

DEPÓSITOS SUPERFICIAIS DIAMANTÍFEROS DA REGIÃO DE DIAMANTINA, SERRA DO ESPINHAÇO (MINAS GERAIS)

Mario Luiz de Sá Carneiro CHAVES & Leila BENITEZ

Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais. Avenida Antônio Carlos, 6627. CEP 31270-010. Belo Horizonte, MG. Endereços eletrônicos: mchaves@igc.ufmg.br, lbenitez@frizzmail.com.br.

Introdução
Geologia Regional e Depósitos Diamantíferos
Descrição dos Depósitos Superficiais
Depósitos de Cobertura Lateritizada
Depósitos de Cobertura Coluvial
Discussões Sobre a Evolução da Paisagem Regional
Gênese dos Depósitos
Considerações Finais
Referências Bibliográficas

RESUMO – Depósitos superficiais diamantíferos dos tipos laterítico e coluvial, constituem objeto de lavra na região de Diamantina (Minas Gerais) desde longa data, e são estudados neste trabalho quanto às suas características morfológicas, químicas e mineralógicas. Os depósitos lateríticos foram geneticamente associados à superfície de aplainamento Pós-Gondwana desenvolvida durante o Cretáceo Superior-Paleoceno (cotas 1.250-1.350 m), possuindo importância econômica principalmente nos arredores de Datas. Os depósitos coluviais foram datados por termoluminescência em quartzo em *ca.* 30.000 anos a.P. (Pleistoceno Superior) e estão amplamente distribuídos ao longo da mesma faixa altimétrica. Em consequência, procurou-se demonstrar que tais depósitos, ainda que relacionados a altitudes idênticas, desenvolveram-se em processos geológicos totalmente distintos e em tempos diferentes.

Palavras-chave: Depósitos diamantíferos, laterito, colúvio, Serra do Espinhaço.

ABSTRACT – *M.L. de S.C. Chaves & L. Benitez - Diamond-bearing superficial deposits of the Diamantina region (Minas Gerais).* Since long times superficial lateritic and colluvial deposits have been mined in the Diamantina region (Minas Gerais) and are studied concerning their morphological, chemical and mineralogical characteristics. Lateritic deposits are genetically associated with the Pós-Gondwana erosional level, developed within Upper Cretaceous-Paleocene times (1,250-1,350 meters), which is economically important at the vicinities of the Datas town. Colluvial deposits were dated by the thermoluminescence method on quartz in *ca.* 30,000 BP (Upper Pleistocene), being largely distributed on the same highlands. Although occurring at similar heights, both deposits were probably developed by distinct geologic processes at different times.

Keywords: Diamond-bearing deposits, laterite, colluvium, Espinhaço Range.

INTRODUÇÃO

A descoberta e extração de diamantes, na Serra do Espinhaço, tiveram início na primeira década do século XVIII nas proximidades da atual cidade de Diamantina (MG), como subproduto da mineração de ouro aluvionar, e posteriormente estendendo-se pela maioria dos sistemas de drenagem do espigão serrano e suas bordas. Com o desenvolvimento das atividades de lavra, outros tipos de depósitos foram sendo progressivamente descobertos. Segundo relatos históricos dos primórdios da mineração diamantífera, depósitos superficiais mineralizados recobriam as vertentes fora das drenagens, na forma de colúvios, elúvios e coberturas lateríticas, embora pouco “atraentes” por seus teores baixos e irregulares, como também pela carência de água em tais locais. A fonte dessas mineralizações é o Conglomerado Sopa, que é também um depósito secundário, o qual foi reconhecido como diamantífero somente em meados do século XIX. Rochas-fontes primárias não foram encontradas até agora em toda a região.

Este trabalho tem como objetivo principal descrever os depósitos detríticos superficiais, desenvolvidos *in situ* (eluviais) ou pouco transportados (coluviais) que ocorrem na região de Diamantina (Figura 1). Com a virtual exaustão das reservas de aluvião, tais depósitos revestem-se de grande importância econômica, pois, apesar de apresentarem baixos teores, possuem reservas extensas e incipientemente trabalhadas. Além disso, são de fácil exploração e exploração por garimpagem. Os estudos e mapeamentos geológicos sobre a região têm privilegiado as unidades litoestratigráficas pré-cambrianas quase sempre em detrimento dos depósitos fanerozóicos, os quais raramente aparecem nos mapas.

De acordo com a recente proposta de classificação dos depósitos diamantíferos da Serra do Espinhaço (Chaves & Karfunkel, 2001), dois tipos serão enfocados no presente estudo: (1) as coberturas lateríticas eluviais, e (2) os depósitos coluvionares intra-serranos, além de solos de recobrimento.

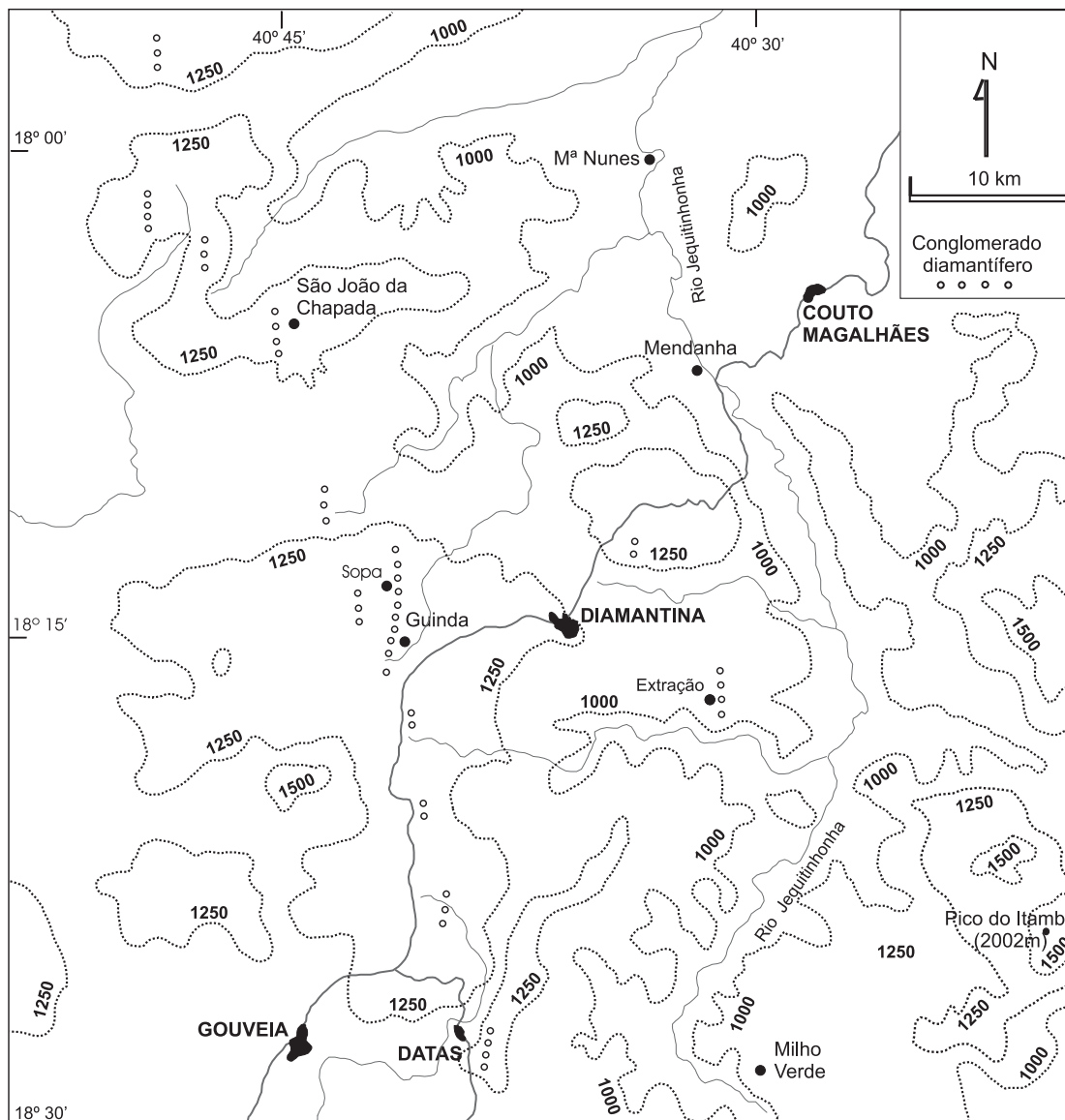


FIGURA 1. As faixas altimétricas de 1.500, 1.250 e 1.000 m na Serra do Espinhaço, região de Diamantina, ressaltando esquematicamente neste contexto a distribuição da rocha-fonte secundária dos diamantes, o conglomerado da Formação Sopa-Brumadinho.

GEOLOGIA REGIONAL E DEPÓSITOS DIAMANTÍFEROS

A Serra do Espinhaço é constituída, nas proximidades de Diamantina, principalmente por quartzitos, filitos e metaconglomerados pertencentes ao Supergrupo Espinhaço. Esta megassequência litoestratigráfica se desenvolveu em uma bacia do tipo rifte durante o Paleozoico a Mesoproterozóico (*ca.* 1,70 a 1,30 Ga), onde são reconhecíveis dois conjuntos litológicos principais: um basal, depositado em ambientes continentais, conhecido como Grupo Diamantina, e o superior, apresentando características típicas de sedimentação marinha, o Grupo Conselheiro Mata (Dussin et al., 1990; Dussin & Dussin, 1995; Uhlein et al., 1995). O Super-

grupo Espinhaço foi dobrado e metamorfozado sob condições de fácies xisto-verde no Neoproterozóico, durante o ciclo orogênico Brasileiro (*ca.* 0,7-0,5 Ga), conforme os autores supracitados.

A principal fonte dos diamantes da região meridional da Serra do Espinhaço é o Conglomerado Sopa (Moraes & Guimarães, 1930). Essa rocha integra a Formação Sopa-Brumadinho, uma das unidades que constituem o Grupo Diamantina. Segundo as opiniões de alguns autores, as rochas matrizes primárias dos diamantes estariam no Cráton do São Francisco, a oeste, de onde seriam trazidos por rios no início da evolução

da bacia, quando se integraram à referida formação (Pflug, 1965; Chaves, 1997; Chaves et al., 1998). É interessante observar que os dobramentos regionais fizeram com que os conglomerados diamantíferos aflorassem em grande extensão na porção axial do espigão serrano, propiciando ampla distribuição centrífuga dos diamantes por processos de intemperismo e transporte atuantes no Cenozóico (Figura 1).

Ainda que a Serra do Espinhaço tenha sido deformada no evento Brasiliano, soerguimento mais significativo ocorreu somente no Mesozóico, em associação aos movimentos epirogenéticos causados pela separação do Gondwana.

DESCRIÇÃO DOS DEPÓSITOS SUPERFICIAIS

A Serra do Espinhaço representa uma das regiões de altitudes mais elevadas do território brasileiro, possibilitando a formação de depósitos superficiais típicos e interessantes. Na região de Diamantina, a importância desses depósitos se destaca por serem comumente diamantíferos. Serão detalhados em termos sedimentológicos, químicos e mineralógicos, os depósitos de cobertura lateritizada *in situ*, os depósitos de cobertura coluvial, além dos solos que recobrem os dois tipos, denominados pelos garimpeiros de “cangas”, “gorgulhos” e “paçocas”, respectivamente, todos ainda alvos de garimpagem. Esses depósitos sustentam um relevo típico na paisagem serrana, onde topos residuais de uma superfície de aplainamento são entremeados por morros e serrotes quartzíticos, que poderiam representar relevos remanescentes de outra possível superfície mais antiga.

DEPÓSITOS DE COBERTURA LATERITIZADA

As coberturas lateríticas constituem depósitos, em termos de lavra, dos mais antigos nos altiplanos da Serra do Espinhaço Meridional. Pinturas históricas já ilustravam, na época da colonização, escravos a quebrarem materiais rochosos que provavelmente representam este tipo mineralizado (Figura 2). O termo “canga” (do tupi: *tapanhoacanga*) é de uso regional, referindo-se às crostas superficiais ferruginosas que se formam sob condições climáticas quentes e úmidas, em quietude tectônica, pela alteração das rochas sotopostas. Esta designação é utilizada principalmente em Minas Gerais, podendo ser considerada como equivalente de laterita ferruginosa. Alguns autores distinguem as cangas “hematíticas” desenvolvidas sobre depósitos de ferro do tipo *banded iron formation*, como as do Quadrilátero Ferrífero (MG) e da Serra dos Carajás (PA), das “limoníticas”, desenvolvidas sobre rochas mais pobres em minerais ferruginosos, onde hidróxidos

King (1956) foi um dos pioneiros no estudo geomorfológico do Espinhaço, salientando ainda a importância das superfícies de aplainamento cíclico do relevo, que se desenvolveram durante o Mesozóico e o Cenozóico. Nas proximidades de Diamantina este autor reconheceu restos de superfícies escalonadas, representativas dos seus ciclos de aplainamento Gondwana e Pós-Gondwana. Embora depois Bigarella et al. (1965) tenham ressaltado que superfícies contemporâneas poderiam formar-se em alvéolos de altitudes variadas, os estudos aqui relatados evidenciam ligações entre os depósitos cenozóicos e a evolução geomorfológica da paisagem.

de ferro geralmente ocorrem associados a hidróxidos de alumínio e/ou manganês.

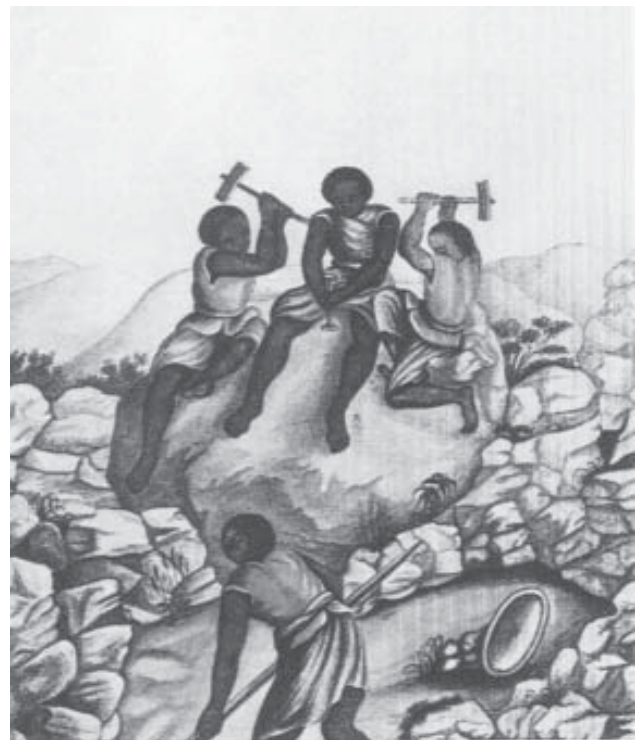


FIGURA 2. Representação ilustrativa de lavra de diamantes no período colonial brasileiro, quando escravos quebravam manualmente um depósito laterítico. “Lavra de Diamantes na Canga”, gravura de Carlos Julião, 1792, acervo do Museu da República, Rio de Janeiro.

Ao longo da Serra do Espinhaço e suas bordas, cangas limoníticas aparecem em altitudes definidas, sugerindo que a sua formação esteja associada a processos geomórficos cíclicos de aplainamento do

relevante. Em particular na região de Diamantina, esses depósitos adquirem importância adicional por conterem diamantes, quando se desenvolvem sobre os metaconglomerados da Formação Sopa-Brumadinho. Esta situação é bem verificada nos arredores de Datas (cerca de 30 km ao sul de Diamantina), onde tanto a própria canga como o solo dela derivado têm sido intermitentemente lavrados desde os primórdios da mineração local em meados do século XVIII. As lateritas diamantíferas apresentam coloração marrom-escura, estruturas pisolítica e/ou cavernosa, com fragmentos angulosos de quartzo leitoso (menores que 1 cm) e cimento “limonítico”. Em geral, esta couraça de hidróxidos possui menos que 50 cm de espessura, ocorrendo sempre em cotas ao redor de 1.250 m.

A composição química em elementos maiores dos depósitos lateríticos de Datas, foi obtida por fluo-

rescência de raios X e por MEV/EDS, conforme a Tabela 1. Os resultados são indicativos de lateritas muito evoluídas, com teores em Fe_2O_3 de quase 40% e, no solo de recobrimento, chegando até 63,5%. O conteúdo de sílica é baixo, quando se considera que as rochas subjacentes em geral são metassedimentos ricos em quartzo. Em todas as amostras analisadas o aumento dos teores de Fe_2O_3 implicou redução dos conteúdos de Al_2O_3 , SiO_2 e TiO_2 . Destaca-se ainda os teores expressivos de TiO_2 entre 0,9-1,9% nos dois tipos de depósitos. Esferulitos e fragmentos angulosos separados das lateritas em lupa binocular evidenciaram, também no MEV/EDS teores bastante altos em Fe_2O_3 , e tais valores indicam que a forma globular dos grãos deve representar o estágio final da evolução supergênica do depósito, de modo análogo ao que ocorre nas amostras de solo analisadas.

TABELA 1. Composição química por fluorescência de raios X (as quatro primeiras amostras) dos depósitos lateríticos nos arredores de Datas, ao sul de Diamantina, e por MEV/EDS (as quatro últimas). (1) Laterita. (2) Solo sobre a laterita. (3) Esferulitos de laterita. (4) Fragmentos angulosos de laterita. Dados de % em peso; todo o ferro contido na forma de Fe_2O_3 . Análises do Laboratório DEMIN, Escola de Engenharia da UFMG.

	Dat-01 (1)	Dat-02 (1)	Dat-10 (2)	Dat-11 (2)	Dat-100 (3)	Dat-101 (3)	Dat-200 (4)	Dat-201 (4)
SiO ₂	22,3	21,2	16,8	18,2	6,0	9,4	11,2	10,3
Al ₂ O ₃	27,8	26,5	16,0	14,5	16,8	20,8	25,7	24,8
Fe ₂ O ₃	35,4	38,8	51,8	63,5	63,5	55,3	46,5	47,0
K ₂ O	0,3	0,2	0,0	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2
TiO ₂	1,6	1,1	0,9	0,9	1,1	1,6	0,9	1,2
MnO	0,1	0,1	<0,1	0,2	0,1	0,0	0,3	<0,1
CaO	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3
MgO	<0,1	0,0	<0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0
P. F.	11,9	11,7	14,2	15,5	12,1	12,4	14,8	15,9
TOTAL	99,7	99,8	99,9	99,9	100,0	99,9	99,8	99,7

O solo superposto às lateritas é de natureza siltico-argilosa e de coloração fortemente avermelhada, apresentando com estas contatos gradacional e interpenetrado, sendo de forma nítida desenvolvido pela alteração das primeiras, embora sua idade seja desconhecida. Este solo, designado de “paçoca” pelos garimpeiros, também produz diamantes na região de Datas. Embora em geral bastante delgado (<20 cm), na Lavra dos Ingleses, a leste daquela cidade, o depósito chega a alcançar 1,5 m de espessura. Segundo os garimpeiros que extraem diamantes das lateritas juntamente com seu solo de alteração, seus teores são mais altos do que na “massa” conglomerática sotoposta, onde o teor é estimado em 0,05 ct/m³ (Chaves, 1997). Entretanto, o processo de extração do mineral é dificultado pelas localizações desses depósitos, em locais altos e com escasso suprimento de água, mas a

importância econômica das lateritas e seu solo deve ser destacada, tendo em vista que grandes reservas ainda permanecem quase intocadas nas redondezas de Datas.

DEPÓSITOS DE COBERTURA COLUVIAL

Depósitos coluviais diamantíferos, com aspectos muito semelhantes e localmente conhecidos como “gorgulhos”, recobrem as superfícies dos *glacis* nos quatro principais campos diamantíferos de Diamantina (São João da Chapada, Sopa-Guinda, Extração e Datas), tendo sido aqui estudados os dois primeiros (Figura 3). Os *glacis* são considerados taludes de declive suave, em contraste com as fortes inclinações apresentadas pelos tálus (Gary et al., 1972). Em termos morfológicos, representam níveis de notável extensão, porém com espessuras reduzidas, mostrando dois eixos principais,

um mais longo acompanhando os caimentos maiores das vertentes e outro mais curto, nos caimentos menores, laterais. Assim, em ambas as citadas áreas os “lençóis” coluviais estendem-se em geral por volta de 1.000-2.000 m² cada um, mostrando espessuras

máximas em torno de 1 m. Tais depósitos são na maior parte constituídos por clastos de quartzo, em geral muito angulosos e parcialmente lateritizados. Localmente, aparecem ainda raros clastos angulosos, até decimétricos, de quartzito e/ou filito alterados.

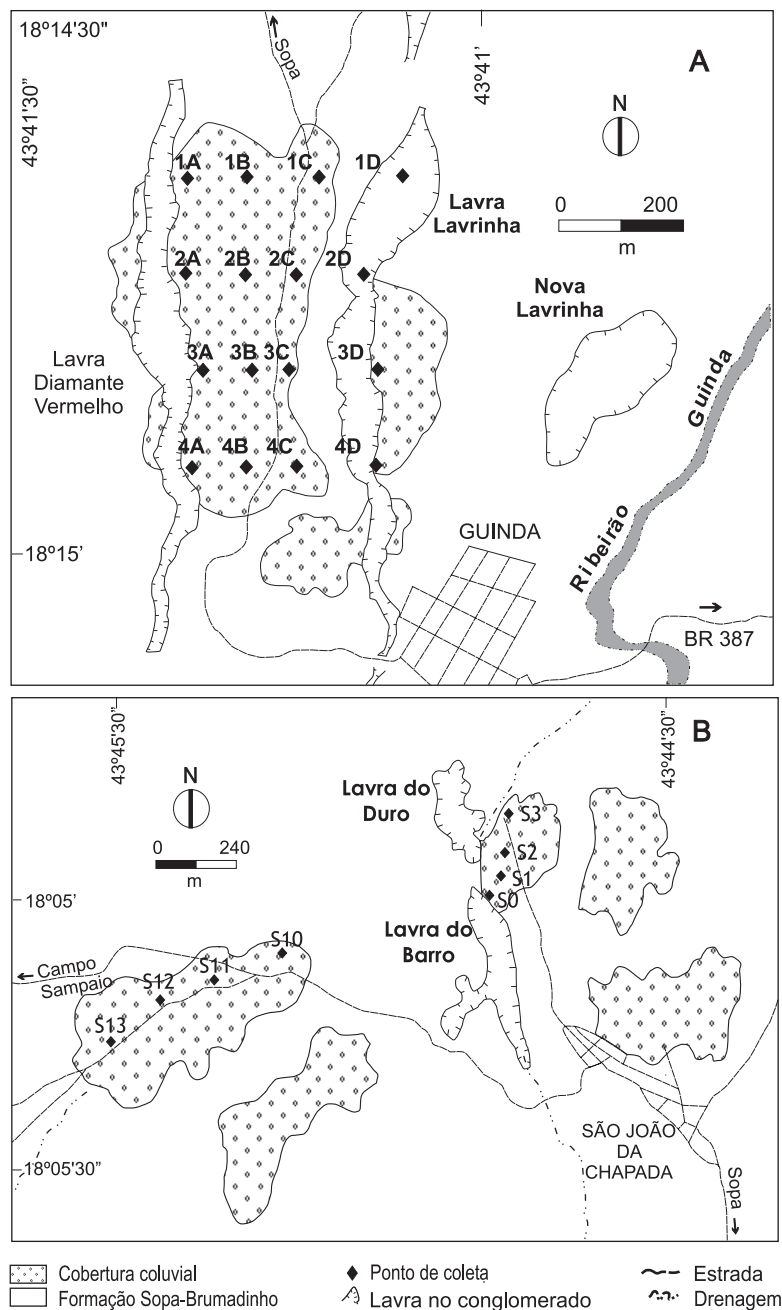


FIGURA 3. Geologia simplificada das áreas de Guinda (A) e São João da Chapada (B), mostrando a distribuição das coberturas superficiais coluviais e as linhas sobre as quais se efetuaram detalhamento e coleta de amostras.

Em Guinda (Figura 3A), amostragens foram efetuadas sobre quatro linhas acompanhando o declive geral do relevo (W-E), com as análises mostrando resultados semelhantes. Na Figura 4A, apresentam-se os histogramas referentes a uma das linhas desta

área (linha L3), com as freqüências das frações seixo grande, seixo médio, seixo pequeno, grânulo, areia muito grossa, areia grossa, areia média, areia fina, areia muito fina e silte-argila. Clastos maiores que a fração seixo grande estão completamente ausentes. Os resultados

ressaltam dois picos, representados pelas frações seixo pequeno (4-8 mm) com 29,4 a 37,4%, e areia fina (0,125-0,25 mm) com 7,6 a 10,8%. Em São João da Chapada (Figura 3B), estudo análogo sobre dois perfis (SW-NE e SE-NW) mostraram sedimentos pouco mais grossos, havendo predominância da fração seixo grande (16-32 mm) com 22,8 a 35,8% (na Figura 4B, apresentam-se os dados relativos à linha S10-12).

Como em Guinda, o segundo pico de frequência refere-se à fração areia fina, com 6,5 a 14,3%. Nas duas localidades, observou-se apenas discreta diminuição da granulometria ao longo dos perfis em função do rebaixamento de relevo, o que provavelmente deve-se à realimentação do sedimento com material quartzoso originado de veios entrincheirados nos *glacis*.

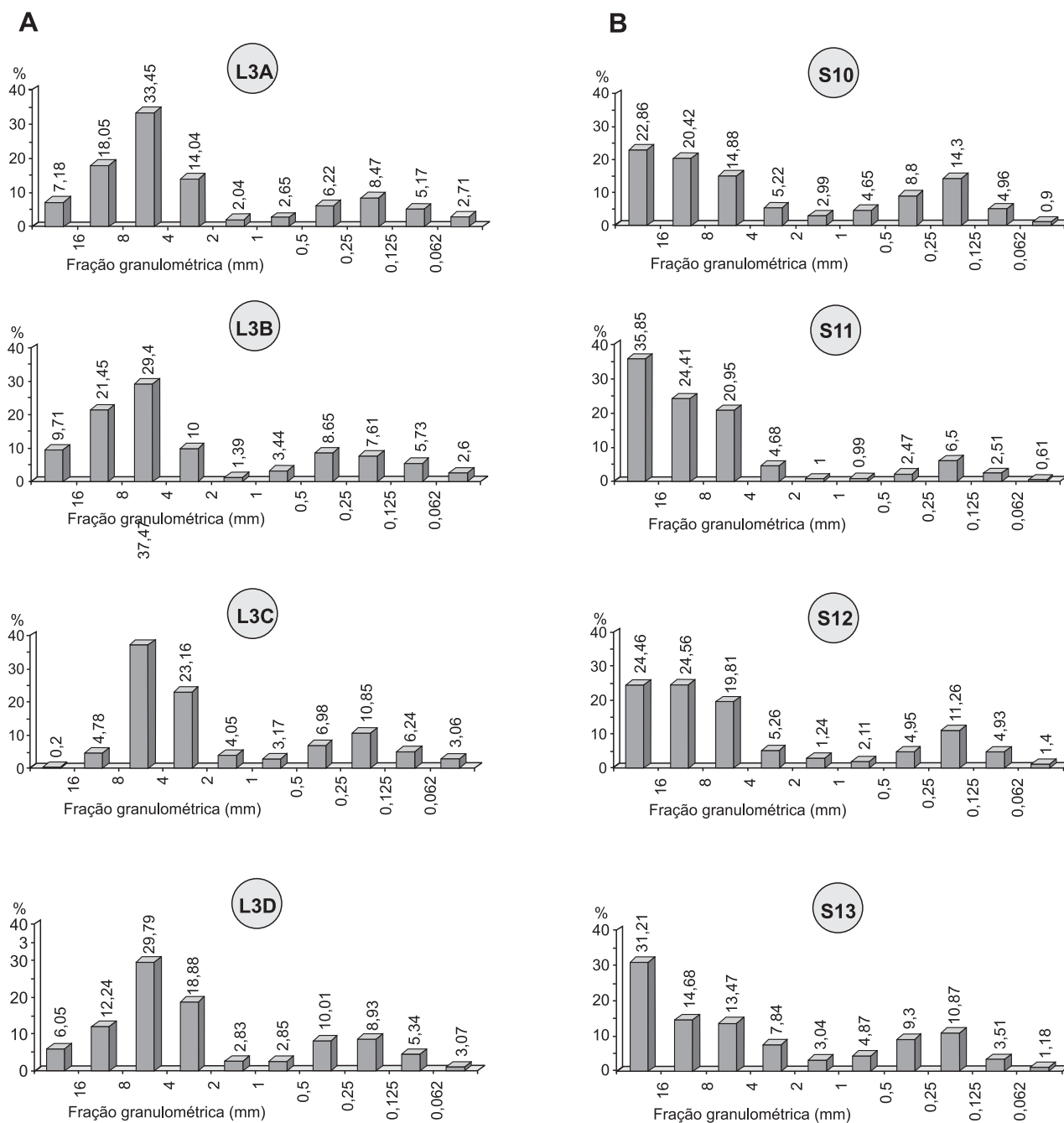


FIGURA 4. Histogramas mostrando a distribuição granulométrica dos sedimentos coluviais em Guinda (A: linhas 3A a D, conforme Figura 3) e São João da Chapada (B: linhas S10 a 13, idem).

Em termos mineralógicos, esses depósitos são parcialmente distintos. A mineralogia dos pesados, examinada sob lupa binocular, mostrou em Guinda predominância de agregados irregulares de quartzo com óxidos de ferro (>90%). Na fração areia fina, cristais octaédricos de magnetita, euédricos, ocorrem com menor frequência (3-5%) junto a plaquetas de hematita, angulosas, ambos denunciando transporte curto. Outros minerais observados de modo raro, analisados por MEV-EDS (Demin-EE/UFGM), foram: zircão, anfibólio, rutilo e cianita. Em São João da Chapada, os grãos são também bastante angulosos, com predominância de agregados de quartzo com óxidos de ferro (>95%) e lascas de hematita (1-2%), enquanto na fração areia fina foram identificados zircão, rutilo, anfibólio e almandina. Tal mineralogia e hábitos cristalinos demonstram a origem provavelmente ligada a veios hidrotermais próximos da maioria das fases (hematita, magnetita, rutilo, cianita), junto a minerais de intrusões básicas (anfibólios), além de minerais acessórios dos quartzitos e metaconglomerados da Formação Sopa-

Brumadinho (zircão, almandina), cujas morfologias esféricas e altamente arredondadas denunciam ciclos de transportes anteriores à sedimentação nestas rochas.

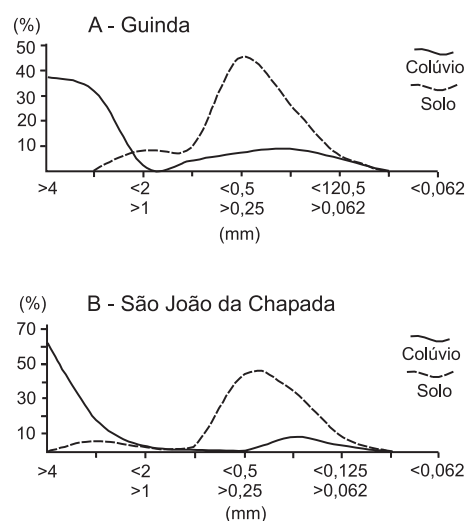
Análises por fluorescência de raios X no sedimento total, nas duas localidades (Tabela 2, colunas 1-2-3) revelaram o contraste nas características de lateritização entre os depósitos em geral (amostras Gui L-3 e SJ-S10), onde o Fe_2O_3 varia entre 12,2-13,8%, e o depósito, quando incipientemente lateritizado (amostra Gui-L2), com 23,9% do mesmo óxido, bem como aumento relativo em sílica (56,3-65,9%) onde o Fe_2O_3 é menor. As cinco últimas colunas representam dados de análises por MEV/EDS, em pequenos grãos lateríticos extraídos da matriz dos colúvios na lupa binocular. Também relevantes, observam-se os teores bastante expressivos de Al_2O_3 , principalmente em Guinda (48,3-51,6%), e de K_2O em São João da Chapada (2,4-2,8%). Em São João da Chapada, os teores em SiO_2 (38,5-42,7%) são bem maiores do que em Guinda (9,1-16,7%), o inverso ocorrendo com o Fe_2O_3 , indicando que o processo de lateritização no segundo local foi mais atuante.

TABELA 2. Composição química dos depósitos colúviais nas áreas de Guinda e São João da Chapada, a oeste de Diamantina, por fluorescência de raios X (as três primeiras amostras) e por MEV/EDS (as cinco últimas). (1) Colúvio em Guinda, amostras da linha 3. (2) Colúvio lateritizado em Guinda, amostras L3A-B. (3) Colúvio em São João da Chapada, amostras S11-12. (4 e 5) Pequenos grãos de laterita extraídos do colúvio em Guinda e São João da Chapada. Dados de % em peso; todo o ferro contido na forma de Fe_2O_3 . Análises do Laboratório DEMIN, Escola de Engenharia da UFGM.

	Gui-L3 (1)	Gui-L2 (2)	SJ-S10 (3)	Gui-20 (4)	Gui-21 (4)	Gui-22 (5)	SJ-30 (5)	SJ-31 (5)
SiO_2	56,3	44,2	65,9	9,1	14,4	16,7	38,5	42,7
Al_2O_3	22,6	19,0	17,1	51,6	48,3	51,1	32,9	29,9
Fe_2O_3	13,8	23,9	12,2	26,0	22,4	19,1	8,7	7,9
K_2O	0,3	1,0	0,9	0,2	1,4	1,2	2,8	2,4
TiO_2	0,7	1,2	0,2	2,1	1,6	1,5	2,4	1,9
MnO	0,0	<0,1	0,0	<0,1	0,2	0,3	0,2	0,2
CaO	0,3	0,5	0,4	0,0	0,1	<0,1	0,1	2,1
MgO	0,2	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,4	0,2
P.F.	5,6	9,5	2,7	10,7	11,4	10,1	13,7	12,5
TOTAL	99,8	99,7	99,7	99,7	99,8	100,0	99,7	99,8

Recobrimo os depósitos colúviais nas rampas de *glacis*, aparece um solo amarelado, arenoso fino, com espessura máxima de 80 cm em Guinda, que os garimpeiros normalmente rejeitam como não-diamantífero. Chaves (1997) estudou a sedimentologia deste solo sobre colúvios em três áreas (Sopa-Guinda, São João da Chapada e Extração), enfatizando o contato brusco entre ambos e suas aparentes diferenças em termos de distribuições granulométricas (Figura 5). Entretanto, novas observações baseadas na morfosco-

FIGURA 5. Curvas ilustrativas da distribuição granulométrica dos depósitos colúviais e seu respectivo solo local de recobrimento em Guinda (linha 3C) e São João da Chapada (linha S13) (modificado de Chaves, 1997).



pia dos grãos e nas análises por termoluminescência, além da reinterpretção de tais curvas granulométricas (onde dois picos se ressaltam sobre um mesmo intervalo, porém um correspondendo ao inverso do outro – o que pode significar uma derivação mútua), parecem demonstrar que o mesmo desenvolveu-se sob processos pedogenéticos *in situ*, onde os grãos maiores de quartzo teriam sido quimicamente removidos.

Na superfície de aplainamento (Pós-Gondwana), colúvios e solos são entalhados por uma rede secundária pouco expressiva de drenagem atual, dando ao relevo um baixo grau de dissecação. Esses córregos são ainda intensamente garimpados, pois delgados níveis de cascalho, localizados em seus leitos ou margens, receberam diamantes tanto dos conglomerados proterozóicos como dos depósitos colúviais e seu solo de recobrimento.

DISCUSSÕES SOBRE A EVOLUÇÃO DA PAISAGEM REGIONAL

No Brasil, diversos bens minerais, tais como cassiterita (RO), wolframita (PA), rutilo (sul de MG), ouro (oeste de MT) e diamante (Serra do Espinhaço, MG), entre outros, são encontrados no manto de intemperismo, resultando de processos pedogenéticos e erosivos relacionados ao escoamento difuso superficial, em associação com os lentos movimentos de massas. Os depósitos de diamantes da Serra do Espinhaço estão intimamente relacionados à evolução do relevo, pois suas fontes ditas “primárias”, representadas pelos metaconglomerados da Formação Sopa-Brumadinho, só foram efetivamente exumadas durante o Mesozóico Superior. Esta hipótese baseia-se no fato de que no espigão serrano inexistem depósitos pré-cenozóicos, entretanto, em ambas as margens da serra, resquícios do Conglomerado Abaeté (Cretáceo Inferior) apresentam-se diamantíferos, e tais diamantes mostram uma tipologia análoga às populações do Espinhaço, confirmando sua origem a partir desta (Chaves, 1997; Chaves et al., 1998).

Freyberg (1932) propôs, pela primeira vez, uma compartimentação geomorfológica da Serra do Espinhaço, reconhecendo cinco formas de paisagens típicas: escarpas escalonadas, *hogbacks*, chapadas, planaltos e meias-laranjas. Dentre essas morfologias, os depósitos diamantíferos estudados estariam associados aos planaltos. Pesquisas regionais realizadas, na década de 1950, levaram King (1956) a identificar diversas superfícies de aplainamento, que no Espinhaço Meridional e suas margens seriam representadas por (Tabela 3): (a) superfície Gondwana (Cretáceo Inferior-Médio), subsistindo na forma de topos de morros alinhados NW-SE entre Diamantina e Serro; (b) superfície Pós-Gondwana (Cretáceo Superior-Paleoceno), representada pelo platô ondulado entre 1.350-1.250 m. A oeste de Guinda, restos desta superfície constituiria o atual divisor de drenagens entre as bacias dos rios Jequitinhonha e São Francisco, testemunhando o arqueamento da serra no final do Terciário; e (c) superfície Sul-Americana (Eoceno-Oligoceno), presente nas áreas de borda serrana com inclinação na direção oeste-leste e altitudes desde 1.000 m na Serra do Cabral até 800 m na região de

Serro. Os níveis Paraguaçu e Velhas desse autor não foram identificados na região.

De modo semelhante, Abreu (1982) reconheceu nas imediações de Diamantina, na paisagem então designada de “Planalto de Diamantina”, três níveis escalonados: (a) o nível 3 entre 1.400-1.200 m, ao longo do eixo meridiano situado entre as nascentes do Ribeirão de Datas até o norte de Guinda, constituindo localmente o divisor dos rios Jequitinhonha e São Francisco, superfície esta comportando *inselbergs* quartzíticos, couraças ferruginosas e ainda colúvios recobertos por solos arenosos; (b) o nível 2 entre 1.100-1.000 m, aparecendo sob a forma de retalhos verticalmente desnivelados por falhas normais de direção NW-SE, onde ocorrem depósitos supergênicos de manganês, como nas proximidades de Conselheiro Mata; e (c) o nível 1, correspondendo ao terraço mais alto de cascalho (800-750 m), embutido no nível precedente, a exemplo do Médio Rio Jequitinhonha a jusante de Mendanha. Abreu (1982) datou esta fase final de pedimentação no último período glacial do hemisfério norte (Würm/Wisconsin) e, pelo exposto, seus outros níveis, 3 e 2 guardariam grandes semelhanças com as superfícies Pós-Gondwana e Sul-Americana de King (1956), respectivamente (Tabela 3).

Saadi & Valadão (1987) e Saadi (1995) definiram na região de Gouveia, a oeste de Datas (Figura 1), quatro níveis geomorfológicos: (a) acima de 1.300 m, solos residuais quartzíticos correspondentes a restos de uma superfície cretácica; (b) entre 1.300-1.250 m, uma superfície dissecada sobre as rochas pré-cambrianas, sustentando formações superficiais de areias quartzosas sobre couraças ferruginosas, lateritas ferruginosas nodulares sobre os *glacis* quartzíticos, além de turfeiras no fundo de depressões em cabeceiras; (c) na área rebaixada de Gouveia, entre 1.100-1.050 m, topos de colinas compondo um nível de aplainamento possivelmente pliocênico sobre rochas do embasamento, marcado por depósitos de seixos e blocos de quartzo subarredondados sotopostos a areias grossas; (d) entre 1.000-950 m, desenvolvendo vales ainda em processo de aprofundamento (Tabela 3). Para esses autores, os

depósitos colúviais ora estudados em Guinda e São João da Chapada foram designados de lateritas ferruginosas nodulares (2º Nível), isto é, seriam lateritas transpor-

tadas e, em consequência, provavelmente de formação contemporânea aos depósitos lateríticos *in situ* (cou-raças ferruginosas).

TABELA 3. Esquema comparativo da cronologia dos eventos formadores da paisagem na região de Diamantina, segundo King (1956), Abreu (1982) e Saadi & Valadão (1987) (modificado de Saadi, 1995).

	IDADE	King (1956)	Abreu (1982)	Saadi & Valadão (1987)
Quaternário	Holoceno			Várzeas (?)
	Pleistoceno	Paraguaçu		Terraços (1.000 – 950 m)
Terciário	Plioceno	Velhas	Nível 1 (800 – 750 m)	3º Nível (1.100 – 1.050 m)
	Mioceno			
	Oligoceno	Sul-Americana	Nível 2	2º Nível
	Eoceno	(1.000 – 800 m)	(1.100 – 1.000 m)	(1.300 – 1.250 m)
	Paleoceno	Pós-Gondwana	Nível 3	
Cretáceo	Cretáceo Superior	(1.400 – 1.250 m)	(1.400 – 1.200 m)	1º Nível
	Cretáceo Médio	Gondwana		(> 1.300 m)
	Cretáceo Inferior	(1.800 m)		

Concluindo esta síntese, observa-se que os autores depois de King (1956), ainda que discutam ou mesmo se oponham parcial ou totalmente às suas propostas, pelas comparações mostradas no Tabela 3, parece evidente que as idéias então introduzidas representem não mais que adaptações locais aos conceitos originais daquele autor. Além disso, na década de 1950 os mapas topográficos eram extremamente precários e, logo, diversas das concepções de níveis topográficos daquele autor foram depois alteradas, tendo em vista

a melhoria de precisão dos dados altimétricos, obtidos com a introdução de técnicas modernas. Na Figura 6, apresenta-se esquematicamente um modelo de evolução da paisagem regional, destacando-se as fases de dobramento do Ciclo Brasileiro (Figura 6A) e de soerguimento mesozóico da Serra do Espinhaço (Figura 6B), a partir do qual se desenvolveram no final do Mesozóico e no Cenozóico as superfícies de aplainamento Gondwana?, Pós-Gondwana e Sul-Americana (Figura 6C).

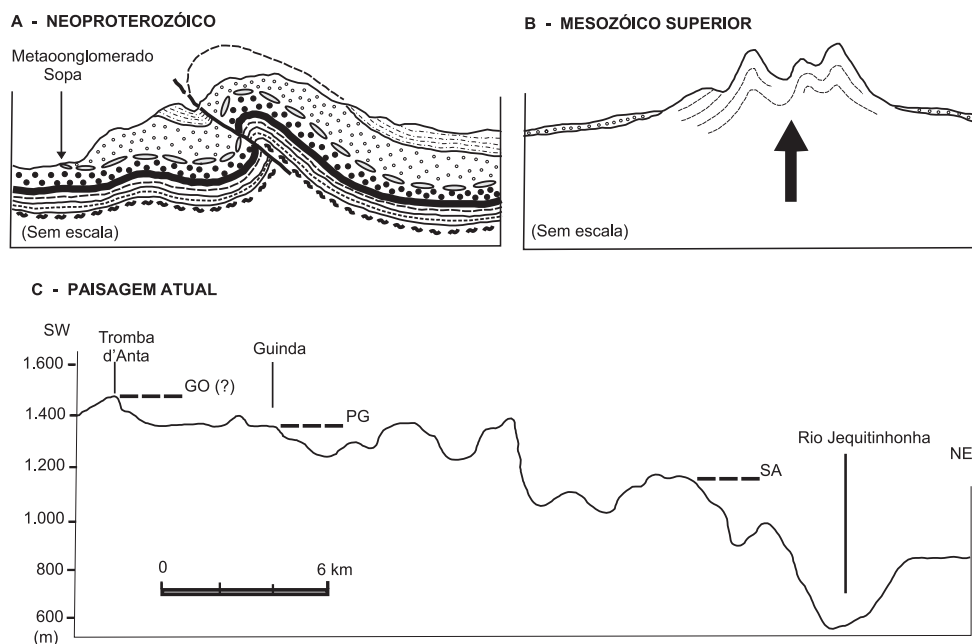


FIGURA 6. Evolução geomorfológica da paisagem da Serra do Espinhaço. A: Ilustração esquemática dos dobramentos relacionados ao Ciclo Brasileiro, no Neoproterozóico; B: Idem em relação ao soerguimento serrano ocorrido ao final do Mesozóico; e C: Perfil geomorfológico SW-NE passando por Guinda, no atual modelado da paisagem, destacando as superfícies de aplainamento Gondwana?, Pós-Gondwana, sobre a qual aparecem os depósitos estudados, e Sul-Americana, conforme King (1956).

GÊNESE DOS DEPÓSITOS

Segundo as discussões anteriores, as linhas gerais de formação da paisagem atual foram estabelecidas pela reativação mesozóica, responsável pela separação continental América do Sul-África. Esta reativação causou arqueamento epirogenético da Serra do Espinhaço. Embora o primeiro ciclo de aplainamento bem documentado em termos altimétricos corresponda ao Pós-Gondwana (na concepção de King, 1956), que teve início no Cretáceo Superior segundo esse autor e também para Abreu (1982), existiriam evidências de uma superfície mais antiga, representada pelo ciclo Gondwana. De outra forma, de acordo com Saadi & Valadão (1987) e Saadi (1995), o aplainamento Pós-Gondwana já estaria atuante desde o início do Cretáceo – constituindo o 1º Nível desses autores (Tabela 3). Estudos adicionais são ainda necessários para esclarecer tal problema, cuja importância parece ser pouco relevante no entendimento da gênese dos depósitos diamantíferos em questão.

A posição altimétrica peculiar das lateritas (1.350-1.250 m), sugere que as mesmas constituam restos de uma superfície de aplainamento antiga, correspondente à superfície Pós-Gondwana de King (1956), ao Nível 3 de Abreu (1982) ou ainda ao 1º Nível de Saadi & Valadão (1987), desenvolvida entre o Cretáceo e o início do Terciário (Laterita 1 da Tabela 4). Elas são muito distintas daquelas lateritas extensa e espessamente desenvolvidas nas chapadas das bordas da Serra do Espinhaço (Laterita 2), sobre a superfície Sul-Americana (Terciário Inferior-Médio), conforme Chaves & Bottino (2000). A lateritização incipiente dos depósitos coluviais estudados é um processo recente e desenvolvido apenas parcialmente, embora ainda atuante (Laterita 3). É interessante observar que a lateritização relacionada ao Pós-Gondwana, geradora das “cangas” diamantíferas, representa o primeiro grande retrabalhamento dos diamantes na Serra do Espinhaço, desde a deposição proterozóica desse mineral nos metaconglomerados da Formação Sopa-Brumadinho (Tabela 4).

Na Serra do Espinhaço, os depósitos coluviais conhecidos localmente como “gorgulhos”, embora sejam economicamente importantes, mereceram pouca atenção nos estudos geológicos de investigação científica regional. Como destacado em discussão anterior, Saadi (1995) referiu-se a esses depósitos como “lateritas ferruginosas nodulares, transportadas”, e admitiu uma fase de lateritização anterior à sua deposição. Entretanto, esse mesmo autor deixou em aberto a idade de tal depósito, enfatizando *a importância dos depósitos aluviais, coluviais, ou poligênicos, que recobrem os remanescentes das superfícies de*

aplainamento terciárias e cuja idade precisa ainda carece de estudo específico.

Por outro lado, Chaves (1997) mostrou que os fragmentos de quartzo foram originados diretamente de veios próximos, não lateritizados, juntamente com os de rochas encaixantes (Formação Sopa-Brumadinho), em condições de aridez acentuada e quase completa ausência de vegetação. Posteriormente, os clastos teriam sido transportados encosta abaixo durante períodos úmidos pelas enxurradas, enquanto os fragmentos líticos, mais friáveis, foram desagregados, pulverizados e carregados pelos sistemas fluviais. Este autor sugeriu ainda que o período árido que desmontou os veios e suas rochas encaixantes seria relacionado ao último avanço glacial no hemisfério norte, no Pleistoceno Superior, de idade anterior a 12.000 a.P.. Logo, os processos que teriam levado à deposição dos colúvios deveriam ser mais recentes, holocênicos e, portanto “pós-glaciais”, quando o suprimento de água tornou-se maior.

Karfunkel et al. (1998) divulgaram uma datação preliminar destes depósitos por termoluminescência em quartzo (Instituto Max Planck, da Alemanha), e a idade mínima de 22.000 anos A.P. fornecida era coincidente com a fase de retração do último período glacial. Estes autores, em parte, corroboraram com a hipótese prévia de Chaves (1997), admitindo a participação direta de congelamentos e degelos subsequentes como forma de desmantelamento dos veios e suas encaixantes, embora a idade proposta de sedimentação tenha sido sin-glacial. Segundo os estudos recentes de Benitez (2004), a fase de lateritização do depósito foi superimposta aos sedimentos, constituindo um processo moderno e atuante no presente. Além disso, análises por termoluminescência em quartzo, ora fornecidas, indicaram a formação dos colúvios entre 29.000-31.000 anos A.P., durante o último máximo glacial. Isto indica que tal deposição ocorreu muito depois da fase de lateritização que testemunha a superfície de peneplanização Pós-Gondwana (Tabelas 4 e 5).

Embora para a maioria dos pesquisadores as glaciações pleistocênicas na América do Sul tenham se limitado à porção sul do continente e à Cordilheira dos Andes e seus entornos (vide discussões em Clapperton, 1993), ainda faltam estudos sobre possíveis ações do gelo sobre altitudes mais elevadas do território brasileiro. Atualmente na Serra do Espinhaço, durante os meses mais frios do ano (julho-agosto), a temperatura média noturna situa-se na faixa de 5-10° C. Assim, levando-se em conta que nas épocas glaciais a temperatura média global tenha decrescido em pelo menos 10° C (Clapperton, 1993), não há como descon-

TABELA 4. Esquema proposto para a evolução regional da paisagem, ressaltando (em *italic*) os depósitos diamantíferos superficiais enfocados no trabalho.

IDADE	Altimetria (m)	Tipo de depósito	Espessura (m)	Local de maior desenvolvimento
Holoceno	1.400-1.300	Laterita 3	-	Guinda
Pleistoceno		<i>Colúvio</i>	<i>0,10-1,00</i>	<i>Guinda, São João da Chapada, Extração</i>
Eoceno-Mioceno	1.110-950	Laterita 2	0,10-3,00	Bordas serranas
Cretáceo Superior-Paleoceno	1.350-1.250	<i>Laterita 1</i>	<i>0,10-0,50</i>	<i>Porção mediana central serrana (Faixa Datas - São João da Chapada)</i>
Conglomerado Sopa (Pré-Cambriano)				

TABELA 5. Datações por termoluminescência em quartzo das amostras do colúvio e seu solo de recobrimento em amostras selecionadas de Guinda e São João da Chapada. Análises do Laboratório de Vidros e Datação, FATEC-SP.

Nº	Tipo (Local)	Th (ppm)	U (ppm)	K (10 ⁻⁵ %)	Dose anual (µGy/ano)	Dose acumulada P (Gy)	Idade (anos)
L 3B	Colúvio (Guinda)	2,679 ± 0,080	1,743 ± 0,044	0,0	861 ± 17	26,7 ± 0,7	31.000 ± 1.500
L 3B	Solo (Guinda)	2,497 ± 0,074	1,305 ± 0,032	0,0221 ± 0,002	615 ± 09	8,6 ± 0,8	14.000 ± 1.500
S 10B	Colúvio (S. J. da Chapada)	2,935 ± 0,087	1,515 ± 0,004	0,0	900 ± 17	26,3 ± 0,5	29.000 ± 1.000
S 10B	Solo (S. João da Chapada)	1,375 ± 0,041	1,015 ± 0,025	0,0	796 ± 16	2,5 ± 0,6	3.100 ± 780

siderar o fato de que, nos avanços das glaciações pleistocênicas, tais regiões brasileiras ficavam recobertas por uma delgada camada de gelo em certo período do ano, no inverno.

Segundo Bigarella et al. (1994), o processo de congelamentos e degelos subseqüentes com durações relativamente curtas, conhecido como gelivação, constitui um dos mecanismos mais ativos na fragmentação de rochas. Especialmente em terrenos montanhosos, a ruptura da parte exposta, superficial das rochas, devido à pressão dos cristaltos de gelo em formação contra as paredes dos poros e fissuras das mesmas, é capaz de produzir fragmentos angulosos e de dimensões reduzidas. Para Bigarella et al. (1994), a gelivação poderia ter ocorrido mesmo em regiões áridas subtropicais durante as glaciações do Pleistoceno e, agora, acredita-se que os depósitos colúviais de Diamantina tenham se formado nesta época a partir de tal processo. Entretanto, a idade de deposição desses colúvios em torno de 30.000 anos a.P., evidencia a existência de um período climático mais quente e úmido, ocorrido ou dentro da fase de baixas temperaturas que acompanharam a época glacial em termos globais ou, mais provavelmente, indicando que a retração do período

glacial em latitudes mais baixas aconteceu bem antes do que nas altas latitudes.

Quanto aos solos de recobrimento, se praticamente não existem dúvidas que os superpostos às lateritas de Datas tenham sido originados a partir delas, sendo minerados conjuntamente, a origem dos solos que recobrem os depósitos colúviais (São João da Chapada e Guinda) é mais duvidosa. As datações por termoluminescência em quartzo (Tabela 5), revelaram a idade sub-recente desses solos, embora mostrando discrepâncias importantes. Assim, em Guinda, a idade de 14.000 anos a.P. indica sua formação em período tardia pós-glacial, entretanto a idade revelada em São João da Chapada (*ca.* 3.000 anos a.P.) denota um processo muito mais recente. De outro modo, pelos conteúdos semelhantes de U, Th e K observa-se que todos eles parecem ser originados de um mesmo material. Pelos dados fornecidos (Tabela 5), o solo em São João da Chapada é nitidamente derivado do colúvio local. Entretanto, o solo de recobrimento em Guinda possui conteúdo algo maior de tório, indicando que houve também contribuição externa na formação do mesmo. Pelo visto, estudos adicionais e específicos sobre tais solos ainda são necessários para esclarecer estas questões.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em termos de invulgaridade e beleza, os aspectos geomorfológicos são os que mais se destacam nos altiplanos da Serra do Espinhaço; entretanto, os mesmos foram pouco estudados em detalhe até então. Entre esses aspectos, as superfícies aplainadas extensamente desenvolvidas nas cotas entre 1.350-1.250 m, são também importantes por conterem dois tipos de depósitos mineralizados em diamantes – as coberturas lateritizadas e os depósitos coluviais –, ambos explorados de modo intenso há quase 300 anos. No presente

trabalho, tais depósitos foram caracterizados em função de seus aspectos morfológicos, químicos e mineralógicos, para daí tentar-se entender como os mesmos se desenvolveram na paisagem. A introdução de metodologia inovadora para os estudos regionais, dada pelas análises de termoluminescência em quartzo ora fornecidas, além de estudos “clássicos”, como os sedimentológicos de detalhe, demonstraram que processos geológicos inteiramente distintos podem ocorrer nas mesmas áreas, sobre relativamente curtos espaços de tempo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABREU, A.A. **Análise geomorfológica; reflexão e aplicação. (Uma contribuição ao conhecimento das formas de relevo do Planalto de Diamantina – MG)**. São Paulo, 1982. 296 p. Tese (Livro Docência) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.
2. BENITEZ, L. **Caracterização geológica e químico-mineralógica dos depósitos coluvionares diamantíferos da região de Diamantina (MG)**. Belo Horizonte, 2004. 167 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais.
3. BIGARELLA, J.J.; BECKER, R.D.; SANTOS, G.F.; PASSOS, E.; SUGUIO, K. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Editora da Universidade Federal de Santa Catarina, 1994, v. 1, 425 p.
4. BIGARELLA, J.J.; MOUSINHO, M.R.; SILVA, J.X. Considerações a respeito da evolução das vertentes. **Boletim Paranaense de Geografia**, v. 16-17, p. 85-116, 1965.
5. CHAVES, M.L.S.C. **Geologia e mineralogia dos depósitos diamantíferos da Serra do Espinhaço em Minas Gerais**. São Paulo, 1997. 289 p. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
6. CHAVES, M.L.S.C. & BOTTINO, E.C.C. Evolução geológica multifásica dos depósitos diamantíferos da região de Jequitaiá (Minas Gerais). **Geociências**, v. 19, n. 2, p. 197-208, 2000.
7. CHAVES, M.L.S.C. & KARFUNKEL, J. Tipologia dos depósitos diamantíferos da Serra do Espinhaço. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 31, n. 4, p. 479-488, 2001.
8. CHAVES, M.L.S.C.; KARFUNKEL, J.; SVISERO, D.P. Sobre a problemática da origem dos diamantes da Serra do Espinhaço (Minas Gerais): um enfoque mineralógico. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 28, n. 2, p. 285-294, 1998.
9. CLAPPERTON, C.M. Nature of environmental changes in South America at the last glacial maximum. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 101, n. 3, p. 189-208, 1993.
10. DOSSIN, I.A.; DOSSIN, T.M.; CHAVES, M.L.S.C. Compartimentação estratigráfica do Supergrupo Espinhaço em Minas Gerais: os grupos Diamantina e Conselheiro Mata. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 20, n. 1-4, p. 178-186, 1990.
11. DUSSIN, I.A. & DUSSIN, T.M. Supergrupo Espinhaço: modelo de evolução geodinâmica. **Geonomos**, v. 3, n. 1, p. 19-26, 1995.
12. FREYBERG, B.V. Ergebnisse geologischer Forschungen in Minas Geraes (Brasilien). **Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie**, Sonderband II, p. 1-453, 1932.
13. GARY, M.; McAFFE Jr., R.; WOLF, C.L. **Glossary of Geology**. Washington: American Geological Institute, 1972, 805 p.
14. KARFUNKEL, J.; CHAVES, M.L.S.C.; BANKO, A.; HOOVER, D.B. Colluvial diamond and quartz deposits from the Espinhaço Range (MG): genesis and economic importance. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40, 1998, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Geologia, 1998, p. 272.
15. KING, L. Geomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 18, n. 1, p. 1-147, 1956.
16. MORAES, L.J. & GUIMARÃES, D. Geologia da região diamantífera de Minas Gerais. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 2, n. 2, p. 153-186, 1930.
17. PFLUG, R. A geologia da parte meridional da Serra do Espinhaço e zonas adjacentes, Minas Gerais. Rio de Janeiro, Departamento Nacional da Produção Mineral/Serviço de Fomento à Produção Minerária, **Boletim**, v. 226, p. 1-55, 1965.
18. SAADE, A. A geomorfologia da Serra do Espinhaço em Minas Gerais e de suas margens. **Geonomos**, v. 3, n. 1, p. 41-63, 1995.
19. SAADE, A. & VALADÃO, R. O Cenozóico da porção mediana-central do Espinhaço Meridional – 1ª síntese. In: CONGRESSO DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 1, 1987, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Associação Brasileira de Estudos do Quaternário (ABEQUA), 1987, p. 1-16.
20. UHLEIN, A.; TROMPETTE, R.; EGYDIO-SILVA, M. Rifteamentos superpostos e tectônica de inversão na borda sudeste do Cráton do São Francisco. **Geonomos**, v. 3, n. 1, p. 99-107, 1995.