

## CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E FÍSICA DAS LATERITAS DA BORDA LESTE DO CRÁTON SÃO FRANCISCO

Cristina Helena Ribeiro Rocha Augustin  
CPMTC - IGC - UFMG Av. Antônio Carlos, 6627.  
CEP: 31270-901 - B.H<sup>te</sup> - M.G.  
E.MAIL: chaugustin @ reitoria, ufmg.br  
Geórgia Mégre Drumond - Bolsista de Iniciação Científica  
IGC - CPMTC - Av. Antônio Carlos, 6627.

**ABSTRACT:** This paper presents the results of the analysis of laterites (duri-crusts types), encountered and described on the western border of the São Francisco Cráton, M.G., Brazil.

It also discussed theoretical aspects of this type of approach and its implication for morphological, chemical and mineralogical characterization of laterites.

The methodology used has contributed not only to the identification of 5 different forms of laterites in the area on the basis of their morphological characteristics, but also to the interpretation of the environmental conditions prevailing where the laterites have developed.

### INTRODUÇÃO

O presente trabalho teve como objetivo caracterizar as coberturas superficiais laterizadas de acordo com suas características físicas e morfológicas, estabelecendo-se a possível gênese das lateritas com os ambientes que propiciaram sua formação. Para alcançar os resultados pretendidos, realizou-se análise conjunta das informações relativas à geologia e geomorfologia local, além das referentes às condições naturais do ambiente como clima e vegetação que permitiram levantar algumas hipóteses sobre a evolução das lateritas na área de estudo.

As lateritas já chamavam atenção dos cientistas no século passado. Sua caracterização e tentativa de classificação, como formação geológica, se deu à medida em que os cientistas naturais tomaram mais contato com o meio tropical Mc Farlane (1976).

No Brasil o tema ainda é pouco explorado, embora a associação encontrada entre estes tipos de formações e depósitos minerais, tenha, em função do interesse econômico, aumentado as pesquisas em torno do tema. Exemplo disso é o trabalho de Enzweiler e Joekes (1991), cuja ênfase é a formação de depósitos secundários de ouro encontrados em lateritas.

Oliveira (1991), pesquisou as características gerais dos depósitos de níquel observando que um dos depósitos é o do tipo laterítico, no qual o níquel está associado ao óxido de ferro.

Do ponto de vista da pesquisa básica, as lateritas sempre intrigaram os pesquisadores devido as posições de destaque que as formas de relevo recobertas por elas,

assumem na topografia local e regional.

Mc Farlane (1976), fez um estudo exaustivo do papel delas na dinâmica geomorfológica da África Central, onde as mesmas parecem ter contribuído para a inversão do relevo, devido a resistência que oferecem ao intemperismo químico e mesmo físico.

Recentemente Thomas (1994), aborda o tema indicando que os principais fatores que afetam a formação das lateritas são aqueles ligados ao intemperismo e a própria pedogênese.

Um dos aspectos mais intrigantes das lateritas é o de sua gênese. Apesar de serem relativamente bem descritas do ponto de vista morfológico e geoquímico os ambientes nos quais foram formadas e os processos a elas associados ainda suscita muitas dúvidas. Gidigas (1976) e Costa (1990), associam a formação das lateritas à intensa ação intempérica dominante nas zonas tropicais, sob diversas condições climáticas passadas.

O fato delas ocorrerem quase que exclusivamente em regiões hoje tropicais úmidas e equatoriais, sugerem que parece existir um forte controle ambiental sobre os mecanismos de sua formação e desenvolvimento. Que processos e mecanismos são estes, é uma questão que permanece em aberto.

No Brasil, as lateritas ocorrem em quase toda a região do Cerrado, às vezes mais preservadas, às vezes já em processo de intensa lixiviação e intemperismo físico. São também encontradas na região amazônica, como descritas por Tricart (1972), que associa sua ocorrência a paleoambientes.

Devido a extensão das áreas onde as lateritas são encontradas e da importância que parecem representar

para o entendimento da evolução geomorfológica da área de estudo, buscou-se neste trabalho, detalhá-las de maneira mais sistemática, tendo como base critérios morfológicos.

### LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está situada entre os paralelos 17°00' e 18°00' latitude sul e entre os meridianos 44°00' e 45°00' longitude oeste. (Figura 1)

Entre as principais cidades da região, pode-se destacar Pirapora e Várzea da Palma que fazem parte respectivamente da Microrregião de Pirapora e Joaquim Felício que faz parte da Microrregião de Curvelo, IGA - CETEC, (1993).

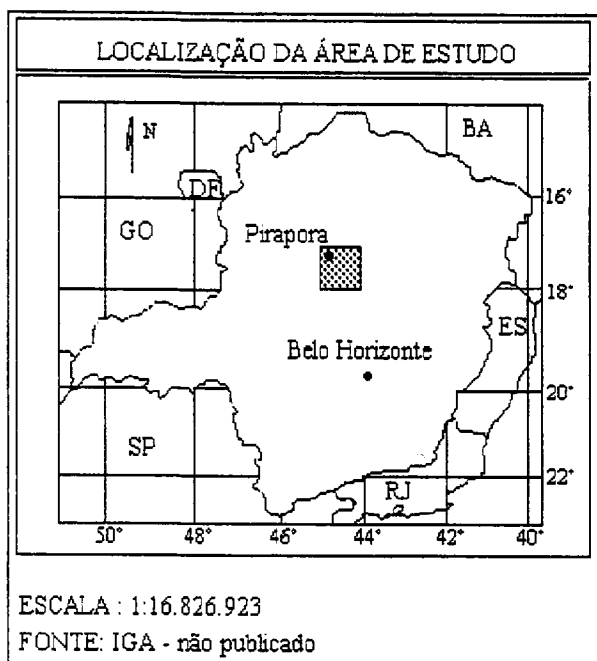


Figura 1 - Mapa de Localização

De acordo com o Radar Minas (1978) e COMIG (1994) pode-se observar que a região estudada apresenta grande diversidade geológica, sendo formada por um conjunto de rochas do Pré-Cambriano e por uma seqüência de depósitos sedimentares de idade Cretácea, além de sedimentos e coberturas detriticas Terciárias-Quaternárias.

As rochas do Pré-Cambriano são representadas basicamente pelo Super-Grupo Espinhaço - Proterozóico Médio e Super Grupo São Francisco - Proterozóico Superior.

As litologias representativas do Super Grupo Espinhaço acham-se restritas à uma faixa compreendida entre as cidades de Jequitaiá e Buenópolis além de ainda recobrir praticamente toda a Serra do Cabral.

O Super Grupo São Francisco é composto por um conjunto de rochas que engloba as seqüências psamítica

e pelítica referentes ao Grupo Macaúbas e Bambuí. O Grupo Macaúbas - Membro Jequitaiá ocorre na borda leste e norte da Serra do Cabral e nas proximidades de Jequitaiá.

O Grupo Bambuí ocupa grande parte da área de estudo e sobrepõem-se ao Grupo Macaúbas. Esse Grupo é formado pelo subgrupo indiviso Rio Paraopeba, pela Formação Lagoa do Jacaré e Três Marias, estando a última Formação recobrimdo o Subgrupo Paraopeba.

Sobre as rochas Pré-Cambrianas, encontram-se rochas do Cretáceo Inferior e Superior compostas pelo Grupo Areado que pode ser encontrado predominantemente ao sul de Várzea da Palma e pelo Grupo Mata da Corda, sendo ainda encontradas localmente às Formações Capacete e Urucuia.

As unidades litoestratigráficas Cenozóicas ocupam pequenas áreas se comparadas com as anteriores, mas representam porções significativas para o estudo do presente trabalho.

Tais unidades são representadas pelas coberturas Terciárias e Quaternárias. As coberturas Terciárias são constituídas basicamente de areias argilosas de cores variegadas, por depósitos lacustrinos e pelas coberturas detriticas-lateríticas e detriticas eluvionares que recobrem as superfícies de aplainamento. Tais coberturas são de origem aluvial e coluvial estando eventualmente associadas à sedimentos de canais aluviais suspensos que apresentam graus distintos de laterização. Estas couraças ferruginosas, segundo Pedrosa Soares et. al. (1994), estão na atualidade protegendo as superfícies de aplainamento dos processos erosivos.

As unidades do Quaternário são compostas de depósitos sedimentares inconsolidados representados por areias, cascalhos, siltes e argilas (depósitos aluvionares) e por areias silto-argilosas com grânulos e seixos de quartzo e quartzito e canga limonítica além de cascalheiras ou linhas de seixos - "stone line" (depósitos coluvionares) na base dos sedimentos.

De acordo com Pedrosa Soares (1994), tais coberturas podem ser encontradas ao longo dos rios São Francisco e Velhas, acumuladas nos vales dos cursos de água ou encostas atuais e pré-atuais e eventualmente em superfícies de erosão mais recentes que a Superfície Sul Americana de King (1956).

Quanto aos aspectos geomorfológicos, o relevo da área de estudo de acordo com o Radar Minas (1977), é constituído basicamente por duas unidades geomorfológicas que são: os Planaltos Residuais do São Francisco e Superfícies Aplainadas da Depressão do São Francisco. A primeira unidade caracteriza-se por apresentar como formas de relevo as Superfícies Tabulares, que foram elaboradas a partir de sucessivos

reencaminhamentos fluviais.

Quanto aos aspectos climáticos, a região apresenta clima segundo a classificação de Köppen que se enquadra no tipo Aw, correspondente ao clima tropical úmido (megatérmico) das savanas. Esse tipo climático apresenta inverno seco, com precipitação do mês mais seco inferior a 60 mm e temperatura média do mês mais seco inferior a 18°C. De acordo com os dados referentes à estação de João Pinheiro, verifica-se que a temperatura média anual é de 22,5°C. O regime das chuvas na região é de 1441,5 mm anual, sendo o período mais chuvoso o que compreende os meses de outubro à março com média de 212,5 mm.

A cobertura vegetal da área apresenta-se heterogênea, podendo-se destacar, de acordo com o Planoroeste o Cerrado, as Formações Florestais dos Campos de Altitude e o Complexo da Caatinga, com uma área restrita de ocorrência.

## METODOLOGIA

Inicialmente foram realizados trabalhos de coleta e análise de dados disponíveis, como levantamento bibliográfico sobre o tema e identificação de mapas geológico, geomorfológico e topográfico da área de estudo.

Posteriormente foi efetuado trabalho de campo, para o qual analisou-se, antes de alocar-se os pontos amostrais, vários perfis topográficos.

Identificou-se 11 (onze) perfis topográficos de áreas onde, em trabalhos de campo anteriores tinham sido identificadas lateritas, e para os quais levantou-se informações geológicas, da cobertura vegetal, rede de drenagem, formas de relevo.

Foram realizados trabalhos de campo para a observação "in loco" do perfil pedológico das cangas, bem como para a coleta do material para análise geoquímica posterior.

A descrição do material endurecido teve como base parâmetros morfológicos tais como: cor, identificada segundo Munsell Color Chart; coesão e estrutura, segundo Geomorphological Field Manual (1983), e o diâmetro dos seixos ou pisólitos foi medido com trena de 2 m. O grau de arredondamento foi descrito de acordo com normas do Geomorphological Field Manual (op. cit.).

Na etapa pós-campo, buscou-se agrupar as amostras tendo como base parâmetros utilizados na descrição. Do total de 25 amostras, chegou-se a cinco (5) grupos principais de "duri-crusts" (canga).

Utilizou-se ainda método de "Análise do Relevo" que permitiu uma subdivisão dos grandes conjuntos de unidades topográficas do relevo. Este método permite,

além da visualização desses conjuntos, o cálculo de sua representação (em percentual) com relação ao espaço total considerado.

A metodologia baseia-se no método apresentado por Monkhouse & Small (1978). Para o cálculo das zonas altimétricas, após identificação de cinco pontos e suas alturas médias em quadriculas previamente delimitadas, usou-se a seguinte fórmula:

$$\frac{\text{altura de cada canto} + 4 \times \text{altura do centro}}{8}$$

A técnica empregada permitiu representar cartograficamente o resultado obtido através da construção de mapa hipsométrico e de histograma.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da distribuição espacial e altimétrica dos diferentes tipos de cangas só foi possível a partir da construção das zonas topográficas, como descrito na metodologia.

O método de análise do relevo com representação gráfica especificada por Monkhouse & Small (op. cit.), permite correlacionar principalmente superfícies planas. Como a área de estudo é constituída por extensas planícies e planaltos, justifica-se a utilização do método.

Constatou-se após a análise da compartimentação altimétrica que, apesar das altitudes mais recorrentes corresponderem a 80% da área estudada com níveis altimétricos que variam entre os intervalos de 400m e 850m, os pontos amostrados nestas altitudes correspondem à apenas 36,36% do total da área, enquanto que nos níveis altimétricos superiores que variam de 850m a 1300m estão localizados 63,64% dos pontos amostrados.

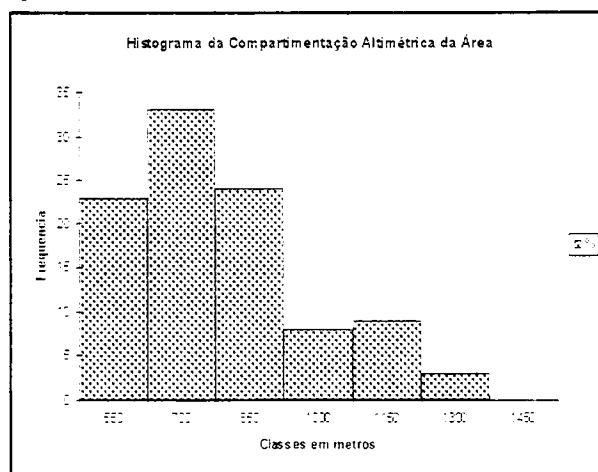


Figura 2 - Histograma

O enfoque metodológico permitiu o estabelecimento de cinco (5) grupos de lateritas (cangas) indicando uma variedade significativa, do ponto de vista morfológico desse tipo de material na área. Características específicas em termos sedimentológicos e de localização, possibilitaram uma primeira interpretação quanto ao ambiente de desenvolvimento das mesmas.

As cangas contendo material conglomerático (seixos e matriz) parecem ter sua formação associadas a antigos depósitos fluviais. Os seixos desse material, quartzitos predominantemente e secundariamente quartzo, apresentam um alto grau de arredondamento, indicando uma grande competência da rede fluvial para seu trabalho. Ocorrem principalmente em zonas altimétricas em torno de 700 a 850m.

Alguns apresentam, contudo, material muito angular, especialmente formado por quartzo, com ausência de estratificação. Parecem corresponder à laterização de material de origem coluvionar e não contam com uma localização altimétrica predominante.

Em ambos os tipos, a matriz sofreu intensa laterização. Os seixos apresentam sua estrutura original, porém em alguns casos, pequenas descontinuidades são preenchidas pelo ferro. Essas características apontam para duas possibilidades de interpretação. A primeira seria a de que os materiais transportados e a matriz que os envolve sofreram processo de laterização "in situ" após o transporte, constituindo-se, portanto, lateritas primárias e a segunda é de que este material seja uma laterita detritica ou residual.

Goudie (1973) (in: McFarlane, 1976) argumenta sobre as maneiras de como identificar a laterita primária da residual. Segundo esse autor, a laterita residual envolve a "re-solução"<sup>1</sup> do material que é transportado mecanicamente. Outro indicativo seria uma topografia mais elevada contendo laterita primária próxima à residual formada em um nível mais baixo.

Pode ocorrer ainda que as depressões contendo laterita detritica, formada através de pedimentos de uma laterita primária, passe por um processo de "re-solução". Se a drenagem se instala no local, promove o recuo das escarpas, causando uma inversão de relevo.

Apesar de vários fatores estarem envolvidos no processo de formação das lateritas, como foi discutido anteriormente, existe uma seqüência já conhecida de processos que ocorrem e dão origem à formação dessas coberturas superficiais. Ocorre inicialmente a alteração

dos materiais originais - transformações físico-químicas dos minerais primários, que posteriormente, em função dos fatores do meio, como por exemplo, a influência pH e do Eh, originam alguns minerais secundários. Ocorre ainda a dissolução parcial de alguns elementos e concentração de outros, levando em geral, ao enriquecimento de ferro e de alumínio. Outros fatores como a influência da vegetação, precipitação, geomorfologia, geologia, drenagem, também exercem forte influência no processo de evolução das lateritas.

Assim, do mesmo modo que ocorre a evolução de um perfil laterítico que origina a crosta laterítica, pode ocorrer também, uma "evolução regressiva" como salienta Maignien (1966). Essa evolução regressiva pode ocorrer em função da quebra mecânica deste material e seu posterior transporte, ou ainda, ao se instalar e desenvolver algum tipo de vegetação, a matéria orgânica que se acumula pode mudar o pH do solo, e promover intensa dissolução dos elementos cimentantes da laterita. A evolução regressiva delas ao liberar quantidades elevadas de sesquióxidos que migram através da percolação ao longo do perfil, podem favorecer a formação de novos depósitos em níveis inferiores, ou onde estes se acumularem.

Na área de estudo, o fato das lateritas serem encontradas predominantemente nas cotas altimétricas mais elevadas e em número maior de variedades, parece apontar para a ocorrência de processos de laterização amplamente disseminados e localizados em superfícies quase sempre correspondentes à Superfície Sul Americana de King (1956), que pode ser geralmente encontrada em cotas altimétricas que variam de  $\approx 1000m \approx 1300$  metros de altura, King (1956). Vários autores, dentre estes Costa (1990), destacam a influência dos aspectos morfo-tectônicos no processo de modelagem do relevo e por conseguinte sua importância na gênese das lateritas. Segundo este autor, para que seja possível o processo de formação e evolução das lateritas, os movimentos tectônicos de soerguimentos paulatinos têm que ser sincronizados com a velocidade das reações químicas que ocorrem permitindo a formação e evolução dos perfis lateríticos perfeitamente diferenciados em horizontes. Se esta evolução não ocorrer concomitantemente: soerguimento processo de laterização, os processos de dissecação levarão à peneplanação e os perfis serão truncados e incompletos.

A formação da laterita autóctone portanto, requer tectônica quase estável e modelamento do relevo constante e equilibrado com a velocidade das reações químicas. Tais condições são favorecidas em áreas continentais, como por exemplo na região de estudo que situa-se no Cráton São Francisco. Segundo King

<sup>1</sup>A palavra "re-solução" significa que está ocorrendo novamente o processo de solução. Como trata-se de tradução não foi encontrada palavra equivalente em português.

(1956), pode-se observar que tanto nos aplainamentos superiores, quanto nos inferiores, sua relação com a rocha matriz afasta qualquer possibilidade que leve à interpretação de que as feições do relevo possam ser consideradas de origem tectônica, descartando assim a possibilidade de que os aplainamentos superiores e inferiores constituam partes de uma única superfície de erosão que foi deslocada por movimentos crustais. Estes altos aplainados constituídos de concreções lateríticas muito recorrentes na área de estudo podem ter sido preservados justamente por serem estas coberturas mais resistentes aos processos erosivos.

Diante de todas essas informações foi possível levantar possíveis correlações entre a gênese das lateritas e o ambiente local que propiciou sua evolução.

lençol freático, sofrendo intensa e contínua lixiviação e processo de laterização;

- embora não tenha sido feita nessa etapa do trabalho análise química e mineralógica do material encontrado, o fato de ser encontrada uma grande diversidade geológica no local aponta para outra possível causa de variedade das lateritas encontradas.

Deve-se, contudo realçar que algumas cangas encontram-se “deslocadas”, e apresentam intenso processo de quebra e intemperismo químico.

Este fato pode apontar para a ocorrência de alterações tectônicas recentes ou de mudanças climáticas muito grandes, induzindo o retrabalhamento

TABELA 4 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E FÍSICA DAS LATERITAS AGRUPADAS DE ACORDO COM OS TIPOS BÁSICOS ENCONTRADOS							
TIPO DE LATERITA	Nº DE ESPÉCIES	VARIAÇÃO DE COR	ESTRUTURA	ESTRUTURA RELIQUIAR (RESIDUAL DA ROCHA MÃE OU DETRÍTICA)	COESÃO	TAMANHO E GRAU DE ARREDONDAMENTO DAS CONCREÇÕES E CONGLOMERADOS	ALTITUDE MÉDIA
OOLÍTICA	1	Marrom avermelhada a preta	Oolítica	Ausente	Coesa	Forma concêntrica Menores que 2 mm	1000 - 1150
PI SOLÍTICA	1	5YR - 5/8 vermelho amarelado	Pisolítica	Presente	Coesa	Angulosos 0,5 a 3 cm	400 - 550
VERMIFORME	1	10YR - 4/3 Bruno escuro	Vermicular/ pisolítica	Ausente	Coesa	Angulosos 1,5 cm	1000 - 1150
PI SOLÍTICA INCONSOLIDADA	4	10YR - 4/3 Bruno escuro, 10YR 5/4 Bruno amarelado 10YR 5/3 Bruno 2YR - 4/8 vermelho 5YR - 5/6 vermelho amarelado	Pisolítica	Ausente	Coesa não cimentado	Meio arredondados a angulosos 0,5 cm a 4 cm	400 - 550 850 - 1000 1000 - 1150
CONGLOMERÁTICA E CONCRECIONÁRIA	6	2,5YR - 4/4 Bruno avermelhado 10YR - 4/3 Bruno 2,5YR - 4/8 vermelho	Pisolítica ou concrecionária	Presente	Coesa	Angulosos a arredondados 0,5 cm a 15 cm	550 - 700 850 - 1000 1000 - 1150 1150 - 1300
SOLO LATERÍTICO	2	2YR 5/8 vermelho 2YR 4/8 vermelho 5YR 5/6 vermelho amarelo 5YR 6/6 amarelo avermelhado	Ausente	Presente	Incoesa	Arredondado 1 cm a 17 cm	700 - 850

Dentre os principais aspectos do meio que favoreceram a evolução das lateritas pode-se destacar:

- relativa estabilidade tectônica que permitiu a evolução completa dos perfis até a formação de crostas endurecidas;
- ocorrência desse material sobre remanescentes da Superfície Sul Americana, parece ter sido formado devido ao fato destas superfícies terem permanecido por um longo tempo com a drenagem estagnada e sujeita à oscilação do

dos materiais.

#### AGRADECIMENTOS:

Agradecemos ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica da bolsista para o desenvolvimento do trabalho e ao PRPq, pelo apoio financeiro que permitiu a realização dos trabalhos de campo e análise de laboratório.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COMPANHIA MINERADORA DE MINAS GERAIS - COMIG. *Minas Gerais*. 1994. (Mapa Geológico Escala 1:1.000.000).
- COSTA, M.L. **Lateritos e Laterização**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36, 1990, Natal. *Anais...* Natal: Sociedade Brasileira de Geologia, 1990. p 404 - 421.
- Propostas para a sistematização do estudo de lateritos**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 4, 1993, Brasília. *Resumos expandidos...* Brasília: Cultura Gráfica e Editora, 1993. p. 195 - 197.
- A dinâmica da formação de lateritas: O exemplo do NE do Pará e NW do Maranhão**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, 1984, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geologia, 1984. p. 4823 - 4837.
- ENZWEILLER, J. JOEKES, I. **Formação de depósitos secundários de ouro: interação do ouro coloidal com óxido de ferro**. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 3, CONGRESSO DE GEOQUÍMICA DOS PAÍSES DE LINGUA PORTUGUESA, 1, 1991, São Paulo. *Resumos*. São-Paulo: USP/IGC, 1991. p. 12-14.
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO MINAS GERAIS - CETEC & INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS APLICADAS - IGA. **Estado de Minas Gerais**, 1993 (Mesorregiões e Microrregiões Geográficas - Minas Gerais. Escala 1: 2500000).
- FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. 2º Plano Integrado de Desenvolvimento do Noroeste Mineiro; Planoroeste [Belo Horizonte] 1976. 112p. (Relatório: recursos naturais, 1)
- GARDINER, V. & DACKOMBE. **Geomorphological Field Manual**. London; Boston: George Allen & Unwin, c. 1983. 254p.
- GIDIGASU, M.D. **Laterite Soil Engineering: Pedogenesis and Engineering Principles**. New York: ELSEVIER SCIENTIFIC PUBLISHING COMPANY, 1976. 554p.
- INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS APLICADAS - IGA. *Montes Claros*, MG. 1977 (Mapa Geomorfológico. Projeto RADAR Minas Gerais. Escala 1:500.000).
- INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS APLICADAS - IGA. *Montes Claros*, MG. 1978 (Mapa Geológico. Projeto RADAR Minas Gerais. Escala 1:500.000).
- KING, Lester C. **A Geomorfologia do Brasil Oriental**. *Revista Brasileira de Geografia*. São Paulo, v.18, n.2, p.147 - 265, abr 1956.
- MAIGNIEN, R. **Compte rendu de recherches sur les Latérites**. 7ª ed. Paris: UNESCO, 1966. 155 p.
- McFARLANE. **Laterite and Landscape**. London: Academic Press, 1976. 151 p.
- MONKHOUSE, S.J. & SMALL, J. **Acditionary so Natural Environment**. 3ª ed. London: Eward Arnold, 1978. 320p.
- NORMAIS CLIMATOLÓGICAS (1961-1990). **Ministério da Agricultura e Reforma Agrária**. Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia. Brasília: [s.n.], 1992. 84p.
- OLIVEIRA, S.M.B. **Estágio Atual do Conhecimento acerca do Minério Laterítico de Níquel no Brasil e no Mundo**, São Paulo, v. 11, nº 2, p. 49-57, jul./dez. 1990.
- PEDROSA-SOARES, Antônio Carlos et. al. *Nota Explicativa dos Mapas Geológico e Metalogenético e de Ocorrências Mineraias do Estado de Minas Gerais*. Escala 1:1.000.000. Belo Horizonte: COMIG, 1994. 97p.
- PLANOROESTE II. [S.n.t]. Não paginado.
- SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO. **Jequitai**, MG 1970 (Escala 1:100.000).
- SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO. **Pirapora**, MG 1970 (Escala 1:100.000).
- SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO. **Serra do Cabral**, MG 1970 (Escala 1:100.000).
- SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO. **Várzea da Palma**, MG 1969 (Escala 1:100.000).
- THOMAS, M. F. **Geomorphology in the tropics**. New York: Wiley, 1994, 460p.
- TRICART, J. **The landforms of the Humid Tropics, Forests and Savannas**. London: Longman, 1972. chapter 4: Dynamic geomorphology of the alternating wet-dry tropics, p.175 - 187.