos dois outros sistemas, variadíssimas vezes, de sorte que sua demarcação horizontal na superfície da terra oferece um aspecto extraordinariamente dilacerado”. (Gerber, 1863:18)

⁹ O outro seria “o Sistema da Serra Geral das Vertentes para os rios São Francisco e Rio Grande” que Gerber descreve como a ramificação principal da Serra do Espinhaço que a partir do “Alto das Taipas”, pouco ao norte de Barbacena, “percorre a província em uma direção pouco regular, porém em geral do nascente ao poente”, composto pelos grupos das Serras das Vertentes, da Serra da Canastra, da Serra da Mata da Corda e da Serra dos Pirineus (Goiás) (Gerber, 1863:5).

Segundo Gerber, essas formações metamórficas são produto da “transformação que sofreram um e outro sistema [o primitivo e o de transição] por ação recíproca”, parecendo reconhecer a existência de uma movimentação tectônica.

Os trabalhos explorados a seguir se destacam sobretudo porque nos permitem visualizar a distribuição geológica dos terrenos do Quadrilátero Ferrífero. Helmreichen deixou um esboço do que seria o primeiro mapa geológico abrangendo regionalmente o Quadrilátero Ferrífero, como não foi concluído e publicado, este crédito cabe a Claussen, que publicou seu mapa da região aurífera da Província de Minas Gerais em 1841. No ano seguinte foi publicado o mapa de Pissis. Os três deixaram também perfis que detalham a estratigrafia das formações de trechos do Quadrilátero, o de Helmreichen, por exemplo, passa pelo Complexo do Baçõ, Sinclinal de Gandarela e chega ao Domo de Caeté.

4.3 O Quadrilátero por Helmreichen

O geólogo e engenheiro de minas formado pela Academia de Minas do Império Áustro-Húngaro, em Schemnitz (atual Eslováquia), Virgil von Helmreichen, chegou ao Brasil em 1836 para trabalhar na Mina do Morro das Almas, localizada cerca de 5km a sudoeste do Pico de Itabirito, pertencente a companhia inglesa *The Brazilian Company Ltda*¹⁰. Trabalhou ainda nas minas vizinhas Cata Branca e Aredes desta mesma companhia. Prestou serviços também para a *Imperial Brazilian Mining Association* nas minas de Gongo Soco, Antônio Pereira e Cata Preta e em outras como a Morro Velho da *St. John D'el Rey Mining Company*. O trabalho em Gongo Soco está registrado num relatório, de dezembro 1840, preparado para a gerência local da mina e para os superiores da *Imperial Brazilian Mining Association* em Londres, no qual seu nome encabeça a lista de autores.

Os rendimentos financeiros de seu trabalho nas companhias de mineração, de estudo das mineralizações auríferas e viabilidade econômica de exploração, possibilitaram a realização de suas ambições científicas. Helmreichen fez viagens de pesquisas geológicas principalmente para estudo das regiões diamantíferas e auríferas do Brasil. Tinha planos de fazer uma grande seção geológica transcontinental Rio-Lima tendo iniciado a viagem de pesquisa em maio de 1846. Era para ser a primeira expedição a atravessar a América do sul no sentido E-W, mas além de ter sido antecedido por Castelnau não conseguiu realizá-la integralmente devido a um grave problema de saúde que o manteve em Assunção, no Paraguai, por dois anos. Desta viagem foi publicada uma “Crônica de uma viagem do Rio de Janeiro a Cuiabá” num periódico da Alemanha, em 1848.

Os estudos realizados sobre a geologia e a ocorrência de diamantes nas jazidas de Grão Mogol deram origem ao seu grande trabalho científico, “Sobre a ocorrência geognóstica dos diamantes e seus métodos de lavra na Serra de Grão Mogol na Província de Minas Gerais”, publicado em Viena em 1846. Apesar de não tratar a área de interesse específica dessa nossa pesquisa, merece registro nesse trabalho a descrição e representação gráfica de estratificação cruzada no itacolomito, por seu caráter “muito provavelmente” inédito conforme aponta Renger (*in* Helmreichen, 2002:71). Helmreichen relata como “um fenômeno bastante interessante”, o que evidencia ser novidade a observação deste tipo de ocorrência: várias camadas de itacolomito se encontrando em ângulos agudos. Na prancha onde estão retratadas as estratificações cruzadas

¹⁰ “Os ingleses, logo após a independência do Brasil, perceberam as chances de fundar sociedades anônimas no país. Depois de levantar capital por meio de ações em Londres, adquiriram lavras promissoras, sobretudo em Minas Gerais”. Foram adquiridas por companhias inglesas as minas de Gongo Soco, Cata Preta, Antônio Pereira, Morro Velho, Cata Branca e ainda minas em Cocais, Brucutu e Cuiabá (Renger *in*: Helmreichen, 2002).

também se encontram registradas, pela primeira vez, as direções dos mergulhos das camadas com a simbologia que permanece até os dias atuais (Figura 4.16).

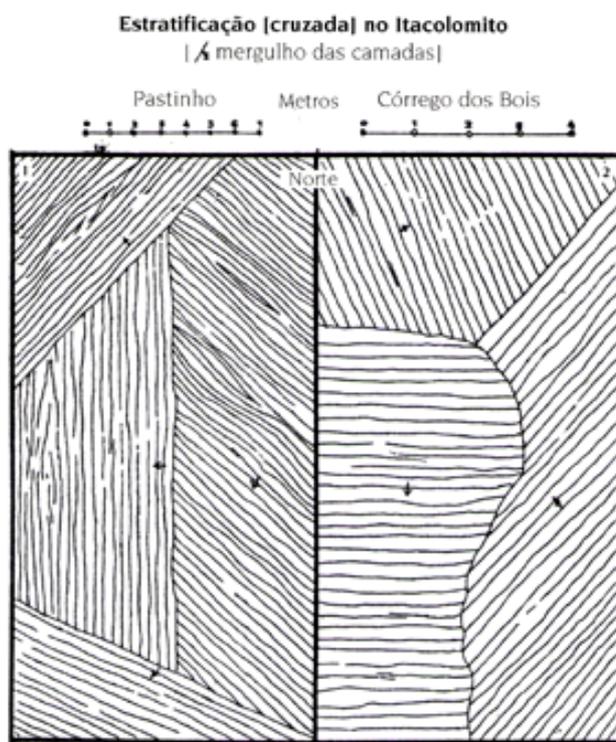


Figura 4.16 - Detalhe em planta das estratificações cruzadas do Itacolomito (Helmreichen, 1846, ed. 2002) Pode se observar também a simbologia indicando a direção do mergulho das camadas.

Sobre o resultado de suas pesquisas na região aurífera de Minas Gerais, hoje Quadrilátero, foi publicado um relatório de viagem, em Viena, no ano de 1847¹¹. Este relato foi organizado por seu amigo Hocheder, secretário da Imperial e Real Diretoria Central das Minas da Áustria, a partir de extratos das correspondências a ele enviadas por Helmreichen. Não há no texto considerações sobre a gênese ou idade das formações, o *Relatório de Viagens em Minas Gerais* se restringe, basicamente, a indicação dos locais visitados com descrição das formações rochosas. Entretanto, existem três perfis geológicos manuscritos no Museu da Academia de Ciências de Viena que cortam a Província de Minas Gerais passando por regiões auríferas e diamantíferas, a saber: Seção Geológica desde a aldeia dos botocudos de Jataí, no vale do Rio Jequitinhonha, até o Comércio do Rio Santo Antônio, no Sertão do Rio São Francisco passando pela Serra do Grão Mogol; Seção Geológica desde a barra do Rio Araçuaí, no Jequitinhonha até Lagoa Santa, passando por Diamantina e a Seção geológica desde o Rio de Janeiro até o Comércio do Rio Santo Antônio, no Sertão do São Francisco, com cerca de 100 léguas de comprimento, aproximadamente 600 km, que corta o Quadrilátero fazendo uma grande curva na

¹¹ Publicado nos *Berichte über die Miththeilungen von Freunden der Naturwissenschaften in Wien* (ed. W. Haidinger), n. 10, p-137-151, fev. 1847.

região de Caeté e Sabará para depois seguir para Itabira. A Figura 4.17 apresenta os trajetos de Helmreichen com destaque para o trecho percorrido no Quadrilátero.

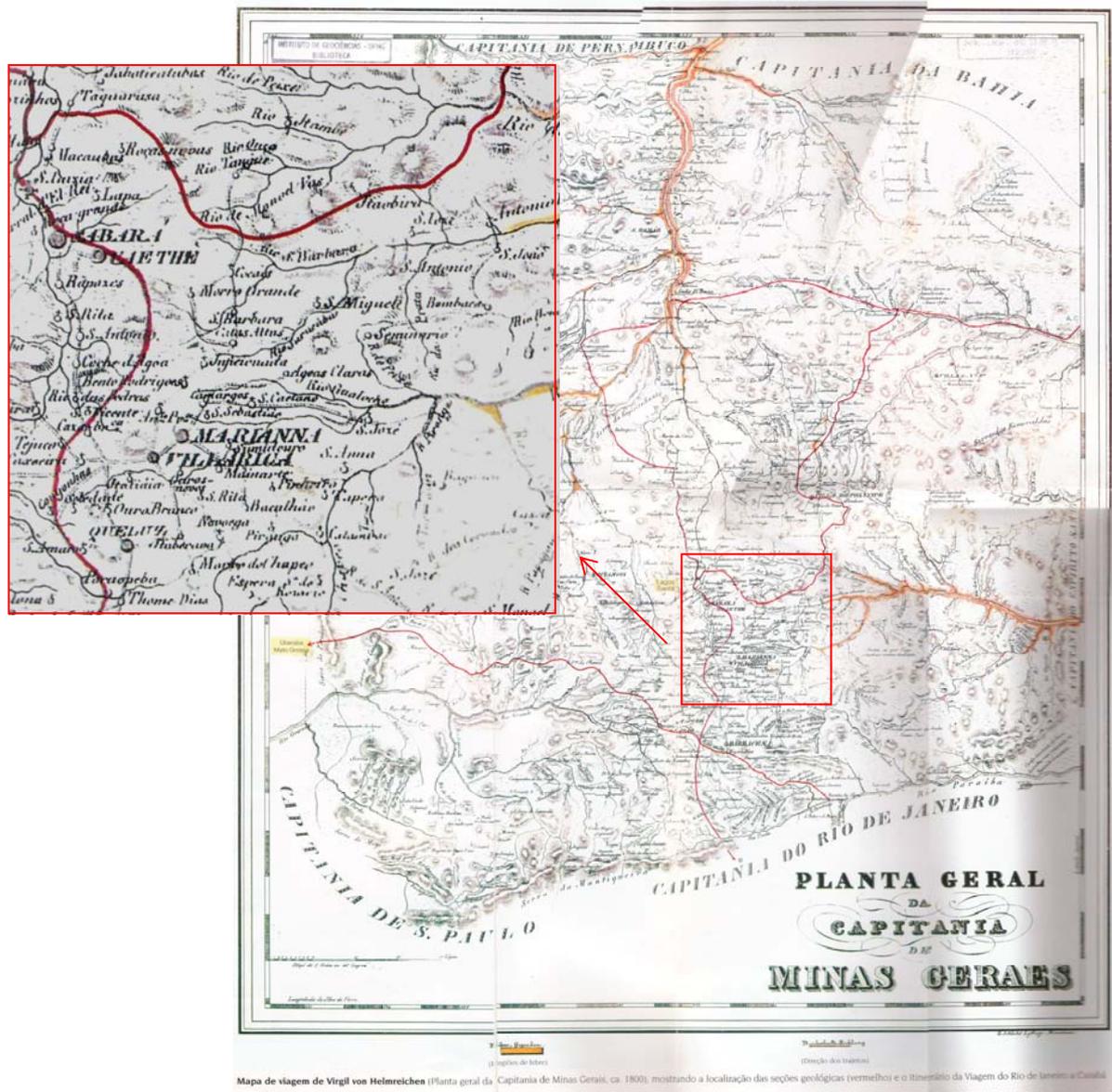


Figura 4.17 - Mapa mostrando os trajetos de Helmreichen que deram origem aos perfis geológicos (Helmreichen, 1846, ed. 2002) No detalhe o percurso na área do atual Quadrilátero Ferrífero do perfil que tem origem no Rio de Janeiro e segue até o rio Santo Antônio no sertão do São Francisco, passando por Congonhas, Gongo Soco, Caeté, Sabará, fazendo então uma grande curva até Itabira.

A representação do Quadrilátero no perfil geológico de Helmreichen inicia, de sul para norte, com os granitos do Arraial do Redondo (Alto Maranhão) e Congonhas, seguindo para o xisto argiloso talcífero intercalado com formações ferríferas, itacolomito e itabirito, na região do Pires (Figura 4.18).

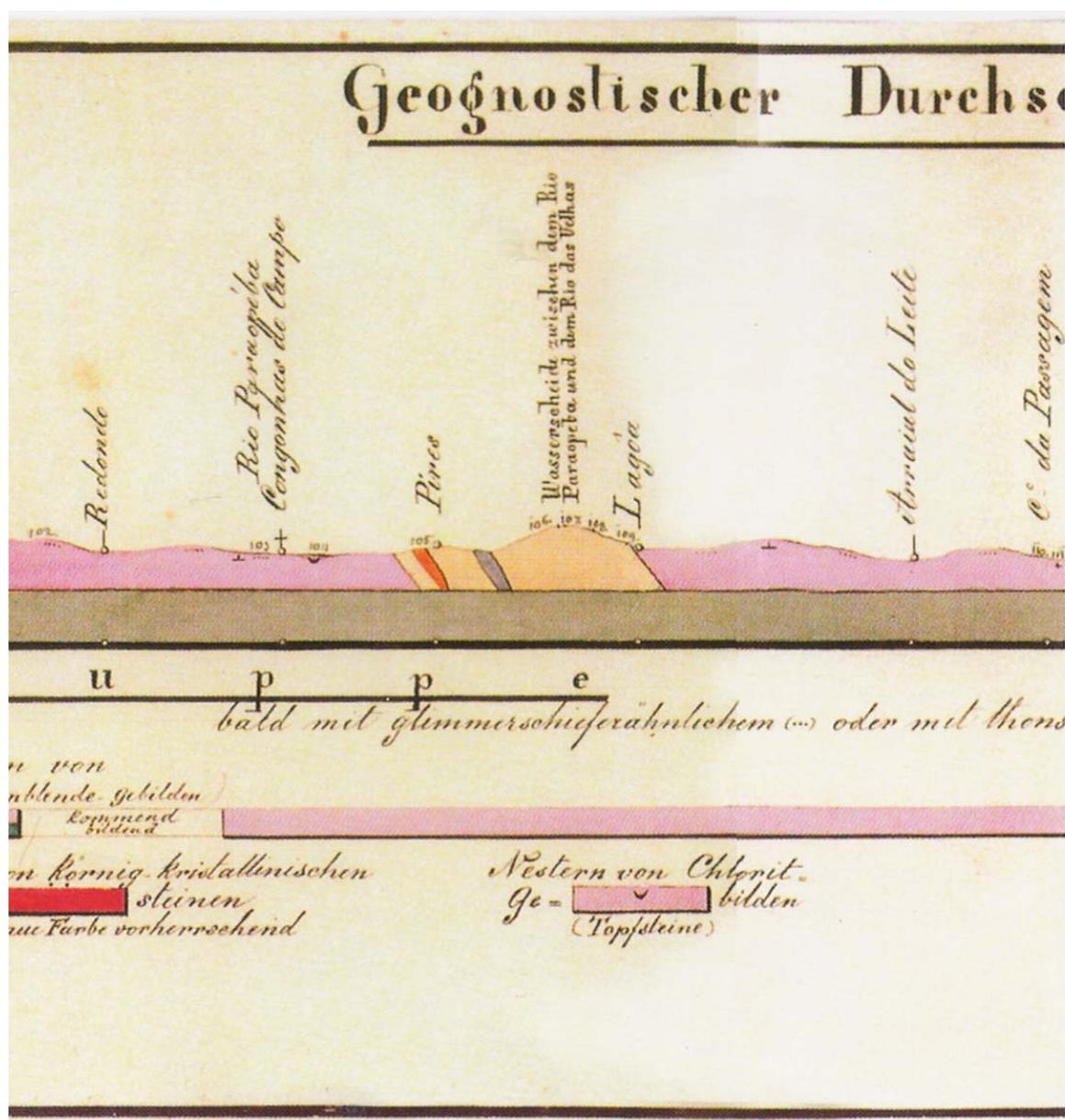


Figura 4.18 - Trecho do Perfil geológico entre o Rio de Janeiro e o comércio no Rio Santo Antônio no sertão do São Francisco quando o traçado entra na atual área do Quadrilátero Ferrífero pelo sul, próximo ao município de Congonhas (Helmreichen, 1846)

Pela legenda (Figura 4.19) observa-se que Helmreichen incluiu todas as formações do Quadrilátero num grupo que denominou genericamente de Grupo dos Gnaisses. Estas formações se sucedem na continuidade do traçado através do Quadrilátero (Figura 4.20).

A carta de 10 de agosto de 1842, escrita no Rio de Janeiro por Helmreichen, dá notícia de suas pesquisas nas formações ferríferas desde a Vila do Príncipe (Serro), passando por Candonga, Itabira do Mato Dentro até Lagoa Santa e da construção exatamente deste perfil das formações do Itacolomito e da formação dos talco-xistos e xistos argilosos com os gnaisses delimitantes a leste e oeste.

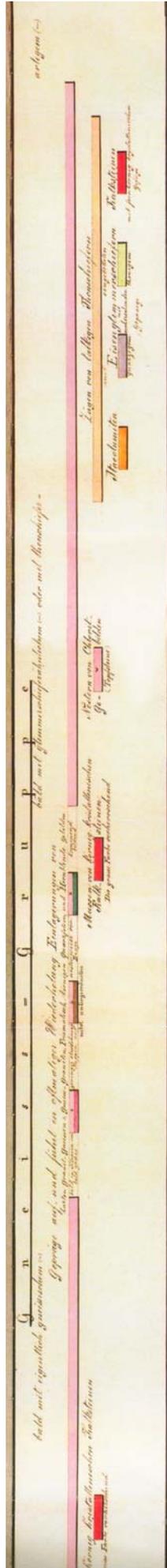


Figura 4.19 - Parte da legenda do Perfil geológico entre o Rio de Janeiro e um comércio no Rio Santo Antônio no sertão do São Francisco referente às formações da atual área do Quadrilátero Ferrífero (Helmreichen, 1846)

Observa-se que Helmreichen incluiu todas as formações do Quadrilátero num grupo que denominou genericamente de Grupo dos Gnaisses formado por repetidas intercalações de granito-gnaisse e gnaisse-granito, massas de quartzo e rochas anfíbolíticas contendo subordinadamente: massas de calcário cristalino predominando ora o branco ora o granular cinza; intercalações de rochas cloríticas (pedra-panela ou pedra-sabão) e faixas de xisto argiloso talcífero com intercalações de itacolomito, especularita xisto quartzoso, especularita xisto argiloso e calcário.

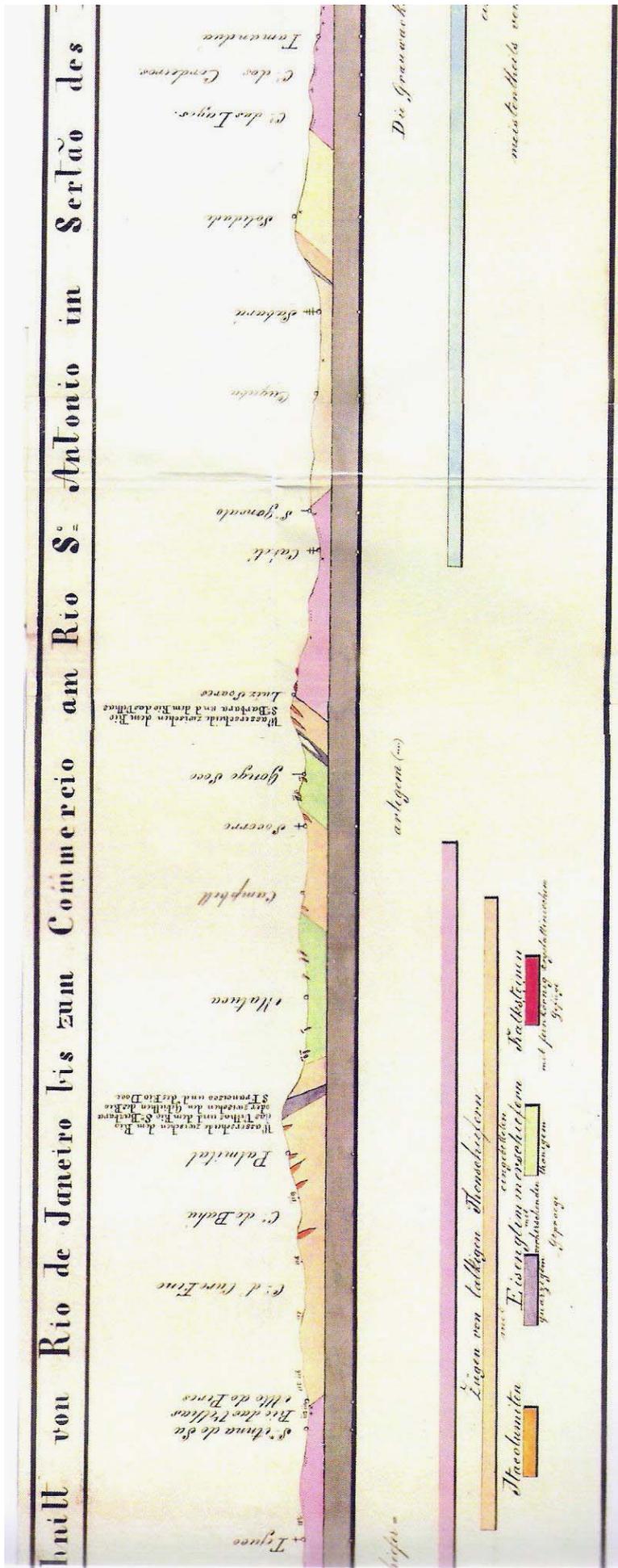


Figura 4.20 – Trecho do Perfil geológico entre o Rio de Janeiro e um comércio no Rio Santo Antônio no sertão do São Francisco. (Helmreichen, 1846) De Sul para o Norte, partindo de Tejuco, lugar que pouco ao norte e Congonhas cuja denominação já desapareceu na toponímia local, aparece o granito do Baçao (rosa) e o Rio das Velhas, continuando surge o xisto argiloso com talco (amarelo) e intercalações de itacolumito (laranja), em seguida uma camada de itabirito quartzoso (lilas), tudo mergulhando para Norte (flanco sul do sinclinal de Gandarela), as faixas verdes representam itabirito argiloso; virando o mergulho para S aparece o flanco N do sinclinal (Gongo Soco), terminando no granito do Domo de Caeté (rosa).

O trecho entre Tejuco e Caeté inclui a representação inédita de uma estrutura dobrada no Quadrilátero: a dobra hoje conhecida como Sinclinal de Gandarela¹².

Entretanto, nessa mesma correspondência citada há outra informação que tem grande valor para este trabalho. Relata Hocheder que, além redigir as suas últimas observações de viagem e completar um perfil geológico de mais de 100 léguas acompanhado de uma coleção de amostras, bem como fazer exercícios práticos em observações astronômicas, Helmreichen pretende terminar o mapa geológico do distrito das minas de ouro em Lagoa Santa quando da visita a Dr. Lund. Não há dúvida então que era objetivo de Helmreichen gerar um mapa geológico da região do Quadrilátero.

De fato existe no acervo da academia de Ciências de Viena, um mapa com hidrografia, vilas, caminhos e principais elevações, na escala 1:250.000, abrangendo a área delimitada pelos rios Doce e Piranga, a leste, o rio Paraopeba, a oeste, e no sentido norte-sul os limites são respectivamente as cidades de Sabará e Queluz (Conselheiro Lafaiete). Há traços demarcando a distribuição espacial das formações ferríferas, são linhas duplas em vermelho fraco que remetem imediatamente ao atual Grupo Itabira do Supergrupo Minas, o que sem dúvida é pertinente porque ele certamente identificou os itabiritos da Formação Cauê e da base da Formação Gandarela. A área do Complexo granito-gnáissico do Bação está delimitada pelo traçado do contato com impressionante precisão, assim com há traços que marcam os contatos dos corpos de granito do Complexo Belo Horizonte, Caeté, Bonfim e Santa Bárbara. Helmreichen ainda demarcou a localização de minas de ouro e fábricas de ferro. Este esboço, se terminado, seria o primeiro mapa geológico do Quadrilátero Ferrífero (Figura 4.21).

¹² Foi exatamente este termo “Sinclinal” (etimologicamente sin = mesmo e klinein = mergulhar, inclinar) que Charles Lyell usou em seu famoso *Principles of Geology* para descrever as dobras cujos flancos mergulham no mesmo sentido. Segundo o próprio Lyell este termo teria sido primeiramente usado pelo grande geólogo britânico Adam Sedgwick (1785-1873). No Glossário de termos geológicos, preparado para que os leigos pudessem entender seu texto, Lyell define também o eixo anticlinal: "Se uma colina ou um vale é composto por camadas, que nos dois lados mergulham em direções opostas, a linha imaginária para a qual ambas convergem, se chama eixo anticlinal. Em uma fileira de casas, com telhados inclinados para o sul e para o norte, as ardósias [do telhado] representariam as camadas inclinadas mergulhando para o sul e para o norte, e a cumeeira seria um eixo anticlinal de direção leste oeste." Em uma sucessão estratigráfica normal (onde não houve inversão das camadas), numa forma anticlinal, as camadas mais antigas ocupam o núcleo da dobra. Se esta sucessão normal estiver dobrada em sinclinal as camadas mais jovens é que estarão no núcleo.

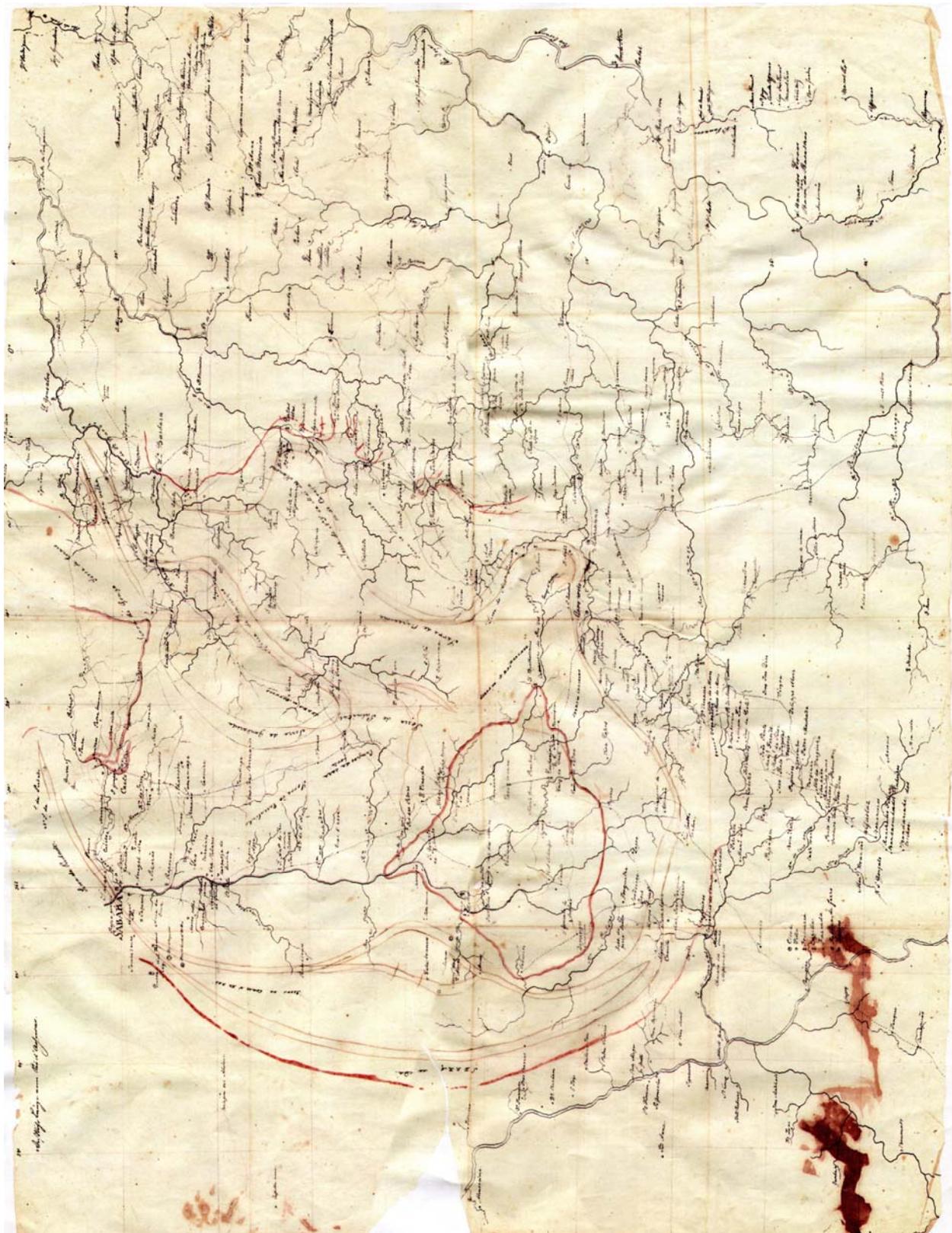


Figura 4.21 - Esboço geológico do Quadrilátero Ferrífero elaborado por Helmreich, ca. 1842 (Academia de Ciências de Viena)

4.4 O Quadrilátero por Pissis

Aimé Pissis chegou ao Brasil por volta de 1836 e excursionou cinco anos fazendo observações geológicas da foz do rio São Francisco, ao norte, até Paranaguá, ao sul, e do litoral até o rio São Francisco e rio Paraná, a oeste. Mesmo quando os Andes concentravam grande parte da atenção dos geólogos viajantes, principalmente depois dos relatos de Humboldt sobre sua viagem, por causa das enormes soerguimentos ali ocorridos e dos fenômenos vulcânicos, Pissis justificou seu interesse em estudar a geologia do Brasil por acreditar que a antiguidade de seus terrenos, expressa na regularidade e simplicidade de seu relevo, podia ser uma peça esclarecedora da geologia da América. Sustentava que nesses terrenos, onde “perturbações recentes” não alteraram completamente ou mesmo consideravelmente o relevo, era possível estudar os eventos anteriores pelos traços que ali ainda estavam impressos.

Em 1842 foi lido na Academia de Ciências de Paris seu trabalho intitulado *Mémoire sur la position géologique des terrains de la partie australe du Brésil*, publicado em 1848. Na introdução ele explicita a necessidade de reunir as observações relativas à composição dos terrenos e sua posição relativa com aquelas que dizem respeito às formas que caracterizam o relevo, o estudo das cadeias de montanhas, a direção das camadas e sua inclinação, para imprimir a clareza necessária à exposição. É então, apresentada no artigo, uma classificação para os terrenos geológicos percorridos e um estudo dos movimentos orogênicos identificados. Para completar a descrição acompanham um mapa paleogeográfico da área com os terrenos silurianos (de Transição), sete perfis geológicos e um esboço geológico da região aurífera de Minas Gerais.

Quanto à classificação, vale observar o ponto de vista de Pissis, principalmente no que tange à classe das rochas xistosas do grupo primitivo, equivalente à Segunda Formação Primitiva de Eschwege, por se tratar de sua descrição das seqüências supracrustais dobradas do Quadrilátero.

Na descrição dos últimos terrenos da subdivisão, chamada apenas de “Estágio dos Gnaisses”¹³, aqueles compreendidos entre a Serra da Mantiqueira e o Paraná, Pissis conclui que estes se apresentam de tal forma alterados, que as rochas gnáissicas das províncias do Brasil central devem ser divididas em duas partes: a primeira entre a Serra da Mantiqueira e o mar e, a segunda, composta pelas rochas xistosas que se elevam a partir da vertente noroeste desta serra, fazendo assim da Serra da Mantiqueira um divisor geológico. Segundo Pissis, este segundo grupo, superior, se distingue do primeiro porque a rocha dominante não é o gnaisse, mas grandes camadas de quartzito e camadas menos freqüentes de xisto e de micaxisto e, sobretudo, pela

¹³ O que indica, e é confirmado pelo texto, que Pissis subestimou a importância do granito.

abundância de minerais metalíferos dos quais existem apenas traços no grupo inferior. Passando então a descrever este conjunto de rochas com outro grupo, o primitivo xistoso, Pissis expõe que...

“estas rochas não formam uma superfície contínua, elas se apresentam em grandes faixas como uma cobertura sobre o gnaiss, e se estendem de NE para SO ocupando a parte superior das montanhas mais altas das províncias de Minas Gerais e São Paulo. Os xistos filadiformes dominantes nestas faixas estão associados ao quartzo xisto que ocupam a maior extensão, seguido pelos itabiritos e, enfim, pelos calcários.” (Pissis, 1848:375)

Explica em seguida que, com exceção do calcário que nunca é subordinado, se apresentando sempre em grandes camadas e na mesma posição estratigráfica, estas rochas podem se apresentar desta maneira, com grande potência e ocupando a mesma posição de qualquer ponto de observação, ou em camadas de pouca espessura subordinadas ao xisto. A partir deste modo de distribuição em diversas camadas, coloca Pissis que é possível identificar diferentes formações propondo uma coluna estratigráfica: os quartzitos inferiores que repousam imediatamente sobre o gnaiss que, em alguns pontos, atingem uma espessura de 800m, hoje Formação Moeda; recobertos pelos xistos inferiores que em algumas localidades são bastante friáveis e o ferro é substituído por um xisto branco pulverulento que abriga cristais de quartzo, topázios e euclásios, provavelmente Formação Batatal; em seguida uma outra camada de quartzito que se distingue da inferior por sua estrutura mais xistosa que lhe imprime uma estrutura laminar muito fina não passando nunca a granular, Grupo Piracicaba; depois o itabirito, predominantemente xistoso, de espessura variadíssima, com a jacutinga ocupando normalmente as partes inferiores desta formação que é a mais rica em ferro e em ouro abrigando as minas mais importantes, o Greenstone Belt Rio das Velhas; os calcários deste estágio são freqüentemente granulares mais raramente compactos e são encontrados entre os quartzitos médios e os itabiritos em alguns poucos pontos; os xistos superiores muito mais friáveis que os inferiores repousam imediatamente sobre os itabiritos e, por último, uma camada potente de quartzito cuja espessura varia de 400 a 500m aparecendo nos pontos mais elevados de Minas Gerais como o Itacolomi, a Serra do Caraça e o Morro do Itambé, Grupos Itacolomi e Caraça e Supergrupo Espinhaço. Na caracterização individual destas várias formações chama atenção o cuidado com a descrição de suas cores e, ao contrário, a quase ausência de informações sobre sua espacialização.

Como colocou Orville Derby¹⁴ a classificação de Pissis para os terrenos brasileiros “difere da de Eschwege em algumas particularidades sem, contudo, ser mais acertada”. No Quadrilátero esta observação pode ser exemplificada pela identificação e inclusão de calcários no grupo dos xistos

¹⁴ Derby O.A. 1895. As investigações geológicas do Brasil. *Revista Brasileira II*, Rio de Janeiro, maio 1895, 9º. fasc. 1-5. In: Oliveira e Leonardos, 1943.

primitivos, ao passo que na divisão de Eschwege os calcários pertencem apenas aos terrenos de Transição. A divisão apresentada na coluna estratigráfica proposta não se reflete no seu “Esboço geológico da região aurífera de Minas Gerais”, na verdade um mapa geológico do Quadrilátero (Figura 4.22).

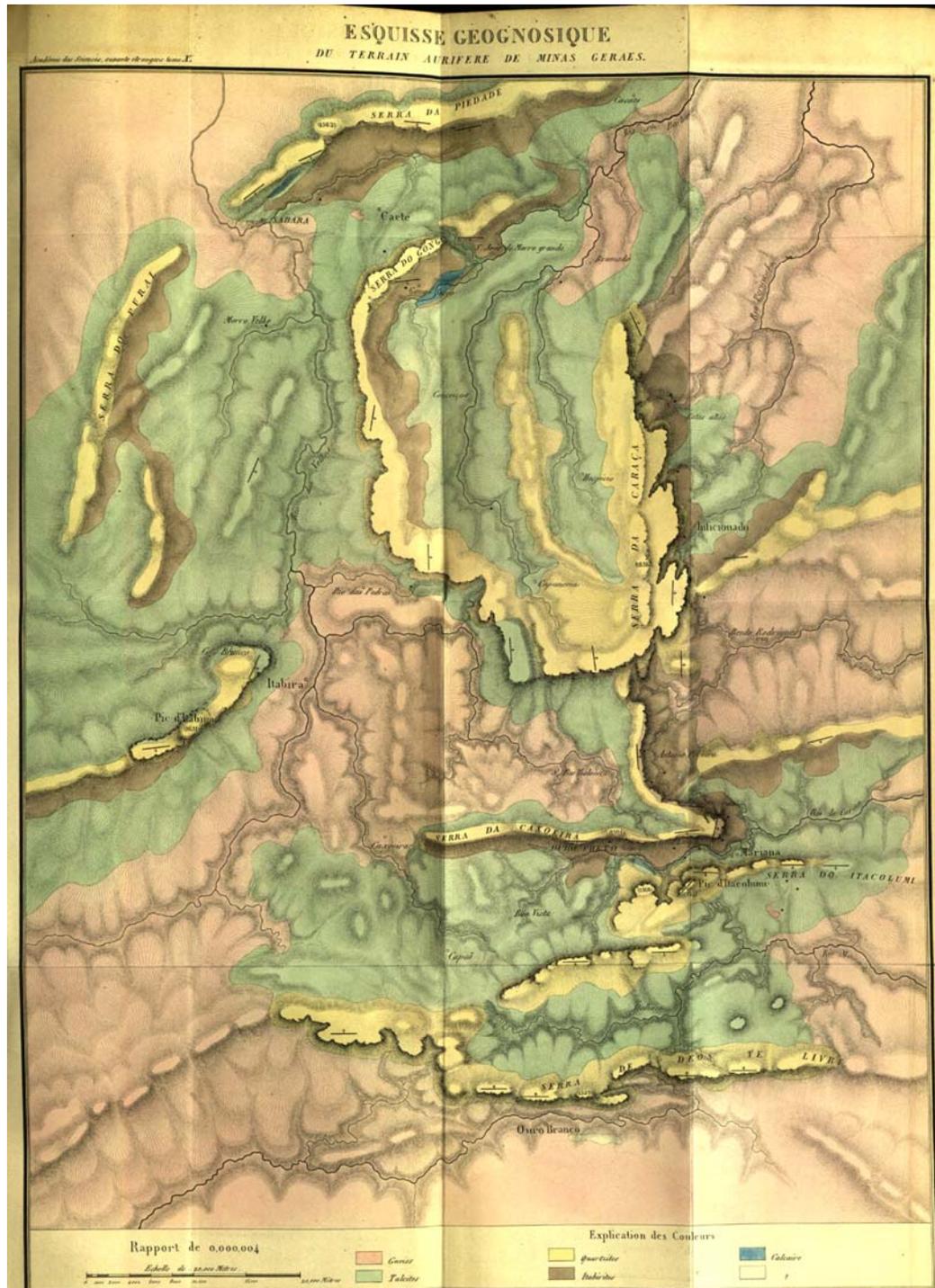


Figura 4.22 - *Esquisse Geognosique du Terrain Aurifere de Minas Geraes* (Pissis, 1848) Pissis define 5 divisões para os terrenos do Quadrilátero: gnaissé, talcos, quartzitos, itabirites, calcários. O último item da legenda não foi preenchido, não há cor e no lugar do nome existe um ponto de interrogação.

O mapa abrange todo o Quadrilátero, desde a Serra de Ouro Branco (Serra de Deus te Livre) ao sul, até Caeté e Sabará e a Serra da Piedade ao norte, a leste ultrapassa a Serra do Caraça e, a oeste, é delimitado pela Serra do Curral, incluindo assim tanto o Pico do Itacolomi como o de Itabirito. Apesar das visíveis distorções geográficas na representação das principais estruturas do QF e da classificação dos terrenos que não apresenta evolução com relação às anteriores, merece destaque a sinalização dos mergulhos pioneiramente representados (Figura 4.23).



Figura 4.23 – Detalhe da representação dos mergulhos das camadas na região de Ouro Preto no *Esquisse Geognosique du Terrain Aurifere de Minas Geraes* (Pissis, 1848)

Também de interesse para este trabalho é o perfil geológico com cerca de 12 km que detalha o acamamento entre o Pico do Itacolomi ao sul, até a Serra de Antônio Pereira, ao norte, passando pelo Ribeirão do Carmo, Ouro Preto, Serra da Cachoeira. Nesta representação Pissis apresenta a divisão das rochas xistosas em sete formações conforme proposto em sua coluna estratigráfica.

Assim como Helmreichen, Pissis apresenta em seu perfil geológico, claramente, as estruturas dobradas no QF, o que significa um avanço considerável sobre a seção apresentada por Eschwege em 1811. A repetição das camadas com inversão do mergulho, de sul para norte, depois do leito do Rio das Velhas caracteriza nitidamente o Anticlinal de Mariana (Figura 4.24).

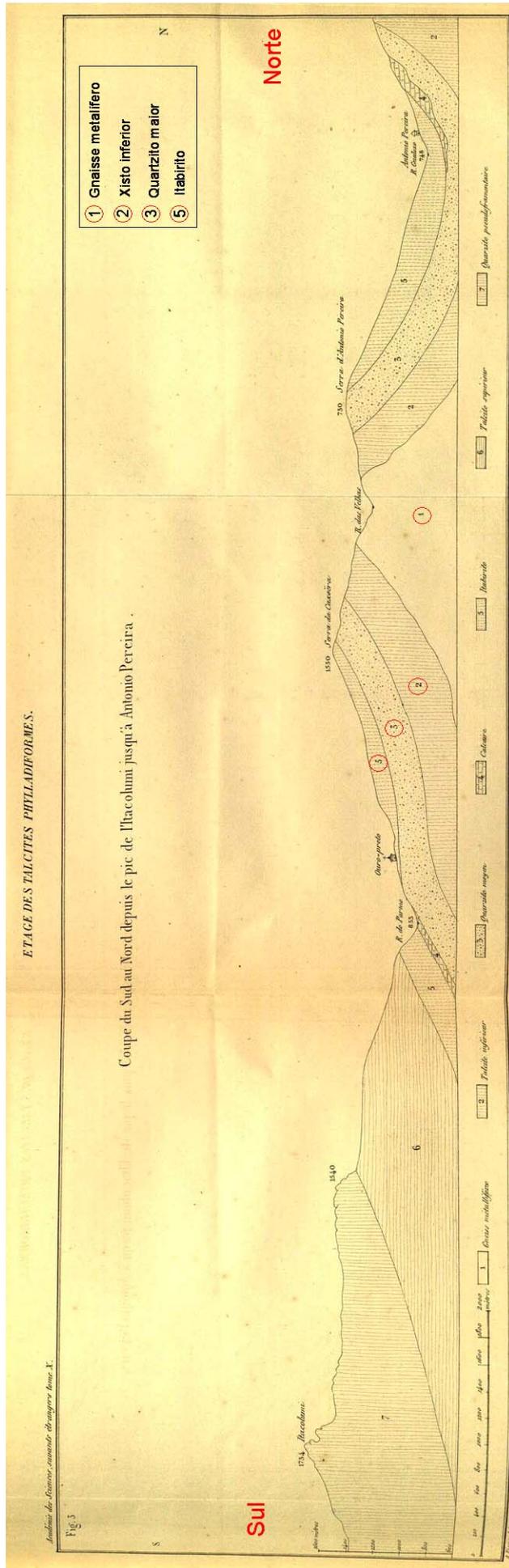


Figura 4.24 - *Coupe du sud au Nord depuis le pic de l'Itacolomi jusqu'à Antônio Pereira* (Pissis, 1848)

Na apresentação do acamamento das formações entre Ouro Preto e o Rio Gualaxo está perfeitamente caracterizado o Anticlinal de Mariana: as camadas sobrepostas de xisto, quartzito e itabirito mergulhando para o sul na Serra da Cachoeira (flanco sul do anticlinal) se repetem com inversão do mergulho, para norte depois do Rio das Velhas, na Serra de Antônio Pereira (flanco norte do anticlinal).

Na segunda parte da Memória, Pissis trata dos movimentos orogênicos ocorridos na parte austral do Brasil. Pode-se dizer que reconhece parte ou a “essência” do que é hoje definido como Cráton São Francisco¹⁵.

“... se se procura remontar às épocas mais recuadas do tempo geológico, se vê inicialmente as rochas cristalinas que se mostram na parte austral do Brasil formadas antes da existência dos terrenos silurianos, uma ilha bastante considerável cuja forma era aquela de uma elipse alongada tendo seu eixo maior na direção NE a SO e que se estendia entre 16° e 17° de latitude austral [110 km].” (Pissis, 1848:411)

Segundo Pissis, o relevo desta “ilha” era então marcado por cadeias de montanhas paralelas ao seu grande eixo, análogo àquele que se apresenta hoje entre as serras do Mar e da Mantiqueira, cujos soerguimentos pareciam “se relacionar às primeiras revoluções do globo”. Depois vieram os grandes deslocamentos segundo a linha oeste-leste que imprimiram a essas primeiras cadeias de montanhas dos terrenos primitivos uma movimentação que, na impossibilidade de mudar sua direção, retrabalharam suas linhas de cumeada dando-lhes uma inclinação geral de sul para norte, “enquanto que, nos intervalos que lhes separam, formaram novas montanhas dirigidas de leste a oeste”. Assim se configurou a maioria das altas cadeias de montanhas da Província de Minas Gerais, porque “de fato, o maciço central da província de Minas Gerais já existia”. Da última movimentação por ele identificada, no fim do período terciário, não reconheceu traços nesta região apenas no litoral e sul da Bahia.

¹⁵ Porção continental que restou estável a partir de uma grande placa litosférica neoproterozóica que passou por processos de subducção e colisão (Alkmim et al., 1993).

4.5 O Quadrilátero por Claussen

O dinamarquês Peter Claussen fixou residência, primeiro em Cachoeira do Campo, próximo a Ouro Preto, depois na fazenda Porterinha, entre as cidades de Cordisburgo e Curvelo a qual incluía a Gruta de Maquiné. Assim, conforme suas próprias palavras...

“tive, durante uma vintena de anos, a oportunidade de examinar muitos dos fatos interessantes [da província de Minas Gerais], entre outros o problema relativo ao jazimento dos diamantes, do euclásio e do topázio, e descobrir as cavernas e as ossadas fósseis¹⁶.” (Claussen, 1841:322)

Claussen se tornou sócio do Instituto Histórico Geográfico Brasileiro em 1839 e, em sessão de 23 de maio do IHGB, no Rio de Janeiro, apresentou um mapa geológico da Província de Minas Gerais, levantado por ele durante 16 anos de trabalho, facultando ao Instituto a permissão de mandar tirar uma cópia para seu arquivo, o que o Instituto deliberou que se fizesse (RIHGB, tomo II, no. 6, p. 272; reedição de 1858).

Em 1841 foram publicadas no Boletim da Academia Real de Bruxelas suas *Notes géologiques sur la Província de Minas Geraes au Brésil*, incluindo o citado mapa. Suas observações não acrescentam novos conhecimentos sobre os terrenos do Quadrilátero, sua contribuição significativa se refere aos diamantes de Grão Mogol, apesar de contestadas por Helmreichen porque Claussen nunca esteve em Grão Mogol, e às ossadas fósseis de animais dos “calcários de transição”. Apenas nestas duas últimas áreas ele faz jus à sua própria observação sobre o avanço da geologia nas últimas décadas.

“A província de Minas Gerais no Brasil, tão interessante por suas produções mineralógicas é, até o presente, muito pouco conhecida; os sábios cientistas Martius e Saint-Hilaire a visitaram pela botânica e M. d’Eschwege a descreveu numa época em que a geologia estava ainda na sua infância.” (Claussen, 1841:322)

Sua classificação para os terrenos do Quadrilátero pode ser visualizada no mapa geológico que acompanha a publicação: os gnaisses; os micaxistos e xistos argilosos; o grupo do quartzito, para ele o itacolomito; o grupo “traumático” onde ele reúne filitos, itabirito, brecha e os calcários; os terrenos de transição, calcários e xistos argilosos, finalizando, o conglomerado ferruginoso ou tapanhoacanga. Na verdade, a grande contribuição de Claussen no âmbito deste estudo é ter possibilitado a visualização do Quadrilátero. Produzido 128 anos antes do mapa de Dorr, à primeira vista, chama muito mais atenção a semelhança entre o delineamento das principais

¹⁶ Foi Claussen quem mostrou ao naturalista Peter Wilhelm Lund (1801-1880), seu compatriota, suas descobertas fossilíferas nas grutas calcáreas de Lagoa Santa e arredores em outubro de 1834. Estas riquezas fósseis despertaram em Lund tamanho interesse que ele fez da região, a partir daí, seu objeto de estudo.

estruturas do Quadrilátero com o modelo hoje utilizado, do que as incorreções existentes. Destacam-se claramente a Serra do Curral até a Piedade, o Sinclinal de Gandarela, o Domo do Complexo Bação, além das Serras do Caraça, de Ouro Branco, das Cambotas entre outras (Figura 4.25). Ele está sendo apresentado aqui depois do mapa de Pissis, apesar de ter sido publicado antes, justamente pela melhor acuidade cartográfica.

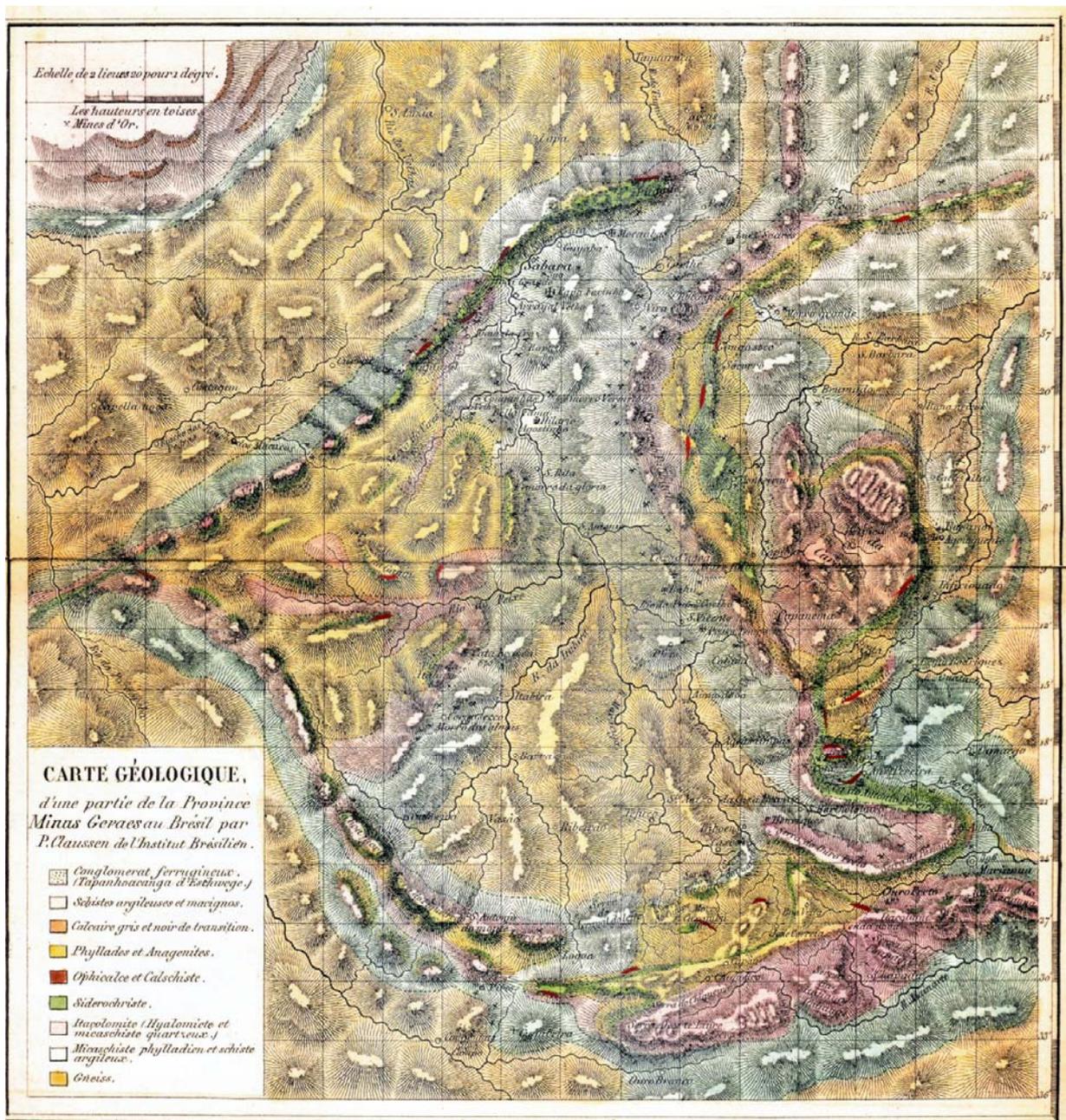


Figura 4.25 - *Carte Géologique, d'une partie de la Province Minas Geraes au Brésil par P. Claussen de l'Institut Brésilien* (Claussen, 1841, IHGB)

Claussen apresenta 9 divisões para os terrenos geológicos do Quadrilátero.

Acompanham também o artigo de Claussen alguns cortes geológicos, entre eles um com o mesmo alinhamento daquele elaborado por Pissis, entre Antônio Pereira e Ouro Preto, apenas invertido, de norte para sul. Esta representação de Claussen não apresenta o detalhamento da de Pissis, apesar da inversão do mergulho das camadas, antes e depois do Rio das Velhas, indicar o Anticlinal de Mariana (Figura 4.26).

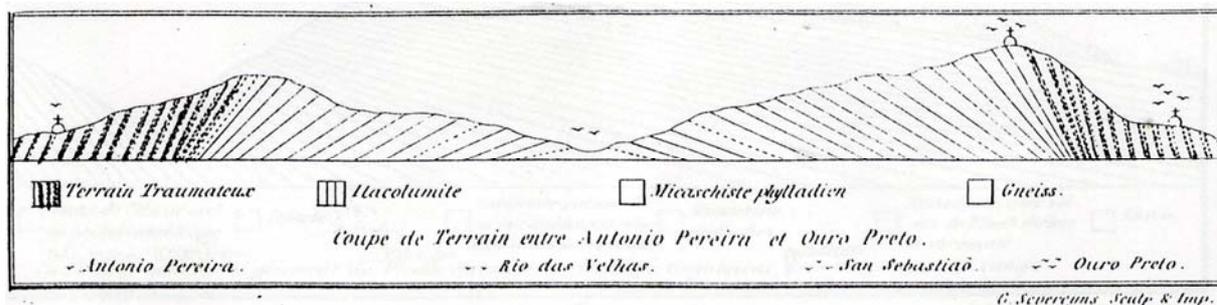


Figura 4.26 - Corte do terreno entre Antônio Pereira e Ouro Preto (Claussen, 1841)

Apesar da difícil identificação das rochas da legenda na representação, por ausência da cor do original, estão representadas as camadas sobrepostas de itacolomito e micaxisto, com inversão de mergulho depois do gnaissse do leito do Rio das Velhas, caracterizando o atual anticlinal de Mariana.

Há ainda um corte que apresenta o acamamento nas proximidades da cidade de Sabará. Não há indicação exatamente do local do alinhamento, mas as presenças de gnaissse e de rochas que compõem o atual Grupo Sabará, sugerem um alinhamento de NW para SE, sentido Lagoa Santa-Sabará, tendo no centro o complexo dômico de Belo Horizonte (Figura 4.27).

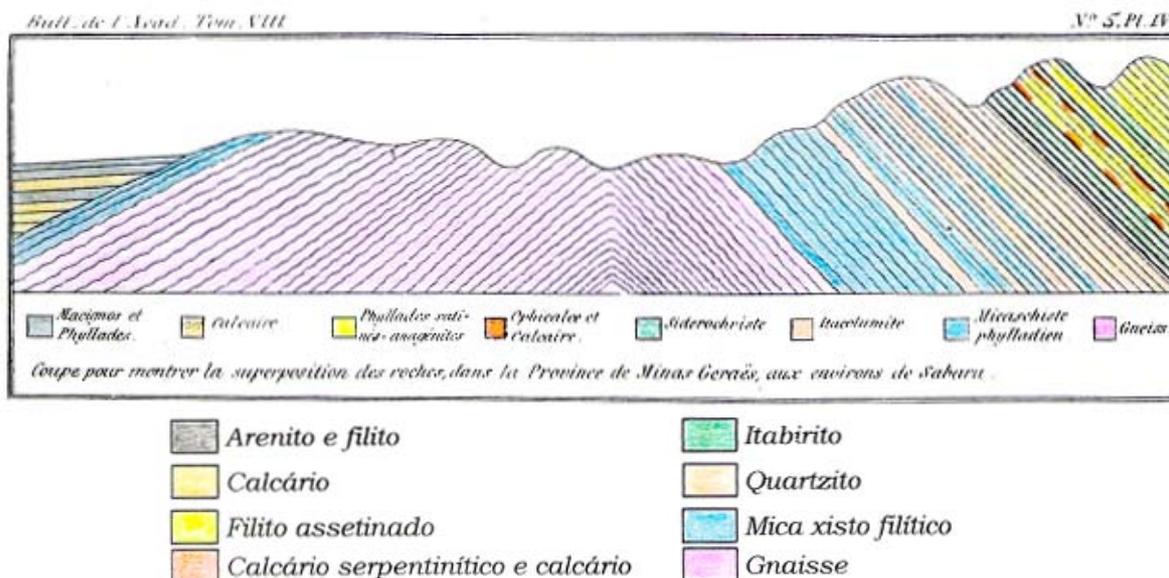


Figura 4.27 - Corte para mostrar a superposição das rochas na Província de Minas Gerais, nos arredores de Sabará (Claussen, 1841)

Essencial à elaboração do mapa geológico é a base topográfica. A esta época, passagem dos anos 30 para os 40 do século XIX, quando apareceram os primeiros mapas geológicos regionais do Quadrilátero havia, logicamente, outros mapas topográficos disponíveis que não os de 1732/1734 dos Padres Matemáticos, os jesuítas Diogo Soares e Domingos Capassi, já mencionados neste trabalho e que marcam o início do processo de rigor científico pela introdução de observações astronômicas. Data de 1778 um conjunto de mapas do engenheiro militar português José Joaquim da Rocha sobre a Capitania de Minas Gerais que permite, pela apresentação de elementos cartográficos como malhas graduadas e escala gráfica, localização geográfica e mensuração de distâncias. Integram este conjunto produzido por Rocha um mapa geral da capitania e quatro mapas das unidades político-administrativas que a compunham: Comarcas de Rio das Mortes, Sabará, Vila Rica e Serro Frio. Os quatro mapas regionais não são simples reprodução do mapa geral em partes, a ampliação da escala foi devidamente utilizada para maior detalhamento de informações. Há outro mapa da Capitania de Minas, anônimo de ca. de 1800 e a *Carta Geographica de Minas Geraes*, de 1804, de Caetano Luis de Miranda, baseada no mapa de Rocha com acréscimos.

Todos estes mapas estão ligados à questão de ampliação do conhecimento geográfico, incentivada e patrocinada pelas autoridades da metrópole e coloniais, por causa das riquezas minerais existentes na região. Os autores dos mapas da capitania produzidos em seguida, diferentemente dos cartógrafos que produziram os mapas acima citados, estavam diretamente envolvidos não apenas com o levantamento e representação mais exata do território mineiro, mas também com a produção de conhecimento específico sobre suas riquezas minerais. Eschwege deixou para impressão o *Novo Mapa da Capitania de Minas Gerais*, ao voltar para Portugal em 1821, o que não chegou a acontecer. O mapa, com escala de 1:~990.000, abrange também parte das capitanias vizinhas de São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Bahia, entre as latitudes 14°-22°S e 6°W a 2°E de longitude a partir do meridiano do Rio de Janeiro. Foi disponibilizado por Eschwege a Martius que acrescentou as capitanias do nordeste e o publicou, em 1834, na escala 1:2.000.000 integrando o Atlas que acompanha sua obra conjunta com Spix, *Reise in Brasilien, in den Jahren 1817-1820*. A parte central do mapa, que abrange praticamente toda Minas Gerais, foi publicada no seu *Pluto brasiliensis*, em 1833, na escala 1:2.000.000 e amplamente utilizada para fins administrativos na capitania e como base para outras produções cartográficas¹⁷. A representação da área do Quadrilátero neste mapa é apresentada a seguir (Figura 4.28).

¹⁷ Todos estes mapas estão reproduzidos em Costa A.G. (Org.) 2004. *Cartografia da conquista do território das minas*. Textos de A.G. Costa, F.E. Renger, J.F. Furtado e Santos, M.M. D. dos Santos. Ed. UFMG, Belo Horizonte, Kapa Editorial, Lisboa, 244 p.

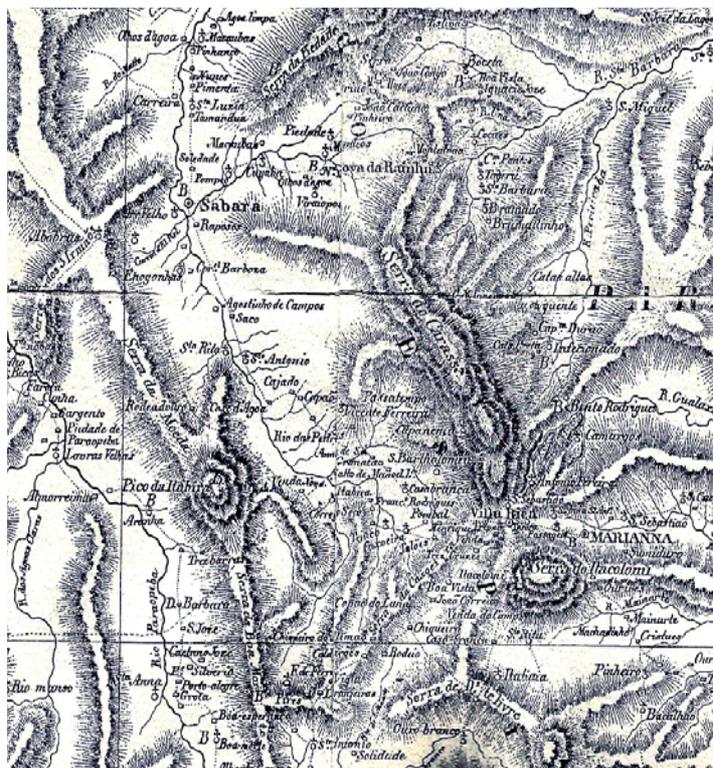


Figura 4.28 – Detalhe da área do Quadrilátero no *Novo Mapa da Capitania de Minas Gerais* de Eschwege, 1833.

Com imperfeições, como a descontinuidade entre a Serra do Curral e a Serra da Piedade, estão representadas todas as elevações que compõem a estrutura do Quadrilátero Ferrífero.

Os mapas de maior precisão que serviriam de base para as próximas produções cartográficas geológicas começaram a surgir, praticamente, 20 anos depois. Em 1855, foi publicada a carta topográfica de Friedrich Wagner que superou o mapa de Eschwege em precisão, apesar de ter sido apresentada na mesma escala, 1:2.000.000. A publicação de Tschudi, de 1862, inclui um mapa da Capitania de Halfeld e Wagner que conserva esta mesma escala (Figura 4.29)¹⁸. Neste mesmo ano foi publicado o mapa topográfico da capitania produzido por Gerber, na escala 1:1.500.000, o que representou um grande avanço em termos de detalhamento (Figura 4.30). O alemão Henrique Guilherme F. Halfeld (1797-1873) se formou em engenharia na Bergacademia-Clausthal e chegou ao Brasil, no início de 1825, contratado como oficial do “Corpo de Tropas Estrangeiras do Exército Brasileiro”, deu baixa em 1830 para trabalhar na *St. John Del Rey Mining Company*. Trabalhou em outras companhias estrangeiras de exploração de ouro em Minas Gerais e, em 1838, foi nomeado engenheiro credenciado da província com o objetivo principal de construir uma estrada ligando Ouro Preto ao Rio de Janeiro. Halfeld foi o primeiro engenheiro da província, depois vieram Friedrich Wagner (anos 1850) e Gerber (anos 1860, por cerca de 10 anos). Há que se ressaltar que a representação do relevo ainda ocorria por sombreamento, técnica que não permite mensuração altimétrica.

¹⁸ Este mapa é descrito na resenha do trabalho de Liais publicado in *Petermann's Geogr. Mitt.*, 1866, p 412-414) como “Mapa da Província brasileira de Minas Gerais, levantada por ordem do Governo da Província nos anos 1836 a 1855 com utilização de mapas anteriores e medições e observações recentes sob direção do engenheiro civil HGF [Henrique Guilherme Ferdinando] Halfeld, esboçado e desenhado por Friedrich Wagner. Escala 1:2.000.000.”



Figura 4.29 – Detalhe da área do Quadrilátero na *Carta da província brasileira de Minas Gerais* de Halfeld e Wagner, 1862

Esta carta topográfica apresenta uma evolução em termos de exatidão se comparada com a elaborada por Eschwege concluída em 1821



Figura 4.30 – Detalhe da área do Quadrilátero no mapa topográfico de Gerber, 1862. Ampliação da escala de 1:2.000.000, dos mapas precedentes, para 1:1.500.000, escala deste mapa, representou um grande avanço em termos de detalhamento.

Os novos estudos sobre a geologia do Quadrilátero não são marcados pela produção cartográfica regional, refletem sim, a fase de institucionalização da ciência Geologia no Brasil e um avanço em termos de entendimento da estratigrafia da região.

CAPÍTULO 5

UM PASSO À FRENTE NO ENTENDIMENTO DA ESTRATIGRAFIA DO QUADRILÁTERO



O capítulo 5 trata de uma nova fase no que diz respeito ao entendimento da geologia do Quadrilátero, resultado, basicamente, das pesquisas de dois cientistas estrangeiros que se instalaram no país na virada para o último quartel do século XIX, o francês Claude Henri Gorceix (1842-1919) e o americano Orville Adelbert Derby (1851-1915).

Ao dizer uma nova fase, pode-se entender a existência de uma ruptura com a anterior, e esta não é exatamente a intenção. Na verdade, é possível enxergar um continuísmo, em relação aos trabalhos anteriores inclusive, como acabamos de mencionar, as contribuições significativas ainda são de estrangeiros. Entretanto, as pesquisas desenvolvidas, sobretudo por Derby, marcam um avanço extraordinário no entendimento da formação do Quadrilátero e, pode-se mesmo dizer, um marco no esclarecimento da complexidade estratigráfica e estrutural da região.

“A Gorceix e Derby devemos as primeiras tentativas de correlação das formações proterozóicas, tendo o segundo autor designado pela denominação de “Série de Minas” (1906) ao conjunto de rochas xistosas em discordância sobre as formações arqueanas.” (Guimarães, 1951:36)

O cunho eminentemente geológico das contribuições destes dois naturalistas evidencia o processo de especialização da ciência Geologia e da formação e consolidação de instituições de pesquisa geológica no Brasil, no qual eles próprios desempenharam papéis fundamentais. Assim, de acordo com a proposta metodológica apresentada, antes de passarmos ao resgate das contribuições geológicas, caberá a construção de um panorama do ambiente científico brasileiro, mais especificamente no que tange à Geologia, no último quartel do século XIX. Esta contextualização se torna imprescindível uma vez que compõe o elo entre as contribuições trabalhadas no capítulo anterior e as que serão tratadas neste capítulo que só começaram a se concretizar na virada para o século XX. Logo, a primeira parte deste capítulo traz a construção do ambiente que precede e propicia os avanços no conhecimento geológico do Quadrilátero Ferrífero pelos trabalhos de Gorceix e Derby.

5.1 A trajetória de institucionalização da ciência Geologia no último quartel do século XIX

A partir dos 1870 ocorreu um grande desenvolvimento econômico no eixo centro-sul brasileiro que se refletiu nas relações sociais e políticas existentes desencadeando tanto os primeiros passos da industrialização como a transição império-república. Nesse processo a ciência ganhou novo impulso como instrumento capaz de gerar o progresso material e social da nação e elevá-la aos “tempos modernos”. Trata-se da difusão no Brasil das ideologias científicas dos pensadores europeus, notadamente o positivismo de Augusto Comte (1798-1857).

“...à semelhança da ilustração setecentista – a qual procurou atualizar o Império português com relação à consolidação da ciência moderna e à primeira Revolução Industrial – esse segundo momento ilustrado procurou atualizar o Império do Brasil ante a segunda Revolução Industrial e ante os “triumfos” da ciência, que cada dia mais se especializava e se interrelacionava com a indústria.” (Figueirôa, 1997:106/107)

A expansão das lavouras de café, impulsionada pela cotação desse produto no mercado internacional, aliada à progressiva incorporação da mão-de-obra de imigrantes europeus motivada, entre outros fatores, pelo fim do tráfico negreiro no Atlântico, foi transformando o setor agrícola cafeeiro paulista num empreendimento capitalista altamente rentável. Assim, ascendeu no oeste paulista uma elite muito importante em termos econômicos, pronta a buscar uma colocação de destaque no cenário político nacional.

Por outro lado, a imigração européia em massa, que favoreceu a constituição de um mercado de trabalho, também colaborou com a formação do mercado interno para bens de consumo no país e com o incremento da urbanização, já que muitos deles se dedicaram aos setores comercial e de serviços. Desta forma, foram abertas opções de investimento para o capital acumulado pelos cafeicultores, empregado, destacadamente, na implantação de unidades industriais e abertura bancos comerciais.

“Assim, o café no eixo centro-sul expande as finanças e funda a urbanização, favorecendo o aparecimento e a ampliação de uma camada média, na qual irão circular ‘novas idéias’, nem sempre casadas com os interesses da oligarquia, formada pelos ‘barões do café’¹ (Paixão, 2000:59).

Muitos descendentes dessa burguesia urbana ascendente, composta basicamente de comerciantes e burocratas, ingressavam nas escolas superiores antes restritas praticamente aos filhos dos grandes proprietários de terra e escravos, e também clamavam por novos espaços políticos de atuação ambicionando carreiras públicas ou projeção intelectual.

¹ Aristocracia contente com o sistema do Império e fiel a D.Pedro.

Comungando com os emergentes cafeicultores e burgueses urbanos letrados a situação de relativa marginalização frente à estrutura de poder político vigente, estava também uma classe militar em formação. Com o fim da Guerra do Paraguai “os militares voltavam com ares de guardiões da pátria e buscavam encontrar seu lugar no processo de civilização do país” (Alonso, 1995:1).

A insatisfação com o universo político e cultural do Segundo Reinado uniu esses jovens representantes de segmentos distintos da sociedade com pontos de vistas heterogêneos, como uma nova elite intelectual. Eram estudantes, engenheiros, médicos, militares, enfim, homens dotados de formação técnico-científica que lançaram mão das teorias concorrentes ao liberalismo como o positivismo, evolucionismo, materialismo e o darwinismo social, para fundamentar seu discurso e legitimar a ciência como meio de civilizar o Brasil.

“Os projetos civilizatórios da contra-elite tinham por esteio as filosofias da história de Spencer e de Comte, basicamente. Porém, enquanto a luta pela vida, advogada por Spencer, adequava-se bem à índole dos bacharéis liberais, o positivismo, com sua ênfase gerida por uma classe de sábios, encontrou melhor guarida entre cientistas e militares, principalmente na corte e em São Paulo. Comte e Spencer estavam absolutamente de acordo com o papel fundamental da ciência como meio de intervenção e transformação do mundo humano e natural e como agente da modernidade e da civilização; o positivismo comteano e o evolucionismo spenceriano dão o perfeito arremate a esta concepção e, desse ponto de vista, não pesa entre eles diferença considerável. É o conhecimento científico das leis que regem a natureza e a história que torna possível a construção de projetos de civilização e de catalisadores capazes de encurtar ou minimizar as dores do processo civilizatório.” (Alonso, 1995:4)

A propagação do positivismo por aqui é considerada por muitos historiadores da ciência fator determinante no processo a implantação das ciências experimentais no Brasil, praticadas eminentemente por brasileiros (Vergara, 2003). Segundo Sérgio Buarque de Holanda (1974), até então, o ensino no Brasil era demasiadamente dedicado ao estudo das letras e humanidades em detrimento das ciências exatas e da pesquisa, o que explica o fato da maioria dos novos políticos serem egressos das escolas de Direito² e, por conseguinte, ter sido desenvolvida uma cultura marcada pela eloquência e retórica.

Entretanto, para compreender melhor as iniciativas científicas e culturais colocadas em prática no país, principalmente a partir de 1870, é preciso também voltar ao cerne deste momento histórico: o efetivo crescimento econômico. Para garantir o desenvolvimento do setor agrícola cafeeiro, indutor do progresso, era imperativo que o Estado investisse em infra-estrutura, por

² Entre 1855 e 1864 as duas Faculdades de Direito existentes no Brasil, uma em São Paulo e outra em Recife, receberam 8036 estudantes, as de Medicina, também duas, localizadas no Rio de Janeiro e Salvador, 2682, e os cursos farmacêuticos, 533 (Barros, 1986) .

exemplo, implantação de ferrovias para escoamento da safra. Daí a necessidade de adequar o ensino de forma a capacitar profissionais para atendimento dessas demandas. O desdobramento da Escola Militar, separando o ensino militar e o civil, concretizado com as criações da Escola Militar e Escola Central em 1855, é um dos vários testemunhos não só do processo de modernização mas “também de um outro processo, simultâneo e interligado, de especialização e profissionalização dos técnicos e cientistas” (Figueirôa, 1997:104). Uma nova reforma em 1874, transformando a Escola Central em Escola Politécnica, ratificou este processo com a oferta de formação em seis especialidades profissionais: engenheiros geógrafos, civis, de minas e de artes e manufaturas, bacharéis e doutores em ciências físicas e naturais e em ciências físicas e matemáticas (Figueirôa, 1997:109).

A conjugação desses fatores interligados – progresso e cientificismo – ficou expressa na política cultural-científica do Segundo Império, então o grande financiador das práticas científicas: não apenas espaços institucionais pré-existentes foram remodelados como novas instituições foram criadas. Em 1871 foi criado o Museu Paraense e, nesse mesmo ano, foi desmembrado o Imperial Observatório Nacional da Escola Central, por sua vez, transformada na Escola Politécnica do Rio de Janeiro, em 1874. Outros marcos desse processo são a fundação da Comissão Geológica do Brasil e da Escola de Minas de Ouro Preto (1875), as reformas do Museu Nacional e Colégio Pedro II (1876), a criação da Comissão Hidráulica (1879), da Imperial Estação Agrônômica de Campinas (1887), da Comissão Geográfica e Geológica de Minas Gerais (entre 1892 e 1898), do Instituto Bacteriológico de São Paulo (1892), da Escola Politécnica de São Paulo (1893), do Museu Paulista (1894), do Instituto Soroterápico de Manguinhos (1899) e, nos primeiros anos do século XX, foram criados o Instituto Butantã (1901), a Comissão de estudos das minas de carvão de pedra do Brasil – Comissão White (1902) e o Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil (1907). Figueirôa (1997), estudando a trajetória das ciências geológicas no Brasil, observa que o período entre 1870-1907...

“assistiu não somente a uma grande expansão dos espaços institucionais nos quais as ciências geológicas estiveram presentes, mas também à criação das primeiras instituições prioritariamente a elas dedicadas: três delas inspiradas no modelo dos *geological surveys* – a Comissão Geológica do Brasil, a Comissão Geográfica e Geológica de São Paulo e o Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil –, e uma voltada à formação profissional de engenheiros de minas exclusivamente – a Escola de Minas de Ouro Preto³.” (Figueirôa, 1997:240)

³ Em 1882 foi dado o primeiro passo em direção à engenharia civil com a introdução da cadeira de estradas de ferro, resistência dos materiais e construção e, em 1893, a exclusividade foi perdida, quando o título concedido passou a ser de engenheiros de minas e civis (Carvalho, 2002:67).

Na Escola Politécnica do Rio de Janeiro a geologia estava presente, com maior ou menor ênfase, na grade curricular dos cursos ofertados: a disciplina Noções de Mineralogia, Botânica e Zoologia no Curso Geral⁴, Mineralogia e Geologia nos cursos de Ciências Físicas e Naturais, Ciências Físicas e Matemáticas e Engenharia de Minas, aparecia ainda neste último, com enfoque econômico, nas cadeiras de Exploração de Minas e Metalurgia. Em 1880, Oscar Nerval de Gouveia (1856-?) foi aprovado em concurso para a cátedra de Mineralogia e Geologia, defendendo uma das primeiras teses em ciências geológicas no país: *As Rochas Plutônicas do Brasil*. Ao assumir tratou de atualizar o programa da disciplina e o laboratório e dar ênfase aos trabalhos práticos. (Figueirôa, 1997:111)

A criação da Comissão Geológica do Brasil em 1875, subordinada ao Ministério da Agricultura, Comércio e Obras Públicas, pode ser considerada um marco: era uma instituição nacional especificamente dedicada às ciências geológicas. O idealizador deste órgão foi Charles Frederic Hartt que, depois de participar da Expedição Thayer (1865) ao lado de Louis Agassiz, elegeu o Brasil objeto de suas investigações científicas e voltou ao Brasil como organizador e chefe das Expedições Morgan (1870 e 1871). Na verdade, Hartt foi bem sucedido na tarefa que se propôs: convencer o governo brasileiro da necessidade de criação de um serviço geológico sob sua direção (Figueirôa, 1997:156). Conseguiu licença na Universidade de Cornell e trouxe para integrar a equipe outros dois expoentes da Expedição Morgan: Orville A. Derby e John Casper Branner. O objetivo era estabelecer uma exploração geológica sistemática no Brasil, a exemplo dos *geological survey* norte-americanos. Entretanto, o audacioso plano de ação proposto por Hartt ficou restrito à elaboração de uma Carta Geológica do Império pelo Aviso Imperial, de 30 de abril de 1875, que regia as atribuições da Comissão. Fizeram parte ainda das equipes que excursionaram por Pernambuco, Paraíba, Alagoas, Sergipe, Pará, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio Grande do Sul, Minas Gerais e Espírito Santo, o também geólogo Richard Rathbun, os brasileiros Elias F. Pacheco Jordão e Francisco José de Freitas e o fotógrafo Marc Ferrez. Em 1877, a Comissão se encontrava reunida no Rio de Janeiro organizando em coleções as amostras coletadas e preparando relatórios quando teve suas atividades suspensas. Além da justificativa oficial de contenção de despesas em face da crise econômica que se instalara no país, Figueirôa (2000:180) atribui também a dissolução da Comissão “a lembrança do que resultara da Comissão Científica de Exploração”, uma vez que a reduzida equipe não havia conseguido, por duas vezes, cumprir o prazo final estipulado pelo governo para conclusão dos trabalhos, tal o volume de material recolhido.

⁴ Curso básico inicial para todas as seis formações.

Hartt faleceu logo depois no Rio de Janeiro, em 1878, aos 37 anos, vítima de febre amarela. Branner voltou aos Estados Unidos e publicou uma extensa série de trabalhos, mais de sessenta entre 1884 e 1922, sobre a geologia do Brasil em periódicos científicos americanos como *American Naturalist* (Philadelphia), *American Journal of Science* (New Haven), *Journal of Geology* (Chicago), *Bulletin of the Geological Society of América*. Neste último publicou, em 1919, o *Resumo da Geologia do Brasil para acompanhar o mapa geológico do Brasil*⁵. A geologia do Quadrilátero é apresentada por Branner de forma bem genérica com duas subdivisões: o Arqueano, que ele chama de Complexo Brasileiro, composto de gnaisse, granito e xisto, e o Paleozóico inferior, segundo ele, as formações de xisto, ferríferas e manganésíferas (Figura 5.1).

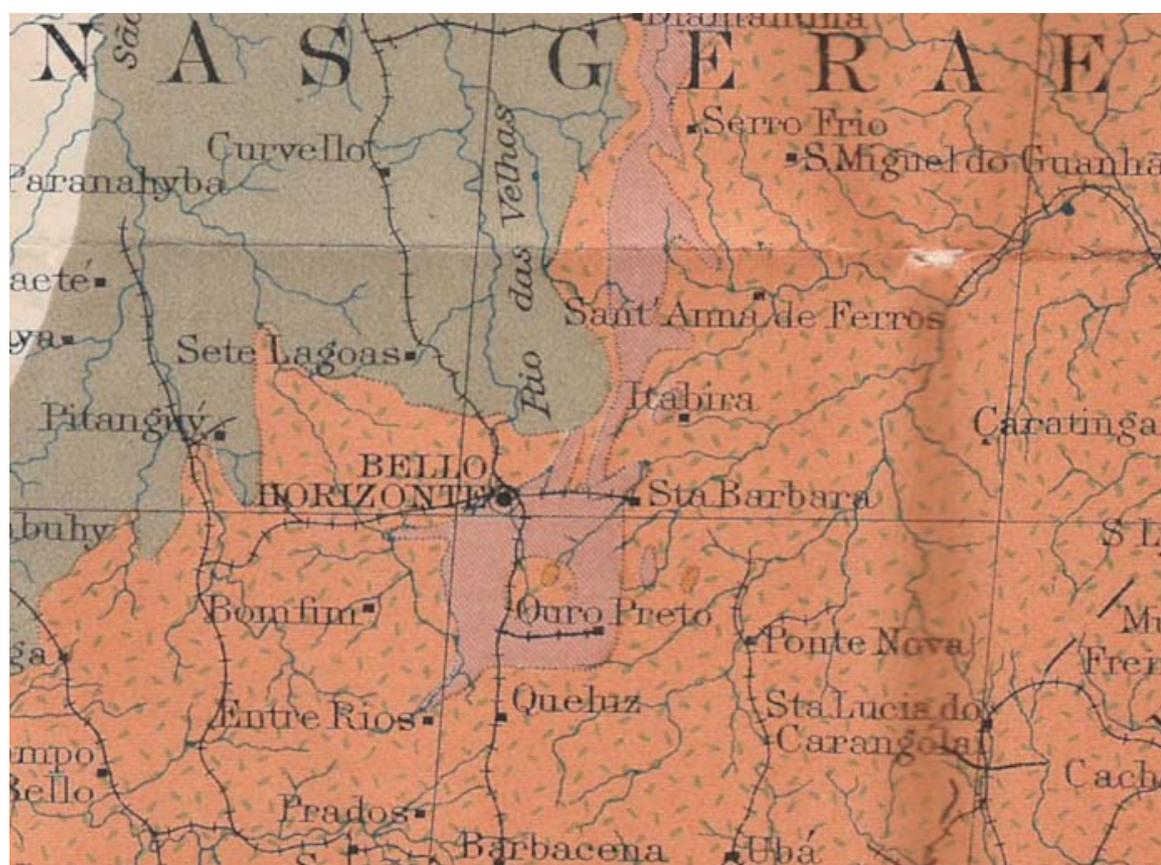


Figura 5.1 – Detalhe da região do Quadrilátero Ferrífero e legenda de seus terrenos no Mapa Geológico do Brasil de Branner, 1919. O delineamento do QF é próximo do real. A grande mancha marrom acinzentada a noroeste do QF representa o Siluriano.

⁵ Branner J.C. 1919. Outlines of the geology of Brazil to accompany the geological map of Brazil. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, v.30, n.2, p. 189-338, New York.

Numa demonstração de apreço pelo Brasil, Branner ainda publicou em 1915 um livro texto de Geologia, em português, especialmente para os estudantes brasileiros⁶. A bibliografia até então disponível em português, excetuando-se as publicadas em Portugal, conforme o próprio Branner, eram as traduções do francês de *Geologia Elementar* por N. Boubée e *Resumo da Geologia* por A. de Lapparent publicadas no Rio de Janeiro, respectivamente, em 1846 e 1898. Branner argumenta no Prefácio, que para se ter proficiência no estudo da geologia ele deve ser feito no campo, sobre terrenos ao alcance do estudante, onde seu objeto é real e tangível. Assim ele justifica seu trabalho...

“Só se pode conseguir isso, satisfatoriamente, interessando o estudante brasileiro na geologia ao seu alcance, isto é na geologia do Brasil. O presente trabalho elementar foi, por isso, expressamente preparado para uso dos estudantes brasileiros. Os exemplos citados são, tanto quanto possível, brasileiros, e as ilustrações, da mesma forma, sempre que forem valiosas. Isto posto, espera-se que a geologia não continue a parecer ao estudante brasileiro um assunto que só pertença, só diga respeito a outros povos, a outros países, a outros continentes.” (Branner, 1915:5)

Estas palavras de Branner traduzem a importância de sua obra para a geologia do Brasil⁷.

Derby permaneceu no Brasil dirigindo a Seção de Mineralogia e Geologia do Museu Nacional para onde todo o material da Comissão Geológica do Império havia sido transferido. Em 1886, o modelo da Comissão Imperial foi recriado com a instalação da Comissão Geográfica e Geológica de São Paulo, e Derby aceitou o convite para dirigi-la.

“Em virtude das características da proposta, que visava atender a uma demanda concreta do processo de modernização vivido por São Paulo, e da própria visão particular de Derby, a atuação da CGG se pautou por uma linha que poderíamos classificar de “naturalistas”. Os trabalhos foram dirigidos para diversos campos: Geologia, Botânica, Geografia, Topografia, Meteorologia, Zoologia, Arqueologia etc., na tentativa de produzir um perfil, o mais acurado possível, do meio físico paulista.” (Figueirôa, 1997:167)

Originalmente a Geologia não estava contemplada no projeto de criação da Comissão Geográfica e Geológica de São Paulo, foi incluída por requisição de Derby. Durante sua gestão foram empreendidos levantamentos em todos os ramos, sem distinção. Com seu desligamento desse órgão, em janeiro de 1905, a Geologia foi relegada a um plano secundário (Figueirôa, 1997:216). Em 1906, Derby foi incumbido de organizar o Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil,

⁶ Branner J.C. 1915. *Geologia elementar preparada com referência especial aos estudantes brasileiros e à geologia do Brasil*. Francisco Alves & Cia., Rio de Janeiro, 2ª. Ed., 396p.

⁷ Este trabalho de Branner não teria sido a primeira obra didática sobre a geologia do Brasil se as “Instruções para os Mineiros e Officiaes...” que Eschwege redigiu, praticamente um século antes, tivessem sido publicadas.

criado em janeiro de 1907, sob sua direção. Este órgão absorveria em seus quadros técnicos quase a totalidade dos engenheiros de minas formados na Escola de Minas de Ouro Preto.

A criação da Escola de Minas de Ouro Preto, pelo decreto de 6 de novembro de 1875, concretizou o antigo anseio de formação técnica de brasileiros, no Brasil, em geologia e mineralogia e o conseqüente progresso de pesquisas nessas áreas a nível nacional⁸. Obviamente o Quadrilátero, *locus* da Escola não por acaso, foi privilegiado neste sentido. Um levantamento da produção relativa a geologia, mineralogia e paleontologia do Brasil, elaborado por Branner e publicado no *Bulletin of the Geological Society of América*⁹, mostra claramente a Escola de Minas como um marco.

“Apesar de a produção brasileira ser ainda constringidamente escassa em relação à estrangeira, uma primeira geração de brasileiros começava a surgir, formada quase que exclusivamente por ex-alunos de Ouro Preto (só Capanema¹⁰ não pertencia a esse grupo). Antes da Geração de Ouro Preto, a produção brasileira era esparsa e escassa, limitando-se a um ou outro diretor da Seção da Mineralogia e Geologia do Museu Nacional e à cadeira de Geologia e Mineralogia da Escola Central, às vezes a mesma pessoa. Os Anais da Escola de Minas começaram a publicar, partir de 1881, os primeiros trabalhos do grupo liderado por Gorceix.” (Carvalho, 2002:110)

A indicação do nome de Claude Henri Gorceix para instalar e dirigir um estabelecimento de ensino de geologia no Brasil foi feita a D. Pedro II por Auguste Daubrée, colega do imperador na Academia de Ciências e recém nomeado diretor da Escola de Minas, ambas de Paris. A liderança e capacidade desse cientista francês, tanto administrativa como técnica, parece unanimidade. Gorceix imprimiu à Escola de Minas o que ficou lá conhecido como “Espírito Gorceix”, uma

⁸ A idéia de criação de uma escola de minas era antiga. A primeira iniciativa data do início do século e está contida no alvará de maio de 1803, então a nova lei de mineração, de autoria do Intendente Câmara que propôs “... o estabelecimento de escolas mineralógicas e metalúrgicas semelhantes às de Freiberg [na Saxônia] e Schemnitz de que tem resultado àqueles países tão grandes e assinaladas vantagens” (RIHGB, v. 416:326). Em 1804, o bispo de Olinda, D. José Joaquim da Cunha de Azeredo Coutinho, em seu “Discurso sobre o estado atual das Minas do Brasil”, apesar de defender o fortalecimento da agricultura como atividade econômica mais duradoura do que a mineração, propôs a criação de cinco “escolas de mineralogia nas praças principais das capitâneas do Brasil, e especialmente nas de São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Cuiabá e Mato Grosso”. Eschwege, durante sua estada no Brasil, também apregou a necessidade de mão de obra especializada para atuação nas minas, defendia a “criação de um departamento específico para a administração de mineração, porém sob a condição de que seus funcionários, desde o presidente até o mais humilde escrevente, tenham estudado ciências da mineração na teoria e na prática, como é costume nos países em que a mineração e a metalurgia estão em pleno florescimento” (Pluto brasiliensis, 1833). Em 1823 foi aprovada pela Assembléia Legislativa a Proposta de lei do Deputado Manoel Ferreira da Câmara para criação de uma escola de minas que seria sediada em Mariana, era sua segunda tentativa, a primeira foi enquanto Intendente dos Diamantes. Em 1830 Bernardo Pereira de Vasconcellos apresentou um projeto para o ensino de mineralogia e metalurgia no Conselho Geral da Província de Minas Gerais, aprovado em 1832.

⁹ Branner J.C. A bibliography of the Geology, Mineralogy and Paleontology of Brazil. *Bulletin of the Geological Society of America*, v.22, p. 1-132, 1909.

¹⁰ Guilherme Schüch (1824-1908), o barão de Capanema, nasceu em Minas Gerais e era filho do austríaco Roque Schüch, bibliotecário e diretor do Gabinete de História da Imperatriz Leopoldina. Depois de se formar em engenharia de Minas na Escola Politécnica de Viena, voltou ao Brasil, se doutorou em Ciências Físicas e Matemáticas pela Escola Militar, onde lecionou Mineralogia e Geologia.

combinação entre a teoria e a prática, com ênfase na criatividade e na pesquisa¹¹. Os trabalhos práticos consistiam, além de intensas horas em laboratórios, em excursões na região de Ouro Preto e outras mais longas no período de férias, em geral até a fábrica de ferro em São João de Ipanema em São Paulo. O rigor era igualmente aplicado aos professores e aos alunos, ambas as categorias tinham que se dedicar integralmente à Escola.

Outra característica marcante da administração Gorceix era a preocupação com a realidade econômica brasileira em especial a de Minas Gerais, tendo estabelecido como tarefa fundamental da Escola o levantamento das riquezas minerais não só de Minas como do país e a promoção de seu aproveitamento.

Os resultados de sua gestão não demoram a aparecer, os trabalhos de campo da primeira turma resultaram em dois artigos publicados nos *Anais do Museu Nacional*, a partir de 1881 os trabalhos do grupo de Gorceix passaram a ser publicados nos *Anais da Escola de Minas*. Entretanto, os testemunhos mais contundentes do sucesso do método de ensino aplicado são os próprios pesquisadores formados na Escola entre eles Joaquim Cândido da Costa Sena que inclusive sucedeu Gorceix na cátedra e na diretoria da escola de Minas, Francisco de Paula Oliveira, João Pandiá Calógeras, Miguel Ribeiro Arrojado Lisboa, Luiz Caetano Ferraz, Euzébio Paulo de Oliveira e, destacadamente, Luiz Felipe Gonzaga de Campos (Carvalho, 2002).

As contribuições de Gonzaga de Campos, Luciano Jacques de Moraes, Djalma Guimarães, Octávio Barbosa e outros ex-alunos da Escola de Minas de Ouro Preto, constituirão o capítulo seguinte deste trabalho, uma nova fase de valorização das riquezas minerais do Quadrilátero. Passaremos a tratar agora não mais da atuação do Gorceix administrador, mas do legado ao entendimento da geologia do Quadrilátero desse “completo químico e mineralogista, e um consumado geólogo, colaborador da mais adiantada ciência de seu tempo” (Arrojado Lisboa *in*: Carvalho, 2002:49) e da contribuição de Derby no que tange ao Quadrilátero.

¹¹ As aulas foram iniciadas em 1876, não sem problema para conseguir os primeiros alunos. Gorceix atribuiu tanto esta dificuldade inicial quanto o fato recorrente do número de alunos aprovados ser inferior ao limite de 10 imposto para cada turma, ao rigor no concurso de admissão, à falta de preparo dos candidatos por causa do baixo nível do ensino secundário no Brasil, às incertezas quanto ao futuro da Escola fruto das críticas que sofria, às dificuldades impostas aos ex-alunos para se integrarem ao mercado de trabalho e, por fim, sua localização (Carvalho, 2002:56/57).

5.2 A visão de Gorceix

A formação de Gorceix, obviamente, marcaria suas pesquisas, assim ele desenvolveria seus estudos sobre as rochas da região central de Minas Gerais observando, principalmente, sua natureza e composição química e mineralógica.

O trabalho de Gorceix de maior interesse para este estudo foi publicado em duas partes, consecutivamente, nos volumes 1 e 2 dos Anais da Escola de Minas de Ouro em 1881 e 1883. A primeira parte é um esboço do que seria delineado na segunda: uma proposta de divisão estratigráfica “para os terrenos que se estendem do Rio de Janeiro a Diamantina segundo o Meridiano da primeira cidade e a grande cadeia de separação das águas da província de Minas” (Gorceix, 1883:6).

Suas observações iniciais lhe permitiram, na primeira publicação, apresentar divisões para as principais rochas que formam os terrenos do centro de Minas Gerias, segundo ele, as quartzosas e as xistosas, que se acham sobre uma base de gnaisses, granitos e micaxistos que afloram em várias partes nas bacias da região.

Os quartzitos são divididos em dois níveis, inferiores e superiores, em função de sua posição estratigráfica e da predominância de uma ou outra das duas principais substâncias que acompanham o quartzo, “uma substância verde e o ferro oligisto” (hematita).

Segundo Gorceix, os inferiores, caracterizados pela presença desta matéria verde, foram denominados, erroneamente, quartzitos talcosos por causa de suas propriedades semelhantes ao talco. Por análises químicas, Gorceix concluiu se tratar de micaxisto. Por sua vez, estes quartzitos inferiores foram subdivididos. A subdivisão inferior tem como característica a distribuição do micaxisto em camadas, caracteristicamente, as “Pedras das Lages” em Ouro Preto e, a camada superior é a dos itacolomitos, onde o micaxisto se encontra disseminado irregularmente, podendo inclusive desaparecer. Caracteriza esta subdivisão o Pico do Itacolomi, e a ela também pertencem “a Serra da Cachoeira, a do Caraça, e a maior parte dos terrenos que se estendem deste a cidade de Conceição até a de Diamantina” (Gorceix, 1883:3). Fica explicitado que, assim como Eschwege, Gorceix não distingue os itacolomitos do Quadrilátero dos do Espinhaço.

Já o andar superior dos quartzitos, distinguido por Gorceix, se caracteriza essencialmente pela presença do “ferro oligisto”, ou seja, itabiritos.

“As camadas dessas rochas, as quais conservarei o nome de itabiritos, atingem em várias localidades potencias de mais de 200m e constituem as mais ricas jazidas de minério de ferro do mundo, não só por causa da pureza com também pela facilidade de extração.” (Gorceix, 1881:3)

Gorceix também apresenta uma subdivisão para os itabiritos, mas deixa claro que, ao contrário da subdivisão dos quartzitos inferiores que foi baseada em posicionamento na coluna estratigráfica, esta não tem fundamento geológico, baseia-se apenas em suas características: os arenosos e friáveis são conhecidos como “jacutinga” e os compactos e duros que são chamados de “pedras de ferro”.

Para as rochas xistosas, que Gorceix julga muito mais difíceis de classificar, apresentou nesta primeira parte de seu trabalho apenas duas divisões: xistos inferiores aos itabiritos e xistos superiores aos itabiritos ou pertencentes ao mesmo grupo.

Gorceix finaliza enxergando mais um nível na coluna estratigráfica:

“As rochas mais modernas dessa região são representadas por depósitos horizontais de conglomerados formados à custa das rochas subjacentes. O mais importante destes conglomerados é o que geralmente é conhecido pelo nome de “canga”; é constituído por fragmentos de itabiritos cimentados por uma argila ferruginosa.” (Gorceix, 1881:9)

Esta primeira visualização da estratigrafia da região do hoje Quadrilátero por Gorceix, seria amadurecida e publicada na segunda parte de seu estudo. Antes porém de apresentar a divisão proposta, Gorceix chama atenção para dois pontos que marcariam sua contribuição: Primeiramente que as rochas até então designadas **talcoxisto**, por sua composição, deviam ser consideradas **micaxisto** e depois para o “caráter **metamórfico** e cristalino muito pronunciado” da série inferior (grifo nosso). Na verdade não se trata de discussão sobre existência de metamorfismo ou não, o que está sendo introduzido por Gorceix é a terminologia “metamórfico”.

As nove divisões estabelecidas por Gorceix são as seguintes:

- I. Gnaisse porfiroidal – Leptinito – Pegmatito;
- II. Gnaisse de grãos finos - Anfibolitos – Dioritos;
- III. Micaxistos;
- IV. Xistos micáceos escamosos, fibrosos, com grafita, estauroлита, distênios e calcáreos;
- V. Quartzitos com mica verde ou sericita - itacolomitos, veeiros de quartzo com pirita e ouro e calcáreos;
- VI. Xistos micáceos passando a filitos – itabiritos e calcáreos;

- VII. Quartzitos sericítico (Itacolomi) ou não (Caraça);
- VIII. Quartzitos pouco perturbados e pouco micáceos;
- IX. Canga.

A série inferior corresponde a que os outros autores designam de terrenos primitivos ou Arqueanos e compreende as seis primeiras divisões. A Primeira Formação Primitiva de Eschwege está subdivida nas séries I, II e III e corresponde ao embasamento cristalino. Barbosa (1949) identificou os grupos que compõem as divisões VI, V e IV como o que veio a ser posteriormente a Série Minas e, as divisões VIII e VII, como a Série Itacolomi. Ao citar Barbosa vale chamar atenção para a mudança na forma de apresentar, não ainda uma coluna estratigráfica, mas um esquema do ordenamento geológico dos terrenos. Assim como Eschwege, Gorceix faz a apresentação esquemática de sua proposta segundo a ordem da posição geológica de baixo para cima, colocando no primeiro item os terrenos mais antigos. Barbosa, ao tratar da divisão apresentada por Gorceix, faz a inversão do ordenamento, colocando no topo os terrenos mais recentes como é usual até hoje.

É muito instrutiva a discussão de Gorceix sobre o emprego do termo “metamórfico”, posto que para sua argumentação dá as linhas gerais da evolução do embasamento. Embora declare “pouco útil” discutir o emprego de diferentes palavras para exprimir fatos sobre os quais não há nenhuma divergência, Gorceix opta por expor os motivos que o fazem designar como terrenos metamórficos aqueles, até então, chamados de primitivos.

Começa por dizer que “estes terrenos proviriam, para os que empregam o termo primitivo, da consolidação da superfície da terra passando ao estado de planeta”. Essas rochas provenientes da cristalização por resfriamento devem ter sofrido modificações importantes sob ação da água e dos gases que teriam se condensado por causa da redução da temperatura na superfície terrestre. Entretanto, argumenta que “para os partidários numerosíssimos dessa maneira de ver, as ações mecânicas teriam muito menos importância do que as transformações químicas”.

Abstendo-se de enumerar prós e contras sobre sua tese, define o emprego da terminologia escolhida.

“Sirvo-me da expressão metamórfica para indicar que as rochas às quais a aplico, rochas cuja cristalinidade nas camadas inferiores é muito pronunciada, devem o seu aspecto atual às ações secundárias posteriores, ou talvez em parte contemporâneas, à sua formação por sedimentação”. (Gorceix, 1882:8)

Explica que estas ações secundárias podem estar ligadas a erupções, a emanações gasosas, fenômenos geysierianos ou outros, mas que sua característica dominante, a estratificação, viria

“de seu modo de formação primitiva onde os agentes mecânicos exerceram o papel mais importante”.

Gorceix reconhece que o exame de algumas amostras como gnaisses com a mica perfeitamente orientada segundo planos paralelos ou com estrutura granular remetendo a dos granitos ou micaxisto onde os elementos se encontram perfeitamente cristalizados “parece dar razões contrárias a que sustento”. Entretanto, argumenta ele, que os gnaisses e micaxistos da base dos terrenos metamórficos de Minas passam por transições insensíveis a xistos micáceos, mas a estratificação é visível; a quartzitos “no meio dos quais Mr. Derby assinalou perto de Curral d’El Rey uma camada de conglomerados”, a filitos, “rochas quartzosas da série superior”, incontestavelmente sedimentares que, de tão homogêneas, por muito tempo não se diferenciou as do topo das do meio que, por sua vez, estão ligadas ao embasamento cristalino.

Gorceix então conclui...

“Para mim umas e outra tem uma origem comum detrítica: porém os agentes metamórficos modificaram mais profundamente, alteraram de modo mais completo as camadas inferiores. Justificando deste modo o nome que dou às rochas de que me ocupo...”

E dá por encerrada a discussão “... vou continuar a preencher o programa ao qual me propus.” (Gorceix, 1882:9)

No texto Gorceix expressa muita segurança, quase uma certeza, de que as divisões que estabeleceu para os terrenos metamórficos permaneceriam, já com relação à utilização do termo “metamórfico” expõe sua dúvida.

“... não creio que estudos posteriores venham modificar muito este conjunto [seis primeiras divisões apresentadas], que não me parece dever dar lugar a discussões. Não acontece o mesmo quanto ao termo metamórfico, que tenho empregado e que foi substituído por uma escola na qual contam-se os mais ilustres geólogos, pelos de primitivo e Arqueano.” (Gorceix, 1883:8)

Interessante é que o futuro mostraria exatamente o inverso. Vale lembrar que Gorceix se valia apenas de análises e ensaios físico-químicos e dos aspectos cristalográficos macroscópicos para determinação de minerais e rochas. O microscópio de luz polarizada, amplamente utilizado os dias de hoje com este objetivo, não era ainda facilmente acessível. Entretanto, nos dois trabalhos Gorceix coloca a necessidade da utilização da microscopia petrográfica para estudos mais detalhados.

5.3 A visão de Derby

Entre os muitos trabalhos publicados por Derby é no relatório intitulado Reconhecimento Geológico dos Vales do Rio das Velhas e Alto São Francisco, de 1882, fruto de seu trabalho junto à Comissão Hidrográfica do São Francisco¹², que ele apresenta suas observações sobre a parte central da província de Minas onde as rochas, segundo ele, no geral se apresentam em camadas e devem ser consideradas como rochas metamórficas.

Derby divide essas rochas em cinco grandes grupos, chamando atenção então para seu caráter estratificado e para o metamorfismo acentuado em quatro deles:

“Este metamorfismo aparece em diversos graus ou no estado perfeitamente cristalino, dos elementos das rochas no estado semicristalino, na introdução de elementos cristalinos no meio de outros que não o são perfeitamente ou, finalmente, numa mudança física no caráter da rocha sem cristalização dos elementos, como por exemplo, na produção de clivagem de ardósia em xistos não cristalinos.” (Derby, 1882:10)

A divisão proposta, conforme Derby explicita, se baseia nos caracteres mineralógicos das rochas e mais ainda em suas relações estratigráficas e faz sua apresentação segundo a ordem de sua posição geológica de baixo para cima:

- 1º grupo - Rochas eminentemente cristalinas: granitos, sienitos, gnaiss, mica e xistos;
- 2º grupo - Quartzitos (itacolomitos), itabiritos, xisto e calcário;
- 3º grupo - Quartzitos (superiores) passando a conglomerados, que se assemelham muito, em aspecto e composição mineral, aos quartzitos do grupo 2, mas se destacam por sua posição estratigráfica;
- 4º grupo - Xistos argilosos, calcários e grês (arenitos): ardósias e mármore pelo metamorfismo;
- 5º grupo - Grês (arenitos) e xistos não metamorfosados.

Faz observação sobre a possibilidade de criar um grupo para os depósitos superficiais de canga e outro para o lignito. Quanto à canga, explicita serem seus depósitos de importância apenas local e, quanto ao lignito (Bacia do Fonseca), se exime por não tratar dele em tal trabalho. Nos dois últimos grupos, 4º e 5º, são descritas as rochas do atual Grupo Bambuí, como este não se apresenta na região do Quadrilátero vamos nos abster de tratar desses dois grupos neste trabalho.

¹² A Comissão de estudo de navegabilidade do São Francisco e Rio das Velhas era dirigida pelo engenheiro norte-americano William Milnor Roberts com a participação de engenheiros brasileiros como Teodoro Sampaio e Benjamim Franklin de Albuquerque Lins.

Apesar de não apresentar um mapa geológico, Derby detalha a localização geográfica dos diferentes grupos. Descreve os afloramentos do 1º grupo, hoje os complexos cristalinos, nas partes mais baixas, algumas vezes bastante acidentadas, limitados pelo sistema orográfico da região. Sendo estes afloramentos das rochas não decompostas raros e distantes uns dos outros, “no geral é pelo caráter da terra ou piçarra, proveniente da decomposição da rocha que se tem que determinar caráter primitivo desta”. Justifica assim ter diferenciado apenas os grandes grupos porque, este tipo de observação, raramente é suficiente para discriminar os membros que os constituem.

Derby compartilha da opinião de Gorceix não apenas na questão de designá-las metamórficas, expressão usada correntemente no texto e às vezes justificada: “É possível que parte destas sejam de origem eruptiva, mas, no geral, as rochas se apresentam em camadas e devem ser consideradas como metamórficas” (Derby, 1882:11). Mas, também no que tange à ausência de talco neste grupo:

“Diz-se também que os xistos micáceos deste grupo passam às vezes a xistos talcosos e clorídricos, mas nada pude observar a este respeito, e acho possível que haja equívoco devido a uma confusão das rochas do 1º e 2º grupos.” (Derby, 1882:11)

No 2º grupo, estão reunidos todos os quartzitos (itacolomitos), itabiritos e xistos micáceos argilosos que viriam a compor a Série Minas proposta por Djalma Guimarães em 1931. Neste trabalho Derby compartilha não só da visão de Eschwege sobre os Quartzitos, sem distinção entre estas rochas presentes no Quadrilátero e no Espinhaço, como sobre a grande extensão desta Serra. Na reprodução a seguir, de trecho da descrição da localização deste grupo, isto é patente:

“Há motivo para supor que formam uma zona contínua, ou quase contínua, ao longo de toda extensão da Serra do Espinhaço, desde o rio São Francisco até Paraná, e talvez passem deste limite, tanto para o norte como para o sul”. (Derby, 1882:13)

Derby distingue deste grupo anterior um quartzito superior que passa a conglomerado fazendo-o constituir o grupo 3. Chama atenção que devido à sua semelhança, em aspecto e composição, com os quartzitos do grupo 2 tem sido confundido e unido a ele numa mesma série geológica, provocando uma generalização destas rochas quartzosas sob o nome de itacolomito desde Eschwege. Em função exatamente desta confusão Derby coloca que, sem um estudo aprofundado, é impossível saber sua real distribuição, mas as coloca como dominantes na região Diamantina e dá como certo que as rochas desse grupo constituem também o Pico do Itacolomi e parte da Serra de Ouro Branco. Pela primeira vez então, estavam individualizadas e descritas como um grupo as rochas que comporiam a Série Itacolomi, excetuando-se as da região de

Diamantina é claro, que mais tarde seriam diferenciadas e incluídas em outra unidade estratigráfica. Derby instrui como identificá-las:

“Geralmente a falta de xistosidade e o modo irregular em que estão dispostos os folhetos de mica são os melhores caracteres para distinguir o quartzito superior. Quando a rocha se apresenta na forma de conglomerado, ou quando tem seixos disseminados na massa, este caráter serve para distinguir, posto que este meio é às vezes falaz porque, como temos visto, aparecem raramente conglomerados no grupo inferior.” (Derby, 1882:22)

Tanto quando trata do 2º como do 3º grupo, Derby faz ressalvas no sentido de que estudos futuros poderiam mostrar a necessidade de subdividi-los, no caso do 2º de forma mais enfática como mostrado a seguir:

É provável que um tal estudo [mais profundo] mostre a necessidade de dividir o grupo de que eu aqui trato, de um só em diversas subdivisões ou talvez em grupos independentes. Na falta de tais estudos porém, somos obrigados a considerar juntas as rochas que, variando muito entre si, tem, entretanto, certos caracteres mineralógicos em comum e que se destacam das outras rochas da região por falta de concordância na estratificação, ao passo que até hoje não tem sido observada falta alguma de discordância entre as camadas das rochas aqui reunidas.” (Derby, 1882:14)

Para este grupo então, Derby parece antever as subdivisões que viriam, pela primeira vez, com Harder e Chamberlin, em 1915. Já com relação ao 3º grupo foi um passo a identificação e individualização dessas rochas, mas ainda não havia diferenciação entre a estrutura geológica do Quadrilátero e do Espinhaço. Na verdade, esta última observação vale também para o 2º grupo, pois só modernamente esta separação estratigráfica foi reconhecida, fazendo com que a Serra do Espinhaço ficasse limitada, ao sul, pela Serra das Cambotas.

Aliás, para o processo de redefinição da Serra do Espinhaço a publicação de Derby, de 1906, é um marco. Apesar de Derby creditar a Eschwege um redesenho do que ele havia definido como Serra do Espinhaço quase um século antes: um conjunto de várias unidades orográficas que formam um divisor de águas entre os rios São Francisco e Doce e ainda entre aqueles rios que deságuam nos rios Uruguai, Paraná e São Francisco, não encontramos nenhum registro nos trabalhos de Eschwege, inclusive nos inéditos no Brasil, sobre esta revisão. Assim creditamos a Derby a restrição da Serra do Espinhaço à leste da bacia do São Francisco basicamente, de maneira que grande parte das elevações que constituem os divisores de água do Rio Paraná passam a compor a Serra da Mantiqueira e, do Rio Uruguai, a Serra do Mar. Este novo entendimento da dimensão da Serra do Espinhaço, entre, aproximadamente, Ouro Preto ao sul e Juazeiro, ao norte, observa Derby, é muito adequado e importante porque designa um sistema orográfico bem marcado por suas particulares topografia, geologia e características tectônicas.

Conseqüentemente, Derby passa a reconhecer apenas três grupos de rochas na composição da Serra do Espinhaço:

“As rochas que entram na composição da Serra do Espinhaço pertencem naturalmente a três grupos, cada um deles deverá certamente ser dividido em dois ou mais. São elas: (1) Gnaisses e micaxistos; (2) xistos, quartzitos e calcário das regiões auríferas; (3) quartzitos e arenitos das regiões diamantíferas. A elas estão associados granitos e outras rochas eruptivas as quais, aparentemente, não penetraram nas séries superiores e presumivelmente as antecedem.” (Derby, 1906:395)

Sugere então o nome Série Minas para o 2º grupo:

“A série xistosa da Serra do Espinhaço e regiões adjacentes, a qual talvez seja conveniente denominar Série Minas, consiste num grande complexo predominantemente de xistos argilosos, com massas subordinadas de quartzito comum, quartzito ferruginoso (itabiritos passando a puro minério de ferro) e calcários.” (Derby, 1906:396)

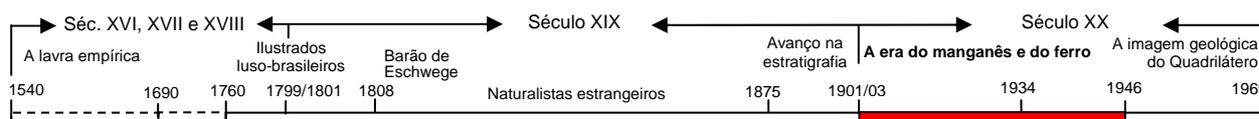
Detalha ainda, que essas rochas apresentam alto grau de decomposição sendo caracterizadas por um pequeno ou grande desenvolvimento de minerais de mica, biotita, sericita, hematita micácea, clorito, talco, entre outros. Nota-se que Derby não utiliza o termo itacolomito, muito provavelmente, por causa da generalização dos quartzitos sob esse nome reclamada por ele algumas vezes em seus trabalhos “*which has been an incubus on Brazilian geological studies*” (Derby, 1906:375).

Derby ainda reconhece a distinção entre as rochas com metamorfismo acentuado da região de Ouro Preto e de Diamantina e as rochas dobradas com aspecto não metamorfisado e relativamente mais moderno da seção baiana da Serra do Espinhaço (Série Lavras), evidenciando a possibilidade de eventos de deformação locais no Brasil, e conseqüente constatação de idades diferentes.

As publicações seguintes de Derby sobre o Quadrilátero se enquadram no que entendemos como um outro momento de estudos do Quadrilátero, onde sobressai a geologia eminentemente econômica. Logo no início do século XX as principais contribuições viriam de pesquisadores ligados a órgãos governamentais nacionais e, sobretudo, a companhias inglesas e norte-americanas, cujo interesse recaía sobre os depósitos de manganês e de ferro do Quadrilátero.

CAPÍTULO 6

GEOLOGIA ECONÔMICA: A ERA DO MANGANÊS E DO FERRO



Em fins do século XIX e início do século XX, apesar da política oficial continuar priorizando a agricultura exportadora, notadamente o café, começam a aparecer os reflexos do apelo capitalista por minerais industriais: carvão, petróleo, ouro, ferro, manganês e, pouco mais tarde, alumínio. Com a intensificação e diversificação do processo de industrialização, principalmente pós-Primeira Guerra, e conseqüente aumento da demanda por combustível e matéria-prima, a questão do levantamento das reservas minerais brasileiras e da siderurgia nacional ganha outra dimensão. Mais do que uma demanda do setor industrial, a implementação da produção de ferro e aço no Brasil era também uma preocupação do governo por causa do peso das importações desses produtos na balança comercial. Vinha também ao encontro de uma antiga reivindicação do setor agrícola, para o qual o ferro é essencial, e que havia crescido na proporção da importância do café na economia. Some-se ainda o clamor dos

“nacionalistas e industrialistas defensores de uma indústria nacional, que utilizavam argumentos baseados tanto numa proteção aos capitais nacionais quanto na defesa de um patrimônio da nação (as jazidas); e quadros técnicos egressos, principalmente, da Escola de Minas de Ouro Preto, parte deles pertencente ao Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil.” (Figueirôa, 1997:223)

Assim, a política governamental para as atividades científicas seria reorientada revitalizando o caráter prático da ciência e as riquezas minerais do Quadrilátero seriam, mais uma vez, o centro das atenções. Desta feita, o manganês e o ferro.

6.1 Publicidade e Interesse

Na realidade, já se sabia tanto da existência de manganês e de ferro em Minas Gerais quanto da necessidade de dinamizar a exploração e a siderurgia de alto-forno, há muito tempo. Como já visto, Eschwege, por volta de 1811, identificou a ocorrência desses dois minérios. Outros pesquisadores, que passaram por Minas Gerais durante o século XIX, certificaram a abundância de ferro na região. Por volta de 1887, foram identificadas jazidas de manganês no corte da estrada de ferro Central do Brasil perto de Miguel Burnier, nas proximidades de Ouro Preto. A questão é que o Brasil não possuía levantamento das reservas e nem dispunha de recursos para o grande investimento que se fazia necessário para viabilizar a lavra, o processamento e o transporte para exportação ou a implantação de uma grande siderúrgica, nem tampouco tecnologia. Para se ter uma idéia, em 1872, o Governo de Minas Gerais, já havia tentado resolver o problema do transporte do minério de ferro para a viabilização da lavra. Por força de lei, concederia garantia de juros de 7% à companhia que se propusesse a construir uma estrada de ferro ligando Ouro Preto, capital da província, pelo Vale do Rio Doce até Vitória, Espírito Santo. Este projeto só seria iniciado em 1903, viabilizado pela organização da “Companhia Estrada de Ferro Vitória a Minas” – CEFVM.

Na virada do século, a controvérsia sobre o papel das companhias estrangeiras na exploração dos recursos minerais e o apelo nacionalista sobre a adoção de uma política protecionista tinham razão de ser. O interesse dos países produtores de aço, principalmente a Inglaterra, pelas jazidas de manganês e ferro de Minas Gerais já era patente.

Em 1901, o geólogo inglês Herbert Kilburn Scott, depois de uma estada em Minas Gerais fazendo pesquisas, publicou em Londres o trabalho *The manganese ores of Brazil*¹, para o qual Derby apresenta uma discussão no mesmo periódico². Em 1902, Scott volta a publicar sobre os depósitos minerais de Minas, desta vez dois artigos sobre o ferro *The iron ores of Brazil*, em Londres, e *Iron ores of Brazil*, em Nova York³. Além de apresentar um mapa localizando alguns dos principais depósitos, descreve as características químicas do minério de ferro e divide o minério primário em “minério de hematita maciça”, para o qual atribui um teor de ferro da ordem de 60 a 70%, e o “xisto micáceo ferrífero ou itabiritos” (Suckau, inédito).

¹ Scott H. K. 1900. The manganese ores of Brazil. *Journal of the Iron & Steel Institute*. London, v.LVII, n.1, p. 202-208.

² Derby O. A. 1900. On the manganese ores of Brazil (Discussion of an article by H.K. Scott). *Journal of Iron & Steel Institute*. London, v. LVII, p. 203-208.

³ Scott H. K. 1902. The iron ores of Brazil. *Journal of the Iron & Steel Institute*. London. Separata, 20p.
_____ 1902. Iron ores of Brazil. *Eng. Min. Journal*. New York, v. 74, p. 750.

No ano seguinte, 1903, no artigo *The gold fields of the State of Minas Geraes, Brazil*, Scott inclui no mapa de localização das minerações de ouro, os depósitos de manganês até então conhecidos (Figura 6.1).

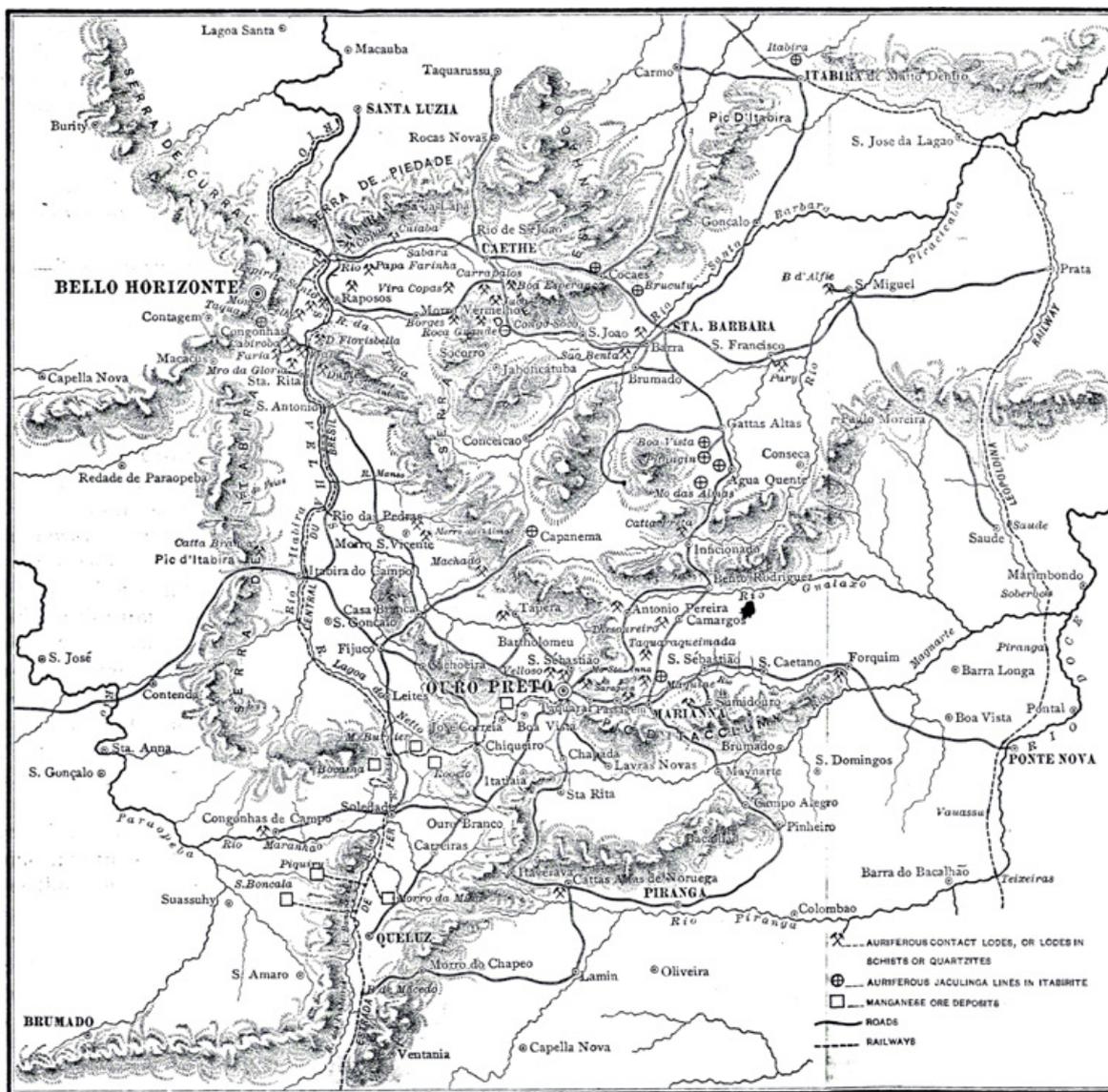


Figura 6.1 - Mapa das minerações de ouro em Minas Gerais, com a localização dos depósitos de manganês (Scott, 1903)

Outro inglês, J. Thomas Richards, também publicou suas *Notes on the iron ore deposits of Brazil* em Londres, 1902.

Oliveira (1934) registra a intensa aquisição de jazidas de minério de ferro por estrangeiros entre 1905 e 1920. A constituição republicana de 1891 havia aberto esta prerrogativa. No que refere ao direito de propriedade das minas, o chamado sistema dominial vigente durante o Império, no qual o subsolo pertence à nação, foi substituído pelo sistema norte-americano, submetendo a

propriedade das minas à da superfície. Assim, em 1909, o grupo inglês *Brazilian Hematite Syndicate*, organizado por capitalistas ingleses, já era proprietário de uma parte das jazidas de ferro de Itabira e também da maioria das ações da CEFVM, tanto que alterou completamente o projeto original da tão ambicionada ferrovia de ligação de Minas ao litoral, segundo seu interesse para transporte do minério, diminuindo o custo do frete. Em 1911, o empresário norte-americano Percival Farquhar assumiu o controle acionário do *B. H. Syndicate* e rebatizou a empresa com o nome de *The Itabira Iron Ore Company*. As outras minas de ferro de Itabira pertenciam a norte-americana *Brasilian Iron and Steel Company*.

Derby havia começado a dar publicidade internacional às reservas de manganês ao publicar em Washington, em 1899, o artigo *Manganese in Brazil*⁴. Em 1901, depois de descobrir minério de manganês de alto teor numa mina de ouro abandonada em Queluz, hoje Conselheiro Lafaiete, Derby volta a publicar sobre os depósitos de manganês: *On the manganese ore deposits of the Queluz (Lafayette) District, Minas Gerais, Brazil*⁵. Neste artigo, Derby identifica três faixas manganésíferas distintas neste distrito, uma na parte oeste marcada pelas minas de Piquiry e São Gonçalo, outra a nordeste, limitada a norte pelo depósito do Morro da Mina e ao sul pelo de Água Limpa e, por último uma central representada pelo depósito de Barroso. Derby concluiu que esses depósitos eram derivados, por decomposição e oxidação, de um minério original composto de granada manganésifera, anfibólio, ilmenita, rutilo, apatita e quantidades variadas de quartzo. Ao minério primário, ou protominério, Derby denominou “queluzito” (Pires & Cabral, 2001). Depois que Eugen Hussak⁶, em publicação de 1906⁷, comunicou a descoberta de carbonatos no protominério do Morro da Mina, Cons. Lafaiete, Derby fez novas pesquisas e observou a existência de rodonita, confirmando a tese de Hussak. Publicou então, em 1908, outro artigo⁸ no qual redefiniu a composição do protominério, anteriormente apresentada, incluindo carbonato.

⁴ Derby O.A. 1899. Manganese in Brazil. *U.S. Geol. Surv. Annual Report*, 20 th., part IV, p. 140-142.

⁵ Derby O. A. 1901. On the manganese ore deposits of the Queluz (Lafayette) District, Minas Geraes, Brazil. *Amer. Jour. Sci.* New Haven. Ser. 4th., v. XII, p. 18-32.

⁶ O mineralogista austríaco Eugen Hussak (1858-1911) formou-se na Universidade de Leipzig, onde foi discípulo de Ferdinand Zirkel, um dos fundadores da moderna petrografia. Vindo para o Brasil, trabalhou na Comissão Geográfica e Geológica de São Paulo, na Comissão de Exploração do Planalto Central para a escolha da nova Capital e, em 1907, foi nomeado petrógrafo do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil.

⁷ Hussak E. 1906. Über die Manganerzlager Brasilien. *Zeits. f. Prakt. Geol.*, Halle, v. 14, p. 237-239.

⁸ Derby O. A. 1908. On the original type of manganese ore deposits of the Queluz district, Minas Geraes, Brazil. *Amer. Jour. Sci.* New Haven. Ser. 4th., v. XXV, p. 213-216.

Em 1909, foi veiculado no *The Times*, Londres, e no *Eng. Min. Journal*, Nova York, um pequeno artigo de Derby sobre as reservas de minério de ferro do Brasil. Foi um prenúncio da comunicação que faria ao mundo no ano seguinte.

Realmente o trabalho que causou mais impacto foi o artigo que Derby submeteu, em 1910, ao XI Congresso Internacional de Geologia, realizado em Estocolmo. Havia, à época, notadamente por parte dos países produtores de aço, uma grande preocupação com o esgotamento das reservas mundiais de ferro, sendo este o tema do Congresso. Na publicação organizada pelo Comitê Executivo sob o título *The iron ore resources of the world* a chamada para os resumos dos trabalhos apresentados não era o título, nem o autor, mas o país. Pelos números exibidos por Derby, o mundo então tomou conhecimento das imensas reservas de minério de ferro de Minas Gerais.

Neste trabalho, intitulado *The Iron Ores of Brazil*, Derby apresenta uma estimativa para as reservas de minério de ferro da região central em Minas Gerais da ordem de 5710 Mt, enfatizando que este valor deve ser multiplicado muitas vezes em se tratando de Brasil, uma vez que esta era a única área no Brasil até então investigada e para qual se tinha valores capazes de subsidiar uma comunicação segundo o tema do Congresso. Deste total, 2000 Mt seriam de minério “*in situ*” naturalmente exposto na rocha, ocupando posições topográficas proeminentes, com baixo fósforo e com teores de ferro de 50 a 70%, ao qual denominou de *Quarry ore*; outras 2000 Mt seriam de minério rolado, produto da denudação do *Quarry ore*, o *Rubble ore* (itabiritos), com cerca de 50% de ferro; e o restante, 1710Mt, de *Canga*, o conglomerado ferrífero formado pela cimentação do *Rubble ore* por limonitização. Desconsiderando a categoria por ele designada *Sandy ore*, minério erodido posicionado nos vales.

A comunicação inclui dois mapas. O primeiro é de localização da área em relação ao litoral e das vias comunicação entre estas duas regiões. Derby detalha no texto os trechos da ferrovia existentes, em construção e projetados da região até o porto de Vitória - ES, buscando, evidentemente, esclarecer a viabilidade de exportação do minério de ferro (Figura 6.2).

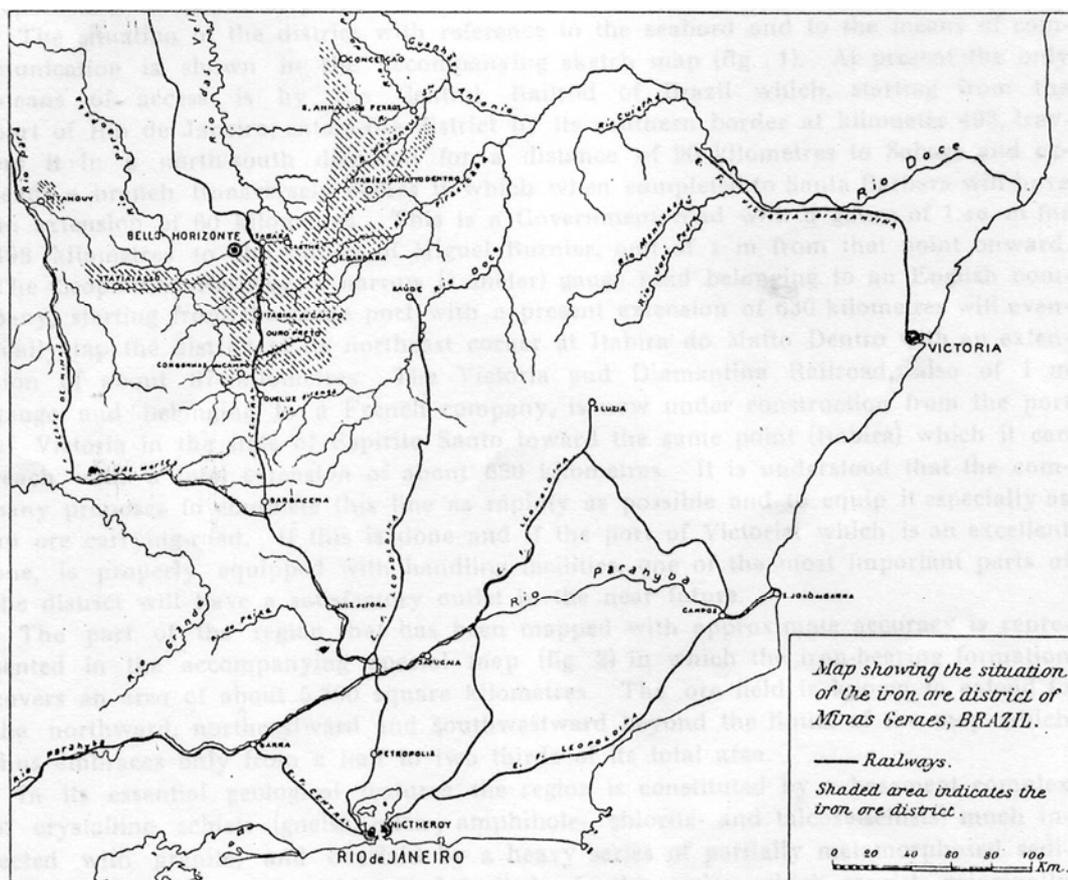


Figura 6.2 - Mapa de localização da região ferrífera de Minas Gerais em relação ao litoral e dos meios de comunicação entre estas duas regiões (Derby, 1910:815)

A área de aproximadamente 5.700km² coberta por formações ferríferas é apresentada no segundo mapa. Trata-se exatamente da imagem do Quadrilátero Ferrífero com suas feições geológicas principais e os depósitos de minério de ferro localizados até então (Figura 6.3).

Como exemplo do que poderia se esperar em termos de reservas quando a região fosse mais bem conhecida, Derby apresenta o volume de minério estimado de nove depósitos:

- 1) Gaya – 72.000.000 m³;
- 2) Conceição - 80.000.000 m³;
- 3) Esmeril - 19.000.000 m³;
- 4) Cauê (Pico de Itabira) - 33.000.000 m³;
- 5) Pitanguy - 14.000.000 m³;
- 6) São Luiz - 8.000.000 m³;
- 7) Pico de Itabira do Campo - 8.000.000 m³;

8) Rio de Peixe - 10.000.000 m³;

9) Cocaes - 3.000.000 m³.

Utilizando uma densidade de 4 g/cm³ para o minério, o somatório de 247.000.000 m³ resulta em reservas da ordem de 988 Mt. Na relação, como se observa, já aparecem alguns dos depósitos que se configurariam entre os mais importantes de Minas Gerais.

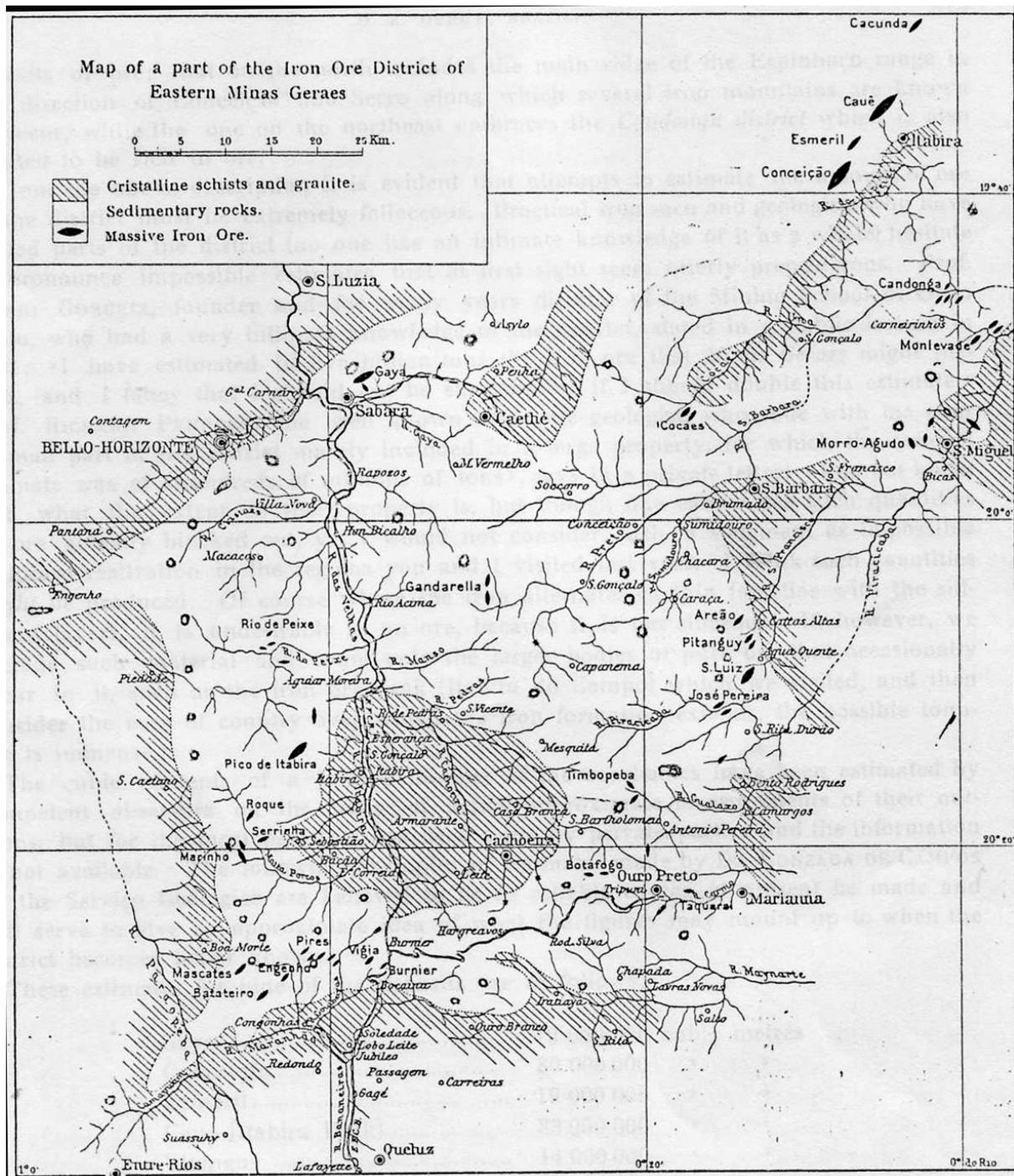
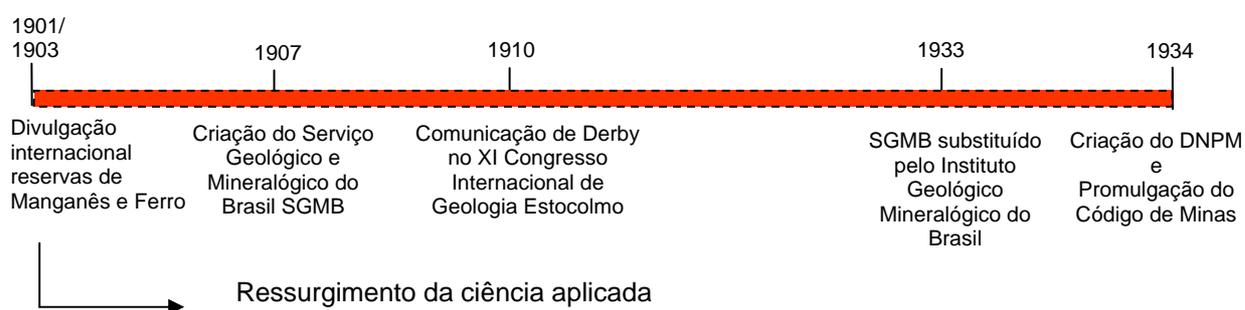


Figura 6.3 - Mapa do distrito ferrífero do centro de Minas Gerais com a localização dos maciços de minério de ferro compacto (Derby, 1910:816)

Derby, por várias vezes no texto, informa ter se baseado quase que exclusivamente em informações de Dr. Gonzaga de Campos do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil que, “nos últimos dois anos esteve ocupado com o mapeamento topográfico e geológico do distrito”. De fato, Luiz Felipe Gonzaga de Campos (1856-1925), engenheiro de minas pela Escola de Minas de Ouro Preto em 1879, havia sido incumbido por Derby das investigações da região central de Minas Gerais assim que entrou para o SGMB, no ano de sua fundação, com a recomendação do chefe de ter especial cuidado com o reconhecimento dos depósitos de minério de ferro, a fim de coligir dados para o resumo a ser enviado para o Congresso de Estocolmo. Gonzaga de Campos contou com a ajuda dos engenheiros Benedicto dos Santos e Cícero de Campos. Resultados deste trabalho, bem como de outros sobre a indústria siderúrgica e assuntos correlatos estão contidos em um relatório datado de dezembro de 1914, porém publicado somente em 1922 sob o título “Informações sobre a Indústria Siderúrgica” (Gonzaga de Campos, 1922).

Uma iniciativa semelhante à do Congresso de Estocolmo, um balanço das riquezas de minério de ferro mundiais, foi realizada em 1952 no XIX Congresso Internacional de Geologia sediado em Argel. As jazidas de minério de ferro do Brasil foram apresentadas por L. J. de Moraes, J. v. Dorr II, P. W. Guild e A. L. Barbosa (Moraes et al., 1953). Interessante registrar que o mapa constante no resumo apresentado neste Congresso é, com pouquíssimas alterações, o de Gonzaga Campos de quase 40 anos antes. O que comprova o grande trabalho que este geólogo brasileiro havia empreendido.

6.2 O ressurgimento da ciência aplicada



O Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil - SGMB, criado em janeiro de 1907, foi mais um capítulo do ciclo da influência norte-americana, no conhecimento geológico e mineral do Brasil, iniciado em 1875 quando da criação da Comissão Geológica do Império, segundo o modelo norte-americano dos *Surveys*.

“Os *geological surveys* – ou serviços geológicos, em sua tradução livre para o português – são quase uma marca registrada do desenvolvimento institucional das ciências geológicas no mundo durante o século XIX, principalmente em virtude da consagração do mapeamento geológico como uma forma especial de se fazer pesquisa científica em geologia e de se apresentar os resultados”. (Figueirôa, 1997:148)

Assim, suas atribuições tinham um cunho eminentemente prático, entre elas o levantamento sistemático de recursos minerais. Derby foi convidado a organizá-lo e foi o seu primeiro diretor.

Em 1915, o governo, frente a seus novos projetos políticos e às suas necessidades econômicas, em função inclusive de reflexos da Primeira Grande Guerra, como dificuldades de importação de matéria-prima, baixou um regulamento determinando expressamente que os trabalhos do SGMB se pautassem estritamente pelo caráter econômico e utilitário, evitando investigações puramente científicas. Esta readequação da linha de atuação do SGMB é apontada como causa do suicídio de Derby naquele ano.

Em 1905, Derby foi afastado da chefia da Comissão Geográfica e Geológica de São Paulo, porque se entendeu que seu perfil não era adequado para conduzir o novo plano de atuação elaborado para aquela instituição. Figueirôa (2002), analisando este fato, percebe o afastamento de Derby e a missão a ele atribuída, redação de memórias sobre a riqueza do subsolo e geologia de São Paulo, ligados à questão mais ampla da “ciência pura” x “ciência aplicada”.

“A Derby, naturalista, cientista de renome internacional, “sábio” (tanto no sentido elogioso quanto depreciativo), caberiam os trabalhos de gabinete, as pesquisas de cunho “eminente científico”. A João Pedro Cardoso [técnico que o substituiu na chefia], engenheiro civil, homem prático e bem mais jovem, competiria conduzir o “desbravamento do sertão”. Pretendia-se, em suma, com essa divisão interna do trabalho, readequar a antiga instituição de inspiração naturalista às exigências do novo tempo.” (Figueirôa, 1997:196)

Deixando de lado circunstâncias particulares e demais personagens distintos, numa visão simplista então, a história se repetia dez anos depois. Se na primeira situação Derby pediu demissão, a esta ele não resistiu. Agora “o sertão” eram as ocorrências de recursos minerais e fontes energéticas e, para “desbravá-las”, assumiu a direção da SGMB Gonzaga de Campos, substituindo Derby.

É unânime a opinião de que Gonzaga de Campos conseguiu imprimir o ambicionado caráter econômico-utilitário à atuação do SGMB. Carvalho (2002) observa a influência do “Espírito Gorceix” na visão desenvolvimentista de Gonzaga de Campos estampada em iniciativas como a criação da Seção de Forças Hidráulicas e a Estação Experimental de Combustíveis e Minérios e a realização de estudos sobre siderurgia e eletrometalurgia, indústrias de cimento e químicas.

Com a revolução de 1930, inicia-se um novo processo de constituição do Estado brasileiro que põe fim à hegemonia política e econômica das oligarquias agrárias e procura estabelecer a supremacia do interesse público sobre o privado, num claro movimento de centralização do poder na esfera federal. No sentido de viabilizar então a regulação e intervenção do Estado na economia se processa tanto uma reformulação na estrutura administrativa pública, visando uma organização racional do trabalho, quanto na legislação. O setor mineral não ficou alheio a essas mudanças: foram reformulados a estrutura pública administrativa relacionada à gestão dos recursos minerais e o direito mineral.

“A busca da racionalização dos órgãos administrativos se traduz numa das primeiras medidas tomadas após a vitória da Revolução de 30 que foi o desmembramento do Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio nos Ministérios do Trabalho, Indústria e Comércio e Ministério da Agricultura ao qual estavam subordinados os órgãos dos recursos minerais.” (Bongiovanni, 1994:33)

Dando seqüência ao processo de reestruturação, em janeiro de 1933, o Ministério da Agricultura passou a ter uma Secretaria de Estado e três Diretorias: de Agricultura, de Indústria Animal e de Pesquisas Científicas. Esta última abrigava o Instituto Geológico e Mineralógico do Brasil, órgão que substituíra o SGMB. Em março do ano seguinte, numa nova reforma do Ministério da Agricultura, foi criado Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM⁹, assim estruturado: Diretoria Geral, Serviço de Fomento da Produção Mineral, Serviço Geológico e Mineralógico, Serviço de Águas e Laboratório Central da Produção Mineral. Os principais cargos do DNPM foram ocupados principalmente por professores e engenheiros egressos da Escola de Minas de Ouro Preto.

Quatro meses depois, em 10 de julho de 1934, evidenciando a tomada de consciência da importância do setor mineral e dos setores de geologia e mineração, era promulgado o Código de Minas do país. Entre as principais mudanças introduzidas estão: a legislação mineral passava a ser de competência exclusiva da União; a jazida é um bem imóvel distinto da propriedade do solo e pertencente à União, respeitando-se os direitos adquiridos através do “manifesto da mina”; pesquisa e lavra por autorização do governo da União, somente para cidadãos brasileiros ou empresas organizadas no Brasil. Estes princípios são válidos até hoje, seja pela Constituição Federal, seja pelo Código de Mineração de 1967 e legislação subsequente.

A elaboração de projetos visando a ampliação do conhecimento dos recursos naturais, principalmente aqueles considerados estratégicos para a industrialização, traduz a política estatal para o setor mineral. Além de levantamentos de fontes energéticas como o carvão mineral,

⁹ O DNPM funcionou ligado ao Ministério da Agricultura até 1960, quando foi criado o Ministério das Minas e Energia.

petróleo e potencial de quedas d'água, foram empreendidas pesquisas geológicas e mineralógicas visando um cadastro, tão completo quanto possível, dos recursos minerais existentes. Em 1933, ainda no âmbito do Instituto Geológico e Mineralógico do Brasil, foi elaborado pela Diretoria de Minas um programa de estudo exaustivo dos depósitos auríferos do centro de Minas Gerais com o intuito de conhecer o seu valor econômico. Com a criação do DNPM, este estudo passou a ser um dos principais trabalhos da Divisão de Fomento da Produção Mineral nesta região.

“Os trabalhos nos depósitos auríferos consistiram no estudo da estratigrafia e estrutura da região, em levantamentos topográficos das áreas mineralizadas, na limpeza, desobstrução e amostragem das minas estudadas, em ensaios semi-industriais de minérios, em análises de minérios de ouro e em estudos petrográficos de minérios e rochas.” (Moraes e Barbosa, 1936:4)

Em se tratando do Quadrilátero, a publicação em revistas técnicas dos resultados desses estudos somados àqueles advindos das pesquisas de minério de ferro e manganês se tornaram importantes fontes de informação sobre a geologia da região.

Por um longo período então, o conhecimento geológico da região central de Minas Gerais seria mais uma vez produto, especialmente, da ciência aplicada. O mesmo interesse econômico que guiava as ações do governo brasileiro, implementadas inicialmente pelo SGMB e depois pelo DNPM, motivava as empresas estrangeiras, que enviavam geólogos de seus quadros para investigação e levantamento das reservas no Brasil, notadamente de ferro, em caráter confidencial. São os trabalhos destes técnicos, estrangeiros e brasileiros, que se caracterizam como importantes contribuições na primeira metade do século XX que abordamos a seguir.

6.3 Linhas gerais dos avanços

6.3.1 Contribuições de estrangeiros

➤ Hussak

Eugen Hussak (1858-1911), enquanto petrógrafo do Serviço Geológico e Mineralógico, realizou importantes trabalhos sobre a gênese de jazidas minerais brasileiras, notadamente as do Quadrilátero Ferrífero, e escreveu inúmeros artigos que incluem a descrição de novas espécies minerais como derbylita (1895) e tripuhyita (1897), ambas encontradas nos arredores de Ouro Preto e gorceixita e ainda outras em co-autoria com George Thurland Prior (1862-1936) — lewisita (1895), zirkelita (1895), senaita (1898) e florencita (1900). Também é autor de um

manuscrito sobre as minas de ouro do Brasil, aproveitado por D. Guimarães na publicação “As minas do Brasil e sua legislação”, de Pandiá Calógeras, Tomo 3º (1938).

Na publicação sobre a ocorrência do paládio e da platina no Brasil (1906), Hussak define a jacutinga, restringindo esta designação apenas às porções auríferas do Itabirito.

“Como jacutinga devem ser considerados os depósitos em forma de núcleos e faixas, no itabirito, sempre estreitos, com 50 centímetros de espessura apenas, e que se caracterizam por enorme teor de ouro, que em geral falta ao resto do itabirito, por completa ausência de piratas e pela ocorrência de núcleos, ora talcosos, ora puramente argilosos, acompanhados de pirolusito pulverulento.” (Hussak, 1906, apud Oliveira, 1931:152)

Esboça hipóteses diferentes para a origem da jacutinga em função da variação de sua composição mineral.

“No itabirito há freqüentemente depósitos estreitos de calcário rico em magnetita e silicato de magnésia; chega-se à conclusão de que uma parte desses núcleos de jacutinga devem ser equiparados a esses calcários de contato, ricos em magnetita e que agora, completamente decompostos, formam núcleos intercalados no itabirito. Por outro lado, é mais provável que os núcleos de jacutinga ricos em argilas micáceas e contendo turmalina (com casiterita), tenham uma origem granítica, tanto mais que em muitos itabiritos, veios de quartzo com feldspato continuam-se sem interrupção através de itabirito e da jacutinga.” (Hussak, 1906, apud Oliveira, 1931:152)

Mas não apresenta especificamente explicação para a ocorrência de ouro e dos outros minerais associados.

➤ **Harder e Chamberlin**

Os professores norte-americanos Edmund Cecil Harder (1882-?) e Rollin Thomas Chamberlin (1881-?) estiveram em Minas Gerais algumas vezes a partir de 1911 e publicaram o artigo *The geology of Central Minas Gerais, Brazil*, em 1915, apresentando um ordenamento estratigráfico e um mapa geológico do Quadrilátero. A apresentação da área revela a importância dada a seus depósitos de minério de ferro.

“... e é ao longo dos flancos desta faixa da Serra do Espinhaço que estão sendo descobertos atualmente os mais extraordinários depósitos de minérios de ferro de alta qualidade que parecem destinados a desenvolver uma grande indústria no futuro.” (Harder e Chamberlin, 1915:343)

A sucessão estratigráfica elaborada divide os terrenos metamórficos da Série Minas de Derby (1906) e é apresentada no ordenamento do topo para a base:

Terciário e Quaternário:

- Aluvião, cascalho rolado

- Argila Terciária e lignito
- Depósitos de canga

Mesozóico e ou Terciário Inferior

- Conglomerado Diamantina

Provavelmente Algonquiano¹⁰

- Quartzito Itacolomi
- Xisto e quartzito Piracicaba
- Formação ferrífera Itabira
- Xisto Batatal
- Quartzito Caraça

Provavelmente Arqueano

- Gnaisse, granito e xisto

Harder e Chamberlin esclarecem que, como não foi possível determinar a relação definitiva entre o xisto e o gnaisse, presumiram então ser o xisto parte componente do “*basement complex*”. Contudo, antevêm que no futuro, certamente, investigações deverão indicar que alguns dos xistos, se não todos, pertencem a formações sedimentares superiores.

O grifo de *basement complex* citado acima é nosso. A intenção é chamar atenção para o termo em si. Os autores utilizam também no texto a expressão “*complex of ancient crystalline rocks*” para se referir ao embasamento. Provavelmente, foi a primeira vez que estas expressões, que permanecem na literatura geológica da região, foram utilizadas. Já tínhamos observado que, principalmente com Gorceix, começa surgir a terminologia atual. Entretanto, notadamente, o competente trabalho de distinção das formações, de ordenamento geológico e de designação com “nomes geológicos apropriados tirados das localidades onde ocorrem exposições que as caracterizam” (Harder e Chamberlin, 1915:345), faz desta contribuição um marco.

Especificamente sobre a designação Itabira, o texto destaca a magnitude do Pico que motivou o nome da série (Figura 6.4).

“O nome para a Formação ferrífera Itabira foi tirado do Pico de Itabira, perto da cidade de Itabira do Campo, a extraordinária montanha de esplêndida hematita especular que é um marco paisagístico visível a muitas milhas de distância.” (Harder e Chamberlin, 1915:359)

¹⁰ Equivalente ao Proterozóico, foi introduzido na nomenclatura pelos geólogos norte-americanos e era usual à época.



Figura 6.4 – Vista a partir da Serra da Moeda para leste com o Pico do Itabirito ao fundo (Foto: M^a Márcia Machado, 2008)

Conforme se pode perceber na coluna estratigráfica já apresentada, Harder e Chamberlin dividiram a Série Minas em: “Quartzito Caraça” basal, seguido do “Xisto Batatal”, depois “Formação ferrífera Itabira” e, no topo, “Grupo Piracicaba”. Em essência, esta divisão estratigráfica e a nomenclatura permanecem as mesmas desde então, compondo o hoje Supergrupo Minas. A Formação Batatal foi incluída no Grupo Caraça. A partir desta publicação também ficou definida a Série Itacolomi “o membro mais novo das séries sedimentares regulares já descobertas no centro de Minas” (Harder e Chamberlin, 1915:364).

Paralelamente a descrição de cada unidade estratigráfica, os autores apresentam seu entendimento para a gênese e ambiente geológico, construindo então sua teoria sobre a evolução do Quadrilátero. Para a Série Minas, por exemplo, percebem a sedimentação inicialmente em ambiente continental passando depois para o marinho e, especificamente, com relação às formações ferríferas acreditam numa sedimentação clástica, sendo o acúmulo de ferro devido à ação de bactérias, hipótese de um modelo biogênico, e não por precipitação química. Também consideram as formações ferríferas singenéticas, independentemente da porcentagem de ferro, incluindo a sedimentação da hematita pura, compacta.

Explicando que a distribuição das formações é bem marcada pelo relevo, sendo as maiores elevações e os picos compostos por quartzito e formação ferrífera, rodeados por áreas mais baixas, pequenas montanhas e vales, de xisto, gnaisses e granitos, apresentam seu mapa geológico da região (Figura 6.5).

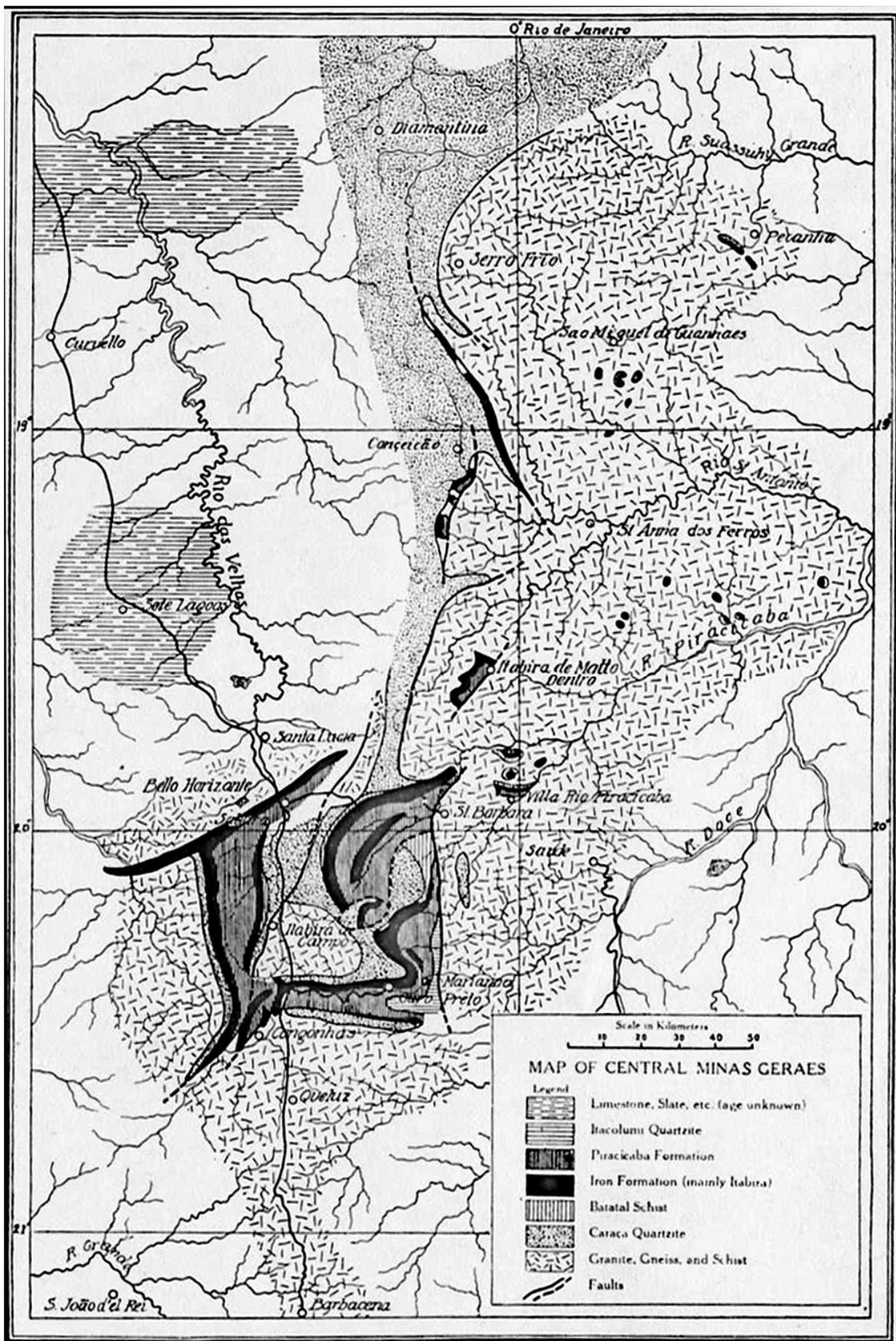


Figura 6.5 - Mapa geológico da área central de Minas Gerais (Harder e Chamberlin, 1915)
 Como o xisto foi agrupado ao gnaiss e granito e não há distinção entre o quartzito do Quadrilátero e o do Espinhaço, estas duas formações aparecem com as dimensões bastante avantajadas.

➤ Rimann

Eberhard Rimann (1882 - 1944), geólogo e petrógrafo do SGMB, fez duas viagens a Minas Gerais, em julho de 1914 e junho de 1915, percorrendo a região entre Cons. Lafaiete, na época Queluz, ao sul, e Diamantina ao norte, tendo tido a oportunidade de atravessar a Série de Minas nos seus diferentes horizontes, como ele próprio afirma na sua publicação sobre esta Série, de 1920 em periódico alemão.

Conclui que os sedimentos pré-silurianos da Série de Minas não representam um período geológico uniforme, reconhecendo discordâncias que o permitiram distinguir três subdivisões. São elas da base para o topo:

- Andar inferior – Camadas Itabira
- Andar médio – Camadas Diamantina
- Andar superior – Camadas Itacolumi

O autor não fornece informações sobre os locais onde foram identificadas as discordâncias descritas, talvez pelo formato de resumo expandido do artigo. Apenas faz a caracterização petrográfica dos grupos e discorre sobre as ocorrências. Nas Camadas Itabira, equivalente ao conjunto dos atuais Supergrupos Rio das Velhas e Minas, reconhece, de forma inédita, a variação de fácies dos filitos.

“As Camadas Itabira ocorrem na região entre Itabira do Campo [Itabirito] no oeste e Itabira do Mato Dentro [Itabira] no nordeste com espessura extraordinária. **Petrograficamente trata-se de filitos com variação de fácies para calcário e barita**, depósitos de minério de ferro e manganês e quartzitos; podem ser subdivididos segundo as suas características petrográficas da seguinte maneira:

- Filitos, em horizonte superiores com camadas de calcário e barita;
- Quartzito e itabirito (jacutinga);
- Depósitos de minério de ferro e manganês;
- Xisto grafitoso e quartzito.” (Rimann, 1920, grifo nosso)

Não distingue os quartzitos de suas “Camadas Diamantina” (atualmente Supergrupo Espinhaço) daqueles existentes no Quadrilátero, contudo declara que estas camadas “são muito características e bem espessas na região de Diamantina” e ainda que “as muitas falhas tectônicas que afetaram os sedimentos da Série de Minas na sua totalidade, a semelhança petrográfica e a ausência de discordâncias nítidas na parte sul da região de estudo” dificultam a diferenciação “especialmente no caso dos quartzitos”.

Nos quartzitos das “Camadas Itacolumi” de Ouro Preto identifica estratificação cruzada: “Este quartzito mostra muito bem a estrutura paralela discordante, porém ainda é incerto se isto pode

ser tomado como um guia característico do quartzito Itacolomi na comparação com aqueles das Camadas Itabira e Diamantina” (Rimann, 1920).

➤ Freyberg

Bruno von Freyberg (1894 – 1981), professor da Universidade de Erlangen, Alemanha, fez quatro viagens de pesquisa para América do Sul entre 1925 e 1930. Depois de uma estada em Minas Gerais, também reconheceu a importância da mudança de fácies dentro da Série de Minas e apresentou um estudo histórico e comparativo das divisões estratigráficas (1932). A exemplo de Rimann, identificou a discordância entre a Série Itacolomi e a Série de Minas, e também divide esta última em três grupos: os xistos inferiores (basal), seguido dos quartzitos e xistos que passam a itabirito e o grupo dos xistos superiores com camadas lenticulares de calcário. Para as hematitas compactas, mais uma vez concorda com Rimann, admitindo uma singênese com as demais formações ferríferas. A divisão geológica proposta para os terrenos de Minas Gerais é apresentada em um mapa (Figura 6.6). Ressalta-se que, para ele, a Série Minas não se estende até a região Diamantina, mas compõe, juntamente com a Série Itacolomi, as Formações Espinhaço.

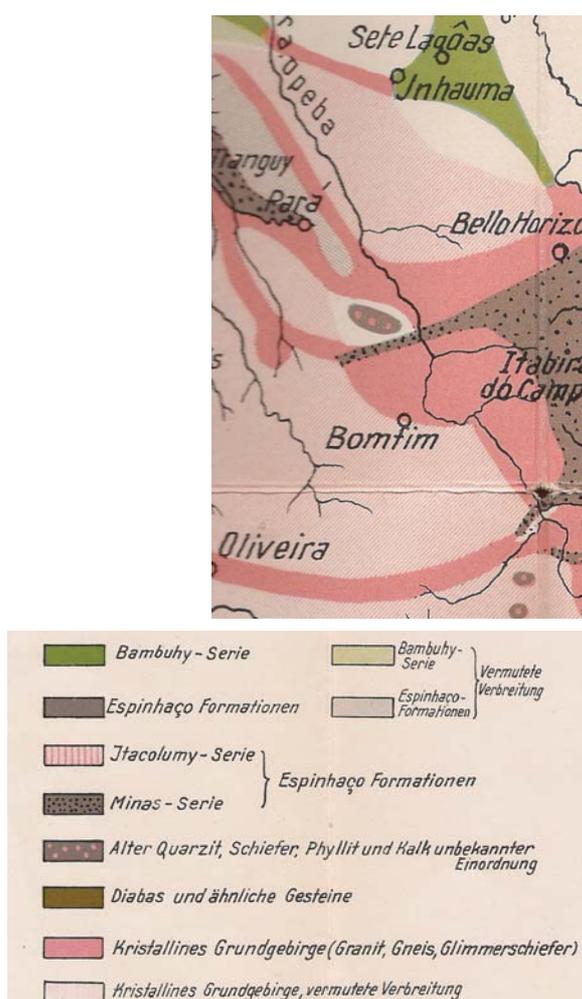


Figura 6.6 – Região do Quadrilátero Ferrífero no mapa geológico de Minas Gerais de Freyberg e respectiva legenda, escala 1:2.000.000 (Freyberg, 1932) Além do embasamento e da Série Minas, é distinguida a Série Itacolomi.

Em 1934 Freyberg publicou outro trabalho sobre Minas Gerais, desta vez tendo como foco a geologia econômica. Apresenta o mais completo inventário dos recursos minerais de Minas Gerais, à época, com extensa bibliografia. Individualiza o minério de ferro segundo suas fácies, aproveitando a já consagrada nomenclatura introduzida por Eschwege: o fácies “*itabirito puro*” que seria o minério de ferro compacto, duro, sem impurezas; o “*quartzo-itabirito*, compacto, porém com quartzo; o “*Jacutinga puro*”, minério puro de ferro, friável; e o fácies “*quartzo-jacutinga*”, minério friável, com quartzo. Todos estes “fácies” sedimentares teriam estado sob efeito de forte metamorfismo, muito provavelmente, o responsável pelo enriquecimento do ferro.

➤ **Brajnikov**

Boris Brajnikov publicou, em 1947, um trabalho dedicado especificamente à estrutura tectônica do Quadrilátero. Apesar de incipiente, trata-se antes da concepção de uma história a partir das estruturas observadas do que propriamente da construção de um modelo, entretanto foi um passo para o entendimento do complexo arcabouço estrutural da região. Conforme coloca no seu “*Essai sur la tectonique de la région à l’est de Belo Horizonte*”, fundamentado em suas pesquisas pessoais e observações cuidadosas de cortes geológicos apresentados por diversos autores, acredita “que uma relativa calma tectônica se estabeleceu na região desde a deposição das camadas da Série Minas, atribuída por geólogos locais ao Algonquiano inferior, até justamente o Terciário.” Com relação ao “complexo fundamental” relata a dificuldade de reconhecer os movimentos uma vez que várias fases sucessivas de granitização encobrem as estruturas antigas. Chama atenção para o fato do comportamento desigual das unidades litológicas em face de esforços mecânicos produzir uma falsa aparência de discordância angular. Por exemplo, o xisto possibilita deformação plástica e deslizamentos, o que não permitem materiais mais rígidos e cisalhantes de outras formações o que pode provocar “dobramentos desarmônicos” e não discordâncias. Brajnikov ao registrar a disposição “anormal” em alguns lugares dos gnaisses sobre a Série Minas, na maioria das vezes com ligeira discordância, reporta as ocorrências ao fenômeno de cavalgamento da crosta “empurradas em direção norte ou oeste”. Para a Série Minas observa no geral uma “constância notável” tanto na direção quanto no mergulho dos estratos, predominantemente para o leste e da ordem de 40°; as grandes variações são localizadas e bruscas a direção muda de leste para oeste e a inclinação fica próxima da verticalidade.

A partir dessas e de outras observações, frisando serem os dados esparsos e a inexistência de um mapa geológico detalhado, Brajnikov estabeleceu alguns preceitos básicos a partir dos quais fundamentou um esquema da história tectônica e morfológica da região, são eles: a região tem

estrutura monoclinial; independente da idade geológica os depósitos apresentam a mesma deformação; não reconhece grandes discordâncias a partir do Algonquiano, os depósitos terciários parecem concordantes com os subjacentes; é passível a existência de uma pequena discordância angular entre a Série Minas e os depósitos subjacentes; a idade geológica dos deslocamentos principais responsáveis pela estrutura atual é posterior àquela das camadas terciárias; não existem depósitos marinhos mais recentes do que a Série Bambuí, o Secundário (Mesozóico) e o Terciário conhecidos em Minas Gerais são continentais, o mar então não invadiu a região desde os tempos “primários”; se reconhece uma fase de contração no mecanismo tectônico que produziu cavalgamentos e uma fase mais tardia de distensão que levou à formação de falhas normais.

Vale ressaltar algumas fases da evolução traçada pelo autor. Frente à impossibilidade de tratar de eventuais movimentos do Arqueano, “a deformação mais antiga da qual se pode talvez encontrar vestígios” se localiza entre as Séries Minas e Bambuí, correspondente ao fim do Algonquiano inferior ou início do médio. Após a transgressão marinha do Bambuí, ocorrida ao longo do Primário, a região entrou no regime continental que perdura até os nossos dias. Durante o Secundário e início do Terciário houve uma forte evolução morfológica, “as camadas subhorizontais das formações antigas foram profundamente entabuladas e seccionadas e perderam sua continuidade”, ocorrendo afloramento do maciço cristalino desnudado. A movimentação inicial do Terciário parece ter sido um soerguimento da região seguida de atividade vulcânica e retomada de erosão, com deposição nas bacias e vales, marcando uma interrupção na atividade tectônica. Em seguida houve uma ação de compressão, seguida de deslocamentos e cavalgamentos locais. Brajnikov expõe que não se pode esquecer que as formas estruturais se devem à deformação do maciço granito-gnáissico...

“não é nada impossível que o complexo fundamental erigido pelo esforço tectônico tenha começado por se dobrar com um grandíssimo raio de curvatura, mas uma vez ultrapassada sua resistência ele tenha se quebrado em numerosos blocos de dimensões mais ou menos importantes que se acomodaram cada um por seu modo, deslizando uns sobre os outros, levando sobre si pacotes de sedimentos e empurrando outros pacotes adiante desses.” (Brajnikov, 1947:332)

Coloca o autor que a tectônica forneceu o ambiente para ação dos agentes de alteração externa, rochas absolutamente frescas em contato com materiais profundamente alterados. Credita a esse processo “a formação de certos relevos importantes, tais como a Serra da Piedade, a serra do Curral Del Rey e, talvez, o maciço montanhoso do Caraça” (Brajnikov, 1947:332).

Para a canga, sua teoria é um tanto equivocada, admite a possibilidade de formação a partir de “tufos vulcânicos” do Cretáceo e também a existência de idades diferentes para esta formação.

Aponta outra movimentação tectônica importante, talvez já no Quaternário, segundo ele, acompanhada de fraturamentos e falhas, que acredita ter desempenhado papel fundamental na morfologia da rede hidrográfica atual. Finalizando coloca que os terraços fluviais mais ou menos bem conservados que aparecem na bacia do Rio das Velhas e de alguns de seus afluentes são testemunhas da evolução ao longo do Quaternário.

Em outro trabalho Brajnikov (1949) detalha a geologia estrutural da região de Ouro Preto chamando atenção para a presença de repetidas falhas de empurrão e cavalgamentos, em vez de simples sinclinal conforme havia proposto Rolff¹¹ (1949). Para esclarecer, apresenta perfis esquemáticos comparando as duas hipóteses (Figura 6.7).

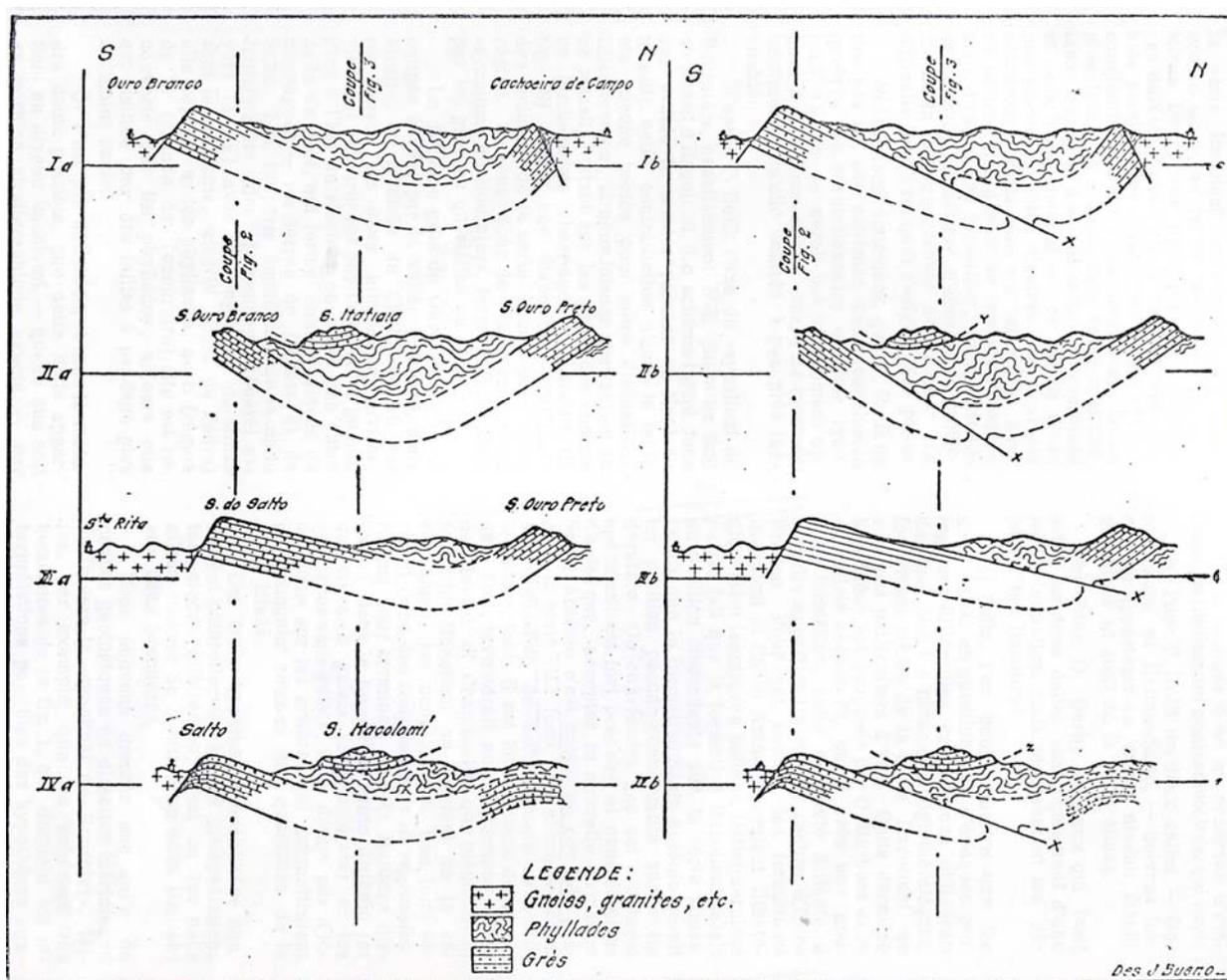


Figura 6.7 - Perfis esquemáticos com as representações das hipóteses de sinclinal, série "a", proposta por Rolff e de cavalgamento, série "b", proposta por Brajnikov (Brajnikov, 1949:11)

¹¹ Rolff P.A.M. de A. (1949) Notas sobre a geologia estrutural do Município de Ouro Preto. In: *Revista da Escola de Minas*, Ano XIV, n. 4, p. 7-9, Ouro Preto.

6.3.2 Aportes de uma geração de brasileiros

➤ **Gonzaga de Campos**

Parte do relatório de Luiz Felipe Gonzaga de Campos (1851-1925) sobre as jazidas de ferro da região central de Minas Gerais, que embasou a comunicação de Derby no Congresso de Estocolmo em 1910, foi publicada em 1922 (Gonzaga de Campos, 1922) e parte permaneceu inédita até 1943, quando foi publicada, postumamente, no formato de quatro artigos em edições da revista *Mineração e Metalurgia*. Na publicação que trata exatamente da geologia da região, apresenta uma divisão estratigráfica mais geral, conforme os demais trabalhos do início do século. Para a formação basal, um gnaiss granítico, esclarece que “bossas e diques de granitos aparecem por todos os lados permeando os gnaisses, freqüentemente é a massa dos gnaisses injetada e entrecortada por inúmeros veios de pegmatito” (Gonzaga de Campos, 1943:187). Sobre ela se assentam as formações sedimentares, “como mais salientes, e mais característicos, estão os quartzitos e os calcários alternando com possantes camadas de xistos de diversa contextura muitas vezes e por grande espessura: também calcíferos”. O caráter de pesquisa aplicada aparece no texto, com grifo do próprio autor, quando sintetiza essas formações:

“Em todo caso predomina um caráter geral, atualmente muito salientado, e que bem provavelmente deve ter sido peculiar ao material originário na sua deposição: **é a abundância do ferro pelo meio de todos aqueles elementos**”. (Gonzaga de Campos, 1943:189)

➤ **Djalma Guimarães**

O mineralogista e petrógrafo Djalma Guimarães (1895-1973) estudou a composição das rochas arqueanas e apresentou teoria sobre a formação dos maciços graníticos. Segundo ele, os granitos migmatíticos se formam por metassomatose progressiva. A granitização de rochas básicas, eruptivas e sedimentares se processa então pela substituição do plagioclásio e minerais ferro-magnesianos originais pela microclina, quartzo, muscovita e biotita. Como o processo não ocorre em fase única, mas sucessivamente em função da natureza dos processos tectônicos e exomagnéticos que a área de ocorrência é submetida, é comum a exposição de maciços mais ou menos heterogêneos, com diferentes rochas de composição intermediária.

“Assim, podem ser observados migmatitos, possivelmente de origem sedimentária, atravessados por dois sistemas de veios pegmatíticos, passando gradativamente para granitos palingenéticos, com restos de migmatito em vários estágios de granitização.” (Guimarães, 1951:11)

Estas deduções levaram Djalma Guimarães a conceber nova explicação para a formação de acumulações minerais filonianas: as emanações magmáticas que processam a granitização

podem se carregar de metalóides e metais das rochas perfiltradas em seu percurso e precipitá-los em filões metalíferos. Os veeiros auríferos do Quadrilátero seriam exemplos.

Quanto a estratigrafia, Djalma Guimarães definiu, em 1931¹², a Série Itacolomi como uma unidade que se sobrepõe discordantemente aos sedimentos da Série Minas, com fácies bastante diferente desta. Na Série Itacolomi predominam conglomerados, contendo inclusive seixos de rochas da Série Minas, até mesmo de itabirito, arenitos e quartzitos. Com este desmembramento, delimitou o topo da Série Minas, pelo andar superior de sua subdivisão, constituído essencialmente de filitos. Os outros seriam o médio, caracterizado pelas rochas ferríferas (itabiritos), calcárias e manganésíferas e o andar inferior compreendendo quartzitos mais ou menos micáceos (itacolomitos): “são rochas nitidamente xistificadas, passando gradual ou bruscamente de uma a outra, ora pelo aumento de sericita, ora pelo de quartzo” (Guimarães, 1951:38). Ao contrário de Hussak, que considerou a mica um mineral acessório no Itacolomito, Djalma Guimarães atribui ao enriquecimento em mica a transformação gradativa do “tipo clássico de itacolomito” em sericita-xisto, passando depois a filito. Expõe que, por outro lado, quando ocorre o desaparecimento da sericita o resultado é uma rocha exclusivamente quartzosa que possui minerais acessórios como zirconita, turmalina, granada e outros. Em presença de variedades intermediárias, chamou atenção para a evidência da gradação entre todos os tipos de rocha da Série Minas.

Este pesquisador descreve a observação de contato do arqueano com estratos do andar inferior da Série Minas na Serra do Curral, a sul de Belo Horizonte. Já na continuação desta Serra para leste, avançando para a Serra da Piedade, observa que as camadas de filitos sericíticos e quartzo-filitos, que constituem o andar inferior, vão ficando menos espessas até desaparecer. Assim, Djalma Guimarães observou que nos arredores de Caeté o andar médio, cuja importância econômica destaca “pela ocorrência do itabirito, grandes lentes de hematita quase pura e jacutinga” (Guimarães, 1951:41), repousa diretamente sobre o complexo cristalino permanecendo esta configuração até Santa Bárbara.

Com a apresentação de um corte geológico, segundo a direção NW-SE, do Horto Florestal em Belo Horizonte até a ponte do Rio das Velhas em Rio Acima, detalha os estratos dobrados e metamorfoseados dos andares médio e inferior da Série Minas (Figura 6.8).

¹² Guimarães D. 1931. Contribuição à Geologia do Estado de Minas Gerais. *Boletim 55 Serv. Geol. Min. do Brasil*. Rio de Janeiro, 36p.

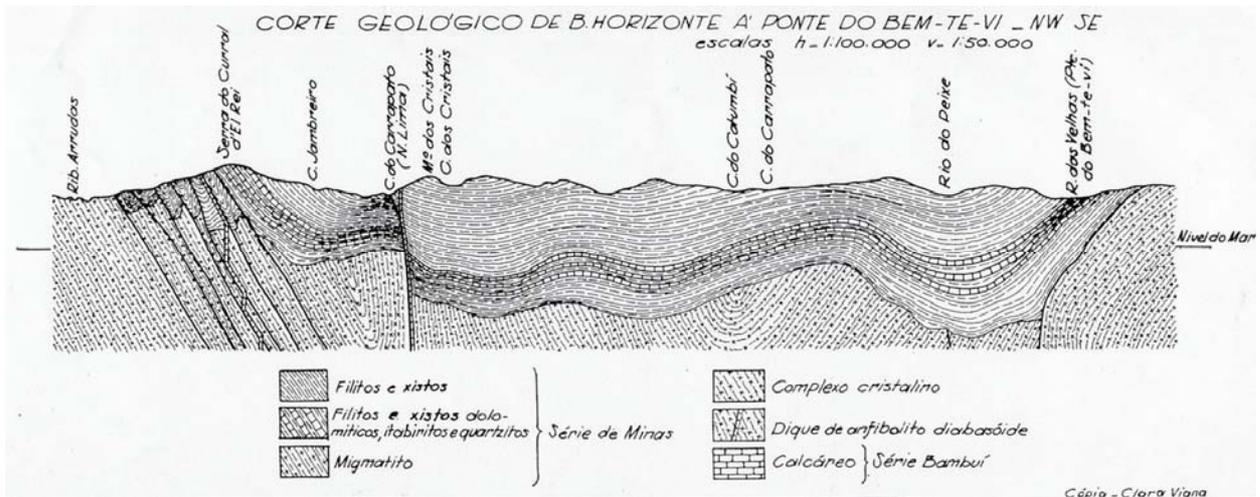


Figura 6.8 – Seção geológica entre Belo Horizonte e Rio Acima detalhando a estrutura das camadas da Série Minas sobre o complexo cristalino (Guimarães, 1951)

Djalma Guimarães também detalhou, em corte, a estrutura da Série Minas e da Série Itacolomi em Ouro Preto, passando pelo Pico do Itacolomi (Figura 6.9).

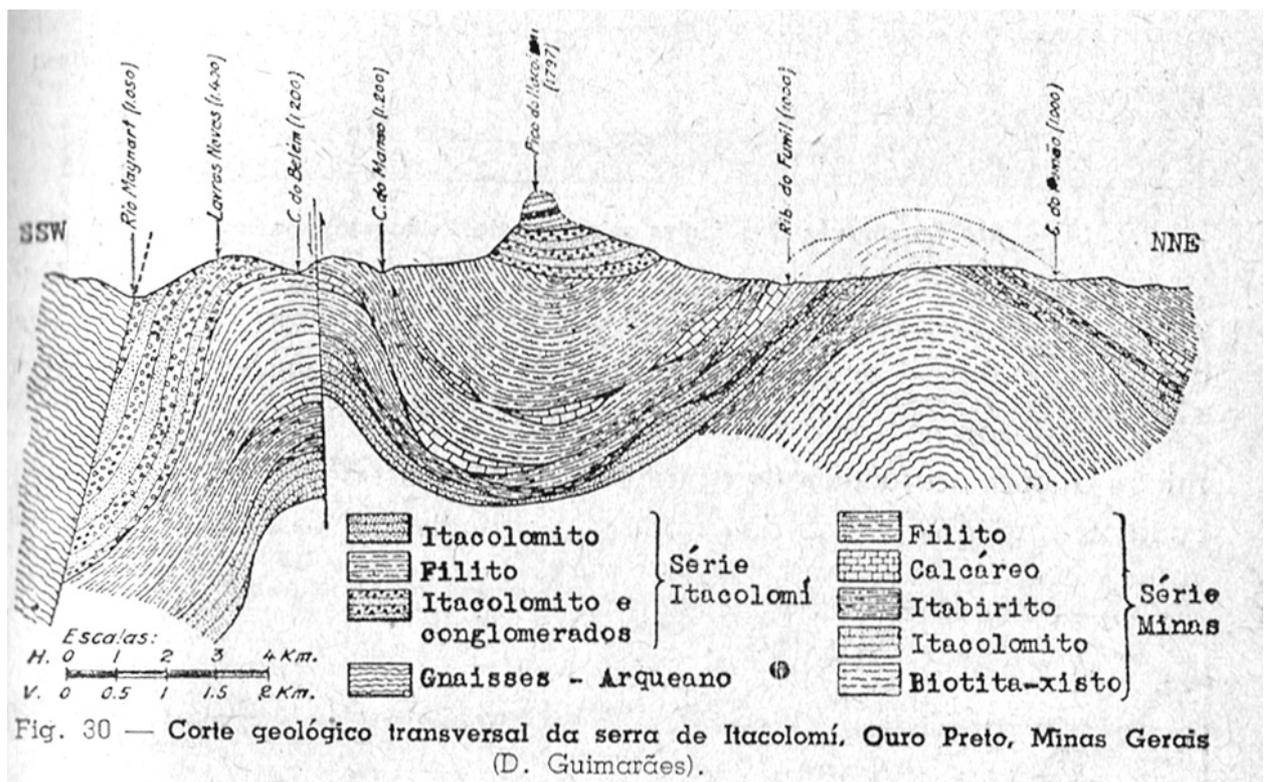


Figura 6.9 – Seção geológica transversal do Pico do Itacolomi por Djalma Guimarães (Oliveira e Leonards, 1943:139)

Djalma Guimarães apresenta as falhas e dobras da estrutura e detalha a estratificação da Série Minas e da Série Itacolomi.

A estratigrafia e estrutura dos terrenos entre a Serra da Moeda e Caraça também estão representados com fidedignidade num corte geológico de Djalma Guimarães modificado a partir de O. Barbosa (Figura 6.10).

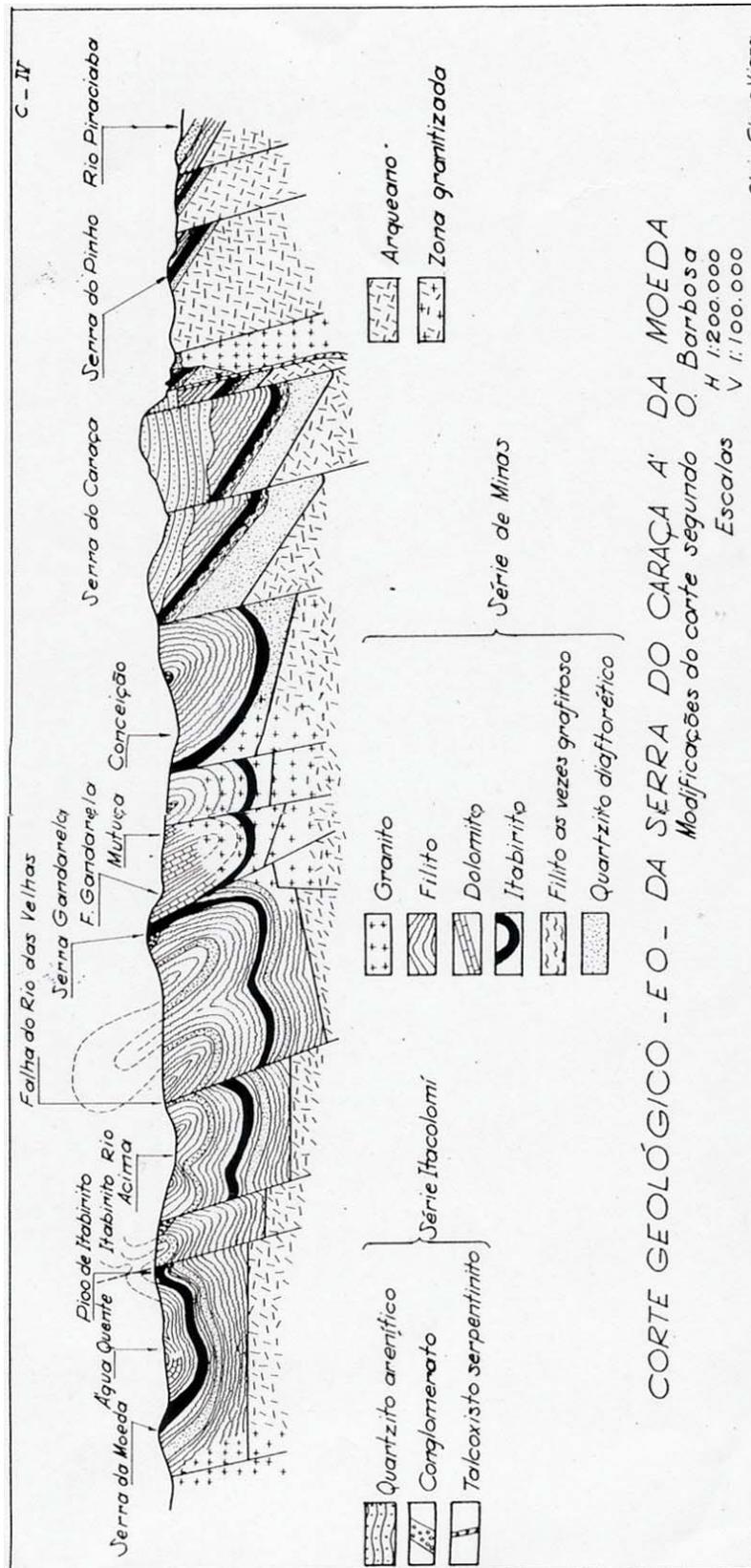


Figura 6.10 – Corte Geológico entre a Serra da Moeda e Serra do Caraca por Djalma Guimarães modificado de Oliveira (Guimarães, 1951)

Em 1934, em conjunto com Octávio Barbosa, publicou um mapa geológico do estado de Minas Gerais, na escala 1:1.000.000, parcialmente reproduzido em outra publicação como “Mapa geológico das bacias do Alto Rio das Velhas e Paraopeba” (Figura 6.11).

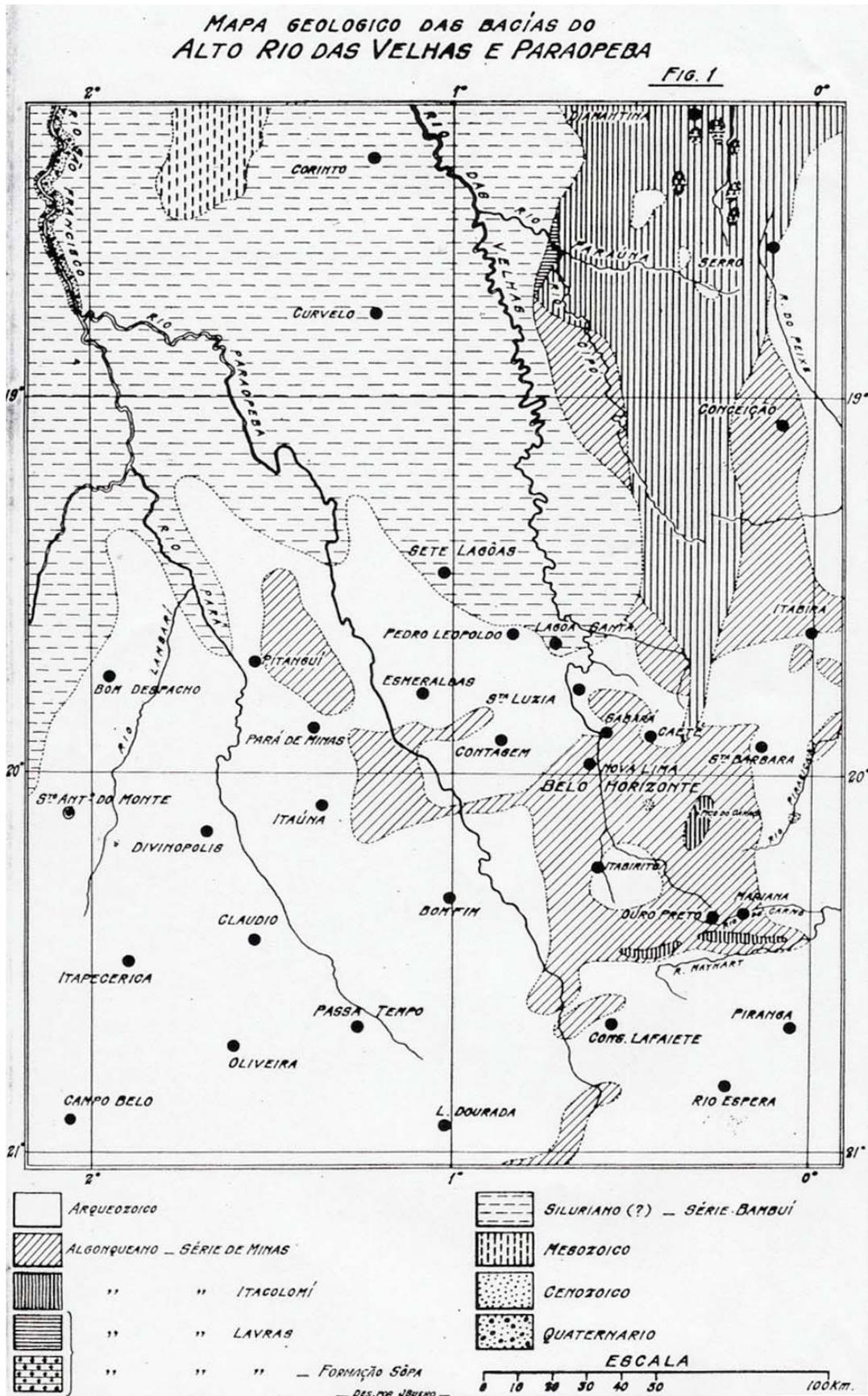


Figura 6.11 – Mapa Geológico das Bacias do Alto Rio das Velhas e Paraopeba por Djalma Guimarães e Octávio Barbosa (Guimarães:1951). As Séries Minas e Itacolomi se estendem para norte na Serra do Espinhaço.

No Quadrilátero a distribuição dos terrenos geológicos não é detalhada como a apresentada por Harder e Chamberlin em seu mapa geológico. Estão localizadas as três unidades estratigráficas identificadas: Complexo Arqueano, Série Minas e Série Itacolomi. Apesar de ser a mesma divisão adotada por Freyberg em seu mapa, há divergência sobre a distribuição dessas unidades. Notadamente, Guimarães e Barbosa, identificam a Série Itacolomi numa porção muito maior do território mineiro. Além dos filitos e quartzitos que formam as serras do Itacolomi e de Ouro Branco, também mapeados por Freyberg como Série Itacolomi, incluem nesta unidade os quartzitos da Serra do Caraça e da grande faixa que se prolonga para o norte, constituída pelas serras do Cipó, Serro e Diamantina. Apesar de não fazer distinção entre as formações do Quadrilátero e do Espinhaço, Djalma Guimarães observa uma notável diferença estrutural.

“Foi evidenciada na parte da geologia geral a diferença flagrante de feição estrutural, entre o Quadrilátero Central (G. de Campos)¹³ e a Serra do Espinhaço propriamente dita. Naquela região as dobras isoclinais são conspícuas, se bem que os anticlinais tenham sido destruídos; foram conservadas, graças ao fato de ter sido toda formação da Série Minas rejeitada para a imensa fossa tectônica e protegida pelos estratos Itacolomi hoje quase literalmente arrasados por um prolongado ciclo erosivo.” (Guimarães, 1951:239)

A exemplo da transcrição acima, Djalma Guimarães discute em suas publicações aspectos gerais das estruturas reveladas em seus estudos de geologia regional, por vezes detalhadas em seções geológicas, e esboça teoria para a evolução tectônica do país. Independente das suposições hoje já suplantadas, é interessante observar o ponto de partida de sua hipótese de trabalho: a distribuição das formações algonquianas (proterozóicas) no mapa geológico do Brasil, editado por Oliveira e Leonardos, envolvendo um maciço central que Djalma Guimarães denominou Arqui-Brasil e assim o definiu geograficamente:

“Do lado oriental, a serra do Espinhaço com suas rochas pré-cambrianas que se estendem até o nordeste, do lado sul, as serras das Vertentes, e a oeste as da Canastra, Mata da Corda no Estado de Minas Gerais e os ramos que se estendem ao longo do estado de Goiás, delimitam um escudo arqueano que abrange as regiões ocidentais de Minas Gerais e Bahia, as orientais de Goiás e os Estados do Maranhão e Piauí.” (Guimarães, 1951:241)

Não é difícil perceber a coincidência entre a metade sul desse maciço arqueano designado Arqui-Brasil (Figura 6.12), a partir do qual Djalma Guimarães ensaia uma visão retrospectiva das circunstâncias que envolveram o desenrolar dos acontecimentos geológicos, e o Craton São Francisco (Figura 6.13). Em ambos, o Quadrilátero Ferrífero ocupa a porção meridional.

¹³ Sobre esta designação fazemos considerações mais à frente neste capítulo.

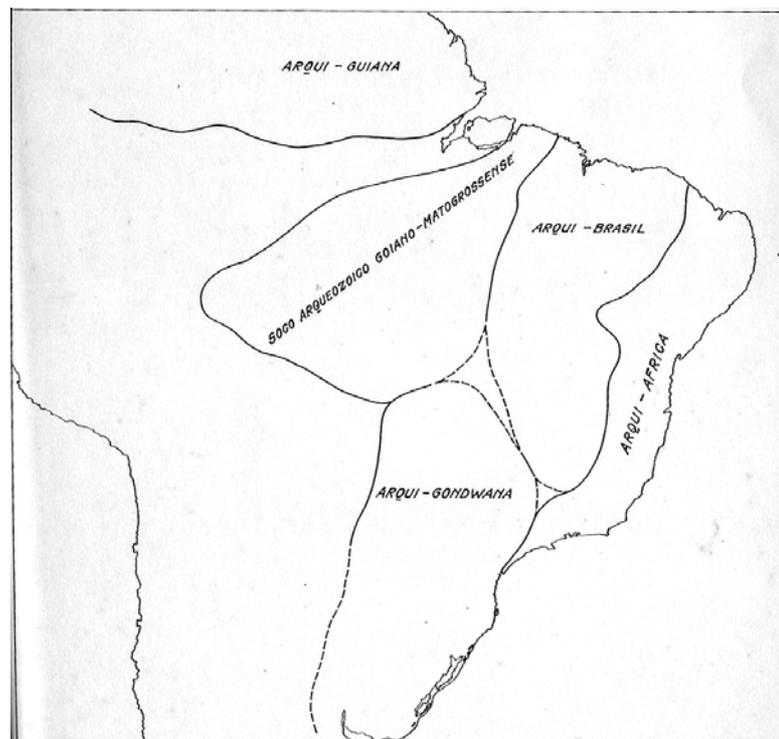


Figura 6.12 – Reconstituição esquemática dos antigos maciços siálicos constituintes do atual escudo brasileiro segundo Djalma Guimarães (1951)

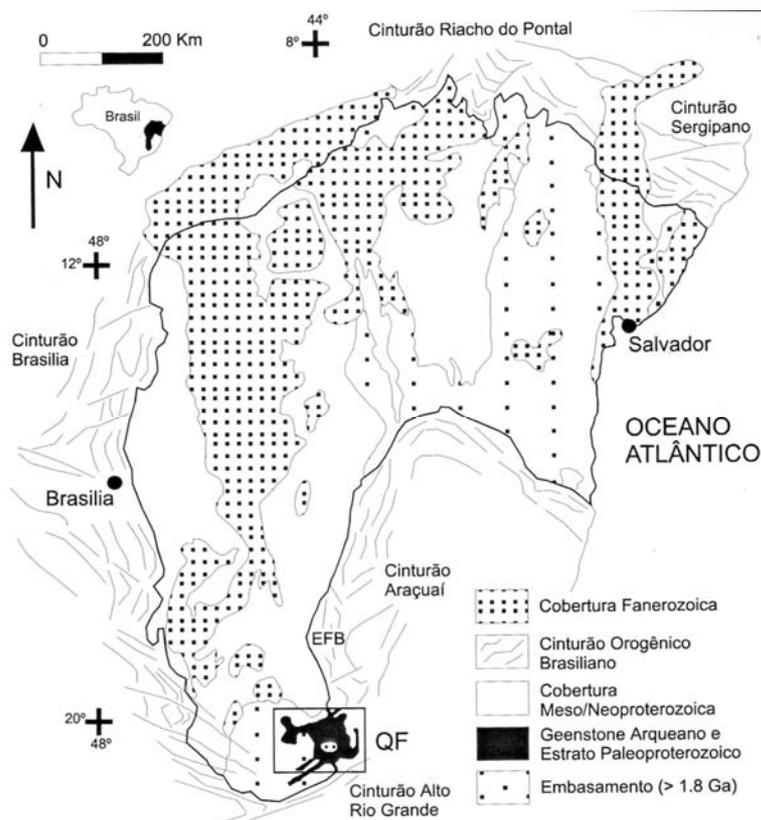


Figura 6.13 – Mapa do Craton São Francisco com a localização do Quadrilátero Ferrífero (Alkmim & Marshak, 1998)

Djalma Guimarães já entendia então, o Quadrilátero como parte de uma porção continental arqueana submetida a processos geotectônicos.

➤ Lacourt

As pesquisas do engenheiro Fernando Lacourt, profissional do Serviço de Fomento da Produção Mineral, no âmbito do programa de estudos dos depósitos minerais da região de Ouro Preto e Mariana resultaram no Mapa Geológico da Folha de Ouro Preto, levantada pelo Serviço Geográfico do Estado de Minas Gerais, que primeiro o publicou, em 1928, na escala 1:100.000. Em 1935, foi publicado o Resumo da Geologia da Folha de Ouro Preto “com o fim principal de fazer entender o mapa geológico da Região de Ouro Preto e as seções que o secundam”, nas próprias palavras de Lacourt (Lacourt, 1935:5). Entre as seções geológicas apresentadas estão as da Lavra de Ouro Fino (Bento Rodrigues) e de Thesoureiro (Camargos). Nesta última, estão ordenados os três horizontes da Série Itacolomi, conforme divisão proposta pelo autor: o inferior de itacolomitos com leitos conglomeráticos, o intermediário de filitos e, o superior, de itacolomitos sem conglomerados. Apresenta ainda típicas falhas de empurrão, onde o gnaissé aparece sobreposto às rochas da Série Itacolomi (Figura 6.14).

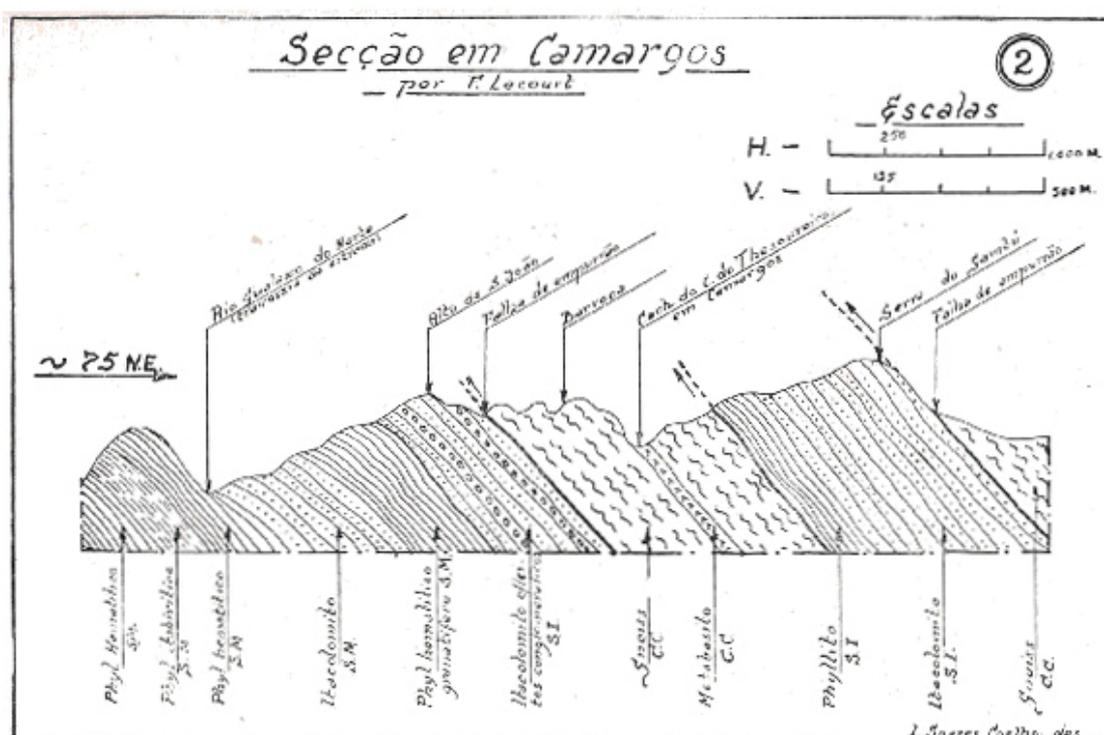


Figura 6.14 – Seção geológica em Camargos, região de Ouro Preto (Lacourt, 1935)

Camadas de gnaissé sobrepostas, por falhamento, à sucessão ordenada das camadas da Série Itacolomi, segundo Lacourt.

No mapa, Lacourt diferencia as áreas do Complexo Cristalino, da Série de Minas e da Série Itacolomi. Além da clássica ocorrência no Pico do Itacolomi, a que o nome é devido, o mapa revela a ocorrência da Série Itacolomi em Lavras Novas, Serra do Salto, Furquim, Serra do Gambá, a leste de Camargos e, a oeste a ocorrência se estende até a jazida de ouro do Morro do Fraga, em Bento Rodrigues (Figura 6.15).

QUADRO DAS DIVISÕES DAS SÉRIES PROTEROZOÍCAS NO CENTRO DE MINAS GERAIS						
O. A. Derby 1882 Geral	H. Gorceix 1883 Geral	Harder e Chamberlin 1915 Geral	D. Guimarães 1931 Geral	B. von Freyberg 1931 Ouro Preto	F. Lacout 1935 Ouro Preto	O. Barbosa 1949 Geral
3º Grupo: Quartzitos passando a conglomerados	8 - Quartzitos pouco perturbados e pouco micáceos 7 - Quartzito sericitico (Itacolomi) ou não (Carajá)	Quartzito Itacolomi	Série Itacolomi	Série Itacolomi	Itacolomitos Filito Itacolomitos com leitos conglomeráticos	Série Itacolomi
2º Grupo: Quartzitos (Itacolomitos) Itabiritos Xistos calcários	6 - Filitos, itabiritos e calcários 5 - Itacolomitos e calcários. Quartzito com pirita e ouro 4 - Filitos com grafita estaurolita, distênitos, etc. Calcários.	Formação Piracicaba (xistos e quartzitos) Formação Itabira (Itabiritos e calcários)	Discordância Rochas micáceas e xistosas Rochas ferríferas e manganêsíferas Quartzitos micáceos (Itacolomitos)	Discordância Grupo de xistos Superiores calcários Itabirito Quartzito Xisto Itabirito Quartzito Grupo de xistos inferiores	Discordância Filitos granatíferos Filitos hematíticos intercalados com grafíticos Lentes de calcário e itabirito Filitos com lentes de quartzito Calcários passando as vezes a itabirito Itabiritos Filitos médios, grafíticos Itacolomitos com intercalações de filito e tabiritos. Conglomerado raro	SÉRIE DE MINAS SÉRIE DE MINAS SÉRIE DE MINAS Formação Ouro Preto
		Xistos Batatal Quartzito Carajá				

Figura 6.16 - Quadro comparativo das colunas estratigráficas propostas para centro de Minas Gerais entre 1882 e 1946 (Barbosa, 1949:13)

6.4 A origem do termo Quadrilátero Ferrífero

A designação de Quadrilátero Ferrífero para a região central do estado de Minas Gerais vem sendo atribuída a Gonzaga de Campos desde que Dorr assim o fez em 1959.

“O Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais foi assim denominado por Gonzaga de Campos, devido aos vastos depósitos de minério de ferro que ocorrem numa área limitada aproximadamente pelas linhas que ligam Itabira, Rio Piracicaba, Mariana, Congonhas do Campo, Casa Branca e Itaúna. Constitui uma das áreas clássicas da Geologia pré-Cambriana do mundo.” (Dorr, 1959:7)

Observamos que todos os trabalhos que fazem referência à origem do termo citam Gonzaga de Campos, segundo Dorr. Não encontramos reprodução de trecho, citação direta de algum texto de Gonzaga de Campos que inclua a designação Quadrilátero Ferrífero ou uma referência a ele, nem mesmo entre as publicações de Dorr. Na verdade, não encontramos o termo Quadrilátero Ferrífero em nenhuma das publicações de Gonzaga de Campos, a alusão é sempre feita à “região central do estado de Minas Gerais”. Inclusive o primeiro artigo, da série de quatro publicados postumamente na revista *Mineração e Mineralogia* a partir de 1943, trata, especificamente da “Fisiografia da Zona Ferrífera de Minas Gerais”, sob esse título, e não há o termo Quadrilátero Ferrífero no texto. Há que se destacar que mesmo a expressão “Zona Ferrífera” do título dessa publicação não pode ser automaticamente atribuída a Gonzaga de Campos. Pelo contrário, como se trata de excerto de um relatório inédito de 1911, conforme está explicitado em nota de rodapé na primeira página, o título do artigo provavelmente foi atribuído pelo responsável pela publicação. No início dessa publicação, Gonzaga de Campos cita Gorceix para designar a área: “Recorda-nos bem: é o que chamava o nosso mestre venerando, o professor Gorceix — Chapadão (plateau) central de Minas Gerais” (Gonzaga de Campos, 1943:65). Pouco mais à frente define a região com suas palavras: “O maciço em questão é um pavimento sobre quatro paredes, mais ou menos definidas, orientadas proximamente segundo os quatro rumos cardeais” (Gonzaga de Campos, 1943:65).

Antes de Dorr, Djalma Guimarães credita o termo “Quadrilátero Central” a Gonzaga de Campos: “Foi evidenciada na parte da geologia geral a diferença flagrante de feição estrutural, entre o Quadrilátero Central (G. de Campos) e a Serra do Espinhaço propriamente dita” (Guimarães, 1951:239). Também não encontramos nos trabalhos de Gonzaga de Campos o termo Quadrilátero Central, como já dissemos a designação correntemente utilizada por este autor é região central. Entretanto, no trabalho *As jazidas de ferro do centro de Minas Gerais* de Luiz Flores de Moraes Rego (1896-1939) há o termo Quadrilátero Central e a definição limites.

“É no centro de Minas Gerais, no **quadrilátero** que tem por vértices Belo Horizonte, Sta. Bárbara, Congonhas e Mariana que a Série de Minas tem maior desenvolvimento, e onde aparece em estruturas mais conspícuas. Apenas em uma área reduzida, situada em torno de Itabirito, foi desnudado o complexo arqueano. Neste quadrilátero, que chamaremos o **Quadrilátero Central**, os diferentes andares da Série aflora, segundo faixas paralelas às direções estruturais, sucedendo-se várias vezes e ramificando-se.” (Moraes Rego, 1933:6, grifo nosso)

O texto é claro no sentido da origem do nome “Quadrilátero”: foi introduzido na bibliografia por Moraes Rego. Quanto à complementação para Quadrilátero Ferrífero e os novos limites citados por Dorr, não podemos creditar a Gonzaga de Campos seu registro na literatura. O que não exclui a possibilidade da designação ter sido feita por Gonzaga de Campos e transmitida até Dorr oralmente.

Buscando o início da utilização do termo Quadrilátero Ferrífero, encontramos na publicação, em português por iniciativa do DNPM em 1953, do trabalho apresentado no XVIII Congresso Internacional de Geologia em Argel em 1952, *Jazidas de ferro do Brasil*, pode-se dizer “um divisor de águas”. O Capítulo I desta publicação, *Distribuição Geográfica*, é de autoria de Luciano Jacques de Moraes (1896-1968) que faz alusão à região ainda como “Centro do Estado de Minas Gerais”. John Van N. Dorr, Philip W. Guild e Aluizio Licinio de Miranda Barbosa dividem a autoria do Capítulo II “*Origem dos minérios de ferro brasileiros*”, o item terceiro tem o seguinte título: III – *Centro de Minas Gerais*, e o primeiro parágrafo está reproduzido a seguir.

“Os minérios de ferro do centro de Minas Gerais estão melhor expostos uma área conhecida como o **Quadrilátero Ferrífero**, que é principalmente objetivada na discussão abaixo. Os minérios ocorrem numa série litológica imprecisamente definida, conhecida como *Série de Minas*, de idade proterozóica.” (Moraes *et al.*, 1953:16, grifo nosso)

Tanto não era utilizado ainda, pelo menos amplamente, o termo Quadrilátero Ferrífero que não foi colocado no título da seção, foi introduzido no primeiro parágrafo antecedido de esclarecimento. Os capítulos III e IV da publicação de autoria de L. J. de Moraes, *Estimativa das reservas de minério de ferro e A indústria siderúrgica no Brasil*, tratam da região, obviamente, mas não é empregado o termo Quadrilátero Ferrífero em nenhum momento.

Desde então, em todas as publicações produzidas pelo grupo de geólogos do DNPM e do *U.S. Geological Survey* formado, a partir do Convênio firmado em 1945, para o estudo geológico da área central do estado de Minas Gerais e avaliação de suas reservas minerais, esta passou a ser designada Quadrilátero Ferrífero.

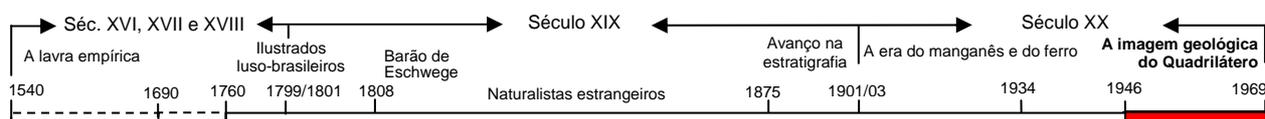
Independente da questão que levantamos a respeito da autoria ou criação do termo Quadrilátero Ferrífero, descobrimos que algum crédito deve ser dado a Dorr e sua equipe. Se não é devida a

estes pesquisadores a designação, sua introdução na literatura o é, neste sentido não temos dúvida. O termo é conhecido mundialmente, em português, a equipe do Convênio assim o utiliza mesmo em suas publicações em língua inglesa.

É do trabalho desenvolvido por este grupo de pesquisadores, brasileiros e americanos, iniciado com a chegada da primeira equipe americana em 1946, e que resultou em nova imagem geológica do Quadrilátero Ferrífero que trataremos a seguir.

CAPÍTULO 7

A IMAGEM GEOLÓGICA DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO



Com a ameaça de expansão da Segunda Grande Guerra para além da Europa e a conseqüente possibilidade de desabastecimento do mercado americano, notadamente de matéria prima para a indústria bélica, o interesse pelas jazidas minerais do Brasil foi intensificado no início dos anos 1940.

7.1 A política do governo Vargas

Na década de 30, sob o comando de Getúlio Vargas, um governo notadamente nacionalista, foi iniciada no Brasil a instalação da chamada indústria de base ou de produção. Havia necessidade de atender a demanda crescente do mercado nacional e criar alternativas à economia agrícola fortemente abalada pela grande dificuldade em exportar o café, devido à crise econômica que atingira a economia internacional depois da queda da bolsa de Nova York, em 1929.

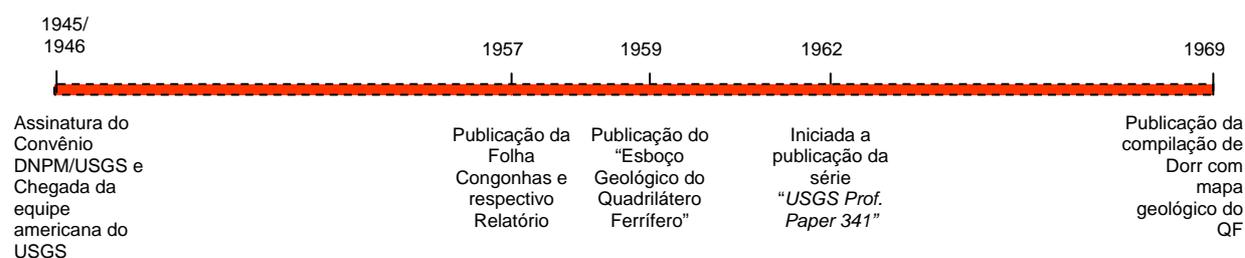
Em 1937 com o golpe de Estado — Vargas fechou o Congresso e instituiu o Estado Novo — uma nova Constituição foi promulgada. Com relação às atividades de mineração, a Nova Carta reforça o conteúdo nacionalista da Constituição de 1934 determinando, pelo art. 143 inciso 1º, que as empresas de mineração deveriam ser constituídas por acionistas brasileiros. Logo, ficava impedida a exploração de riquezas minerais por companhias estrangeiras. Neste sentido, havia um interesse especial de Vargas em acabar com o monopólio exercido pelo grupo inglês *Itabira Iron Ore Company*, sucessor do *Brazilian Hematite Syndicate*, proprietário das jazidas de Cauê, Conceição, Sant’Ana e Giraus e sócio majoritário da estrada de ferro Vitória-Minas (EFVM). A *Itabira Iron Company* se adaptou à nova legislação transformando-se na Companhia Brasileira de Mineração e Siderurgia - CBMS. Em 1940, passados 37 anos do início da construção, com mudanças de traçado e interrupções, os trilhos da EFVM finalmente chegaram a Itabira

possibilitando a “CBMS negociar boa parte de sua produção com siderúrgicas americanas, iniciando-se finalmente a exploração do minério de ferro no pico do Cauê, o qual passou a ser exportado pelo porto de Vitória através da EFVM” (Suckau, inédito).

O advento da Segunda Grande Guerra Mundial, no final desta década, acentuou a política de industrialização. As importações tornaram-se difíceis, não só pela escassez, como também pelos ataques que os navios mercantes sofriam nos oceanos. Por outro lado, os países envolvidos no conflito demandavam matérias primas, abrindo mercado para certos produtos minerais brasileiros, como manganês, quartzo, muscovita, monazita e, especialmente minério de ferro e seus produtos industrializados. O Estado passou então a dirigir especial atenção ao setor mineral e siderúrgico no sentido de criar uma infra-estrutura para a produção de matérias-primas básicas visando suprir o setor industrial nacional e o mercado externo.

A necessidade premente do minério de ferro brasileiro para o esforço de guerra dos aliados viabilizou amplas negociações para implantação da infra-estrutura necessária à sua exploração, transporte e beneficiamento. Em 1940 foi assinado o Acordo de Washington entre o Brasil e os países aliados, pelo qual, além de outras regulamentações que não dizem respeito à mineração, houve a cessão ao governo brasileiro das minas de Itabira e da EFVM, compromisso de apoio financeiro para construir uma moderna indústria siderúrgica e, em contrapartida, o Brasil se comprometia a vender toda a sua produção de minério de ferro a americanos e britânicos a um terço do preço internacional (por um prazo de três anos, renováveis) até o final do conflito. Assim, em 1942 nasceram as empresas estatais Companhia Siderúrgica Nacional – CSN e a Companhia do Vale do Rio Doce – CVRD. Ainda para impulsionar a industrialização, foram criadas pelo Estado Novo em 1943 a Companhia Nacional de Álcalis e a Fábrica Nacional de Motores e, em 1945, foi constituída a Companhia Hidrelétrica do São Francisco.

7.2 O Convênio DNPM/USGS



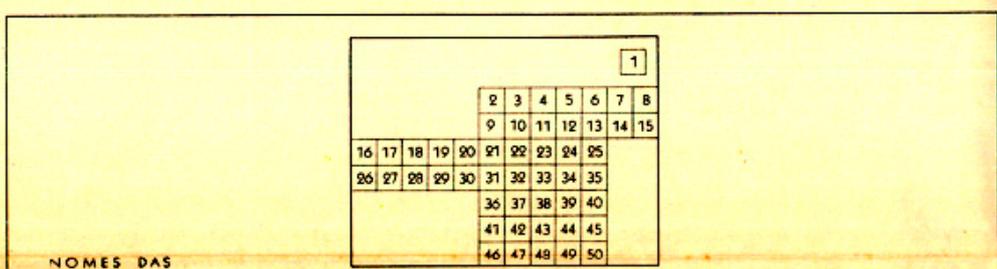
Em 1940 começaram a chegar ao Brasil geólogos do *U.S. Geological Survey* - USGS com o objetivo de avaliar os depósitos minerais e auxiliar na descoberta de novas jazidas. Entre eles, desembarcou pela primeira vez em 1941, John Van N. Dorr II com a incumbência de avaliar as reservas de minério de manganês do Morro de Urucum, no então estado do Mato Grosso. Em conjunto com os geólogos do DNPM idealizou um projeto de mapeamento geológico da uma área de 7.000 km² na região central de Minas Gerais, na escala 1: 25.000. Em 1944 os governos brasileiro e americano iniciaram as discussões para consecução do acordo de cooperação com este objetivo. O convênio foi assinado no ano seguinte entre o DNPM, na época vinculado ao Ministério de Agricultura, e o USGS. Chegou ao Brasil então, em 1946, uma equipe composta por geólogos e topógrafos do USGS para se juntar aos colegas do DNPM e iniciar os trabalhos sob a coordenação do USGS, na pessoa de Dorr.

A inexistência de mapas topográficos adequados necessários ao levantamento geológico comprometeu seriamente o desenvolvimento inicial dos trabalhos. A solução para não postergar o começo do projeto até a disponibilização da base topográfica, foi iniciá-lo pelas regiões de Congonhas e Itabira uma vez que estas áreas eram em parte mapeadas e, em ambas, havia empresas de mineração em atividade que poderiam subsidiar as pesquisas geológicas.

Por esforços do DNPM junto ao governo federal, contando com a colaboração da Comissão do Vale do São Francisco, foi contratada a empresa brasileira “Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul” para elaborar os mapas topográficos da região, sendo o custo dividido entre os dois países, Brasil e Estados Unidos. Os resultados foram aparecendo, primeiro foram disponibilizadas fotografias aéreas de parte da área na escala 1:10.000, depois de toda ela na escala 1:25.000. O Quadrilátero foi então dividido em quadrículas de 7’30” de lado, equivalente a uma área de, aproximadamente, 180 km². A restituição fotogramétrica foi feita na escala 1:10.000 com curvas de nível com espaçamento igual a 10m. Foram ainda mapeadas pela Geofoto SA, com maior detalhe, pequenas áreas de maior interesse econômico na escala 1:2.000, com curvas de nível de 2 em 2m.

Em 1951 foram disponibilizados os mapas topográficos das quadrículas, publicados na escala 1:25.000. De posse desse material, a região foi dividida para o trabalho dos geólogos em áreas. A área podia ser correspondente a uma ou a um agrupamento de quadrículas ou de partes delas, nestes casos foram unidas aquelas de geologia mais homogênea. O trabalho era individual, cada geólogo era responsável por avaliar os depósitos minerais, mapear e produzir um relatório de sua área, ou áreas específicas.

Em setembro de 1958 a equipe apresentou no XII Congresso Anual da Sociedade Brasileira de Geologia um “Esboço Geológico do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais - Brasil”, o qual originou uma publicação especial do DNPM no ano seguinte¹. O trabalho é uma síntese dos resultados dos estudos efetuados até então e inclui uma compilação dos mapeamentos individuais. Um quadro com os índices de localização, nome das quadrículas e respectivos geólogos responsáveis pelo mapeamento (Figura 7.1) é apresentado no canto inferior desse mapa geológico regional preliminar (Figura 7.2).



NOMES DAS QUADRICULAS		GEOLOGIA POR:	
1	ITABIRA	Dorr - Barbosa	18
2	PAMPULHA	—	19
3	SANTA LUZIA	Dorr	20
4	SERRA DA PIEDADE	Dorr	21
5	ANTÔNIO DOS SANTOS	Moore	22
6	COCAIS	White	23
7	SÃO GONÇALO	—	24
8	MONLEVADE	Reeves	25
9	BELO HORIZONTE	Pomerene	26
10	NOVA LIMA	Gair Ashley	27
11	CAETÉ	Alves	28
12	GONGO SÓCO	Moore	29
13	SANTA BÁRBARA	White	30
14	FLORÁLIA	—	31
15	RIO PIRACICABA	Reeves	32
16	ITAÚNA 1	—	33
17	SERRA AZUL	—	34
			35
			36
			37
			38
			39
			40
			41
			42
			43
			44
			45
			46
			47
			48
			49
			50

Figura 7.1 - Mapa índice inicial do Quadrilátero Ferrífero mostrando a localização, nome da quadrícula e do geólogo responsável pelo mapeamento (Dorr et al., 1959)

É interessante observar o estágio do mapeamento. Faltavam ainda algumas informações de áreas a sudeste do Quadrilátero, folhas Rio das Bandeiras (Q50), Passagem (Q45) e Mariana (Q40); a nordeste, Catas Altas (Q25), Santa Bárbara (Q13), Florária (Q14), São Gonçalo (Q7), Cocais (Q6), a norte, Serra da Piedade (Q4) e Santa Luzia (Q3) e a oeste, Fecho do Funil (Q19), Brumadinho (Q29), Igarapé (Q18), Sousas (Q28), Serra Azul (Q17), Itatiaiuçu (Q27), Itaúna (Q16) e Córrego do Soldado (Q26).

¹ Dorr et al. (1959)

Esta distribuição das quadrículas no Quadrilátero Ferrífero foi alterada e, conseqüentemente, também o foram a numeração e os nomes, o índice final é apresentado na Figura 7.3.

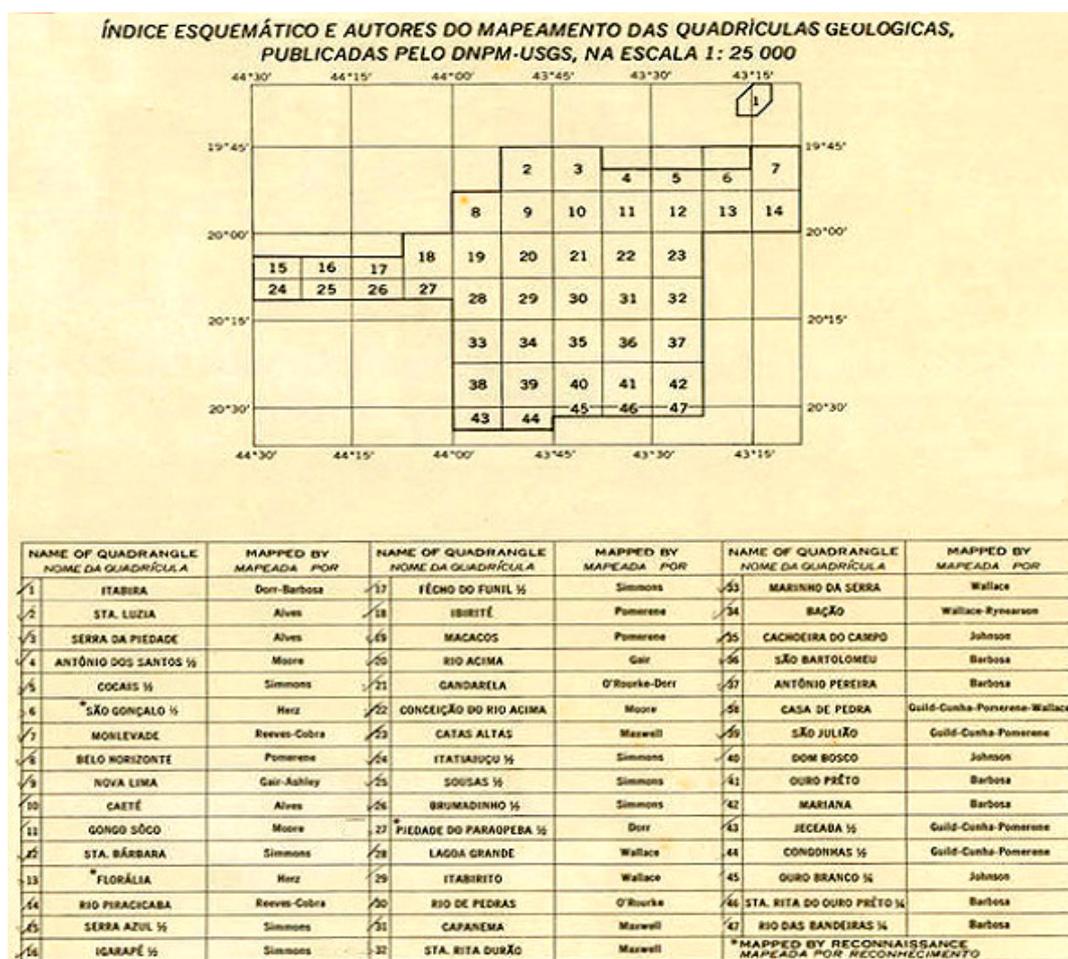


Figura 7.3 - Mapa índice final do Quadrilátero Ferrífero mostrando a localização, nome da quadrícula e do geólogo responsável pelo mapeamento (Dorr et al., 1969)

A Folha Congonhas com o respectivo relatório, trabalho de P. W. Guild, foi a primeira a ser publicada, a comunicação é do *U.S. Geological Survey* de 1957². É também o único que foi publicado em português³. Foi lançado como Memória n.1 da Série “Geologia e recursos minerais do Quadrilátero Ferrífero” pelo DNPMP, que não teve continuidade.

Segundo Dorr (1969:A5), em fins de 1961 o mapeamento estava terminado e a equipe se dedicava à elaboração dos relatórios. A partir de 1962 foram publicados os relatórios apresentados pelos geólogos responsáveis e respectivos mapas, compondo a Série Especial *U.S. Geological Survey Professional Paper 341*. Em 1972, com a publicação do décimo volume foi dada por encerrada a Série sem a publicação dos relatórios dos dois brasileiros, Aluizio Licínio de Miranda Barbosa e Benedito Paulo Alves que ainda não os haviam encaminhado, e do norte-

² Guild P.W. 1957. Geology and mineral resources of the Congonhas district, Minas Gerais, Brazil. *U.S. Geol. Survey, Prof. Paper 290*, 90p.

³ Guild P.W. 1960. Geologia e recursos Minerais do distrito de Congonhas, Estado de Minas Gerais. *DNPMP. Memória n.1*, 217p.

americano O'Rourke, que depois de se desentender com Dorr, entregou apenas o mapa e defendeu seu trabalho como tese de doutorado nos Estados Unidos. A referência dessas publicações é apresentada a seguir:

Gair J.E. 1962. Geology and ore deposits of the Nova Lima and Rio Acima quadrangles, Minas Gerais, Brazil. *U.S. Geol. Survey, Prof. Paper 341- A*, 67p.

Johnson R.F. 1962. Geology and ore deposits of the Cachoeira do Campo, Dom Bosco and Ouro Branco quadrangles, Minas Gerais, Brazil. *U.S. Geol. Survey, Prof. Paper 341- B*, 39p.

Dorr J.V.N. & Barbosa A.L.M. 1963. Geology and ore deposits of the Itabira district, Minas Gerais, Brazil. *U.S. Geol. Survey, Prof. Paper 341- C*, 110p.

Pomerene J.B. 1964. Geology and ore deposits of the Belo Horizonte, Ibirité and Macacos quadrangles, Minas Gerais, Brazil. *U.S. Geol. Survey, Prof. Paper 341- D*, 84p.

Reeves R. 1966. Geology and mineral resources of the Monlevade and Rio Piracicaba quadrangles, Minas Gerais, Brazil. *U.S. Geol. Survey, Prof. Paper 341- E*, 58p.

Wallace R.M. 1966. Geology and mineral resources of the Pico do Itabirito district, Minas Gerais, Brazil. *U.S. Geol. Survey, Prof. Paper 341- F*, 68p.

Simmons G. 1968. Geology and ore deposits of the western Serra do Curral, Minas Gerais, Brazil. *U.S. Geol. Serv. Prof. Paper 341- G*, 57p.

Simmons G. 1968. Geology and mineral resources of the Barão de Cocais area, Minas Gerais, Brazil. *U.S. Geol. Survey, Prof. Paper 341- H*, 46p.

Moore S.L. 1969. Geology and ore deposits of the Antônio dos Santos, Gongo Sôco and Conceição do Rio Acima quadrangles, Minas Gerais, Brazil. *U.S. Geol. Survey, Prof. Paper 341- I*, 50p.

Maxwell C.H. 1972. Geology and ore deposits of the Alegria district, Minas Gerais, Brazil. *U.S. Geol. Survey, Prof. Paper 341- J*, 72p.

Aproximadamente outros 45 artigos foram publicados em periódicos especializados. Era necessário, contudo uma compilação da geologia regional do Quadrilátero. Os relatórios individuais das áreas foram preparados com grande intervalo de tempo entre si, por geólogos muito familiarizados, mas apenas com parte da região. O entendimento que se fez no início dos trabalhos pode ter ficado obsoleto no final, depois que maiores detalhes da área foram revelados (Dorr, 1969:A5). Assim, Dorr introduz outra Série Especial publicada ao final dos trabalhos: *U.S. Geological Survey Professional Paper 641*. O primeiro volume 641- A, de sua autoria, intitulado *Physiographic, Stratigraphic and Structural Development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil* é uma compilação dos trabalhos individuais, com o estabelecimento de uma coluna estratigráfica padrão para toda a área do Quadrilátero mapeada, um modelo da evolução geológica e estrutural e apresentação de um mapa geológico regional,

que se tornaram referência para todos os estudos e trabalhos geológicos posteriores até os dias atuais. Os outros dois volumes são de autoria do petrógrafo, geoquímico e geocronólogo norte-americano Norman Herz: *Gneissic and Igneous Rocks of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil* (641-B) e *Metamorphic Rocks of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil* (641-C). O planejado volume sobre os recursos minerais não chegou a ser publicado.

7.3 A nova compreensão da Geologia Regional do Quadrilátero

O cuidadoso levantamento de campo apoiado em base topográfica adequada foi permitindo, no decorrer dos trabalhos, esclarecimentos sobre o complexo quadro geológico do Quadrilátero.

A litologia e a estrutura das rochas são complexas e as áreas de ocorrência são extensas, profundamente meteorizadas e, em muitos lugares, não são de acesso fácil. Não é de admirar, portanto, que os juízos formulados sobre a sua idade e relações estruturais exprimam consideráveis desacordos.”(Rynearson et al., 1954:5)

Uma comunicação de 1954 apresenta a confirmação da existência de uma, até então, suposta discordância entre a Série Minas e as rochas metassedimentares e metavulcânicas subjacentes. O contato das rochas basais da Série Minas com essas rochas mais antigas, foi identificado ao longo dos flancos ocidental e oriental da parte meridional da Serra da Moeda, onde se acha exposto em muitos lugares.

“Nas adjacências dos contatos a foliação do gnaisse é apenas perceptível, parecendo tratar-se de ortognaisse de composição granodiorítica que se acredita mais antigo do que as rochas meta-sedimentares e meta-vulcânicas pré-Minas acima mencionadas” (Rynearson et al., 1954:8)

Esta espessa formação de rochas metamórficas, nas quais foram identificadas evidências de terem sido fortemente deformadas e dissecadas pela erosão antes da deposição da Série Minas, obviamente então mais antigas, já haviam sido identificadas por O. Barbosa (1954)⁴ mas como parte desta Série. Antes dele, Eschwege (1822) já havia identificado uma segunda Formação Primitiva e, mais modernamente, Derby (1906). Foi o reconhecimento desta relação discordante que permitiu o desmembramento dessas rochas mais antigas da Série Minas, designadas neste trabalho pré-Minas⁵.

“Um conglomerado com fragmentos de rochas de uma formação mais antiga indica apenas um intervalo de erosão. A duração e extensão do intervalo de erosão representado podem ser grandes ou pequenas; contudo, quando existe uma divergência angular acentuada não atribuível a falhamento entre duas formações

⁴ Barbosa O. 1954. Evolution du géosynclinal. Espinhaço. In: *Congr. Géol. Inter., 19^o, Alger*. Comptes Rendus, Section XIII, fasc. XIV, p. 17-36.

⁵ Foi designada Série Rio das Velhas em 1957 (Dorr et al., 1957) e, posteriormente, SuperGrupo Rio das Velhas.

separadas por um conglomerado basal, é evidente que deve ter decorrido um intervalo de tempo considerável, assinalado por diastrofismo, entre a deposição dos dois grupos de rocha.” (Rynearson et al., 1954:16/17)

A localização do contato foi apresentada num mapa esquemático da região. O contato também foi identificado e demarcado numa fotografia aérea (Figuras 7.4 e 7.5).

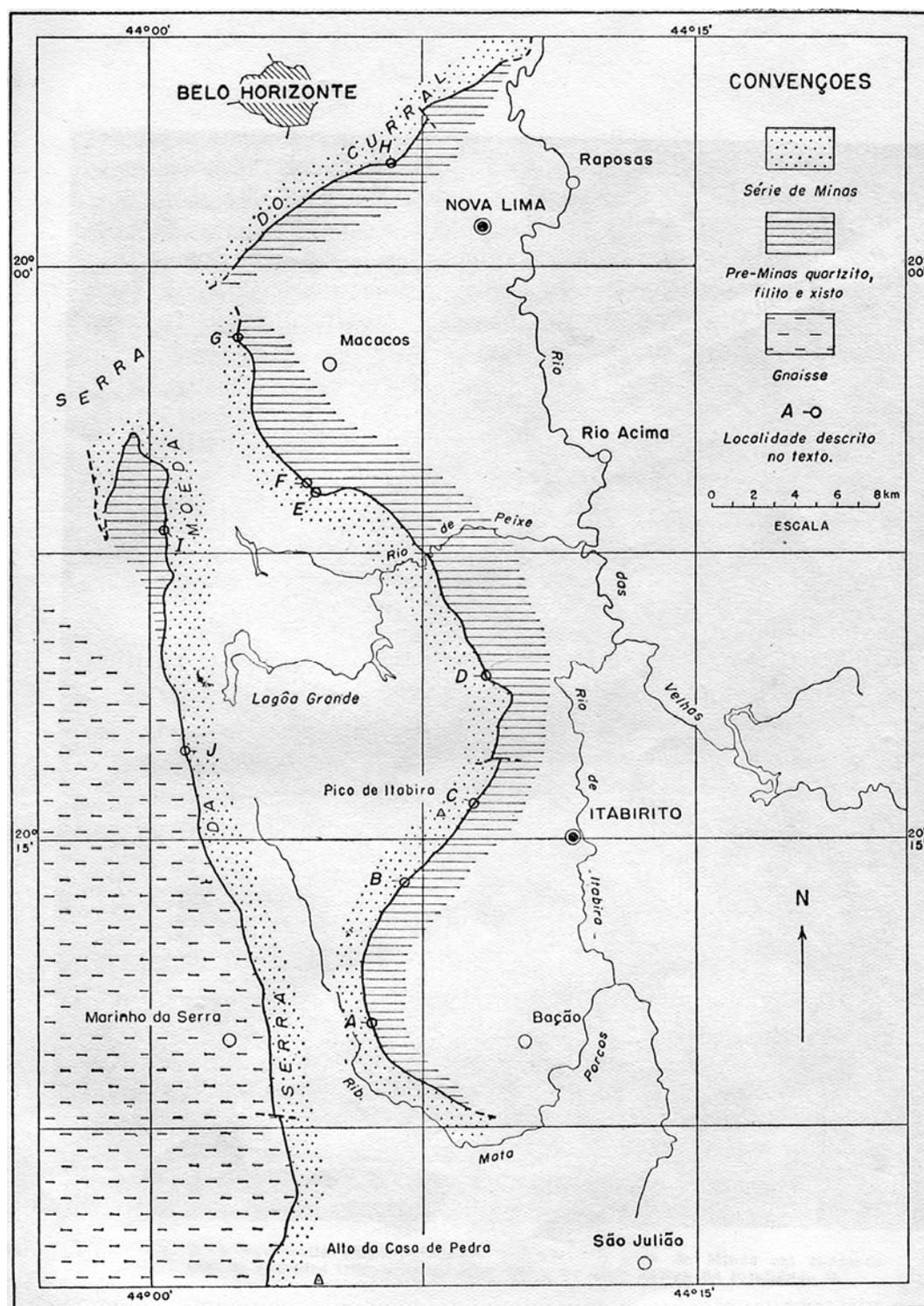


Figura 7.4 – Esboço cartográfico de parte do Quadrilátero Ferrífero mostrando o contato aproximado da Série Minas com rochas mais antigas (Rynearson et al., 1954)
As letras assinalam os locais de exposição do contato.

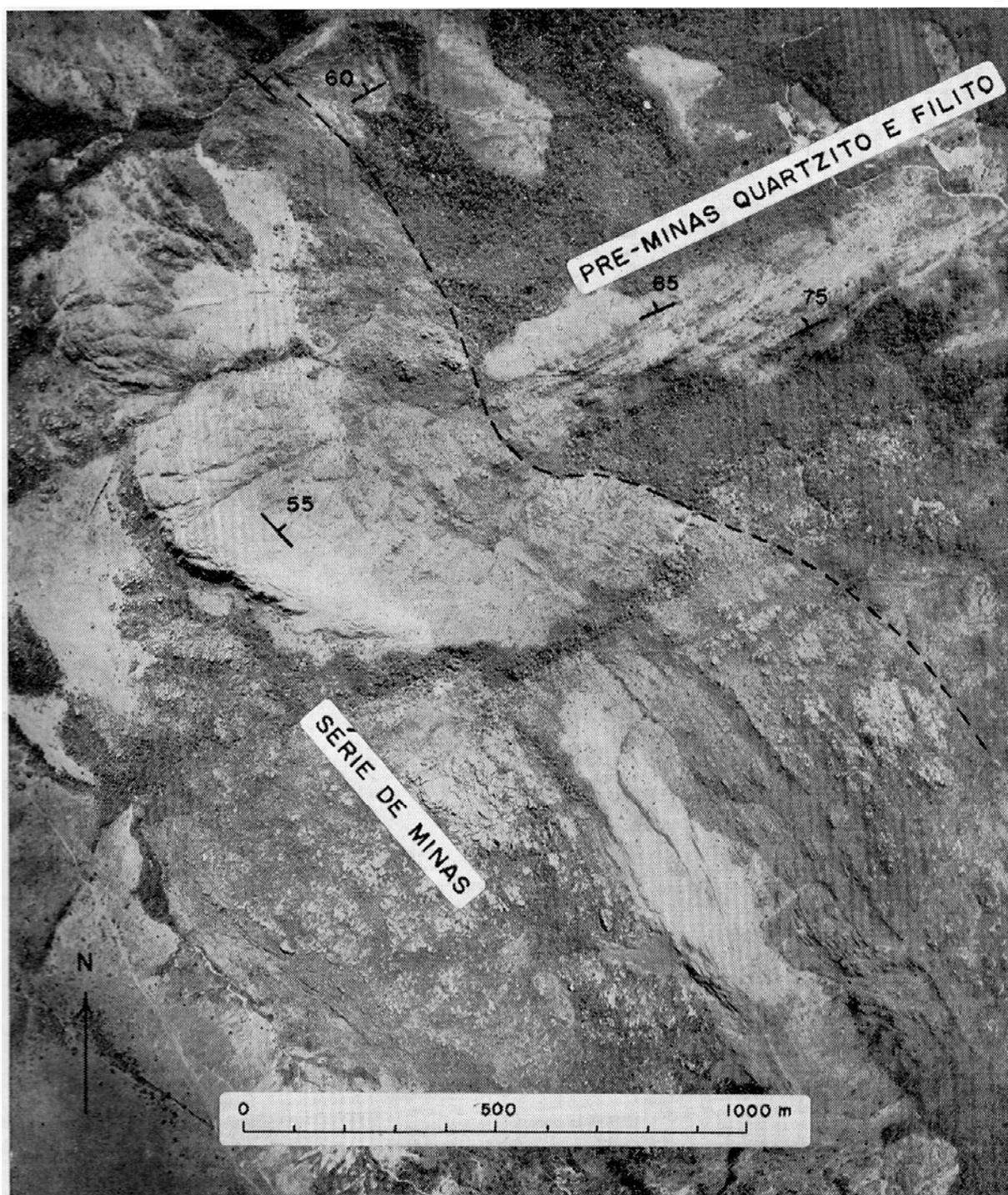


Figura 7.5 – Fotografia aérea mostrando as camadas da Série Minas em contato com as camadas truncadas de outra formação mais antiga no flanco ocidental da parte meridional da Serra da Moeda (Ryneron et al., 1954)

Uma revisão da terminologia estratigráfica pré-Cambriana do Quadrilátero foi proposta em 1957 por Dorr, Gair, Pomenere e Ryearson (Dorr et. al., 1957). O objetivo era redefinir a Série Minas, cujos conceitos vinham evoluindo desde sua definição por Derby em 1906, e estabelecer uma terminologia estratigráfica padrão para o Quadrilátero. Os autores observam a necessidade de dar

o devido peso às múltiplas unidades identificadas de forma que se obedeça a hierarquia existente dentro da nomenclatura estratigráfica.

Para tanto os autores optam por apresentar as definições dos termos “Série”, “Grupo”, formação” e “membro” na forma que serão aplicados na proposta e esclarecem seguir o Código Estratigráfico (Ashley et al., 1933) e a Comissão Americana de Nomenclatura Estratigráfica. Observam ainda que este padrão era seguido pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos e utilizado por Leinz e Camargos Mendes no seu “Vocabulário geológico” (1951)⁶. Esta postura evidencia que a padronização da definição desses termos ainda era incipiente em meados do século XX. Abaixo transcrevemos as definições apresentadas:

“Uma ‘Série’ é definida usualmente como uma divisão estratigráfica que inclui rochas formadas durante uma época... Isto é, durante uma das frações mais gerais de que se compõe um período. Assim sendo, a palavra implica necessariamente uma idéia de tempo, definindo-se em função de unidades cronológicas.” (Shenk e Muller, 1941; Krumbein e Sloss, 1955. *In*: Dorr et al., 1957:13/14)

“Um ‘grupo’ é uma subdivisão local ou principal de um sistema, baseada em feições litológicas; esta categoria é subordinada à Série, e compreende duas formações ou mais. As formações são reunidas em grupos, em função das semelhanças genéticas ou ambientais gerais, que se refletem nos caracteres litológicos.” (Dorr et al., 1957:14)

“Uma ‘formação’ é a unidade fundamental na classificação local das rochas. Trata-se de uma unidade genética mapeável individualmente, ou tenha litologia simples, ou duas ou mais litologias em intercalação tão íntima, que as litologias individuais não possam ser separadas no levantamento geológico às escalas usuais.” (Dorr et al., 1957:14)

E complementam...

“o termo ‘formação’ não encerra conceito estrito de tempo, pois a mesma unidade litológica pode ter idades diferentes em localidades diferentes, tais como os sedimentos depositados por mares em transgressão.” (Dorr et al., 1957:14)

Finalizando apresentam a definição de membro:

“Um ‘membro’ é uma subdivisão local de uma formação, representando geralmente uma parte especialmente variada.” (Dorr et al., 1957:14)

Estes conceitos são os mesmos empregados atualmente.

Neste trabalho a Série pré-Minas recebe a designação de Série Rio das Velhas, que é separada da Série Minas “tanto por profunda discordância angular num trecho do QF, como por uma discordância erosiva não angular em outros”. É dividida em dois grupos: Grupo Nova Lima e Grupo Maquiné, que se sobrepõe ao primeiro em discordância.

⁶ Leinz V., Mendes J.C. 1951. *Vocabulário geológico* (com sinonimia em inglês e alemão). Univ. de São Paulo, Fac. Fil. Cie. e Cultura Letras, dpart. Geol. Paleont. São Paulo, 187p.

A Série Minas fica restrita a um conjunto de rochas separadas tanto das superiores, que constituem a Série Itacolomi, como das inferiores, que formam a Série Rio das Velhas, por discordâncias. As três unidades distinguidas por Harder e Chamberlin (1915) foram elevadas à categoria de Grupo, sendo que o xisto Batatal foi incluído no Grupo Caraça.

Para a Série Itacolomi que se superpõe de forma discordante sobre a Série Minas, conforme Guimarães (1931), não foi proposta modificação.

A coluna estratigráfica apresentada (Figura 7.6) caracteriza os tipos litológicos das unidades com duas ressalvas dos autores, a saber:

- 1) No Quadrilátero Ferrífero as rochas gnaissicas-graníticas mais antigas não são do mesmo aspecto que as da localidade tipo da Série Mantiqueira de O. Barbosa. Os gnaisses post-Minas são freqüentes.
- 2) Estas formações serão definidas precisamente e descritas em trabalho que se acha em preparo.

No texto há também alusão a uma publicação em preparo para apresentação da definição das formações individuais que constituem os grupos da recém criada Série Rio das Velhas e da Série Minas.

Em 1959, o “Esboço geológico do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais, Brasil” é divulgado pela equipe do Convênio na Publicação Especial 1 do DNPM. O volume é uma síntese dos 12 anos de trabalho de pesquisa e inclui os anunciados detalhamentos da estratigrafia: definição de formações dentro dos Grupos das Séries Rio das Velhas e Minas e uma análise das rochas eruptivas.

?	1/	Série - Rio das Velhas	Grupo Nova Lima	Grupo Caraca	de	Série	Minas	Série-Itacolomi	Quartzito, Filito e Conglomerado
									grande discordância
?	1/	Série - Rio das Velhas	Grupo Maquiné	Grupo Caraca	de	Série	Minas	Série-Itacolomi	Xisto cloritoso e grauvacas com rochas metavulcânicas
									Filito grafitoso
?	1/	Série - Rio das Velhas	Grupo Maquiné	Grupo Caraca	de	Série	Minas	Série-Itacolomi	Quartzito
									Xisto quartzoso e ferruginoso
?	1/	Série - Rio das Velhas	Grupo Maquiné	Grupo Caraca	de	Série	Minas	Série-Itacolomi	Quartzito ferruginoso, filito, conglomerado, algum dolomito discordância local
									Mármore dolomítico e calcífero
?	1/	Série - Rio das Velhas	Grupo Maquiné	Grupo Caraca	de	Série	Minas	Série-Itacolomi	Filito
									Formação Ferrífera
?	1/	Série - Rio das Velhas	Grupo Maquiné	Grupo Caraca	de	Série	Minas	Série-Itacolomi	fácies oxidado (Itabirito)
									Filito, às vezes grafitoso
?	1/	Série - Rio das Velhas	Grupo Maquiné	Grupo Caraca	de	Série	Minas	Série-Itacolomi	Filito quartzoso
									Quartzito
?	1/	Série - Rio das Velhas	Grupo Maquiné	Grupo Caraca	de	Série	Minas	Série-Itacolomi	Filito quartzoso conglomerado
									Quartzito, "grit," conglomerado grande discordância
?	1/	Série - Rio das Velhas	Grupo Maquiné	Grupo Caraca	de	Série	Minas	Série-Itacolomi	Quartzito, grauvacas, xisto quartzoso, filito
									discordância
?	1/	Série - Rio das Velhas	Grupo Maquiné	Grupo Caraca	de	Série	Minas	Série-Itacolomi	Filitos e xistos verdes (metas-sedimentárias e metavulcânicas)
									Formação ferrífera, carbonatada
?	1/	Série - Rio das Velhas	Grupo Maquiné	Grupo Caraca	de	Série	Minas	Série-Itacolomi	Quartzito sericítico
									Rocha quartzítica, ankerítica, dolomítica
?	1/	Série - Rio das Velhas	Grupo Maquiné	Grupo Caraca	de	Série	Minas	Série-Itacolomi	Grauvaca
									Formação ferrífera, carbonatada
?	1/	Série - Rio das Velhas	Grupo Maquiné	Grupo Caraca	de	Série	Minas	Série-Itacolomi	grande discordância ?
									"Gneiss"
?	1/	Série - Rio das Velhas	Grupo Maquiné	Grupo Caraca	de	Série	Minas	Série-Itacolomi	e
									Rochas graníticas
?	1/	Série - Rio das Velhas	Grupo Maquiné	Grupo Caraca	de	Série	Minas	Série-Itacolomi	?
									?

Figura 7.6 – Coluna estratigráfica do Quadrilátero Ferrífero USGS/DNPM (1957)

Há um ponto de interrogação nas rochas gnáissicas-graníticas do embasamento, elas ainda não haviam sido definidas pela equipe do Convênio USGS/DNPM.

As mais antigas formações sedimentares e vulcânicas do Quadrilátero, Série Rio das Velhas, já haviam sido divididas em dois Grupos: o Grupo Nova Lima, mais antigo e que ocorre em maior área, e o que se sobrepõe, Grupo Maquiné. Neste trabalho é introduzida uma subdivisão para o Maquiné:

“Este consta de duas divisões com aproximadamente 1200m de espessura. A divisão inferior é formada de quartzo-sericita xisto, com lentes e leitos de grauvaca, quartzito sericítico e conglomerado. A camada basal em muitas localidades é composta de grandes seixos de quartzo de veio e *metachert* em matriz filítica. A divisão superior é predominantemente de quartzito e ‘grit’ com muito conglomerado, algum filito e zonas de xisto.” (Dorr et al., 1959:10)

Para os Grupos da Série Minas são definidas as formações e os ambientes de deposição. Os sedimentos clásticos de granulação fina a grosseira do Grupo Caraça são tidos, sem distinção, como depositados durante uma transgressão marinha e permanecem divididos em duas formações, a superior denominada Batatal por Harder e Chamberlin (1915), e a inferior, composta predominantemente de quartzito e conglomerados, denominada Formação Moeda (Wallace, 1958 e Maxwell, 1958)⁷.

O Grupo Itabira passa a ser composto por duas formações: Itabirito Cauê e Formação Gandarela (ambas Dorr, 1958)⁸. O Itabirito Cauê sobrepõe-se à Formação Batatal, com contato de transição e é composto primordialmente de itabirito-dolomítico, itabirito-anfibolítico, provavelmente depositado em ambiente de oxidação em um mar bastante raso. A Formação Gandarela, predominantemente dolomítica, repousa sobre o Itabirito Cauê em contato de transição e interdigitação. O fato desta formação se apresentar, em áreas extensas do QF, bastante filítica, chegando em alguns pontos a ser composta quase que exclusivamente de filito, indica a continuidade da sedimentação química do Cauê.

O Grupo Piracicaba é separado do Grupo Itabira, subjacente, por uma disconformidade; seu limite superior é desconhecido. Foi dividido na parte ocidental do QF em cinco formações. A Formação Cercadinho (Pomerene, 1958)⁹ é constituída de quartzito ferruginoso e filito. Seu contato basal é o Grupo Piracicaba e o contato superior, de transição, se faz com a Formação Fecho do Funil. A Formação Fecho do Funil é composta basicamente de filito dolomítico e passa gradativamente, numa zona de três metros, ao quartzito superior, que compõe a Formação

⁷ Wallace R.M. 1958. The Moeda formation. *In: Bol. Soc. Bras. Geol.*, v.7, n. 2, p. 59-60. São Paulo.
Maxwell C.M. 1958. The Batatal formation. *In: Bol. Soc. Bras. Geol.*, v.7, n. 2, p. 60-61 São Paulo.

⁸ Dorr J.V.N. 1958. The Cauê Itabirite. *In: Bol. Soc. Bras. Geol.*, v.7, n.2, p.61-62. São Paulo.
_____. 1958. The Gandarela formation. *In: Bol. Soc. Bras. Geol.*, v.7, n.2, p.63-64. São Paulo.

⁹ Pomerene J.B. 1958. The Cercadinho formation. *In: Bol. Soc. Bras. Geol.*, v.7, n.2, p.64-65. São Paulo.

designada Quartzito Taboões (Pomerene, 1958)¹⁰. Sobrepõe-se a ele, em contato concordante e, geralmente de transição brusca, a Formação Barreiro. A Formação Barreiro (Pomerene, 1958)¹¹ é composta de filito cinzento grafitoso intercalado com um filito de coloração marron clara a vermelho roxeada. O contato da Formação Barreiro com a Sabará, que a sobrepõe e é a unidade topo do Grupo Piracicaba, é discordante e reconhecível pelo raro conglomerado basal desta formação. A Formação Sabará (Gair, 1958)¹² é composta de filitos, xistos, grauvacas, metatufos e algumas formações ferríferas. A litologia é complicada pela variação do grau de metamorfismo, originando-se quartzo-clorita-sericita xisto, biotita xisto e outros. O único contato superior conhecido com rochas sedimentares está na região de Ouro Preto, e é marcado por profunda discordância angular.

A Série Itacolomi já havia sido definida como o conjunto de rochas supracrustais metamorfoseadas que recobrem a Série Minas e dela é separado por uma discordância. A descrição mais detalhada das rochas que a compõem evidencia o contraste entre seu caráter litológico e o das demais formações da área.

Este avanço do entendimento da estratigrafia pode ser visualizado na coluna que acompanha a publicação de 1959 (Figura 7.7).

¹⁰ Pomerene J.B. 1958. Taboões Quartzite. *In: Bol. Soc. Bras. Geol.*, v.7, n.2, p.66-67. São Paulo.

¹¹ Pomerene J.B. 1958. Barreiro formation. *In: Bol. Soc. Bras. Geol.*, v.7, n.2, p.67-68. São Paulo.

¹² Gair J.E. 1958. The Sabará formation. *In: Bol. Soc. Bras. Geol.*, v.7, n.2, p.68-69. São Paulo.

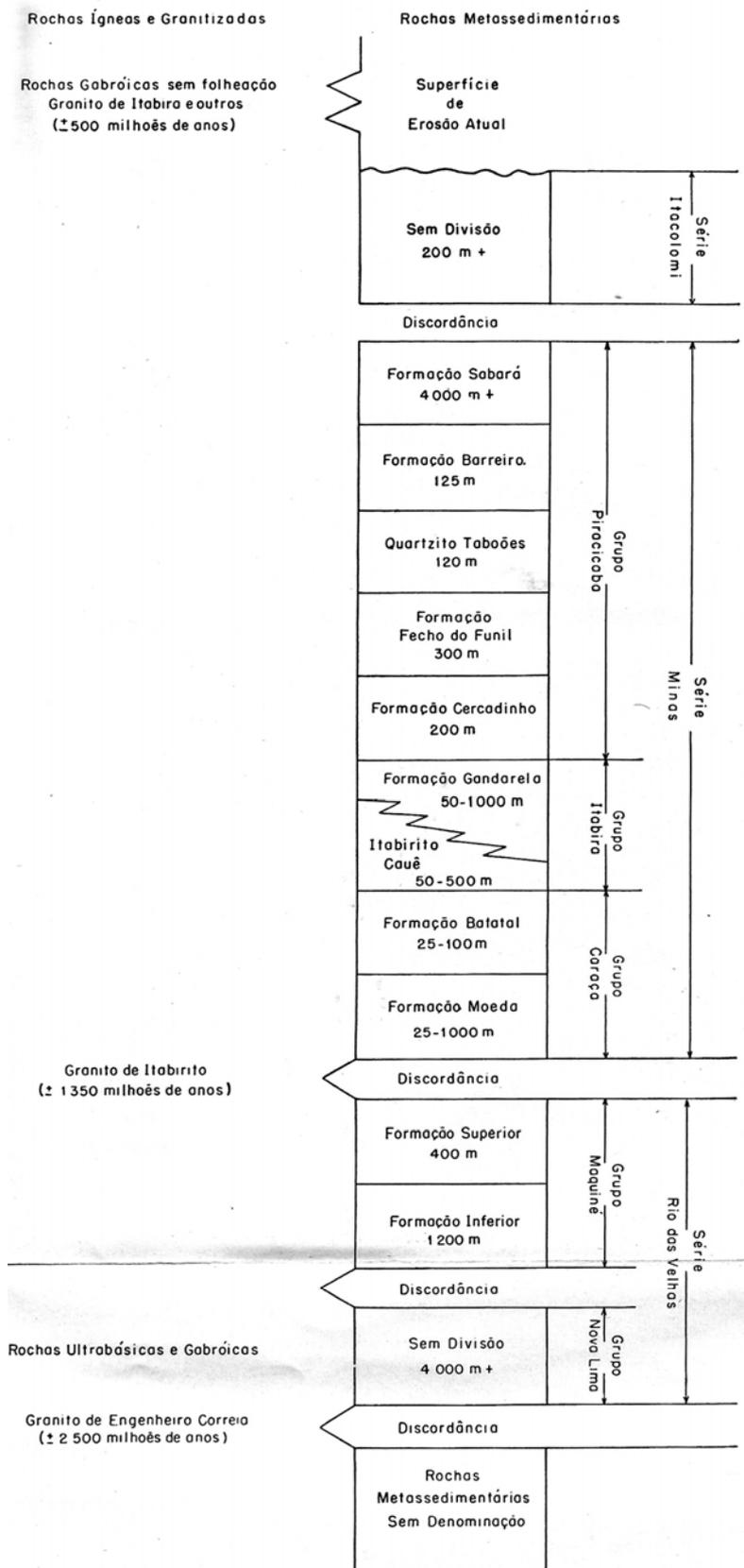


Figura 7.7 - Coluna Estratigráfica das rochas pré-cambrianas do Quadrilátero Ferrífero apresentada pela equipe de geólogos do Convênio DNPM/USGS em 1959. A intrusão dos granitos, conforme teoria colocada por Dorr e Barbosa, está assinalada na coluna estratigráfica.

Com relação às rochas eruptivas, as idades absolutas equivocadas obtidas para os granitos do QF pelo método $^{40}\text{K}/\text{Ar}^{40}$ A no biênio 1957/58 corroboraram a tese de Dorr e Barbosa que entenderam as rochas básicas e ultrabásicas, comuns no QF, como intrusivas, postulando a existência de granitos mais novos, do Paleoproterozóico.

Para finalizar o projeto de mapeamento do Quadrilátero, do qual esteve meticulosamente à frente entre 1946 e 1964, Dorr integrou e compilou os resultados obtidos de forma fracionada pela equipe, inclusive os seus próprios, uma vez que cada geólogo era responsável por um ou mais conjunto de quadrículas, para produzir a geologia regional do Quadrilátero Ferrífero. Em publicação de 1969, Dorr apresenta o quadro da fisiografia, estratigrafia e geologia estrutural do Quadrilátero Ferrífero (*U.S. Geol. Serv. Prof. Paper 641-A*, 110p.).

A coluna estratigráfica proposta data de 1965 (Figura 7.8), apresentando então uma evolução no entendimento da geologia da região desde a última divisão apresentada em 1959.

Com relação às rochas eruptivas permanece a tese das intrusões graníticas. Na base da coluna estratigráfica está expressa sua conclusão: “Não há exposição de rochas do embasamento no QF, todos os granitos são intrusivos.” (Dorr, 1969, *Plate 12*)

O Grupo inferior da Série Rio das Velhas, o Nova Lima, permanece indiviso. As formações inferior e superior do Grupo superior desta Série, o Maquiné, são designadas respectivamente, Palmital e Casa Forte.

À Série Minas foi incluído o Grupo Tamanduá, passando esta então a quatro divisões. O Grupo Tamanduá foi descrito pela primeira vez por Simmons e Maxwell (1961)¹³. A inclusão na Série Minas é devida ao trabalho de Simmons de 1968. Dorr expressa, em nota, ser contrário a esta classificação expondo os critérios que o fazem entender os quartzitos que afloram na Serra do Tamanduá devam ser incluídos nos Quartzitos Cambotas. A controvérsia sobre a existência ou não do Grupo Tamanduá permaneceria ainda por um bom tempo. A série superior desse Grupo, que recobre o quartzito Cambotas, ainda não havia sido nomeada.

Nos três outros Grupos da Série Minas, Caraça, Itabira e Piracicaba, não houve alteração.

A Série Itacolomi permaneceu indivisa, entretanto passou a ser considerada como constituída de duas fácies, uma de quartzito outra contendo muito filito. Esses filitos haviam sido nomeados

¹³ Simmons G.C. & Maxwell C.H. 1961. Grupo Tamanduá da Série Rio das Velhas. *In: Brasil. Div. Geol. Mineralogia, Boletim n. 211*, 28p. Rio de Janeiro.

Formação Santo Antônio por Barbosa (1949) e incluídos na Série Minas por Guild (1957)¹⁴. O quartzito fica, informalmente, realça Dorr, referido como tipo Itacolomi e a seqüência de filitos como fácies Santo Antônio.

Dorr ainda descreve as rochas terciárias.

Todo este conjunto estratigráfico do Quadrilátero é resumido numa coluna, onde Dorr inclui, além da caracterização litológica, ambiente de sedimentação, e espessura máxima aproximada das unidades (Figura 7.8).

Esta divisão e seqüência estratigráfica para as rochas metamórficas do Quadrilátero permanecem basicamente as mesmas, os avanços nos entendimentos da gênese e estrutura das Séries, Grupos e Formações não alteraram o ordenamento cronológico. Houve a exclusão do Grupo Tamanduá, cuja caracterização já era reconhecida por Dorr como problemática. Existem também algumas propostas informais de subdivisões. A diferença primordial entre esta coluna de Dorr, 1969, e a atual, é a inclusão do embasamento reconhecidamente aflorante no Quadrilátero, contrariando a tese de Dorr de que todos os granitos eram intrusivos.

A compilação de Dorr também incluiu a integração de todas as folhas mapeadas em escala 1:25.000, num mapa geológico regional do Quadrilátero, publicado na escala 1:150.000 que desde então constitui a imagem geológica do Quadrilátero Ferrífero (Figura 7.9).

¹⁴ Idem nota 2, p.187

Age	Series	Group	Formation	Lithology	Sedimentary environment	Maximum thickness, in meters (approximate)			
Cretaceous(?) Tertiary(?) Recent			(Unnamed)	Canga, lacustrine and stream sand, clay, gravel, alluvium, and colluvium	Continental	100			
Tertiary			Floralia	Lake and stream sediments, minor lignite	Continental	100			
Profound angular and erosional unconformity									
	Itacolomi	(undivided)		Type area: orthoquartzite, and protoquartzite, conglomerate, grit Santo Antônio facies; protoquartzite, phyllite, phyllitic quartzite, conglomerate	Paralic Molasse?	2,000? 1,000?			
Angular and profound erosional unconformity									
Precambrian	Minas	Piracicaba	Sabará	Chlorite schist and phyllite, metatuff, graywacke, tilloid, conglomerate, quartzite, minor iron-formation	Eugeosynclinal Flysch	3,000 +			
			Local erosional unconformity						
			Barreiro	Phyllite and graphitic phyllite	Stable shelf (blanket)	150			
			Taboões	Orthoquartzite	Stable shelf (blanket)	125			
			Fécho do Funil	Quartzose phyllite, dolomitic phyllite, siliceous dolomite	Stable shelf (blanket)	410			
		Cercadinho	Ferruginous quartzite, quartzite, grit, phyllite, ferruginous phyllite, minor conglomerate and dolomite	Stable shelf (blanket)	600				
		Local erosional unconformity							
		Itabira	Gandarrela	Dolomite and minor limestone, dolomitic itabirite, itabirite, dolomitic phyllite	Stable shelf (blanket)	600			
			Cauê	Itabirite (oxide-facies iron-formation, dolomitic itabirite, minor phyllite and dolomite)	Stable shelf (blanket)	350 +			
			Caraça	Batatal	Phyllite, slightly graphitic phyllite, minor metachert and oxide-facies iron-formation	Stable shelf (blanket)	250		
		Moeça		Paralic facies: orthoquartzite and grit, conglomerate, phyllite Blanket facies: Sericitic quartzite, quartzose phyllite, protoquartzite	Stable shelf shelf	1,000 150			
		Local erosional unconformity							
		Tamancúa	(Unnamed)	Dolomitic phyllite, dolomitic iron-formation (oxide-facies), quartzose phyllite	Stable shelf	300			
			Cambotas	Orthoquartzite, conglomerate, grit, conglomeratic quartzite, minor quartzose phyllite	Paralic prismatic	1,000			
		Erosional and angular unconformity							
Velhas das	Maquiné	Casa Forte	Protoquartzite, grit, conglomerate, minor phyllite and subgraywacke	Eugeosynclinal Molasse	400 +				
		Palmital	Phyllite, quartzose phyllite, protoquartzite, graywacke, subgraywacke, minor basal conglomerate	Eugeosynclinal Molasse	1.400				
	Local erosional and possibly angular unconformity								
Rio	Nova Lima	(Undivided)	Phyllite, largely chloritic, graywacke, carbonate-facies iron-formation, meta-volcanics, minor quartzite, tilloid, conglomerate, and dolomite Rb—Sr age on muscovite 2800 million years before present	Eugeosynclinal (Flysch)	4,000 +				
				No basement rocks exposed in the Quadrilátero Ferrífero; all granitic rocks are intrusive					

Figura 7.8 - Coluna estratigráfica do Quadrilátero Ferrífero (Dorr, 1969, Plate 12)

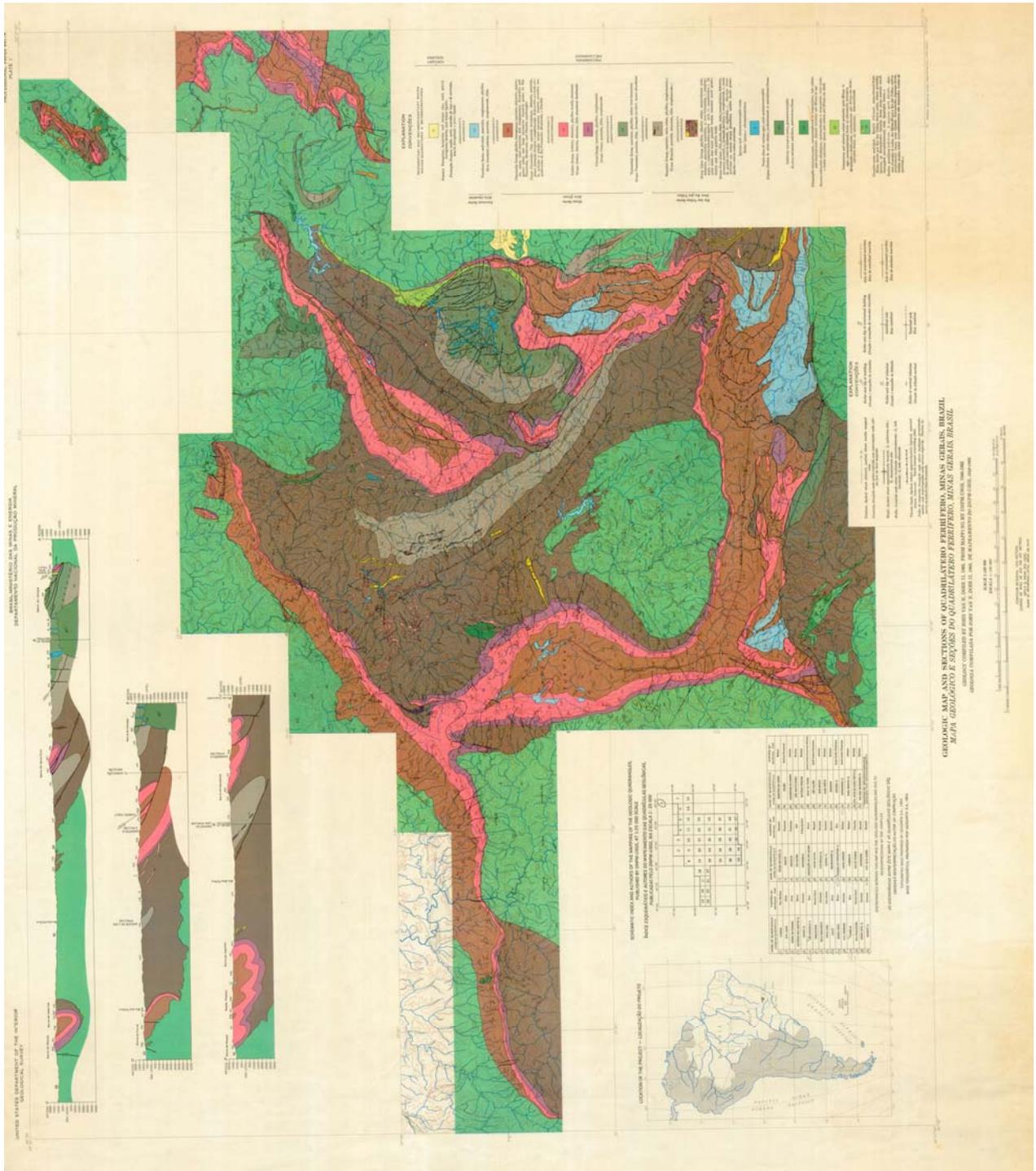


Figura 7.9 - Mapa Geológico e Seções do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais – Brasil (Dorr, 1963, a partir do mapeamento do DNPM/USGS, 1946-1962)

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta deste trabalho foi investigar, resgatar e contextualizar as proposições dos pesquisadores sobre a geologia dos terrenos do Quadrilátero Ferrífero buscando entender o processo evolutivo desse conhecimento. Dentro desta perspectiva, foram fontes primárias fundamentais as representações gráficas dos conceitos geológicos do Quadrilátero Ferrífero presentes nos trabalhos analisados na medida em que *“if geology is a narrative, then geological maps are a tapestry woven by that narrative”* (Harrap, 2001:1).

A contribuição que se buscou fazer encontra-se fundamentalmente na perspectiva metodológica adotada para análise: captar tanto a ambiência científica – bases epistemológicas e metodológicas – como a motivação das pesquisas efetuadas ao longo dos tempos, para então tentar compreender as teorias apresentadas e mapear a dinâmica da evolução do conhecimento até os modelos atuais, tanto estratigráficos quanto tectônicos. Assim, a reflexão esteve sempre situada na interseção da ciência com a história política, econômica e cultural, assumindo a vertente teórico-metodológica da História Social da Ciência.

Para rastrear a origem do processo, retrocedeu-se até o Brasil colônia, no final do século XVII, quando a descoberta de ouro aluvionar na região central de Minas Gerais desencadeou as atividades mineiras, cujo papel no avanço do conhecimento geológico é inegável. A investigação se estendeu até 1969, finalizando com a compilação da geologia do Quadrilátero empreendida por Dorr, que incluiu a integração dos dados num mapa geológico regional. Esta foi a opção de balizamento temporal deste trabalho: chegar à imagem geológica do Quadrilátero Ferrífero em corrente uso. Não ter abarcado as pesquisas empreendidas nesses últimos 40 anos, desde a publicação de Dorr, em hipótese alguma significa um juízo de valor: os avanços ao entendimento da geologia do Quadrilátero neste período foram muitos e significativos. Entretanto, embasou a decisão, além da questão de uma nova imagem não ter sido ainda produzida, principalmente o fato desses avanços terem sido gerados dentro de um arcabouço teórico atual e a maior facilidade de acesso a eles enquanto fontes primárias de pesquisa. Assim, o tipo de análise que buscamos fazer, que caracteriza a contribuição e o pioneirismo deste trabalho, no período pós-Dorr não teria o mesmo sentido.

A partir de uma visão geral do processo estudado cabem algumas conclusões. Primeiro, ficou evidenciado que a importância econômica das riquezas minerais existentes no Quadrilátero fez

com que esta região progressivamente fosse se consolidando como objeto de pesquisas sistemáticas. As “Entradas” no território mineiro em busca de metais e pedras preciosas se sucederam pelos séculos XVI e XVII, e a descoberta do ouro aluvionar no final deste último, só fez aumentar o número de expedições de exploração. Nas primeiras décadas do século XVIII as investidas sobre a região tinham resultado numa profusão de achados. Com o esgotamento dos depósitos de aluvião é iniciado o rastreamento dos filões auríferos primeiro nas margens, depois nas encostas e, em seguida, nas montanhas, com a exploração deixando de ser apenas superficial. O declínio acentuado da extração de ouro nas últimas décadas do século XVIII trouxe as primeiras pesquisas científicas sobre a constituição dos terrenos tendo como objetivo a descoberta de novos recursos minerais. Durante todo o século XIX o Quadrilátero foi palco do que havia de mais recente em termos de ciência na Europa com a presença por aqui de pesquisadores estrangeiros. Nos três primeiros quartéis desse século, as observações geológicas, com algumas exceções, estão incluídas em relatos de viagem e se referem basicamente aos mesmos lugares por força de um itinerário comum na região do Quadrilátero, que passava obrigatoriamente pelas minas de topázio nos arredores de Ouro Preto e minas de ouro então exploradas por companhias inglesas. No último quartel as pesquisas acompanharam a especialização da ciência geologia no Brasil e começa aparecer o interesse pelo manganês e ferro. O minério de ferro é a motivação principal das pesquisas durante todo o período estudado no século XX, em papel secundário aparece também o ouro.

Em segundo lugar observamos que a evolução do conhecimento geológico do Quadrilátero, com variações dentro da motivação principal, conforme demonstrado, se deu de maneira contínua, sem hiato temporal desde as primeiras contribuições científicas identificadas.

Outro ponto a destacar é a confirmação de um aspecto já evidenciado por muitos trabalhos sobre as ciências no Brasil e ainda outros tantos sobre a mineração, a importância do Estado na promoção do desenvolvimento dessas áreas. No geral, o Estado é visto como único agente ou responsável pelo processo. No entanto, Figueirôa (1997) analisando a institucionalização das ciências geológicas no Brasil coloca que a ação do Estado deve ser relativizada, demonstrando a multicausalidade desse processo. A evolução do conhecimento geológico do Quadrilátero não está desvinculada da expansão e especialização dos espaços institucionais ligados às ciências geológicas, pelo contrário, reflete este processo estudado por Figueirôa. Além disso, ambos são produto do mesmo contexto histórico, desfrutaram o mesmo cenário político, econômico e científico nacional em sua trajetória, com muitos personagens em comum. De tal forma que não é surpresa chegarmos a uma conclusão semelhante: a evolução do entendimento da geologia do Quadrilátero se deu muito em função da ação do Estado, mas não exclusivamente.

Algumas características fazem com que os recursos minerais sejam considerados estratégicos aos interesses da nação como, por exemplo, constituírem insumos essenciais a praticamente todos os ramos do setor industrial e terem distribuição irregular na crosta terrestre, o que lhes imprime ao mesmo tempo uma enorme dimensão econômica e caráter internacional. Assim, é natural que o Estado desenvolva mecanismos de pesquisa, exploração e regulação do setor mineral. Seja por parte do Estado português, seja depois pelo brasileiro, demonstramos que houve uma política governamental que se refletiu diretamente na evolução do conhecimento geológico do Quadrilátero durante todo o período contemplado por este trabalho. O que destacamos agora é a existência de iniciativas particulares que também foram efetivas para o avanço do processo. Figueirôa (1997), analisando questão similar, faz uso da classificação de Pyeson¹,

“segundo a qual os cientistas estrangeiros que vieram para a América Latina poderiam ser classificados, *grosso modo*, como ‘funcionários’ e ‘buscadores’ – os primeiros prioritamente a serviço dos interesses de uma metrópole e os segundos, avulsos, interessados em construir (ou conquistar) um espaço institucional para suas carreiras” (Figueirôa, 1997:236).

A autora observa que, apesar de não captar a complexidade do quadro histórico real, esta classificação é eficiente para uma caracterização geral. Copiando a iniciativa de Figueirôa, sem discussões mais profundas sobre as particularidades que envolvem cada um dos pesquisadores, identificamos como ‘buscadores’ os naturalistas-viajantes Spix e Martius, Heusser e Claraz, Tschudi, Herve, Pissis, Claussen, para citar os que deixaram maiores contribuições e, notadamente, Helmreichen, que trabalhava nas companhias inglesas de mineração de ouro para financiar suas ambições científicas com os rendimentos obtidos. Nessa perspectiva simplista, optamos por não incluir na categoria ‘buscadores’, Derby e Gorceix. Apesar de terem chegado ao Brasil jovens e recém titulados em seus países e terem sim buscado projeção para suas carreiras, com relação às suas pesquisas sobre a geologia do Quadrilátero, ambos estavam inseridos em espaços institucionais governamentais como ‘funcionários’.

Quanto à periodização entendemos que, como trabalhamos com um longo horizonte temporal, ela tende a ser mais genérica, logo estudos detalhando períodos específicos podem apontar subdivisões. Contudo, acreditamos que as fases identificadas ajudam a caracterizar e entender o processo.

Antecede a geração de conhecimento científico ligado à Mineralogia e Geologia o período, de aproximadamente 100 anos, da lavra empírica no ciclo do ouro, caracterizado pela aplicação e aprimoramento de técnicas de mineração. Portugal estava mergulhado na obscuridade científica,

¹ Pyeson L. “Functionaries” and “Seekers” in Latin American: Missionary Diffusion of Exact Sciences, 1850-1930. México: *Quiipu*, 2(3):387-420, set-dez. 1985.

as medidas administrativas iniciais relativas ao Brasil visavam antes o controle dos possíveis achados do que seu descobrimento, que ficava por conta de iniciativas particulares, especialmente dos paulistas. A descoberta do ouro aluvionar agravou este quadro, não só não houve por parte da metrópole qualquer ação no sentido de orientação ou fiscalização sobre os modos de minerar e beneficiar, como passaram a expressar cada vez mais a preocupação com o descaminho do ouro, isto é, com a sonegação fiscal. Este quadro reflete claramente a política mercantilista portuguesa à época: exploração das riquezas minerais das colônias visando apenas o engrandecimento da metrópole.

O pragmatismo do movimento ilustrado português marca o período iniciado nos anos 60 do século XVIII a partir do declínio acentuado da exploração do ouro em Minas Gerais. Buscando alternativas para recompor seus rendimentos, a Coroa encarrega ilustrados luso-brasileiros de pesquisas visando ampliar e diversificar a exploração de recursos naturais. Assim surgiram, na passagem para século o XIX, as primeiras noções da geologia da porção centro-sudeste do estado de Minas Gerais registradas em memórias. Os textos evidenciam os interesses régios e a inserção do ensino da Universidade de Coimbra nas grandes teorias das ciências naturais à época, em especial, da Geologia e da Mineralogia.

Uma nova etapa, com esta mesma perspectiva utilitarista, foi iniciada em 1808 com a transferência da sede do império português para o Rio de Janeiro e a conseqüente transformação do cenário político, cultural, institucional e científico brasileiro. Com a tarefa inicial de reanimar a decadente mineração de ouro e implementar a indústria siderúrgica chega ao Brasil o Barão Wilhelm Ludwig von Eschwege, de sólida formação científica e técnica na Alemanha. Só o valor de sua contribuição ao entendimento da geologia do Quadrilátero justificaria a constituição de um capítulo neste processo, mas o fato dele ter residido no Brasil por onze anos, a maior parte deles em Minas Gerais a serviço da Coroa portuguesa, o distingue também de outros naturalistas que aqui estiveram. Em linhas gerais, Eschwege delineou o sistema orográfico da região e propôs uma ordenação estratigráfica para seus terrenos com quatro divisões nos moldes da escola netunista werneriana. Com ele surgem as primeiras representações gráficas da geologia da área. Uma análise dos perfis produzidos por Eschwege, entre ca. de 1811 e 1816, evidencia a evolução do conhecimento sobre a geologia dos terrenos por ele percorridos.

As observações geológicas dos naturalistas estrangeiros, viajantes, que estiveram no Quadrilátero durante o século XIX, destacadamente Peter Claussen e Aimé Pissis, e o geólogo e engenheiro de minas Virgil von Helmreichen caracterizam uma etapa. Além do detalhamento das formações, produziram os primeiros mapas geológicos regionais do Quadrilátero e as

primeiras representações de estruturas dobradas. Impressiona a visão geral de Helmreichen do Quadrilátero, expressa no esboço da geologia regional por ele produzido. Os mapas de Pissis e Claussen apresentam utilização conjunta de duas técnicas diferentes para expressar o relevo, a hachura e a variação da tonalidade da cor (aguada), como fundo para as informações geológicas. Apesar de completamente simplista perto do complexo padrão estrutural do QF, Pissis apresenta a primeira proposta de entendimento da evolução tectônica do Quadrilátero.

O processo de institucionalização, no Brasil, da ciência Geologia marca a segunda metade do século XIX. Advindo desse contexto há um avanço no entendimento da estratigrafia proporcionado, principalmente, por Henri Gorceix e Orville Derby.

A geologia econômica é a tônica do século XX. Nesse período, distinguimos duas fases no avanço do conhecimento da geologia do Quadrilátero. Em ambas destaca-se a inédita e competente contribuição de brasileiros formados no Brasil, possibilitado pela conjuntura da fase anterior. A primeira gira em torno da descoberta das enormes reservas de manganês e ferro e a segunda, conseqüência da anterior, propiciada pelo convênio DNPM/ *U.S. Geological Survey*, firmado em 1944. O resultado final foi um conjunto de 42 mapas geológicos, na escala 1:25.000, acompanhados de relatórios. É importante destacar que o foco primordial desse projeto eram os depósitos de minério de ferro e manganês, logo maior atenção foi dada ao Supergrupo Minas onde eles estão concentrados. De forma que as outras unidades litoestratigráficas não foram detalhadas no mesmo nível, o Grupo inferior da Série Rio das Velhas (atualmente Supergrupo), o Nova Lima, por exemplo, permaneceu indiviso. Todos os resultados gerados foram compilados por John Van N. Dorr II, chefe da equipe, e publicados em 1969 num relatório sobre a geologia regional do Quadrilátero com a apresentação da coluna estratigráfica e um mapa simplificado na escala 1:150.000, tomado desde então como a imagem geológica do Quadrilátero Ferrífero.

A publicação do mapa regional do Quadrilátero põe um ponto final na análise empreendida neste trabalho, a imagem permanece estática, mas não o conhecimento. As questões levantadas por Dorr (1969) e a cobertura do Quadrilátero por fotos aéreas e mapas topográficos na escala 1:25.0000, estimularam a produção de inúmeros trabalhos acadêmicos, especialmente de pós-graduação, em muitas universidades brasileiras e estrangeiras. Entre essas últimas destaca-se a Universidade Técnica de Clausthal/Alemanha que, através de convênio com o Departamento de Geologia da Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP, nas décadas de 1970 e 80, viabilizou a produção de dezenas de teses de doutorado de estudantes brasileiros e alemães, abordando temas específicos de petrografia, estratigrafia, geologia estrutural, geologia econômica, entre outros.

A consolidação do modelo da evolução geodinâmica, em fins dos anos 1960, aliado ao desenvolvimento das técnicas de datação U-PB, que ampliou grandemente a eficiência da geocronologia, proporcionaram avanços consideráveis no entendimento evolução tectônica e sedimentar do Quadrilátero. Hoje, se entende seu contexto geológico como constituído por quatro grandes unidades estratigráficas: os complexos metamórficos arqueanos, que compõem o embasamento cristalino; a sucessão de rochas metassedimentares e metavulcânicas da antiga Série Rio das Velhas, elevada a Supergrupo por Ladeira (1976); o Supergrupo Minas e o Grupo Itacolomi. Destaca-se ainda a presença de duas gerações, pós-Supergrupo Minas, de rochas intrusivas cortando toda esta seqüência estratigráfica descrita, especialmente a oeste de Belo Horizonte e na Serra do Caraça (Alkmim & Noce, 2006).

Os complexos cristalinos são constituídos por granito-gnaisses polideformados de composição tonalítica a granítica e, subordinadamente, por granitos, granodioritos, anfibolitos e rochas meta-ultramáficas. As rochas desta unidade distribuem-se ao redor e na parte central do Quadrilátero Ferrífero, e, geralmente, apresentam estrutura dômica. Suas principais ocorrências são os complexos do Bação, Belo Horizonte, Caeté, Bonfim e Florestal (Renger et al., 1994).

O Supergrupo Rio das Velhas foi caracterizado por Engesser (1974), Schorscher (1975) e Ladeira (1980) como uma seqüência do tipo *greenstone belt*. Segundo Carneiro (1992), Noce (1995) e Noce et al. (2005) o Supergrupo Rio das Velhas foi depositado em um intervalo de ca. de 70 milhões de anos, a partir de 2790 Ma, sendo então contemporâneo de outros cinturões neoarqueanos do mesmo tipo como os existentes na Província Superior no Canadá e no Cráton Yilgarn na Austrália.

Dentro do Programa de Distritos Mineiros do DNPM e do Programa de Províncias Mineraias da CPRM foi criado o Projeto Rio das Velhas para mapeamento geológico do *Greenstone belt* Rio das Velhas, cujo foco principal eram as mineralizações de ouro hospedadas majoritariamente no Grupo Nova Lima. O trabalho foi realizado entre 1992 e 1995 e resultou num mapa geológico do Supergrupo Rio das Velhas – o Supergrupo Minas não foi mapeado – na escala 1:100.000 (Baltazar e Silva, 1996) que integrou 24 quadrículas mapeadas na escala 1:25.000, acompanhado de um relatório (Zucchetti & Baltazar, 1998). O Grupo Nova Lima, antes indiviso, foi subdividido em 18 novas unidades geológicas. Este projeto envolveu também a realização de aerolevanteamento geofísico e disponibilização de mapas de magnetometria, gamaespectrometria e eletromagnetometria, viabilizado pela constituição de um consórcio entre o DNPM e um grupo de 8 empresas de mineração, que teve por finalidade detectar novos alvos para prospecção mineral.

Renger et al. (1994), baseados em acervo geocronológico posicionaram temporalmente a sedimentação do Supergrupo Minas entre 2580 Ma, base da Formação Moeda, e 2050 Ma, topo do Grupo Sabará (antiga Formação Sabará elevada neste trabalho a Grupo).

Sobre a controversa posição estratigráfica do pacote de quartzitos da Serra das Cambotas, Crocco Rodrigues (1991) correlacionou esta unidade ao Supergrupo Espinhaço, alterando a proposição inicialmente feita por Simmons & Maxwell (1961) de incluí-lo no Grupo Tamanduá.

Julgo oportuno ainda colocar que, sobre a evolução tectônica do complexo padrão do Quadrilátero Ferrífero, destaca-se o modelo proposto por Alkmin & Marshak (1998) no qual os autores distinguem quatro fases de deformação, ocorridas no Quadrilátero, dentro do seguinte processo de evolução: 1) Formação dos terrenos granito-greenstone arqueanos: rochas cristalinas mais antigas 3200Ma e deposição do SGRV entre 2800Ma-2700Ma; 2) Formação da bacia Minas: entre 2600-2400Ma (evento extensional); 3) Evento Transamazônico: aproximadamente em 2100Ma, a região foi envolvida por um cinturão de dobramentos e cavalgamentos com vergência noroeste; 4) Colapso orogênico transamazônico: entre 2095-2051Ma: regime extensional com desenvolvimento de terrenos em quilhas e domos; 5) Rift Espinhaço: reflexo no QF do desenvolvimento da bacia Espinhaço com a intrusão de diques de diabásio em torno de 1750Ma; 6) Brasiliano: segundo evento contracional, ocorreu entre 700-430Ma e criou um cinturão de dobramentos e cavalgamentos para oeste que reativou antigas estruturas do QF.

O número de trabalhos que proporcionaram significativos avanços no entendimento da geologia do Quadrilátero é enorme, de maneira nenhuma seria possível citar todos. Em termos cartográficos, assim como os resultados do Projeto Rio das Velhas modificam o mapa de Dorr, os de Schorscher (1975) na região de Itabira, Alkmin (1985) sobre a Serra de Ouro Branco, Weiss (1989) nas Serras de Santo Antônio e João Pereira, Crocco-Rodrigues (1991) na Serra das Cambotas, Ribeiro-Rodrigues (1992) na Serra do Caraça também o fazem. Entretanto, é muito interessante observar que há contribuições que mostram que as unidades componentes do Quadrilátero não se restringem às quadrículas do mapa de Dorr, como o de Romano (1989), que apresenta a extensão a NW na Faixa Pará de Minas - Pintangui. Já foi dito que o foco do Convênio DNPM/ *U.S. Geological Survey* eram os depósitos de minério de ferro da região e isso diz muito sobre os limites do mapa produzido, mas a ausência de uma nova compilação mantém este mapa como a imagem geológica do Quadrilátero Ferrífero.

O descompasso entre a imagem e o conhecimento geológico coloca a questão: Qual a definição espacial do Quadrilátero Ferrífero hoje?

BIBLIOGRAFIA

- Adams F.D. 1954. *The birth and development of the geological sciences*. Dover Ed., Nova York, 506 p.
- Agassiz L. & Agassiz E.C. 1868. *Viagem ao Brasil: 1865-1866*. Trad. João Etienne Filho. Ed. Itatiaia, Belo Horizonte; Ed. da Universidade de São Paulo, São Paulo, ed. 1975. 323 p.
- Agrícola G. 1556. *De re metallica*. Dover Ed., Nova York, ed. 1950, 658 p.
- Alkmim F.F. 1985. *Estudo Sedimentológico, Litoestratigráfico e Estrutural da Sequência de Metassedimentos da Serra de Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil*. Tese de Doutorado, Technische Universität Clausthal, Clausthal, 217p.
- Alkmim F.F.; Neves B.B. de B.; Alves J.A.C. 1993. Arcabouço tectônico do Cráton São Francisco - Uma revisão. In: Domingues J.M.L. & Misi A. *O Cráton São Francisco*. Salvador, SBG-Nba/SE, SGM, CNPq, p. 45-62.
- Alkmim F.F. & Marshak S. 1998. Transamazonian Orogeny in the Souther São francisco Craton Region, Minas Gerais, Brazil: Evidence for Paleoproterozoic Collision and Collapse in the Quadrilátero Ferrífero. In: *Precambrian Res.*, n.90:1-2.
- Alkmim F.F. & Noce C.M. (Org.). 2006. The paleoproterozoic Record of the São Francisco Craton. In: *IGCP 509 Field Workshop*, Bahia and Minas Gerais, Brasil. Field guide and Abstracts. UFOP-UFBA, v.1, p. 37-73.
- Alonso A. 1995. *O positivismo de Luís Pereira Barreto e o pensamento brasileiro no final do século XIX*. Texto de referência da conferência realizada no Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo. Disponível em <http://www.iea.usp.br/artigos>.
- Antonil A.J. 1711. *Cultura e opulência do Brasil*. Ed. Itatiaia, Belo Horizonte, ed. 1997, 239p.
- Antunes A. 1999. *Do diamante ao aço: a trajetória do Intendente Câmara*. Una ed., Belo Horizonte, 136p.
- Antunes M.T. 1989. *Sobre a História do Ensino da Geologia em Portugal*. Comun. Serv. Geol. Portugal, t. 75, p.127-160. Disponível em: <http://www.dct.fct.unl.pt/HGeo/HGPor.html>
- Assis J.P.A. 1993. *Kuhn e as ciências sociais*. Estudos Avançados, São Paulo, v.7, n.19. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010340141993000300004&lng=en&nrm=iso
- Baptista M.B., Braun O.P.G. e Campos D. de A. 1984. *Léxico estratigráfico do Brasil*. DNPM: CPRM, Brasília, 560p.
- Barbosa A.L. de M. 1979. Variações de fácies na Série Minas. In: *SBG/Núcleo MG*, Bol. n.1, Atas do I Simpósio de Geologia de Minas Gerais, Diamantina, p. 89-100.

- Barbosa G.V. e Rodrigues D.M.S. 1967. *Quadrilátero Ferrífero*. Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais.
- Barbosa O. 1949. Contribuição à geologia do centro de Minas Gerais. *In: Mineração e Metalurgia*. Rio de Janeiro, v.14, n.79:3-19.
- _____. 1954. Evolution du Geosynclinal Espinhaço. *In: 19 Cong. Int. Geol.*, Section 13, Fasc. 14, p. 17-35, Algiers.
- Barros R.S.M.de. 1986. *A ilustração brasileira e a idéia de universidade*. Convívio/EDUSP, 2^a. Ed. São Paulo. 440p.
- Biblioteca Nacional do Rio de Janeiro. 1935. *Informação sobre as minas do Brasil* (Ms. anônimo, ca. 1705, Bibl. da Ajuda, Lisboa). *Anais*, v.57:155-186.
- Bongiovanni L.A. 1994. *Estado, burocracia e mineração no Brasil (1930-1945)*. Dissertação de mestrado. Instituto de Geociências-Unicamp, Campinas, 113p.
- Borba de Moraes R. *Bibliographia brasiliana: rare books about Brazil, published from 1504 to 1900 and works by Brazilian authors of the Colonial period*. Rev. and enlarged ed. Los Angeles [Estados Unidos]: UCLA Latin American Center Publications; Rio de Janeiro: Kosmos, c1983. 1074 p.) (Reference series; v.10) ISBN 0879031093 (enc.)
- Brajnikov B. 1947. Essai sur la tectonique de la région à l'est de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brésil. *In: Soc. Géol. France Bull.*, 5th ser., v.17, p. 321-335.
- _____. 1949. Remarques sur la géologie de la municipalité d'Ouro Preto. *In: Revista da Escola de Minas*, ano XIV, n.6, p. 9-12, 17-19, Ouro Preto.
- Branner J.C. 1915. *Geologia elementar preparada com referência especial aos estudantes brasileiros*. Francisco Alves e cia., Rio de Janeiro, 2^a ed., 396p.
- _____. 1919. Resumo da Geologia do Brasil para acompanhar o mapa geológico do Brasil. *Bulletin of Geological Society of America*, Washington, D.C., v. 30, n.2, 152p.
- Calógeras J.P. 1904/5. *As Minas do Brasil e sua legislação*. 3v. Imprensa Nacional, Rio de Janeiro.
- _____. 1913. *O Brasil e seu desenvolvimento econômico*. Conferência realizada a 7/11/1912. *Anais Bibl. Nac. RJ*, Vol. 35, Rio de Janeiro, 1916. p.39-61.
- _____. 1945. *Formação Histórica do Brasil*. Companhia Ed. Nacional, São Paulo, 450 p.
- Câmara J.de S.B. 1897. *Memória Mineralógica do Terreno Mineiro da Comarca de Sabará*. *Rev. Arq. Públ. Mineiro*, v.4:599-609.
- Cardoso, J.L. *A História Natural, o Império Luso-Brasileiro e a economia política na obra de Domingos Vandelli*. Disponível em: http://www.abphe.org.br/congresso2003/Textos/Abphe_2003_04.pdf
- Carneiro C.D.R., Cunha C.A.L.S., Campanha G.A.C. 1993. A teoria e a prática em Geologia e o eterno retorno. *In: Rev. Bras. Geoc.*, 23(4):339-346.
- Carneiro H.S. 2002. História da Ciência, da Técnica e do Trabalho no Brasil. *In: Nuevo Mundo Mundos Nuevos*, N. 2. Disponível em: <http://nuevomundo.revues.org/document573.html>

- Carneiro M.A. 1992. *O Complexo metamórfico do Bonfim Setentrional – Quadrilátero Ferrífero, MG: litoestratigrafia e evolução geológica de um segmento de crosta continental do Arqueano*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 233p.
- Carvalho J.M.de. 1988. *Teatro das sombras: a política imperial*. Ed. Iuperj, Rio de Janeiro; Ed. Vértice, São Paulo, 196 p.
- _____. 2002. *A Escola de Minas de Ouro Preto: o peso da glória*. Ed. UFMG, Belo Horizonte, 219 p.
- Castelnau F. 1845. *Expedições às Regiões Centrais da América do Sul*. 2 v. Trad. Olivério M. de Oliveira Pinto. Ed. Itatiaia, Belo Horizonte, ed. 2000, 444 p.
- Catani D.B., Bueno B.A.O., Sousa, C. P. 2000. Love for beginnings: towards a history of relationships with the school. *In: Cad. Pesquisas, Fac. Educ.Univ. Est. SP*, 111:151-171.
- Claussen P. 1841. *Notes géologiques sur la province de Minas Geraes au Brésil*. Bulletins de L'Académie Royale des Sciences. Tome VIII – 1^o partie, Bruxelles, p. 322-372.
- Costa A.A.da. *Domenico (Domingos) Vandelli (1730-1816)*. Disponível em: <http://www.spq.pt/docs/Biografias/Domingos%20Vandelli%20ing.pdf>.
- Costa A.G. et al. 2002. *Cartografia das Minas Gerais; da Capitania à Província*. Editora UFMG, Belo Horizonte, 83 p. e 29 pranchas.
- Costa A.G. (Org.) 2004. *Cartografia da conquista do território das minas*. Textos de A.G. Costa, F.E. Renger, J.F. Furtado e Santos, M.M. D. dos Santos. Ed. UFMG, Belo Horizonte, Kapa Editorial, Lisboa, 244 p.
- Costa J.R. 1997. *Toponímia de Minas Gerais*. Ed. BDMG Cultural. 2^a ed. 478p.
- Couto J.V. 1799. *Memória sobre a Capitania das Minas Gerais; seu território, clima e produções metálicas*. Estudo crítico, transcrição e pesquisa histórica por Júnia Ferreira Furtado. Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, 1994, 104 p.
- _____. 1801. *Memoria sobre as Minas da Capitania de Minas Geraes, suas descrições, ensaios e domicilio proprio; à maneira de itinerario, com um appendice sobre a nova Lorena Diamantina, sua descrição, suas produções mineralógicas e utilidades que d'este pais posam resultar ao Estado*. *In: Rev. Arq. Públ. Mineiro*, 1842, 6:55-166.
- _____. 1809. *Memorias sobre as salitreiras naturaes de Monte Rodrigo; maneiras de as auxiliar por meios artificiaes, etc.; escripta no anno de 1803*. Rio de Janeiro (Impressão Régia), 61p.
- Dantes M.A.M. (org.) 2001. *Espaços da Ciência no Brasil: 1800-1930*. Editora Fiocruz, Rio de Janeiro, 208 p.
- Dardenne M.A. & Shobbenhaus C. 2003. Depósitos Minerais no Tempo Geológico e Épocas Metalogenéticas. *In: Luiz A. Bizzi; Carlos Schobbenhaus; Roberta M. Vidotti; João H. Gonçalves. (Org.). Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil*. Brasília: Serviços Geológicos do Brasil - CPRM - MME, p. 365-448.
- Derby O.A. 1880. *Reconhecimento geológico do valle do S. Francisco*. Relatório Comissão Hydrogeográfica sobre o exame do Rio São Francisco, Anexo, Rio de Janeiro, p. 1-24.

- _____. 1881. Contribuição para o estudo da Geologia do Valle do Rio S. Francisco. *In: Arq. Museu Nac.*, Rio de Janeiro, v.4:87-119.
- _____. 1882. Reconhecimento geológico dos Vales do Rio das Velhas e Alto São Francisco. *In: Brasil. Minister. Agr. Com. Obras Publ.*, Relatório, 38p. Rio de Janeiro.
- _____. 1899-a. Os primeiros descobrimentos de ouro em Minas Geraes. *In: Rev. Inst. Hist. Geogr. SP*, 5:240-278.
- _____. 1899-b. Os primeiros descobrimentos do ouro nos distritos de Sabará e Caeté. *In: Rev. Inst. Hist. Geogr. SP*, 5: 279-295.
- _____. 1906. The Serra do Espinhaço, Brasil. *In: Journal of Geology*, Chicago, 14:374-401.
- _____. 1910. The iron ores of Brasil. *In: Int. Congr. Geol.*, Estocolmo, v.2:813-822.
- Dias C.M.C. 2004. Eschwege: Um olhar sobre as técnicas de mineração do ouro no século XVIII e no início do XIX. *In: Martins R.A.; Martins L.A.C.P.; Silva C.C.; Ferreira J.M.H. (eds.). Filosofia e História da Ciência no Cone Sul. 3º Encontro. Campinas, p. 127-130.*
- Dias M.O.S. 1969. Aspectos da ilustração no Brasil. *In: Rev. Inst. Hist. Geogr. Br.*, Rio de Janeiro, 278:105-170.
- Domingues A. 2001. For a better understanding of colonial domains: the creation of an information net during the Portuguese Empire at the end of the eighteenth century. *In: Hist.Cienc. Saúde-Manguinhos*. 8:823-838. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59702001000500002
- Dorr II J.V.N. et al. 1957. Revisão estratigráfica pré-cambriana do Quadrilátero Ferrífero. *In: Brasil, DNPM, Avulso 81*, 31p., Rio de Janeiro.
- _____. et al. 1959. Esboço Geológico do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. *In: Brasil. DNPM. Publicação Especial 1* 120p. Rio de Janeiro.
- _____. 1969. Physiographic, Stratigraphic and Structural Development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. *U.S. Geol. Surv. Prof. Paper*, 641-A, 110p.
- Doula S. M. e Costa M.F.de A. 2004. Ciência, natureza e crítica ambiental na obra do Barão de Eschwege: o Brasil sob o olhar de um mineralogista do século XIX. *In: Estudos Avanzados Interactivos*, 3(5). Disponível em: <http://lauca.usach.cl/revistaidea/html/revista%205/pdf/Sheila%20Maria%20Doula.pdf>
- Drake A.A. & Morgan B.A. 1980. Precambrian plate tectonics in the brasilian shield – evidence from the pre-minas rocks of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. *In: US Geol. Surv. Prof. Paper 1119*, p. B1-b19.
- Engesser W. 1974. *Geologie, Petrographie und Altersstellung der Gesteine der südlichen Serra do Espinhaço (Minas Gerais, Brasilien)*. Tese Dr. Univ. Freiberg, 38p.
- Eschwege W.L.von. 1818. *Jornal do Brasil, 1811-1817*. Trad. Friedrich E. Renger, Tarcísia L. Ribeiro e Günther Augustin. Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, ed. 2002, 408 p.

- _____. 1821. *Instrucções para os Mineiros e Officiaes Engenheiros que se houvessem de aplicar à Administração das Minas. Tomo 1º Geognosia*. Manuscrito do Arquivo Estadual de Manburg, Fundo 340 Wilhelm Ludwig von Eschwege; nr.57(a)
- _____. 1822. Quadro Geognóstico do Brasil e a provável rocha matriz dos diamantes. Trad. e notas Friedrich E. Renger *In: Geonomos*, 2005, 13 (1,2):97-109.
- _____. 1832-a. *Contribuições para a Geognóstica do Brasil*. Cap. 3 ao 10. Trad. e notas Rodolpho Jacob, Imprensa Oficial, Belo Horizonte, ed. 1930.
- _____. 1832-b. *Contribuições para a Geognóstica do Brasil, tiradas das viagens dos Srs. Von Spix e von Martius reunidas e anotadas por W. L. von Eschwege*. Trad. e notas Rodolpho Jacob, Imprensa Oficial, Belo Horizonte, ed. 1932.
- _____. 1832-c. *Contribuições para a Geognóstica do Brasil*. Caps. 1 e 2. Trad. e notas Friedrich E. Renger, Inédito.
- _____. 1833. *Pluto brasiliensis*. 2v. Trad. Domício de Figueiredo Murta. Ed. Itatiaia, Belo Horizonte, Ed. da Universidade de São Paulo, São Paulo, ed. 1979, 270 p.
- Ferrand P. 1894. *O ouro em Minas Gerais*. Trad. Júlio Castañon Guimarães e João Henrique Grossi Sad. Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, ed. 1998, 350 p.
- Ferri M.G. e Motoyama S. 1981. *História das ciências no Brasil*. EPU/EDUSP, São Paulo, v. 3, 467 p.
- Figueirôa S.F.de M. 1994. Mineração no Brasil: Aspectos Técnicos e Científicos de sua História na Colônia e no Império (Séculos XVIII-XIX). *In: América Latina em La Historia Econômica*, 1:41-55.
- _____. 1997. *As ciências geológicas no Brasil: Uma história social e institucional, 1875-1934*. Ed. Hucitec, São Paulo, 270p.
- _____. (org.). 2000. *Um olhar sobre o passado: história das ciências na América Latina*. Ed. da Unicamp, Campinas; Imprensa Oficial, São Paulo, 282p.
- _____. 2002. Ciência, Mineralogia, Mineração... *Revista do Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro*, Rio de Janeiro, v. a163, n. 416, p. 287-293.
- _____. 2005. Ciência e tecnologia no Brasil Imperial: Guilherme Schüch, Barão de Capanema (1824-1908). *In: Varia História* (Fafich/UFMG) 21(34):437-455.
- Foetterle F. 1854. *Die Geologische Uebersichtskarte des mittleren Theiles von Sud-America; mit einem Vorwort W. Haidinger* (anexo mapa: Golpe de vista geológico da parte central América). Viena, 22p.
- Fonseca M.R. 2002. Sources for the history of health sciences in Brazil (1808-1930). *In: Hist. cienc. saúde-Manguinhos*, 9: 275-288. Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59702002000400012>
- Freitas M.V.de. 2002. *Charles Frederick Hartt, um naturalista no Império de Pedro II*. Ed. UFMG, Belo Horizonte, 282 p.

- Freyberg B. von. 1932. *Ergebnisse geologischer Forschungen in Minas Geraes (Brasilien)*. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Sonderband II* –Stuttgart, 403p.
- Gardner G. 1846. *Viagem ao interior do Brasil, principalmente nas províncias do norte e nos distritos do ouro e do diamante, durante os anos de 1836-1841*. Trad. Albertini Pinheiro. Ed. Itatiaia, Belo Horizonte, Ed. da Universidade de São Paulo, São Paulo, ed.1975, 260p.
- Gerber H. 1863. *Noções geográficas e administrativas da Província de Minas Geraes*. Tipografia de Georges Leuzinger, Rio de Janeiro, 79 p.
- Gonzaga de Campos L.F. 1922. Informações sobre a indústria siderúrgica. *Boletim 2 Serv. Geol. Mineralógico do Brasil*. Rio de Janeiro, 117 p.
- _____.1943. Fisiografia da zona ferrífera do centro de Minas Gerais. *In: Mineração e Metalurgia*. v. VII, n. 38, p. 187-193, Rio de Janeiro.
- _____.1943. Geologia da zona ferrífera do centro de Minas Gerais. *In: Mineração e Metalurgia*. v. VII, n. 40, p. 187-193, Rio de Janeiro.
- _____.1943. Jazidas ferríferas da Serra da Piedade, Minas Gerais. *In: Mineração e Metalurgia*. V. VII, n. 40, p. 187-193, Rio de Janeiro.
- _____.1943. Jazidas ferríferas de pitangui e São Luiz, Minas Gerais. *In: Mineração e Metalurgia*. V. VII, n. 40, p. 187-193, Rio de Janeiro.
- Gonçalves A.L. 2004. Escravidão, herança ibérica e africana e as técnicas de mineração em Minas Gerais no Século XVIII. *In: Anais do XXI Seminário sobre a Economia Mineira*. Disponível em: <http://www.cedeplar.ufmg.br/diamantina2004/textos/D04A031.pdf>
- Gorceix H. 1881 Geology of the Province of Minas Geraes. *In: The Rio News*, Rio de Janeiro, v.8, n.15.
- _____. 1881. Estudo químico e geológico das rochas do centro da província de Minas Gerais, 1ª Parte - Arredores de Ouro Preto. *Anais da Escola de Minas de Ouro Preto*, n. 1, p. 1-12.
- _____. 1883. Estudo químico e mineralógico das rochas dos arredores de Ouro Preto - 2ª Parte . *Anais da Escola de Minas de Ouro Preto*, n. 2, p. 7-23.
- Guedes M.J. 2004. Instrumentos da conquista, o papel da cartografia no desenvolvimento do poder naval batavo. *In: A presença holandesa no Brasil: memória e imaginário*. Tostes V.L.B., Benchetrit S.F.e Magalhães A.M. Museu Histórico Nacional, Rio de Janeiro, p. 43-87.
- Guimarães D. 1931. Contribuição à Geologia do Estado de Minas Gerais. *Boletim 55 Serv. Geol. Min. do Brasil*. Rio de Janeiro, 36p.
- _____. 1951. Arqui-Brasil e sua evolução geológica. *Boletim 88 Departamento Nacional de Produção Mineral, Divisão de Fomento da Produção Mineral*. Rio de Janeiro, 316p.
- Hahn R. 1971. *The Anatomy of a Scientific Institution: the Paris Academy of Sciences, 1666-1803*. Berkeley: University of California Press.

- Harder E.C. e Chamberlin R.T. 1915. The geology of central Minas Geraes, Brazil. In: *Journal Geol.* 23, p. 341-424
- Harrap R. 2001. A legend language for geologic maps. In: *Precambrian Times*, 1: 1-9. Disponível em: <http://www.gac.ca/SECTIONS/precamb.html>
- Helmreichen von V. 1846. *Obras Várias de Virgil von Helmreich (1805-1852): Contribuições à Geologia do Brasil*. Trad. Elisabeth C. Renger e Friedrich E. Renger. Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, ed. 2002, 140 p.
- Henwood W.J. 1871. Observations on metalliferous deposits: On the gold mines of Minas Gerães, in Brazil In: *Rev. Geol. Soc. Cornwall*, Transactions, v.8, part 1, p. 168-370.
- Herve S.J.D. de. 1840. Notice sur le gisement et l'exploitation du diamant dans la province de Minas Geraes au Brésil. In: *Bulletins de L'Académie Royale des Sciences et Belles-lettres de Bruxelles*, Tome VII – 1^a. Parte, p. 133-149.
- Holanda S.B. 2001. *História geral da civilização brasileira*. T.1, v.2., Bertrand Brasil, 9 ed., Rio de Janeiro, 518 p.
- _____. 1996. *Visão do paraíso: os motivos endêmicos no descobrimento e colonização do Brasil*. 6^a ed. Brasiliense, São Paulo, 365 p.
- _____. 1974. *O Brasil Monárquico*. 6^a ed. Brasiliense, São Paulo, 365 p.
- Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro. *RIHGB*, tomo II, no. 6, p. 272; reedição de 1858.
- Kuhn T. 1978. *Estrutura das revoluções científicas*. Trad. Beatriz Vianna e Nelson Boeira. Ed. Perspectiva, São Paulo.
- Lacourt F. 1935. *Resumo da Geologia da Folha de Ouro Preto*. Escola Nac. de Minas e Metalurgia da Universidade do Brasil. Ouro Preto, 47p.
- Ladeira E.A. 1976. Principais feições tectônicas do Escudo Brasileiro. In: Locky L.; Ladeira E.A. *Geologia estrutural e introdução à geotectônica*. Edgard Blucher, São Paulo, p.431-462
- Langsdorff G.H. von. 1852. *Os diários de Langsdorff: Vol. 1 – Rio de Janeiro e Minas Gerais 8/05/1824 a 17/02/1825*. Silva D.G.B. da (Org.). Editora Fiocruz, Rio de Janeiro, 400p. Ed. 1997
- Lehmann J. G. 1756. *Versuch einer Geschichte von Flötz-Gebürgen, betreffend Versuch deren Entstehung darinnenbefindliche Metallen, Mineralien und Fossilien*
- Leme P.T.de A.P. 1772. *Notícias das minas de São Paulo e dos sertões da mesma Capitania*. Ed. Itatiaia, Belo Horizonte, ed.1980, 239p.
- Leonardos O.H. 1973. Geociências no Brasil - A contribuição Germânica. Fórum Ed., Rio de Janeiro, 345 p.
- Liais E. 1865. *Hydrographie du haut San-Francisco et du Rio das Velhas : ou, Résultats au point de vue hydrographique d'un voyage effectué dans la province de Minas-Geraes*. Garnier Frères, Paris, 26 p., 20 mapas.
- _____. 1872. *Climats, géologie, faune et géographie botanique du Brésil*. Garnier Frères, Paris, 640 p.

- Liccardo A., Sobanski II A. e Chodur N.L. 2004. O Paraná na história da mineração no Brasil do século XVI. In: *Boletim Paranaense de Geociência*, n. 54, p. 41-49.
- Lima Júnior A.de. 1978. *A capitania das Minas Gerais*. Ed. Itatiaia, Belo Horizonte; Ed. da Universidade de São Paulo, São Paulo, 140 p.
- Lobato L.M. et al. 2001. Brazil's premier gold province. Part I: The tectonic, magmatic, and structural setting of the Archean Rio das Velhas greenstone belt, Quadrilátero Ferrífero. In: *Mineralium Deposita*, 36:228-248.
- Lopes M.M. 2001. Viajando pelo campo e pelas coleções: aspectos de uma controvérsia paleontológica. In: *História, Ciências, Saúde- Manguinhos*, vol. VIII (suplemento): 881-97.
- Lyell C. 1830. *Principles of Geology*. (3 vols.) v.1. Disponível em:
<http://www.esp.org/books/lyell/principles/facsimile/contents.htm>
- Machado N., Noce C.M., Oliveira O.A.B. de e Ladeira E.A. 1989. Evolução Geológica do Quadrilátero Ferrífero no Arqueano e Proterozóico Inferior, com base em Geocronologia U-PB. In: *Simp. Geol. Minas Gerais e Simp. Geol. Brasília*, Belo Horizonte, Anais, SBG, p. 1-5.
- Machado N., Schrank A., Noce C.M., Gauthier G. 1996. Ages of detrital zircon from Archean-Paleoproterozoic sequences: Implications for Greenstone Belt setting and evolution of a Transamazonian foreland basin in the Quadrilátero Ferrífero, Southeast Brazil. In: *Earth and Planetary Science Letters*, 141:259-276.
- Magalhães B.de. 1978. *Expansão Geográfica do Brasil colonial*. Ed. Nacional, São Paulo, v.45, 348 p.
- Marshak S. e Alkmim F.F. 1989. Proterozoic Contration/ Extension Tectonics os the Souther São Francisco Region, Minas Gerais, Brazil. In: *Tectonics*, v.8, n.3:551-571.
- Marshak S., Alkmim F.F. e Jordt-Evangelista H. 1992. Proterozoic crustal extension and the generation of dome-and-keel struture in an Archaean granite-greenstone terrane. In: *Nature*, vol. 357, p. 491-493
- Martins, A. L. 1984. Breve História dos garimpos de ouro no Brasil. In: Rocha G. A (org.) *Em busca do Ouro, garimpos e garimpeiros do Brasil*. Ed. Marco Zero, São Paulo, p.177-222.
- Martins R.B. 1989. *História da mineração no Brasil*. Empresa das Artes, São Paulo, 127p.
- Mawe J. 1812. *Viagens ao interior do Brasil: principalmente aos distritos do ouro e dos diamantes*. Tradução de Solena Benevides Viana; introdução e notas de Clado Ribeiro de Lessa. Ed. Z. Valverde, Rio de Janeiro, ed. 1944, 347p.
- Mello-Leitão C. de. 1941. *História das Expedições Científicas no Brasil*. Cia. Editora Nacional, São Paulo, 209:154-193.
- Mendonça M.C. de. 1958. *O Intendente Câmara*. Cia Editora Nacional, 2ª ed., São Paulo, 545p.
- Ministério da Agricultura. 1882. *Reconhecimento geológico dos valles do Rio das Velhas e Alto S. Francisco*. Relatório, Rio de Janeiro, 38 p.

- Moffat I. 1982. Paradigmas en geología: dél catastrofismo a la tectónica de placas. *In: Geocrítica*, 8 (42). Disponível em:< <http://www.ub.es/geocrit/geo42.htm>>
- Morais F. de. 1940. Estudantes Brasileiros na Universidade de Coimbra (1772-1872). *In: Anais da Bibl. Nac. do Rio de Janeiro*, v.62:139-209
- Moreira J. 1916. O Progresso das Sciencias no Brasil (1912). *In: Anais Bibl.Nac. RJ*, Rio de Janeiro, 35:32-47.
- Munteal Filho O. 1993. Domenico Vandelli e o reformismo ilustrado luso-brasileiro (1779-1808) na crise do antigo Sistema colonial. *In: IX Anuário do Museu da Inconfidência*, Ouro Preto, p.182-189.
- Munteal Filho O. e Melo M.F.de. (Org.) 2005. *Minas Gerais e a história natural das colônias: política colonial e cultura científica no século XVIII*. Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, 307p.
- Noce C. M. 1995. *Geocronologia dos Eventos Magmáticos, Sedimentares e Metamórficos na Região do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais*. São Paulo, 128 p. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- Noce C.M. et al. 2005. Age felsic volcanism and the role of ancient continental crustal in the evolution of the Neoproterozoic Rio das Velhas greenstone belt (Quadrilátero Ferrífero, Brazil): U-Pb zircon dating of volcanoclastic gray wackes. *In: Precambrian Research*, 141:67-82.
- Noce C.M. e Renger F.E. 2005. A história geológica da bacia hidrográfica. *In.: Goulart, G.M.A. (org) ; Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais*. Belo Horizonte: Projeto Manuelzão. Ed. UFMG; cap. 9; p. 241 -263.
- Oliveira A.I. e Leonardos O.H. 1943. *Geologia do Brasil*. Série Didática 2. Serviço de Informação Agrícola, Rio de Janeiro, 813 p.
- Oliveira C.A. de. 1912. Indústria Siderúrgica. *Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto*. Ouro Preto, n. 14: 43-204.
- _____.1934. *A Concessão Itabira Iron*. Imprensa Oficial do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte. 387 p.
- Oliveira E. de. 1931. Gênese das jazidas de jacutinga aurífera. *In: Annaes da Acad. Bras. Sci.*, t.III, n. 3, p.151-157, Rio de Janeiro.
- Oliveira J.T. e Videira A.A.P. 2003. As polêmicas entre Manoel Pereira Reis, Emmanuel Liais e Luiz Cruls na passagem do século XIX. *In: Revista da SBPC*, 1/2003: 42-52.
- Paes Leme A.B. 1924. *Evolução da Estrutura da Terra e Geologia do Brasil vistas através das coleções do Museu Nacional*. Imprensa Nacional, Rio de Janeiro, 368 p.
- Paixão C.J. 2000. O positivismo ilustrado no Brasil. *In: Trilhas*, Belém, v.1, n.2, p.56-65.
- Paraizo P.L.B. 2004. *A construção do conhecimento nas ciências Geológicas – Contribuições do pensamento de Gaston Bachelard*. Dissertação de Mestrado, Fac. Fil. Univ. Est. Rio de Janeiro, 120 p.

- Pataca E.M. e Pinheiro R. 2005. Instruções de viagem para a investigação científica do território brasileiro. *In: Revista da Soc. Bras. Hist. Ciência*, Rio de Janeiro, V3(1): 58-79.
- Pestre D. 1996. Por uma nova história social e cultural das ciências: novas definições, novos objetos, novas abordagens. Trad. Silvia F. de M. Figueirôa. *In: Cadernos IG/UNICAMP*, v.6, n.1, p. 3-56.
- Pires F.R.M. e Cabral A.R. 2001. Estudos de Orville Derby sobre os depósitos manganésíferos do Brasil *In: Rev. Esc. Minas, Ouro Preto*, v.54, n.3, p. 205-209.
- Pissis A. 1848. *Mémoire sur la position géologique des terrains de la partie australe du Brésil, et sur les soulèvements qui, à diverses époques, ont changé le relief de cette contrée; par M. A. Pissis*. Académie des Sciences de L'Institut National de France, Paris, Imprimerie Nationale, p. 353-413.
- Pohl J. E. 1832-1837 (2v.). *Viagem no interior do Brasil*. Ed. Itatiaia, Belo Horizonte, Ed. da Universidade de São Paulo, São Paulo, ed. 1976, 417p.
- Pontes Leme A.P.da S. 1896. Sobre a utilidade pública em se extrair o ouro das minas e os motivos dos poucos interesses que fazem os particulares, que minerão igualmente no Brasil. *In: Rev. Arq. Publ. Mineiro*, v.1, p. 417-426
- Popper K.R. 1982. *Conjecturas e refutações: pensamento científico*. Ed. Unb, Brasília, 449p.
- Renger F.E. (Inédito) *Introdução ao Mapa Geológico de Foetterle, 1854*.
- _____. 1979. Evolução dos conceitos geológicos da Serra do Espinhaço. *In: SBG/Núcleo MG, Bol. 1, Atas do I Simp. Geol. de Minas Gerais, Diamantina*, p. 9-27.
- _____. 2005. Recursos minerais, mineração e siderurgia. *In: Goulart G.M.A. (org) Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais*. Belo Horizonte: Projeto Manuelzão. Ed. UFMG; cap. 10; p 265 –289
- _____. 2005. O “Quadro Geognóstico do Brasil” de Wilhelm Ludwig von Eschwege: breves comentários à sua visão da geologia do Brasil”. *In: Geonomos* 13(1,2):91-95
- _____. 2006. O quinto do ouro no regime tributário nas Minas Gerais. *In: Rev. do Arquivo Público Mineiro*, v. 42, p. 90-105.
- Renger F.E. e Machado M.M.M. 2005. Do descobrimento do ouro à criação das vilas na cartografia histórica da Capitania de Minas Gerais. *In: I Simpósio Luso-Brasileiro de Cartografia Histórica*. Rio de Janeiro.
- Renger F.E., Suckau V.E. e Silva R.M.P. 1993. Sedimentologia e Análise da Bacia da Formação Moeda, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. *In: SBG/Núcleo MG, VII Simp. de Geol. de Minas Gerais, Belo Horizonte, Anais*, p. 41-45
- Renger F.E., Noce C.M., Romano A.W. e Machado N. 1994. Evolução sedimentar do Supergrupo Minas: 500 ma. de registro geológico no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. *In: Geonomos*, 2 (1):1-11.
- Ribeiro Rodrigues L.C. 1992. *O contexto geológico-estrutural do Parque Natural do Caraça e adjacências, Quadrilátero Ferrífero, MG*. Dissertação de Mestrado. UNB, Brasília, 109p.

- Riedel-Dorn Ch. 1999. Johann Natterer e a Missão Austríaca para o Brasil. Ed. Index, Petrópolis, 192p.
- Rimann E. 1920. Zur Kenntnis der Minas-Serie im Staate Minas Geraes (Brasilien). In: *Zentralblatt Mineralogie, Geologie und Paläontologie*, Abt. A, 1920:417-422. [Contribuição ao conhecimento da Série de Minas no estado de Minas Geraes (Brasil).]
- Rynearson A.G., Pomenere J. e Dorr J.V.N. 1954. Contato basal da Série d Minas na parte ocidental do Quadrilátero ferrífero, Minas Gerais, Brasil. In: *Brasil. DNPM, Div. Geol. Mineralogia*, Avulso n.34, 18p., Rio de Janeiro.
- Rodrigues F.A.C. 1991. Sistemas de cavalgamento e geologia estrutural da Serra das Cambotas, Quadrilátero Ferrífero, MG. Dissertação de Mestrado. UNB, Brasília, 141p.
- Romano A.W. 1989. *Evolution Tectonique de la région nord-ouest du Quadrilatère Ferrifère-Minas Gerais-Brésil*. Tese de Doutorado. Université de Nancy I, França.
- _____. 1993. O Supergrupo Rio das Velhas da Faixa Mateus Leme-Pintangui – parte meridional do Cráton de São Francisco, MG - e seu sistema de alteração hidrotermal. In: *Geonomos*, 1 (1):16-32.
- Rugendas J.M. 1835. *O Brasil de Rugendas*. Col. 100 gravuras. Ed. Itatiaia, Belo Horizonte, ed.1998.
- Rynearson. G.A., Pomerene, J.B.e Dorr II, J.V.N. 1954. *Contacto basal da série de minas na parte ocidental do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil*. Rio de Janeiro, DNPM/DGM, Avulso 34, 20 p.
- Saint-Hilaire A. de. 1830. Viagem pelas províncias do Rio de Janeiro e Minas Gerais. Trad. de Vivaldi Moreira. Ed. Itatiaia, Belo Horizonte, Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1975, 378 p.
- _____.1833. Viagem pelo distrito dos diamantes e litoral do Brasil. Trad. Leonam de Azeredo Penna. Ed. Itatiaia, Belo Horizonte, Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, ed. 1974, 233 p.
- Santos Pires A.O. dos. 1902. A mineração: Riquezas Mineraes. In: *Rev. Arq. Publ. Mineiro*, 8 (3 e 4): 882-970.
- Schobbenhaus C. 1984 (coord.) *Geologia do Brasil*; texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais, escala 1:2.500.000. DNPM, 501p.
- Schorscher H.D. 1975. Entwicklung des polymetamorphes präkambrischen Raumes Itabira, MG, Brasilien. Tese Dr. Univ. Heidelberg, 284p.
- Schwartzman S. e Paim A.1976. *A Universidade que não houve: antecedentes da ciência e educação superior no Brasil (uma perspectiva camarada)*. Disponível em: <http://www.schwartzman.org.br/simon/paim.htm>
- Schüch R. *Memória sobre algumas experiências e empenhos mineralógicos e metallurgicos*. Typographia Laemmert, Rio de Janeiro, 1840, 53p.

- Scott H.K. 1903. The gold fields of the State of Minas Gerais, Brazil. In: *Amer. Inst. Min. Eng. Transactions*, v. XXXIII, p. 406-444, Nova York.
- Seixas L.A.R. 1988. *Geologia e Metalotectos de Ouro de uma Fração do Lineamento Congonhas, Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, 119p.
- Silva C.P.da. 2002. *O desvendar do grande livro da natureza: um estudo da obra do mineralogista José Vieira Couto, 1798-1805*. Annablume, São Paulo; Fapesp, Unicamp, Campinas, 168 p.
- Silva C.P.da. 2004. *Garimpendo memórias: as ciências mineralógicas e geológicas no Brasil na transição do século XVIII para o XIX*. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, 264 p.
- Silva C.P.da e Figueirôa S.F. de M. 2004. Garimpendo idéias. A “Arte de Minerar” no Brasil em quatro memórias na transição para o século XIX. In: *Rev. Soc. Bras. Hist. Ciência*, 2(1):32-53.
- Silva C.P.da e Lopes M.M. 2004. Gold under the lights: the “art” of mining in the discourse of the naturalist João da Silva Feijó (1760-1824). In: *Hist. Ciênc. Saúde-Manguinhos*, 1(3):731-750
- Silva C.P.da e Lopes M.M. 2002. Uma leitura contextualizada da Memória sobre a Capitania do Ceará (1814), do naturalista João da Silva Feijó (1760-1824). Triplov, Portugal. In: http://triplov.com/hist_fil_ciencia/feijo/clarete.html
- Sommer F. 1952. *Guilherme Luis Barão de Eschwege*. Ed. Melhoramentos, São Paulo. 121p.
- Suckau V.E. Inédito. Minério de Ferro: A Saga do Descobrimento, da Evolução, do Conhecimento Geológico e da Mineração em Minas Gerais, Brasil.
- Spix J.B. e Martius C.F.P. 1824. *Viagem pelo Brasil: 1817-1820*. Tradução Lucia Furquim Lahmeyer. Ed. Itatiaia, Belo Horizonte, Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, ed. 1981, 3v.
- Teixeira W., Toledo M.C.M, Fairchild T.R. e Taioli F. 2000. *Decifrando a Terra*. Oficina de Textos, São Paulo. 557p.
- Tschudi J.J. von. 1866. *Viagens a través da América do Sul*. Trad. Friedrich E. Renger e Fábio Alves Júnior. Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, ed. 2006, 2v., 664 p.
- Weiss H. 1989. Sedimentologische, lithostratigraphische und tektonische Untersuchungen im Bereich der Santo Antônio-Fazies, SW Rand ds Eisernen Vierecks, Minas Gerais, Brasilien. Tese Dr. Technische Universität Clausthal, Clausthal, 160p.
- Winchester S. 2001. *The map that changad the World: William Smith and the birth of modern geology*. Harper Collins, N. York, 352 p.
- Vandelli D. 1789[?]. *Memória III Sobre as minas de ouro do Brasil*. Anais Bibl. Nac., Rio de Janeiro, 1898, v.20, p. 266-278.
- Varela A.G. 2001. “*Juro-lhe pela honra do bom vassalo e bom português*”: *Filósofo Natural e Homem Público – Uma Análise das Memórias Científicas do Ilustrado José Bonifácio de*

Andrada e Silva (1780-1819). Dissertação de Mestrado em Geociências, UNICAMP, Campinas.

Varela A.G., Lopes M.M. e Fonseca M.R.F.da. 2002. Minerals are sources of knowledge and wealth: Field memories by José Bonifácio de Andrada e Silva. In: *Hist. Ciênc. Saúde-Manguinhos*, Rio de Janeiro, v.9, n.2. Disponível em:
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttex&pid=S0104-59702002000200009

Vasconcelos D. 1904. *História antiga de Minas Gerais*. Ed. Itatiaia, Belo Horizonte, ed. 1999, 2v.

Vergara M. de. 2003. A Revista Brasileira: Vulgarização científica e construção da identidade nacional na passagem da Monarquia para a República. Tese de Doutorado em História Social da Cultura, PUC, Rio de Janeiro.