

# LATERITA E SOLOS LATERÍTICOS NO BRASIL

*Carlos Roberto Espindola<sup>1</sup> e Luiz Antonio Daniel<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup> Prof. Dr. do Curso de Pós-Graduação em Geografia. Inst. Geociências/UNICAMP e  
Assistente Técnico Acadêmico do Centro Paula Souza – São Paulo, SP*

*<sup>2</sup> Prof. Dr. do Departamento de Mecânica da FATEC – SO  
carlosespindola@uol.com.br, daniel51@terra.com.br*

## **Resumo**

Materiais lateríticos são depósitos residuais da crosta terrestre originados de acúmulos relativos e absolutos de constituintes resistentes à intemperização. São muito expressivos em regiões tropicais e associam-se a solos muito desenvolvidos, espessos e dessaturados, que durante muito tempo foram designados “lateríticos”. Sob a forma de depósitos contínuos (cauraças), as superfícies geomorfológicas as exhibe a diferentes profundidades, o que afeta as relações entre a pedogênese (evolução do solo) e a morfogênese (elaboração de formas de relevo). Contudo, é a natureza do solo (sua organização interna) quem governa a geração do modelado, a partir de relação infiltração/deflúvio. Pesquisas recentes vêm contestando a antiguidade dos depósitos lateríticos associados às superfícies geomórficas e solos correlativos, o que suscita a retomada de novas investigações inserindo recursos da mineralogia de constituintes resistentes/residuais, datações e análises sedimentológicas.

## **1. Introdução**

A denominação “laterita” tem sido empregada para designar depósitos residuais endurecidos oriundos do intemperismo de rochas e materiais superficiais em alteração, situados em posições variadas do relevo regional.

O primeiro registro científico de sua ocorrência é atribuído a Buchanan [1], em 1807, na Índia, portanto há 200 anos de sua descoberta, tendo sido sempre objeto de intensas investigações, inicialmente por meio de análises químicas, quando ainda não se dispunha de um suporte metodológico analítico como o dos dias atuais.

Assim é, que a literatura registra investigações químicas procedidas em 1821 [2] e posteriormente, já no século XX, a conjugação desse procedimento aos recursos da microscopia óptica [3] e [4].

Por outro lado, um grande número de pesquisadores, principalmente do campo da geomorfologia, usualmente associavam esses corpos lateríticos (nódulos, concreções, blocos gigantescos, “piçarras”, carapaças e couraças) à evolução do relevo. Neste sentido, é digna de referência a menção de sua ocorrência, em 1869, na então Vila Rica (Ouro Preto), no Estado de Minas Gerais [5]. Também naquele Estado, elas foram referidas por “canga”, ocupando posições regionais das “terras altas” [6].

Em geral, esses corpos “encouraçados”, por vezes sustentando antigas superfícies geomórficas [7], eram admitidos como elaborados em épocas geológicas pretéritas, testemunhando eventos paleoclimáticos, com solos fósseis associados, com sua estabilidade garantida na paisagem pela ação protetora das lateritas [8].

Porém, pesquisas mais recentes passaram a questionar essa estabilidade, a partir de evidências da degradação desses materiais lateríticos [9]. Um aprofundado trabalho desenvolvido por Tardy [10], demonstrou que o processo que envolve esses corpos lateríticos é dinâmico, após ter verificado que as couraças podem destruir-se pela porção superior e reconstituir-se pela base; tal constatação põe em causa a quase dogmática questão da antiguidade daqueles materiais [11].

No Brasil, a ocorrência de lateritas é bastante generalizada nas suas diversas regiões bioclimáticas, e a questão da antiguidade dos solos e das superfícies nas quais eles se inserem tem sido objeto de investigações com emprego de técnicas especializadas, a exemplo da porosimetria com mercúrio [12], em geral conjugadas a um rigoroso suporte da micromorfologia, em secções delgadas [13], como procedido em solos de Guaíra (SP).

Pretende-se, com o presente trabalho, compor um quadro de como paisagens brasileiras podem ser influenciadas por esses corpos lateríticos, assim como seus reflexos sobre a natureza e o grau de desenvolvimento dos solos associados.

## **2. Procedimentos Metodológicos**

A investigação procedida emprega informes disponíveis na literatura sobre lateritas em algumas regiões brasileiras, quer em superfície, ou em pequenas profundidades (identificadas mediante sondagens com trado), como ainda em posições muito profundas, identificadas em cortes de estradas, voçorocas ou em porções do relevo que tiveram seus materiais superficiais removidos por mecanismos erosionais.

Sob essas diferentes condições de ocorrência, foram estabelecidas evidências sobre a natureza dos solos associados, empregando, para isso, atributos, ou índices, clássicos do grau de evolução atingido pelos mesmos nas paisagens em que ocorrem: espessura do manto de alteração, granulometria, principalmente a relação silte/argila [14], dados químicos do complexo trocável

[15] e mineralógicos a fração argila [16] e da fração areia [17].

Assim, considera-se bem desenvolvido ou evoluído um solo espesso (mais de 2 metros), com baixo teor de silte (ou baixa relação silte/argila), dessaturado em bases (por vezes, com elevado teor de alumínio), com predomínio de argilas 1:1 (caulinita), que podem, ou não, estar associadas a oxi-hidróxidos de alumínio (gibbsita), com riqueza em óxidos de ferro (principalmente hematita) e areias constituídas por quartzo e minerais pesados resistentes (zircão, turmalina, rutilo e outros).

### ***3. Peculiaridade dos solos lateríticos***

É generalizada a presença de lateritas nas regiões tropicais, mormente naquelas de regimes úmidos, já descritas nas primeiras décadas do século passado, tanto no continente africano [18], como no sulamericano – na bacia Amazônica [19].

Por extensão, os solos a elas associados – a maioria com elevado grau de desenvolvimento ou maturidade, em conformidade com os atributos empregados, eram usualmente designados, genericamente, “lateríticos”. Destaque-se aí a presença adjacente de solos pouco desenvolvidos, rasos (por vezes, ricos em bases e de mineralogia 2:1), notadamente nas posições de incisão do relevo, onde a morfogênese (elaboração de formas por processos erosionais) sobrepujou a pedogênese (espessamento do manto de alteração). Em geral, a expressão destes é muito menor do que a dos bem desenvolvidos em área de ocorrência.

Curiosamente, na Engenharia Civil/Geotecnia o emprego do termo solos lateríticos ainda é de uso corrente em nosso meio [20]. No campo da Ciência do Solo que trata da gênese, morfologia e classificação – a Pedologia, instituiu-se a denominação “Latossolo” para aqueles solos profundos bem desenvolvidos [21].

No continente africano, os correspondentes mais próximos são os “Solos Ferralíticos”, designação esta empregada na classificação taxonômica francesa [22] e também na portuguesa [23]. No sistema taxonômico norteamericano a analogia é estabelecida com os “Oxisols” [24], e para a classificação da FAO [25], de propósito mundial, a categoria mais próxima é a dos “Ferralsols”.

Na grande maioria dos casos, esses solos ocupam amplas superfícies de relevos suaves, por vezes sustentadas por corpos couraçados dispostos nas profundezas do manto alterado, muito dessaturados e, via-de-regra, bastante permeáveis, a menos que compactados por processos de mobilização superficial promovidos pelo uso e manejo.

Diversos pesquisadores atribuem essas feições a um longo período geológico de atuação do intemperismo químico, de modo que a superfície envolvida pode testemunhar pedogêneses múltiplas, sob a ação de paleoclimas [26]. No Estado de São Paulo, foram

caracterizadas antigas superfícies ocupadas pelo “Latossolo Roxo”, solo este derivado da alteração de basaltos, na região de Ribeirão Preto [27], correspondente ao Latossolo Vermelho distroférico da nova classificação brasileira [28].

Entretanto, há que se considerar que mesmo os solos jovens ou pouco desenvolvidos adjacentes, como os Litossolos, embora mais ricos em bases e de mineralogia mais complexa na fração argila (mistura de minerais 2:1 + 1:1 e óxidos), revelam uma rigorosa liberação de óxidos de ferro quando expostos ao intemperismo, já no nível da rocha basáltica em alteração, criando uma crosta vermelho-amarelada de aspecto ferruginoso, como relatado na região de Barra Bonita, SP [29]. A tal feição descrita na antiga Guiana Inglesa, empregou-se a denominação “laterita primária”, para diferenciá-la do usual processo de laterização para o qual é demandado longo tempo de intemperismo [30].

### ***4. Dinâmica Evolutiva do Relevo e dos Solos***

A antiga idéia de o solo desenvolver-se até atingir um estado de “clímax”, aí praticamente cessando mecanismos evolutivos, foi devidamente substituída por evidências de processos progressivos e regressivos de pedogênese [31].

Mesmo em superfícies aplainadas muito estáveis, de reduzida morfogênese, observou-se que a autoevolução do solo pode induzir processos internos que promovem dissoluções e perdas de volumes, com reflexos na superfície (abatimentos e geração de pequenas bacias, inicialmente fechadas), tal como encontrado na região de solos basálticos de Jaú, SP, de domínio do Latossolo Vermelho distroférico, em áreas de rochas basálticas. As depressões fechadas acabam por drenar superficialmente, incorporando-se à rede de drenagem local, modelando o terreno e propiciando rejuvenescimento do relevo e dos solos [32].

Pesquisas detalhadas em lateritas africanas [9] colocaram em evidência degradação desses materiais, pondo em causa a quase dogmática admissão da antiguidade e estabilidade das superfícies e solos associados. Moreau [33] caracterizou níveis couraçados de diferentes idades, demonstrando a possibilidade de destruição (pelo topo) e reconstituição (pela base) de uma mesma couraça [10].

A aludida investigação empregando micromorfologia, em Guaíra, SP [13], pôs em destaque o desprendimento de nódulos milimétricos das couraças, os quais vão alimentar a constituição de concreções associadas aos microagregados do Latossolo; nesse sentido, a própria couraça estaria contribuindo para a constituição do material de origem deste solo espesso.

Em geral, quando a laterita está disposta a grandes profundidades, sustentando superfícies aplainadas e solos espessos, estes demonstram alto grau de evolução, grau de saturação em bases baixo, com mineralogia amplamente dominada pela caulinita (por vezes associada à gibbsita –

AIO.OH) na fração argila, e quartzo + minerais pesados resistentes (zircão, turmalina, estaurolita e outros), além de uma baixa relação silte/argila, como ocorre na região Barra Bonita – Jaú, SP [34].

Porém, quando a posição dos corpos lateríticos está nas proximidades da superfície, isso afeta muito as condições de drenagem externa (escoamento superficial) e interna (permeabilidade, percolação) do meio de ocorrência.

No sudeste maranhense (transição de clima superúmido da Amazônia para o semiárido do Nordeste), chuvas torrenciais concentradas no período úmido têm provocado fortes descarnamentos do manto, chegando a expor as lateritas à superfície, associadas a solos residuais pouco desenvolvidos [35]. Na zona da mata pernambucana, diversos “tabuleiros” (superfícies aplainadas das posições elevadas do relevo regional) mostram solos com desenvolvimento refreado por mecanismos hidromórficos induzidos pela lenta percolação da água, em decorrência de lateritas próximas à superfície. Nestes, é freqüente a ocorrência de minerais 2:1, principalmente a ilita [36].

Naquelas condições em que a laterita tem sua presença facilmente detectada, o binômio morfogênese – pedogênese é perfeitamente compreensível ou previsível. Porém, isto se torna menos evidente quando a profundidade de ocorrência é grande, às vezes apenas encontrada em situações de incisão da rede de drenagem. Aí, freqüentemente os espessos latossolos apresentam grande uniformidade vertical em seus atributos e organizações, sem quaisquer indicativos de aparentes descontinuidades de seus materiais ou de seus substratos. Queiroz Neto [11] postulou que esses corpos ferruginosos laterizados devem representar apenas uma etapa de alteração das rochas e formação dos solos, não se prestando, então, como testemunhos de ações paleoclimáticas, já que couraças podem ser destruídas e elaboradas em períodos nem sempre remotos.

A admissão desse ponto de vista relativamente recente [11] suscita o aprofundamento das pesquisas envolvendo a questão da antiguidade x recenticidade dos solos associadas às lateritas. Assim, informes mais detalhados sobre as possíveis filiações solo-laterita poderão ser buscados na mineralogia das frações resistentes/residuais presentes nas alterações, bem como em datações por processos apropriados (tal como a termoluminescência opticamente estimulada - LOE) em camadas adjacentes aos depósitos lateríticos, além de recursos tomados da sedimentologia.

## 5. Conclusões

Interpretações sobre a antiguidade dos solos em relação às superfícies que eles ocupam, por vezes admitidos como correlativos em tempo de elaboração, carecem de um forte suporte interativo da pesquisa em pedogênese e morfogênese, com o emprego de recursos

tecnológicos especializados sob escalas de trabalho que vão desde o campo até o microscópio.

O que se evidencia é que sempre o solo é quem governa o processo de elaboração de formas, a partir da relação infiltração/deflúvio [37]. Os parâmetros quantitativos e padrões qualitativos da rede de drenagem, devidamente interpretados [38], representam excelentes indicativos (em escalas pequenas de trabalho – laboratório) para essa finalidade, apontando sítios de interesse especial para pesquisas em detalhe (grandes escalas).

Uma conjugação de técnicas associadas às já tradicionais, como aquelas apontadas nos procedimentos metodológicos ora adotados, afigura-se fundamental para o esclarecimento da questão quase dogmática, que toma os depósitos lateríticos e solos correlativos como processos que invariavelmente remontam a antigas épocas geológicas.

É muito oportuna a preocupação emitida, já de há muito, pelo eminente pesquisador francês – Demolon [39], sobre o cuidado ao se estabelecer idade relativa para solos e superfícies com base em determinadas feições, registros e depósitos (tomados como correlativos), uma vez que, em certos casos, o clímax de um solo pode significar seu retorno a um estado inerte e puramente mineral, representado pelas lateritas.

## Referências Bibliográficas

- [1] F. Buchanan. **Journey from through Mysore, Canara and Malabar**. Geol. Mag., v. 11, p. 436, 1807.
- [2] B. Babington. **Decomposition of hornblende and feldspars in laterite formations**. Trans. Geol. Sci., v. 5, p. 328-329, 1821.
- [3] E. C. J. Mohr. **Laterite and its parent rock**. Bull. Dept. Agric. Indies Neerland, v. 28, p.1-12, 1909.
- [4] A. Lacroix. **Les latérites de Guinée et les produits d'altération qui leur sont associées**. Nouv. Arch. Museum d'Hist. Naturelle, Paris, v. 5, p. 255-358, 1913.
- [5] R. Hermann. **Journal f. Prakt. Chemie**, v. 1, p.72, 1869.
- [6] H. Gerber. **Noções da Província de Minas Gerais**. Hannover, 1874. 2ª ed.
- [7] E. Nunes e C. R. Espindola. **Morfologia, granulometria e química dos solos de superfícies terciárias do Rio Grande do Norte**. Geociências, Publicações UNESP, v. 12, p. 493-502, 1993.
- [8] M. Van Der Voort. **The lateritic soils of Indonesia**. IV Intern. Congress of Soil Science, Amsterdam, 1950. Growning Hoitsema Brothers. Transactions... v. 1, p. 277-281.
- [9] J. C. Leprun. **Les cuirasses ferrugineuses des pays cristallins de l'Afrique occidentale sèche**. Genèse, transformation, dégradation. Fac. Sci. Strasbourg, 1979. Thèse.

- [10] Y. Tardy. **Pétrologie des Latérites et des Sols Tropicaux**. Paris: Masson, 1993.
- [11] J. P. Queiroz Neto. **Geomorfologia e Pedologia**. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 1, p. 59-67, 2000.
- [12] F. F. Kertzman. **Modification de la structure et des propriétés des couches superficielles d'un "Latossolo Roxo" (Guaíra, São Paulo, Brésil)** soumis à une irrigation par aspersion. Univ. Paris VI, 1989. Travail de D.E.A.
- [13] F. S. B. Ladeira. **Estudo micromorfológico de um Latossolo Roxo no Município de Guaíra – SP**. Fac. Filosofia, Letras e Ciências Humanas/USP, Depto. de Geografia/USP, São Paulo, 1995. Dissertação de Mestrado.
- [14] A. R. Van Wambeke. **Criteria for classifying tropical soils by age**. J. Soil Sci., v. 13, p. 124-132, 1962.
- [15] EMBRAPA. – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de Métodos de Análise de Solos**. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2ª edição, 1997.
- [16] M. L. Jackson e G. D. Sherman. **Chemical weathering of minerals in soils**. Adv. Agronomy, v. 5, p. 219 – 318, 1953.
- [17] M. D. Gidigasú. **Laterite and Soil Engineering. Pedogenesis and Engineering Principles**. Amsterdam: Elsevier, 1976.
- [18] C. F. Marbut. **The soils of Africa**. In: Shantz, H. L. and Marbut, C. F. – The vegetation and soils of Africa. Nat. Res. Council & Am. Geogr. Soc. New York, 1923. p. 115-221.
- [19] C. F. Marbut e C. B. Manifold. **The soils of Amazon valley** Geogr. Rev., v. 15, p. 414-442, 1926.
- [20] F. E. Barata. **Algumas considerações sobre "lateritas" e "materiais lateríticos" – necessidade de terminologia brasileira adequada**. Simpósio Brasileiro de Solos Tropicais em Engenharia – COPPE, Rio de Janeiro, 1981. Anais... p. 308-323.
- [21] C. E. Kellog. **Preliminary suggestions for the classification and nomenclature of great soil groups in tropical and subtropical regions**. I Commonwealth Bureau of Soil Science, 1948. Proceedings... p. 78-85.
- [22] CPCS. – **Commission de Pedologie et de Classification des Sols**. Grignon, Laboratoire de Géologie – Pédologie, E.N.S.A., 1967. 87p.
- [23] J. V. Botelho da Costa. **Ferrallitic, Tropical Fersiallitic and Tropical Semi-arid Soils**. Garcia Orto, Revista da Junta de Investiação do Ultramar, Lisboa, v. 9, p. 314-316, 1961.
- [24] USA. **Keys to Soil Taxonomy**. Soil Conservation Service, USDA, 6<sup>th</sup> ed., 1994.
- [25] FAO. **World Reference Base of Soil Resources: lectures notes on the major soils of the world**. Oldeman et al. (eds.). Rome: Deckers, 2001.
- [26] B. Kaloga. **Étude pédologique des bassins versants des Volta blanche et rouge en Haute-Volta**. Cah. ORSTOM, Sér. Pédol., v. 4, p. 23-61, 1966.
- [27] N. M. M. Gonçalves. **Estudo dos materiais superficiais da região de Ribeirão Preto – SP e suas relações com elementos morfológicos da paisagem**. Inst. de Geociências/USP, São Paulo, 1978. Tese de Doutorado.
- [28] EMBRAPA. - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**, Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2ª edição, 2006.
- [29] C. R. Espindola e O. Alonso. **Características gerais e classificação de solos basálticos da região central do Estado de São Paulo**. Boletim de Geografia Teórica, v. 13, p. 55-65, 1983.
- [30] J. B. Harrison. **The katamorfism of igneous rocks under humid tropical conditions**. Harpenden, Imp. Bur. Soil Sci., 1933.
- [31] G. Pédro; A. Chauvel e A. J. Melfi. **Recherches sur la constitution et la génèse des Terra Roxa Estruturada du Brésil**. Ann. Agron., v. 27, p. 265-294, 1976.
- [32] C. R. Espindola e H. R. Galhego. **Development of hydromorphic closed basins in clayey latosols**. XI INQUA Congress, Moscow, 1982... Abstracts... v. 2, p. 69.
- [33] R. Moreau. **Les principales couvertures pédologiques des régions d'Afrique Centrale et de l'Ouest. Répartition zonale, caractères généraux et utilisation**. Coll. Gestion Durable des Sols en Afrique Intertropicale, Ouagadougou, 1993. Actes... 35 p.
- [34] C. R. Espindola, **Pedogênese em áreas basálticas de reverso de cuestas no médio curso do Rio Tietê**. Fac. Ciências Agrônômicas /UNESP, Campus Botucatu, 1979. Tese de Livre Docência.
- [35] C. R. Espindola e N. R. Boni. **Fragilidade dos mantos de alteração no Nordeste Ocidental Maranhense sob as condições atuais**. IX Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, Jaboticabal, 1992. Soc. Brasileira de Ciência do Solo, Programa e Resumos... p. 103.
- [36] H. Cano. **Mineralogia de solos da zona da mata pernambucana, sob cana-de-açúcar**. Inst. de Geociências e Ciências Exatas/UNESP, Campus de Rio Claro, 2000. Tese de Doutorado.
- [37] D. R. Lueder. **Aerial photographic interpretation: principles and application**. New York: MacGraw Hill, 1959.
- [38] C. R. Espindola e G. J. Garcia. **Interpretação fotográfica de redes de drenagem em diferentes categorias de solos**. Notícia Geomorfológica, v. 18, p. 71-94, 1978.
- [39] A. Demolon. **La Génétique des Sols et ses Applications**. Collection "Que Sais-Je"? Paris: Presses Univ. de France, 1949.

