

2 – TRABALHOS ANTERIORES

2.1 – GENERALIDADES

Tendo em vista a importância científica da Serra do Espinhaço e terrenos adjacentes em termos das características geológicas e econômicas correlatas, inúmeros são os trabalhos publicados sobre seus aspectos regionais e locais. O acervo bibliográfico existente remonta ao início do século XIX, período subsequente às descobertas dos depósitos diamantíferos na região, datadas do século XVIII. Desde então, centenas de trabalhos sobre os mais diversos temas foram escritos, vários dos quais suportados pelo Centro de Geologia Eschwege, em Diamantina.

Uma breve síntese sobre a evolução do conhecimento da geologia da Serra do Espinhaço é apresentada neste capítulo. Entretanto, não se pretende aqui realizar um apanhado bibliográfico que contemple todas as linhas de pesquisa já desenvolvidas na serra, o que certamente seria impossível, dado o volume de trabalhos existentes e a inacessibilidade de alguns deles, por vezes de grande relevância. Revisões bibliográficas, sínteses e compilações podem ser encontradas em Freyberg (1932, 1934 *in* Renger, 1979), Pflug (1965), Pflug & Renger (1973), Renger (1979), Almeida-Abreu (1989, 1993), Knauer (1990, 1999), Uhlein (1991), Knauer & Grossi-Sad (1995b), Renger & Knauer (1995) e Souza & Martins (1995).

2.2 – HISTÓRICO SOBRE A GEOLOGIA DA SERRA DO ESPINHAÇO

Os trabalhos desenvolvidos pelo Barão Wilhelm Ludwig von Eschwege no início do século XIX são considerados o marco inicial das pesquisas geológicas na Serra do Espinhaço, muito embora haja alusões a trabalhos datados do final do século anterior, a exemplo de Vieira-Couto (1799 *in* Renger, 1979). O relato pioneiro de Eschwege (1822), recentemente traduzido para o português (Renger, 2005; Eschwege, 2005), retrata o estado da arte das pesquisas relacionadas aos diamantes no início daquele século, tendo definido o termo Serra do Espinhaço para caracterizar o divisor de águas da região centro-norte de Minas Gerais. Eschwege (1832 *in* Renger, 1979) propõe ainda a primeira coluna estratigráfica para a serra e seu entorno (posteriormente reiterada por Eschwege, 1833 *in* Knauer, 1999), definindo os conjuntos “Primário” (granito-gnássico), “Secundário” (itacolomitos e formações

ferríferas), “Transicional” (calcários, ardósias e grauvacas) e “*Rotliegenden*” (arenitos e conglomerados).

Seguem-se aos trabalhos de Eschwege uma série de estudos relacionados aos depósitos diamantíferos e mais raramente a outros bens minerais, podendo-se citar Heusser & Claraz (1859), Gorceix (1880, 1881, 1887) e Hussak, (1891, 1906a, b), todos listados por Knauer (1990).

O primeiro esboço estratigráfico definido por Eschwege é parcialmente retomado por O. A. Derby em estudos sobre a Bacia do Rio São Francisco (Derby, 1882 *in* Knauer, 1999). O autor mantém a “Formação Primária” anteriormente adotada por Eschwege (1832 *in* Renger, 1979), subdividindo em duas unidades as formações “Secundária” e de “Transição”.

Derby (1906) denomina de “Série de Minas” os quartzitos, xistos, calcários e itabiritos correspondentes ao segundo grupo por ele considerado em 1882 e a parte da “Formação Secundária” de Eschwege (1832 *in* Renger, *op. cit.*). Parte dos terrenos anteriormente englobados na “Formação Primária” (“gnaisses brancos” da região de Gouveia, Knauer, 1999) é então considerada como plutons graníticos intrusivos nas demais seqüências da Serra do Espinhaço, sendo informalmente denominados “Granitos de Gouveia”.

Os terrenos divididos a partir da “Formação de Transição” são reagrupados por Rimann (1917 *in* Knauer, 1999), compondo a “Série de Bambuhy”. Rimann (1920 *in* Renger, 1979) subdivide a Série de Minas em Camadas Itabira, Camadas Diamantina e Camadas Itacolomi, separadas entre si por discordâncias. Paralelamente, Draper (1920) faz a primeira menção estratigráfica ao termo “Espinhaço”, denominando as rochas metassedimentares da região de Diamantina de “Quartzito Espinhaço”.

A “Formação Macaúbas”, considerada inicialmente como glacial, é definida por Moraes (1929) na região da Serra do Catuní e na bacia do rio homônimo, sendo composta basicamente por filitos, filitos conglomeráticos e quartzitos. Moraes & Guimarães (1930) incorporam estas rochas, em conjunto com a “Formação Sopa” (então tida como flúvio-glacial), em uma seqüência correlacionável à “Série de Lavras” de Derby (1906). Moraes & Guimarães (1930, 1931) distinguem cinco unidades maiores para o Quadrilátero Ferrífero, Serra do Espinhaço e Bacia do Rio São Francisco, denominadas Embasamento, Série de Minas, Série Itacolomi (na qual se insere a maior parte dos quartzitos da serra), Série de Lavras e Série de Bambuí.

Freyberg (1932, 1934 *in* Knauer, 1990) reconhece a existência de variações faciológicas laterais das séries Minas e Itacolomi, sugerindo o termo “Formação Espinhaço” para os locais onde a distinção entre estas duas séries não pudesse ser facilmente identificada. O autor propõe ainda a subdivisão da Série de Bambuí em Camadas Indaiá (dobrada e deformada) e Camadas Geraes (estratificação sub-horizontal).

Barbosa (1954), baseado em modelos geossinclinais, representa os quartzitos da Serra do Espinhaço como uma seqüência miogeossinclinal, correlacionando-os aos “Quartzitos Caraça” do Quadrilátero Ferrífero. As idéias propostas neste trabalho passam a ter, de acordo com Knauer (1999), grande influência sobre os estudos posteriores, destacando-se aqueles inicialmente desenvolvidos pelo Professor Reinhard Pflug e colaboradores.

Durante a década de 1960 têm destaque os estudos de Pflug, tanto em termos de caracterização sedimentológica e paleogeográfica, quanto de detalhamento geossinclinal e estratigráfico. Pflug (1961, 1962 e 1963) realiza detalhado levantamento sobre a sedimentologia e a paleogeografia das rochas metassedimentares da região de Diamantina, destacando-se neste sentido o trabalho de 1963. O arcabouço estrutural é discutido por Pflug & Carvalho (1964), com ênfase na região de Gouveia. Uma síntese inicial dos resultados obtidos até então é apresentada por Pflug (1965), reafirmando o modelo geossinclinal anteriormente proposto por Barbosa (1954) e subdividindo-o nas fácies Diamantina (miogeossinclinal), Itabira (transição) e Guanhões (eugeossinclinal).

A mais difundida subdivisão estratigráfica dos terrenos constituintes da Serra do Espinhaço Meridional remete a Pflug (1968), o qual propõe a divisão da Fácies Diamantina (atualmente correspondente ao Supergrupo Espinhaço, denominação original de Bruni *et al.*, 1974 no Estado da Bahia) em oito formações até hoje consideradas válidas para a região: São João da Chapada (base), Sopa-Brumadinho, Galho do Miguel, Santa Rita, Córrego dos Borges, Córrego da Bandeira, Córrego Pereira e Rio Pardo Grande (topo). O conceito de geossinclinal é estendido para toda a Serra do Espinhaço por Pflug *et al.* (1969) e Pflug (1969, 1970).

Uma série de novos dados de natureza diversificada é ainda incorporada ao escopo científico da serra na década de 1960, donde citam-se os estudos de Branco & Costa (1961), Cassedane (1965, 1966) e Braun (1968a, b) sobre o Grupo Bambuí. Aspectos sobre a geologia econômica são apresentados em estudos sobre os

depósitos diamantíferos (e.g. Barbosa, 1962; Leonardos, 1968; Cassedane & Cassedane, 1974b; Svisero, 1978, 1980a, b, c) e sobre as concentrações de metais, notadamente na borda leste (Costa, 1962; Guimarães, 1965; CVRD, 1976, 1978; Cassedane & Cassedane, 1974a; DOCEGEO, 1974).

No que se refere às seqüências de idade neoproterozóica, Hettich (1973 *in* Knauer, 1999) subdivide o Grupo Macaúbas (assim denominado por Schöll, 1972) em seis unidades, sendo este detalhamento revisto por Hettich (1977).

Importante síntese regional é apresentada por Pflug & Renger (1973), onde se destaca a proposta de englobamento das rochas do embasamento das fácies Diamantina e Itabira no Supergrupo Pré-Minas, bem como a proposição de criação do Supergrupo São Francisco englobando as unidades neoproterozóicas da serra e adjacências (Grupo Macaúbas e Série Bambuí).

Karfunkel & Karfunkel (1975 *in* Knauer, 1999), trabalhando na região de Terra Branca, sugerem a subdivisão do Grupo Macaúbas em três formações, denominadas, da base para o topo, de Califorme (quartzitos e metaconglomerados), Terra Branca (metadiamicritos) e Carbonita (filitos, metassiltitos, quartzitos e xistos verdes). Karfunkel & Karfunkel (1976) reconhecem três fácies na Formação Terra Branca, atribuindo a elas as denominações de Jequitáí (glácio-terrestre), Caçaratiba e Turmalina (ambas glácio-marinhas). Walde (1976 *in* Knauer, *op. cit.*), em mapeamento da Serra do Cabral, discute as relações estratigráficas entre as seqüências atualmente incluídas no Supergrupo Espinhaço e as rochas do Grupo Macaúbas. Ainda na década de 1970, Sommer (1970, 1971), Cloud & Dardenne (1973) e Dardenne & Walde (1979) desenvolvem estudos focados no Grupo Bambuí.

Renger (1979) apresenta um novo e minucioso trabalho de síntese dos conhecimentos sobre a geologia da Serra do Espinhaço a partir do século XIX. No mesmo ano, Brito-Neves *et al.* (1979) publicam as primeiras determinações geocronológicas detalhadas, posicionando em 1.700Ma os metarriolitos da base do Supergrupo Espinhaço na região de Conceição do Mato Dentro.

Schöll & Fogaça (1979), baseados em mapeamentos de detalhe (1:25.000) desenvolvidos pela equipe do Centro de Geologia Eschwege e influenciados pelos trabalhos de Pflug (1968) e Pflug & Renger (1973), publicam um dos trabalhos mais significativos sobre a geologia da Serra do Espinhaço. Três grandes conjuntos estratigráficos são definidos como principais unidades aflorantes na região central da cordilheira: Supergrupo Pré-Rio das Velhas (granitos, gnaisses, migmatitos e

anfíbolitos), Supergrupo Rio das Velhas (diversos tipos de xistos e quartzitos) e Supergrupo Espinhaço (quartzitos, metaconglomerados, filitos, metabrechas, entre outros litotipos). Manteve-se para o Supergrupo Espinhaço a divisão estratigráfica sugerida por Pflug (1968), sendo que as formações São João da Chapada e Sopa-Brumadinho foram subdivididas respectivamente nos níveis informais A,B,C e D,E,F. Este último nível recebe a denominação formal de Membro Campo Sampaio a partir do trabalho de Fogaça & Almeida-Abreu (1982).

No início da década de 1980 é firmado convênio entre o DNPM/CPRM e o Centro de Geologia Eschwege, propiciando então o desencadeamento de uma série de mapeamentos geológicos de detalhe (1:25.000) das principais quadrículas que cobrem os setores central e leste da serra. Os mapas e respectivos relatórios foram confeccionados por Carvalho (1981), Almeida-Abreu (1981), Schöll & Fogaça (1981), Bastos-Neto (1981), Assis (1981), Uhlein (1981), Pinho & Almeida-Abreu (1983) e Chaves *et al.* (1985).

Uma grande quantidade de trabalhos focados essencialmente na estratigrafia e detalhamento sedimentológico desenvolve-se ainda na mesma década, dentre os quais têm destaque Brichta (1981), Alvarenga (1982), Fogaça (1982), Assis (1982), Bastos-Neto (1982), Almeida-Abreu & Munhoz (1983), Fogaça & Schöll (1984), Knauer (1984), Fogaça *et al.* (1984), Fogaça *et al.* (1985), Karfunkel *et al.* (1985), Almeida-Abreu *et al.* (1986b), Soares-Filho *et al.* (1986), Borba *et al.* (1987), Chaves (1987), Uhlein & Garcia (1987), Garcia e Uhlein (1987), Martins-Neto *et al.* (1988), Uhlein & Chaves (1989) e Almeida-Abreu (1989).

Fogaça *et al.* (1984) propõem a criação do Supergrupo Rio Paraúna em substituição ao Supergrupo Rio das Velhas nos domínios da Serra do Espinhaço, dividindo-o nos grupos Pedro Pereira e Costa Sena (formações Barão do Guaicuí e Bandeirinha). Chaves (1987) e Dossin *et al.* (1990) defendem que os xistos englobados na Formação Barão do Guaicuí sejam produtos de milonitização das rochas do embasamento. Hipótese semelhante seria posteriormente admitida por Uhlein (1991) e Silva (1995a).

Dossin *et al.* (1984) propõem uma nova organização estratigráfica para o Supergrupo Espinhaço, sendo este subdividido nos grupos Diamantina (formações São João da Chapada, Sopa-Brumadinho e Galho do Miguel) e Conselheiro Mata (formações Santa Rita, Córrego dos Borges, Córrego da Bandeira, Córrego Pereira e

Rio Pardo Grande). Esta proposta seria posteriormente contestada por Almeida-Abreu & Knauer (1985).

Uma nova síntese sobre a paleogeografia e gênese da Formação Sopa-Brumadinho é apresentada por Almeida-Abreu *et al.* (1987). Os produtos sedimentares da glaciação proterozóica são tratados por Karfunkel & Hoppe (1988), ao passo que Herrgessel (1989) detalha os ambientes de deposição das formações ferríferas bandadas verificadas no setor oriental da Serra do Espinhaço.

Modelos de deformação polifásica e policíclica para as rochas que compõem a serra são abordados por Uhlein (1982, 1984) e Silva & Uhlein (1985). Em contrapartida, estudos de deformação monocíclica progressiva podem ser verificados em Hartmann (1985), Almeida-Abreu *et al.* (1986b, 1988), Knauer (1990) e Kalt (1991).

Hoffmann & Hoppe (1981), Hoffmann (1981), Hoppe & Otto (1982), Hoffmann (1983a) e Hoppe *et al.* (1983) atêm-se aos aspectos petrológicos, geoquímicos e metamórficos principais dos metamorfitos de protólito ígneo da serra.

Estudos sobre a geologia econômica da Serra do Espinhaço podem ser encontrados em Carvalho (1982), focando-se nos depósitos de quartzo, Fogaça (1982) e Chaves & Uhlein (1985), sobre as mineralizações de ouro, Dossin *et al.* (1985), sobre os diamantes, além de compilações mais abrangentes (*e.g.* Uhlein & Dossin, 1985 e Uhlein *et al.*, 1986b). No final da década de 1980 tem destaque a divulgação preliminar de dados geocronológicos por Machado *et al.* (1989), utilizando datações via U-Pb.

A década de 1990 tem como destaque a compilação e divulgação de trabalhos regionais, em especial sobre a caracterização tectônica, evolução geológica e estratigrafia das unidades aflorantes na serra. Neste sentido têm notoriedade os trabalhos de Knauer (1990), Dossin *et al.* (1990), Uhlein (1991), Trompette *et al.* (1992), Almeida-Abreu & Pflug (1992, 1994), Almeida-Abreu (1993), Dussin, I. (1994), e Dussin, T. (1994).

Knauer (1990) utiliza um modelo litoestratigráfico baseado em Pflug (1968) e Schöll & Fogaça (1979). A conjectura adotada considera a existência de cinco conjuntos principais na região central da Serra do Espinhaço, sendo dois deles de idade arqueana (Complexos Granito-Gnáissicos e Grupo Pedro Pereira), dois de idade paleoproterozóica (Grupo Costa Sena e Supergrupo Espinhaço) e um de idade neoproterozóica, correspondente aos metabasitos da Suíte Metaígnea Pedro Lessa, definida no trabalho em questão.

Horn & Sgarbi (1991) tecem considerações a respeito da origem das diversas concreções ferruginosas encontradas nas rochas metassedimentares. No ano seguinte, Rolim (1992) publica trabalho com a caracterização e interpretação estrutural do setor meridional da Serra do Espinhaço.

Almeida-Abreu (1993) propõe a substituição dos níveis D e E da Formação Sopa-Brumadinho pelos membros Datas e Caldeirões, respectivamente. O autor sugere ainda o posicionamento da Formação Bandeirinha na base do Grupo Guinda, o que é reforçado por Almeida-Abreu & Pflug (1994). Knauer & Schrank (1993) discutem a origem dos filitos hematíticos presentes principalmente no Nível B da Formação São João da Chapada. Dussin *et al.* (1993) publicam trabalho sobre as idades destes filitos.

Estudos mais específicos sobre estratigrafia e sedimentologia, alguns com enfoque na estratigrafia de seqüências, ganham notoriedade nesta década, a exemplo de Martins-Neto (1993, 1995a, b, c, d, 1998 e 1999), que trata da evolução da suposta porção *rift* da bacia, e Silva (1995a, b, 1998), que define cinco seqüências deposicionais durante a fase *rift*.

Chula *et al.* (1995) e Chula (1996), corroborando as propostas iniciais de Machado *et al.* (1989) e Knauer (1990), atestam o posicionamento dos xistos verdes da região de Planalto de Minas no Supergrupo Espinhaço, revelando a íntima relação destes com o vulcanismo básico da fase *rift* da bacia. No mesmo ano, importante apanhado sobre a geologia da região é finalizado através da entrega definitiva dos vinte e três mapas (1:100.000) e relatórios correlativos do “Projeto Espinhaço”, desenvolvido a partir de convênio entre o Instituto de Geociências da UFMG e a Secretaria de Recursos Minerais, Hídricos e Energéticos do Governo de Minas Gerais. Oito destas folhas podem ser salientadas pelo seu papel de destaque para a compreensão da geologia da serra (Knauer, 1999): Curimataí (Noce & Fogaça, 1995), Carbonita (Grossi-Sad *et al.*, 1995a), Diamantina (Fogaça, 1995), Rio Vermelho (Souza & Grossi-Sad, 1995), Presidente Kubitschek (Knauer & Grossi-Sad, 1995a), Serro (Knauer & Grossi-Sad, 1995b), Baldim (Oliveira *et al.*, 1995) e Conceição do Mato Dentro (Grossi-Sad *et al.*, 1995b). O Projeto Espinhaço é posteriormente levado a público em meio digital (CD ROM) no ano de 1997 (Grossi-Sad *et al.*, 1997).

Os trabalhos de Alkmim (1995) sobre a estruturação da região de Gouveia e de Dupont (1995), que foca a estratigrafia e sedimentologia do Grupo Conselheiro Mata, merecem destaque entre aqueles publicados no VIII Simpósio de Geologia do Sudeste.

A evolução geológica do Supergrupo Espinhaço é estudada por Almeida-Abreu (1995), onde o autor reafirma a colocação da Formação Bandeirinha como base do supergrupo. Dussin & Dussin (1995) propõem a existência de duas fases de rifteamento durante a evolução da região, a primeira datando de 1.700Ma e a segunda com idade de 900Ma, sem a existência de um evento tectônico compressivo mesoproterozóico (Uruaçuano), assemelhando-se às assertivas de Uhlein *et al.* (1995). Fleischer (1995) retoma as discussões sobre os aspectos prospectivos, econômicos e genéticos dos depósitos diamantíferos da serra.

Horn *et al.* (1996), admitindo a Formação Bandeirinha como base do Supergrupo Espinhaço, discutem a origem dos fosfatos e boratos presentes nos quartzitos desta unidade e principalmente nos xistos da Formação Barão do Guaicuí. Os fosfatos e borossilicatos de alumínio das rochas pertencentes ao Grupo Costa Sena também foram objeto de estudo de Gatter & Morteani (1999) e Neves (1999). As implicações petrogenéticas para estas ocorrências são retomadas por Morteani *et al.* (1999, 2001), levando os autores a proporem como protólito para as rochas da Formação Bandeirinha um arenito argiloso fosfórico (e localmente rico em boro) depositado em ambiente tipo *sabkha* em condições fortemente alcalinas. Depósitos de cromita na borda leste são caracterizados por Angeli & Carvalho (1996).

Almeida-Abreu (1996) retrata a evolução sedimentar das unidades inferiores do Supergrupo Espinhaço na região de Diamantina, focando-se nas características dos diamantes encontrados nos metarruditos da Formação Sopa-Brumadinho. A discussão sobre a origem dos diamantes é retomada por Almeida-Abreu *et al.* (1997). Outros debates sobre a caracterização, origem e modelos de redistribuição deste mineral são encontradas em Chaves *et al.* (1996, 1998a, 1998b, 1999), Chaves & Svisero (1999) e Almeida-Abreu & Renger (1999b).

Controvérsias sobre a evolução tectono-sedimentar da Bacia do Espinhaço em Minas Gerais são debatidas por Martins-Neto (1993, 1998, 1999) e Almeida-Abreu & Renger (1999a).

Knauer & Ebert (1997) e Knauer (1999) descrevem as principais características estruturais da região de Diamantina, tecendo considerações a respeito da idade do “Orógeno Espinhaço” (Uruaçuano).

Tendo como base os registros dos depósitos glaciogênicos do Grupo Macaúbas, Almeida-Abreu *et al.* (2001a, b) propõem um zoneamento litológico das *nappes* da Serra do Espinhaço, com rochas sedimentares e metassedimentares predominando

no domínio externo e gnaisses e metaultramáficas caracterizando o domínio interno. As relações estratigráficas e estruturais entre as unidades do Supergrupo Espinhaço e Grupo Macaúbas indicam, para os autores, a edificação do “Orógeno Espinhaço” antes do término do Mesoproterozóico (remetendo à discutida existência do Evento Uruaçuano), tema reafirmado por Almeida-Abreu & Renger (2002). Interessante salientar que neste último trabalho os autores que anteriormente consideravam a Formação Bandeirinha como base do Supergrupo Espinhaço não mais o fazem, posicionando-a novamente como embasamento deste supergrupo sem, no entanto, justificar a nova postura estratigráfica adotada.

Chaves *et al.* (2000, 2001, 2005), Chaves & Bottino (2000), Chaves & Karfunkel (2001), Martins (2002, 2006), Benitez (2004) e Chaves & Benitez (2004) ampliam a caracterização geológica dos diamantes, desenvolvendo pesquisas principalmente nas regiões de Diamantina, Jequitai e na Bacia do Rio Macaúbas.

Knauer (2007) faz um apanhado geral sobre os aspectos estratigráficos e estruturais do Supergrupo Espinhaço nos setores meridional (incluindo a borda leste) e setentrional da serra no Estado de Minas Gerais.

Cordeiro (2008), com base em grande acervo de novos dados relativos à quantificação da deformação nas formações Bandeirinha, São João da Chapada e Sopa-Brumadinho, reitera a distribuição dos elipsóides de deformação no âmbito da Quadrícula Guinda, estando estes mais estirados nos setores orientais. Os resultados obtidos a partir de diferentes métodos de quantificação atestam não ser possível, através destas técnicas, vislumbrar diferenças significativas entre os padrões de deformação interna das rochas que compõem a Formação Bandeirinha e o Grupo Guinda.