

MATERIAL DE ORIGEM DO SOLO

Carlos Roberto ESPINDOLA

RESUMO

A importância do substrato que sustenta plantas é reconhecida desde as primitivas civilizações. Na ciência, essa aceção antecede à pedologia na singular noção de rocha-mãe do solo, substituída depois por material de origem. A percepção da conexão do material de origem com o solo acima é facilmente percebida nos climas temperados, cuja formação ficou restrita ao Quaternário pós-glaciação, mas adquire complexidade nos trópicos úmidos: mudanças climáticas propiciaram ciclos pedogênicos superpostos, dificultando decifrar a natureza dos materiais que compuseram esses solos. Conforme o foco do estudo, os contatos entre o substrato geológico e o solo recebem distintas denominações e concepções ligadas ao material de origem: regolito, alterito, saprolito, horizonte C e camada D. Independentemente das suas aplicações, objetiva-se neste trabalho avaliar as diferentes concepções dos pesquisadores sobre esses termos. Assume-se maior complexidade quando o assunto se refere à gênese dos solos, principalmente em relação à distinção entre material de origem *in situ* e material transportado. Nesse caso, métodos sedimentológicos, datações absolutas e análises geoestatísticas são ferramentas importantes para investigar o material de origem do solo.

Palavras-chave: Rocha-mãe; Material de origem; Horizonte C; Regolito; Saprolito.

ABSTRACT

THE SOIL PARENT MATERIAL. Since primitive times, communities acknowledged the importance of the substratum that supports the plants and, therefore, this knowledge precedes the creation of Pedology. The concept of parent rock was after replaced by the concept of parent material. In temperate climate regions, it is easy to see the connection between this material and the soil above, since its formation was restricted to the post-glaciation Quaternary period, whereas, in regions of the humid tropics, this connection is more complex, since climatic changes promote the formation of overlapping pedogenic cycles, making it difficult to identify the nature of the material that formed the soils. According to the focus of the study, the contacts between the geological substratum and soil have different names and conceptions depending on the parent material: regolith, alterite, saprolite, C horizon and D layer. Regardless of the applications, the objective of this study is to evaluate researchers' different understanding of these terms. Soil genesis is a very complex subject, particularly regarding the distinction between *in-situ* parent material and transported material. In this case, sedimentological methods, absolute dating, and geostatistical analysis are important tools to investigate the soil parent material.

Keywords: Parent rock; Parent material; C horizon; Regolith; Saprolite.

1 INTRODUÇÃO

O reconhecimento que o substrato geológico influencia substancialmente a natureza dos solos faz parte da percepção das civilizações primitivas. Mais tarde, registros datados de 4 a 5 mil anos na China apontavam classificações de terras com a

produtividade de certas culturas em função das colheitas auferidas (SIMONSON 1968).

Antecipando a instituição do estudo sistematizado do solo pelo russo Dokuchaev, deve-se ao germânico FALLOU (1862) a denominação desta ciência – *Pedologie*, em vez do genérico

Bodenkunde – estudo do solo. A tardia tradução da sua obra para o francês, em capítulos (FELLER *et al.* 2008, FROSSARD *et al.* 2009 e AESCHLIMANN *et al.* 2010), revelou a sua magnitude e alcance, já com claras alusões ao material de origem dos solos. RAMANN (1905) ponderou que a importância dessa matéria extrapola muito a limitada proposição do termo, porém muitos cientistas alegaram que, nela, a formação do solo tenha se restringido ao substrato geológico, sem conotação genética com os demais fatores devidamente enunciados por DOKUCHAEV (1890/91).

Num salto temporal de grandeza secular, o estudo do intemperismo nas camadas superficiais do globo terrestre enseja a explicitação de uma *zona crítica* na qual se desenvolvem complexas interações rocha-solo-água-ar e seres vivos, responsáveis pela sustentabilidade dos recursos naturais. POPE (2015) a caracteriza como *Critical Zone Exploration Network* – CZEN, que encerra o *regolito*, cujo estudo enseja a participação de especialistas em geoquímica, geomorfologia, hidrologia, petrologia, mineralogia e cientistas do solo.

Na presente matéria objetiva-se confrontar termos relacionados a essa zona crítica, com maior enfoque em estudos pedogenéticos, mormente quando dizem respeito aos materiais de origem dos solos nas zonas tropicais, em geral de difícil caracterização em face do prolongado tempo de exposição aos agentes intempéricos, com mudanças climáticas que possibilitaram a geração de pedogêneses superpostas. Contudo, além da importância pedogenética, certos comportamentos importantes dos solos residem nessas camadas próximas aos seus embasamentos.

Uma das dificuldades que o especialista se depara em solos com desenvolvimento acentuado está relacionada com a questão do seu material de origem ser de natureza *in situ* ou transportada. Para isso há que se recorrer à mineralogia e sedimentologia de cada horizonte pedológico, senão mesmo a datações absolutas, para conclusões mais palpáveis.

2 SUBSTRATOS E SEDIMENTOS COMO MATERIAIS DE ORIGEM DOS SOLOS

Em função da presença do substrato geológico próximo à superfície nas regiões de climas temperados, é natural que a relação solo-rocha seja facilmente prevista ou estabelecida. Desde os pesquisadores do Império romano, como Aristóteles (384-322 a.C.), já fora apreciada a importância do

substrato geológico no sustento às plantas (BUOL *et al.* 1973).

Desde os primeiros levantamentos geológicos dos Estados Unidos, HITCHCOCK (1838) assinalou a influência das rochas na natureza dos solos de Massachussets – arenosos, barrentos, calcários, terciários e aluviões, tendo HILGARD (1860) instituído o *Agricultural Soil Survey* no Mississipi. Na viagem de Humboldt aos Andes, em 1789, ele teria mencionado: “Descubra um certo tipo de solo e um certo tipo de planta, e você encontrará um certo tipo de rocha” (WILDE 1963).

A transposição da vitoriosa pedologia russa para outras regiões mundiais esbarrou em dificuldades, mesmo em países de climas temperados como o Canadá e os Estados Unidos, pois a zonabilidade climática alardeada não se mostrou devidamente aplicável, divergindo das regulares bandas climáticas russas, além de outros fatores de formação como o relevo (ELLIS 1932).

Esses fatores foram historicamente esquematizados na forma de uma equação, por JENNY (1941): $S = f(m, o, r, c, o, t)$, evidenciando a gênese do solo como função do material de origem – m.o., relevo – r, clima – c, organismos – o e tempo – t. O pesquisador assinalou que o material de origem representa o *tempo zero* da história do solo, o que assume grande complexidade na pedogênese tropical, em razão do prolongado tempo de intemperismo. Mudanças climáticas promoveram pedogêneses superpostas e muitas dúvidas surgem a respeito dos respectivos materiais de origem, especialmente no que se refere à mineralogia e distribuição de seus constituintes.

Por certo, em perfis pouco profundos, como em um Cambissolo, as relações entre seus atributos e seu comportamento físico-químico são mais facilmente previsíveis, devido à presença de minerais alteráveis nas frações grossas e/ou elevadas quantidades de silte, o que, por si só, justifica caracterizações do seu material de origem (CASTRO *et al.* 2003).

3 CONCEITOS DE MATERIAL DE ORIGEM

Com as denominações iniciais *rocha-mãe* e *material parental*, o material de origem carrega a suposição de que obrigatoriamente o substrato alterado é que propicia diretamente a formação do solo, mediante seus produtos liberados em associação aos do meio biológico. Com efeito, desde a proposição do termo pedologia, eram mencionadas as *classes de terras de solos gerados* – derivados de rochas di-

versas, e *classes de terras de aluviões* – gerados de *materiais móveis* (AESCHLIMANN *et al.* (2010), como seixos, margas, limo, turfa, escórias, cinzas vulcânicas e depósitos aluviais.

Para materiais alterados *in situ* empregava-se o designativo alemão *eluviale* (KATZER 1903) e os correspondentes *solos eluviais*, que no Brasil foram empregados por antigos pesquisadores (RUELLAN 1943, MORAES RÊGO 1945). MARBUT & MANIFOLD (1926) para as rochas formadoras de solos em Humaitá e Lábrea/AM. Para esses primeiros estádios de alteração já com inserção de processos pedológicos (alteroplasmação e pedoplasmação), TRICART & CAILLEUX (1965) cunharam a expressão *processos infrapedológicos* numa concepção assemelhada à de JENNY (1941) para *tempo zero*.

Em conformidade com as posições dos materiais de origem na crosta, KUBIENA (1953) classificou-os em *subaquosos*, *semiterrestres* e *terrestres*. Na Holanda, PONS & ZONNEVELD (1965) conceberam uma *geogênese*, de vigorosa deposição aluvionar precursora de uma efetiva pedogênese, quando pântanos propiciaram efetiva diminuição da paludização e mudanças na composição dos constituintes orgânicos.

Nesse caso, a ação antrópica redirecionou a diretriz evolucionária do solo ao introduzir um novo material de origem do solo formado, como também vem se constatando em bacias pantaneiras brasileiras, cujos solos salinos (*solonização*) vêm se transformando em solos sódicos (*solodização*) pelo ingresso de águas doces que substituem o Na⁺ pelo H⁺ (FURQUIM *et al.* 2010).

Todavia, a própria autoevolução pedológica pode induzir modificações no seu desenvolvimento, mediante *erosão geoquímica* no interior do manto alterado, o que gera abatimentos na superfície e a instalação de bacias com solos hidromórficos (ESPINDOLA *et al.* 1981); estes podem ser interpretados como oriundos de um novo material de origem – a porção alterada pela subtração geoquímica de constituintes. Em proporções continentais, MILLOT (1980) aplicou essa concepção para explicar aplainamentos de superfícies das quais muito se ocuparam estudiosos como DE MARTONNE (1943) e KING (1956), e correspondentes datações relativas.

Mudanças climáticas e a tectônica produzem descarnamentos dos mantos alterados da pedosfera, seguidos de arrastes e deposições em superfícies estáveis, passando a constituir materiais de origem para novos solos, muitos já em avançado

grau de intemperismo. Seu espessamento é abreviado desde que as condições locais sejam favoráveis, como ocorre com Latossolos brasileiros de diferentes épocas geológicas e regiões fisiográficas (ESPINDOLA 2016).

Na África do Sul, DE VILLIERS (1965) assinalou diferentes materiais de origem pré-intemperizados, enquanto na África Central e Austral, CHATELIN (1967) descreveu solos ferralíticos cujas heranças de antigos solos passaram a integrar o material de origem dos novos – *paleossolos* (YAALON 1971); no Oeste paulista, concreções ferruginosas em posições cimeiras foram também assim interpretadas (RANZANI *et al.* 1972).

Outra concepção paralela encontra-se em trabalhos de RUHE (1960), que se referiu aos termos *pediment backslope* – pedimento de encosta e *footslope pediment* – pedimento de sopé, que MONIZ & CARVALHO (1973) aplicaram, respectivamente, aos Solos Podzolizados variação Lins (Argissolos) e Latossolos Vermelho Escuros textura média, cujos materiais de origem de alterações do arenito Bauru Cretáceo teriam sido retrabalhados a distâncias variáveis.

Em certas situações, coluvionamentos encobrem processos pedogenéticos *in situ*, como observado em perfis com horizontes arenosos alvíscos superficiais sobre horizontes B texturais, cujos elevados gradientes texturais põem em dúvida tratar-se exclusivamente de uma argiluviação como a responsável por essa feição morfológica (PENTEADO & RANZANI 1973).

Em circunstâncias especiais, uma pedogênese em baixadas pode rapidamente se instalar a partir da mescla de alúvios e colúvios, tal como verificado em Coelho Neto (MA), mediante processos erosivos intensos provocados por chuvas concentradas atuando sobre morrotes arenosos lateríticos recobertos por uma rarefeita vegetação de *carrascal* (ESPINDOLA 2013).

Numa zona serrana de Mococa (SP) em porção rebaixada de uma cuesta arenítica-basáltica, horizontes latossólicos são recobertos por camadas de sedimentos grossos e soltos, o que levou a considerar os solos como *colúvios arenosos e argilo-arenosos* (ESPINDOLA & SILVA 1982). Num compartimento restrito, até 50 cm de profundidade, a camada com 4-6% de argila passava a 25% até 75 cm, disposta sobre um diabásio em alteração, o que garantia uma elevada saturação por bases (43-70%), além da possibilidade de aporte de soluções da cuesta a montante (ESPINDOLA 2012).

Para os rasos Litossolos ou Neossolos Litólicos, a influência da rocha como material de origem é mais explícita, situação para a qual KALPAGÉ (1976) atribuiu predomínio do *fator litogênico* sobre os demais. Porém, em Furnas (MG), foram constatados solos jovens contendo materiais autóctones e alóctones em mistura – *pseudoautóctones* (CNEPA 1962). A ocorrência de feldspatos em solos aponta juventude do material (BREWER 1976).

No mapeamento dos solos paulistas pela Comissão de Solos do CNEPA (1960), determinados solos foram denominados com base na classificação de THORP & SMITH (1949) – *Latosols, Podzólicos, Regosols e Litosols*. Estes últimos eram designados pelos seus substratos (siltitos, argilitos etc.). Solos Podzólicos Vermelho-Amarelos (PV) eram adjetivados com nomes de localidades de ocorrência, mas adstritas aos seus substratos: PVP – *variação Piracicaba* (siltitos, argilitos, folhelhos); PVL – *variação Laras* (arenitos Botucatu e Piramboia).

Enquanto naquela taxonomia há uma associação material de origem-processos pedogenéticos, na classificação anterior, vários dos *Grandes tipos de solos* referiam-se diretamente ao substrato – Solos Devoniano, Glacial, Corumbataí, Arenito Bauru, Arenito Botucatu e Terciário, além de denominações populares consagradas, como *Salmourão, Massapé e Terra Roxa* (PAIVA NETTO *et al.* 1951), a exemplo da classificação não genética de FALLOU (1862).

Todavia, mesmo em solos espessos bem drenados o substrato rochoso reflete a sua influência, espe-

cialmente na textura e cor; em climas temperados, de histórias mais recentes, as associações são mais claras e diretas também para atributos químicos e mineralógicos. BUCKMAN & BRADY (1976) desenvolveram um esquema das diversas categorias de materiais de origem, autóctones e alóctones (Figura 1).

DUCHAUFOR (1968) contrapôs *solos de superfícies de erosão muito antigas* (ou de pedogêneses antigas) e *solos de superfícies de erosão recentes* (após a última glaciação), ao cotejar zonas tropicais úmidas e temperadas. Ressalta dessa distribuição a importância da *história geológica* na evolução pedológica (GLINKA 1914, KOVDA 1969), que a geomorfologia absorveu como sendo a quarta dimensão do solo, da qual RUELLAN (1985) se apropriou ao mencionar que desvendar essa história representa a maior ambição do pedólogo.

4 OUTRAS CONCEPÇÕES DE MATERIAL DE ORIGEM

Outras denominações e concepções de materiais de origem permeiam as já mencionadas. Na sua epistemologia pedológica, MARCOS (1979) defende a conveniência do termo *regolito* para a camada intemperizada residual ou transportada que recobre a rocha consolidada. SIMONSON (1967) o considera como a porção alterada do material de origem mais próxima à superfície, mais afetada pelo intemperismo e ações biológicas, que se transforma em *solum*; BUCKMAN & BRADY (1976) o definem como resíduo do intemperismo que continua a transformar-se para gerar um solo nas camadas mais próximas à superfície.

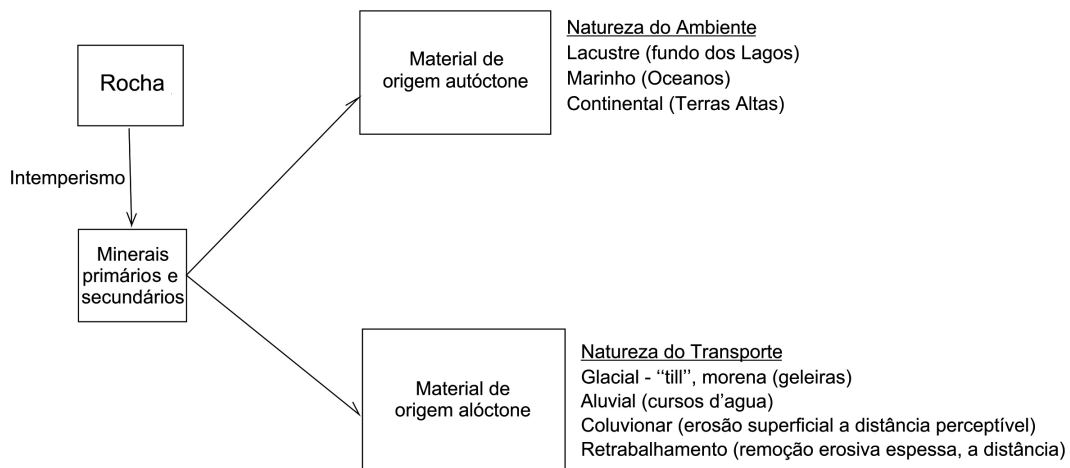


FIGURA 1 – Categorias de materiais de origem de solos (Adaptado de BUCKMAN & BRADY 1976).

Segundo YOUNG (1976), quando a rocha está a uma elevada profundidade, o material de origem, ou *regolito alterado*, constitui o *proximate parent material*, que, além do intemperismo, está sujeito a translocações e ações biológicas. LEINZ & AMARAL (1980) o definem como manto de intemperismo que guarda um distanciamento gradual com a rocha alterada, equivalendo-o ao *horizonte C* das descrições morfológicas de perfis de solos.

Para LEINZ & LEONARDOS (1970), o *horizonte C de alteração* conserva a estrutura da rocha, podendo até conter seus fragmentos, e RANZANI (1968) o caracteriza como camada intemperizada livre da ação dos fatores pedogenéticos, identificada como regolito; acrescenta depois que o material de origem provém de rochas transformadas em ciclos de intemperismo concomitantes ou precedentes à formação do solo (RANZANI 1969).

SCOTT & PAIN (2009) dissecam o termo em *Regolith Science* em 461 páginas, destacando a importância do *saprolito* – etimologicamente, uma *rocha podre*, termo que alguns atribuem a MERRIL (1897) e outros a BECKER (1895). Além da sua importância na gênese e taxonomia dos solos, PEDRON *et al.* (2009) ressaltam também sua intermediação no trânsito de soluções nos perfis. Assim, OLIVEIRA (2012) deteve-se na identificação do limite entre solo e saprolito, admitindo a possibilidade de miscigenação entre ambos. Na obra que o *Soil Science Society of America* devota ao assunto (CREEMENS *et al.* 1994), BUOL (1994) aprofunda-se na questão saprolito-regolito, aprimorando concepções anteriores (BUOL 1990).

Os sistemas classificatórios de solos introduzem os caracteres *lítico* e *paralítico* relativos aos contatos entre o horizonte do perfil e a rocha do substrato, que, de alguma forma, tangenciam regolito e saprolito (SCHAFER *et al.* 1979). No sistema taxonômico brasileiro, saprolito resulta do intemperismo da rocha em intensidade variada, mas mantendo a sua estrutura, com uma dureza compatível com qualquer condição de rocha consolidada (EMBRAPA 2009).

A camada saprolítica é diagnosticada com escavação no teste da pá reta (SANTOS *et al.* 2005); mantida a estrutura da rocha não alterada R, pode ser referida por Cr, ou RCr ou CrR (EMBRAPA 2006), como nos Neossolos Saprolíticos de Fernando de Noronha (MARQUES *et al.* 2007). TAYLOR & EGGLETON (2001) empregaram o designativo *saprorock* para a alteração que mantém a estrutura

da *parent rock*, considerando *saprolith* o material mais alterado, embora ainda com várias características do original.

Na complexa tipologia de QUEIROZ NETO (1974) para os materiais de origem dos solos do Brasil de Sudeste, consideram-se as disposições dos horizontes nos perfis, evidências de suas alterações e translocações e descontinuidades, sendo o A e o B *essenciais* e o C o *substrato*. Defende que *autóctones* e *alóctones* apenas se aplicam a materiais de origem, mas não a perfis.

BUOL (1994) equivale regolito a *saprolito*, cuja etimologia remete a uma *rocha podre* – um estado mais avançado de alteração do que a de um *alterito* ou *alterita*. Para OLIVEIRA (2000), saprolito mantém a estrutura da rocha, enquanto FAUCK *et al.* (1979) reservam alterito para alteração *in situ* e *pedolito* para o material alterado proveniente de outro local. A *arena* das alterações iniciais de rochas ácidas, com minerais primários em alteração junto aos secundários, é também referida saprolito por TARDY (1997), feição que GUERRA (1966) atribui a *saibro*.

Um depósito removido, transportado e re-depositado pode constituir um material de origem *retrabalhado*, resguardando-se o termo *remanejado* para mobilizações no interior do próprio perfil, como as ações de formigas e cupins, capazes de inverter o normal movimento descendente de partículas do solo – as *bioturbações* ou *pedoturbações* (JOHNSON *et al.* 1987).

Em matérias da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo encontram-se distintos conceitos de horizonte C. No *Manual de métodos de trabalho de campo*, LEMOS & SANTOS (1976) mencionam que a uma determinada profundidade do perfil se depara com o material de origem – o horizonte C. No *Vocabulário da Ciência do Solo*, é *horizonte* ou *camada* de mineral de material inconsolidado de profundidade (CURI *et al.* 1993). No *Manual de descrição e coleta de solo no campo*, é camada de sedimentos, saprolito, material não consolidado da rocha e outros materiais não cimentados fáceis de serem escavados com uma pá (SANTOS *et al.* 2005). No *Sistema brasileiro de classificação do solo* (EMBRAPA 2009), a descrição morfológica dos espessos e muito intemperizados Neossolos Quartzarênicos emprega a notação A-C nos respectivos perfis.

No *Manual para descrição do solo no campo* do Instituto Agrônomo de Campinas, o horizonte C é definido como matéria intemperizada semelhante, ou não, ao material original do qual se pre-

sume ter sido o solo formado, pouco afetado pelos processos pedogenéticos (IAC 1969).

Outra referência paralela encontrada é “D” para a camada intemperizada assentada sobre a rocha, ambas aparentemente desvinculadas geneticamente, por suas constituições (SCOTT 2004). Porém, no levantamento de reconhecimento dos solos paulistas, essa notação foi empregada para a rocha alterada do perfil, resguardando “R” para a rocha sem aparente alteração (CNEPA 1960).

Nas ilustrações usuais de perfis pedológicos, ou *pedons*, cada autor ressalta aspectos ou feições específicas. No caso da representação de PRADO (1995), é assinalada uma *reminiscência do material de origem*, enquanto no texto o regolito é tratado como uma camada pouco afetada pela pedogênese e sem propriedades identificadoras de qualquer outro horizonte, apoiando-se estreitamente na definição norteamericana do USDA (1986).

Valendo-se da experiência da escola belga com solos tropicais, OLIVEIRA (1972) pontuou as seguintes categorias de materiais de origem: (a) rochas e sedimentos inconsolidados *in situ*; (b) produtos de alteração de rochas *in situ*; (c) produtos de alteração remanejados; (d) produtos de pedogênese anterior. Assim, em (d) o próprio solo pode representar o material de origem de outro gerado num processo que envolve pedogêneses superpostas ou cumulativas, comuns nas regiões tropicais úmidas (OLLIER 1959, RADWANSKI & OLLIER 1959).

5 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA UNIFORMIDADE DO MATERIAL DE ORIGEM

Pela contumaz presença de minerais resistentes alheios ao substrato em perfis de solos, muitas vezes é atribuída natureza retrabalhada ao seu material de origem, senão até suposições de ser esta a situação predominante nos trópicos úmidos. BENNEMA *et al.* (1962) consideraram que na Bacia Amazônica muitos solos teriam sido gerados a partir de sedimentos retrabalhados de vultosos episódios erosivos na Cordilheira Andina, a oeste, e depositados sobre o embasamento.

A Sedimentologia dispõe de técnicas e procedimentos ainda pouco explorados na Pedologia, voltados à caracterização dos materiais de origem dos nossos solos, tais como testes granulométricos acompanhados de apurados recursos estatísticos, mineralogia e morfometria das frações grossas,

os quais já mereceram maior atenção nos anos 1970/80 (MARCONI 1973, 1974).

Investigações com a fração argila pouco têm a acrescentar nesse sentido, a não ser em solos rasos ou aspectos muito localizados, como a gibbsita de alteração direta de plagioclásios na esfoliação de rochas básicas, em que HARRISON (1933) considerou o *catamorfismo* produtor de uma *laterita primária*. Na engenharia civil, as argilas expansivas de basaltos vesiculares foram objeto de investigação por SOUZA SANTOS & RUIZ (1963), por comprometerem emprego desses materiais como britas para edificações de usinas hidroelétricas. Por sua vez, siltes são de quantidade reduzida em nossos solos, o que lega às areias importante papel nessas investigações, por apresentarem minerais que resistiram a diversos ciclos de alteração e pedogênese (SUGUIO 2000).

As técnicas empregadas para tanto, consagradas desde os anos 1930 e 1940, estão esmiuçadas na *Introdução à sedimentologia*, de SUGUIO (1973), o que torna ocioso ora caracterizá-las. À morfoscopia e mineralogia das frações grossas podem ser conjugadas datações absolutas por palinologia (MODENESI 1980), radiometria de carbono (PESSENDA 1991), micromorfologia (CASTRO 2008) e termoluminescência – LOE (DIAS & PEREZ FILHO 2016).

Configuram-se de interesse na caracterização dos materiais de origem de solos: análise química total do solo e de frações de interesse particular, análises químicas seletivas, padrão de distribuição dos minerais resistentes, relação porcentual entre minerais resistentes como zircão/turmalina, e/ou dos seus elementos químicos (Z/T), histogramas da distribuição de minerais e gráficos em escala phi de probabilidade lognormal, gráfico de Sahu, esfericidade, arredondamento, grau de seleção, brilho, opacidade e figuras de corrosão de grânulos.

Análises estatísticas específicas conferem segurança nas interpretações dos parâmetros como tamanho médio, desvio padrão, curtose e assimetria, entre outros (LANDIM 2003).

Como aplicação desses métodos, cite-se a tentativa de distinguir areias advindas de basaltos, arenitos eólicos e arenitos calcários em solos da região Botucatu -Itatinga, SP, o que suscitou emprego do gráfico de distribuição lognormal (GALHEGO *et al.* 1974). No Médio Tietê, minerais pesados de solos basálticos apresentaram arredondamento pronunciado, como a turmalina; além de atípica em alteração em materiais basálticos, revelou sua natureza transportada. Mesmo os jovens e rasos Ne-

ossolos litólicos foram portadores de minerais metamórficos alógenos, como a silimanita e o distênio (ESPINDOLA 1979, 2008); o pesado transparente mais frequente foi o zircão, também típico de metamorfismo, embora acessório de rochas ígneas mais silicosas (DUPLAIX 1958, DANA 1969). O quartzo foi o mineral leve predominante, com distintas origens: autógena, residual e alógena, mesmo adjunto à rocha em franca alteração (ESPINDOLA *et al.* 1981).

Em conjunto com a análise granulométrica associada ao diagrama de FLEMMING (2000), o arredondamento das areias e a datação dos sedimentos pela LOE, mostraram, com mais segurança, que os solos arenosos da Superfície Urucaia em Rio Claro/SP são provenientes de alterações do arenito Botucatu e do arenito Piramboia (DIAS 2015).

Na quase totalidade dos perfis de solos estudados por técnicas sedimentológicas constata-se que a distribuição dos minerais leves e pesados das areias é caótica ao longo da profundidade, já que o ingresso dos transportados deve ter ocorrido em diferentes momentos da evolução dos perfis, com distintas espessuras e conformações topográficas em relação às atuais (ESPINDOLA 2009).

A soma do quartzo da sílica das alterações das rochas básicas (*residual*) ao transportado (*alógeno*) e ao da própria rocha (*autígeno*) justifica sua abundância em solos sobre rochas pobres nesse mineral, como as básicas; o autígeno representa apenas cerca de 10% nos exemplares do Brasil Meridional (RUEGG 1975). Sua participação no material de origem evita dessilificação da caulinita em gibbsita graças ao antagonismo quartzo-gibbsita (ESPINDOLA & BONI 1989).

Apenas diferenças expressivas nas quantidades dos minerais pesados, nas relações percentuais entre eles (zircão/turmalina, zircão/rutilo), ou entre elementos químicos (Zr/Ti), constituem evidências seguras de descontinuidades nos materiais de origem; CHAPMAN & HORN (1968) opinaram por um valor de, ao menos, 100% em quantidade, para tal constatação; essa diretriz foi também estipulada por PERECIN & BONI (1977) em nossos solos. A relação inversa Ti/Zr foi também usada por DEMATTÊ (1978), mas com advertência para certa instabilidade do titânio nos trópicos úmidos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As concepções sobre o material de origem de solos revelam divergências terminológicas e

conceituais, o que requer um claro esclarecimento do objeto que está sendo investigado. Ao se estipular, por exemplo, tempo zero para a geração do primeiro horizonte do solo, o regolito torna-se inadequado por exigir determinado tempo para ele se estabelecer.

Considerando o horizonte A o primeiro a se instalar acima do substrato, na condição de um perfil raso, litólico, ao espessar-se, transfere-se ao horizonte C a conotação de material de origem, em denominações como alterito, pedolito, saprolito e até camada D. Para fins de representação estratigráfica ou determinação de resistência de camadas para construções civis, essa questão parece não ser de importância primordial, quando comparada à questão pedogenética.

Com efeito, no ambiente tropical úmido, pedogêneses superpostas sobrevêm em superfícies sujeitas a longos períodos de exposição de suas formações superficiais. Muitas vezes, é difícil diferenciar o que é atual daquilo que foi herdado, ou seja, se o material de origem provém da rocha a grandes profundidades, ou se encontra misturado com materiais alóctones em determinadas posições do pedon. Soluções para dirimir dúvidas dessa natureza devem ser buscadas na mineralogia das frações granulométricas de cada horizonte, por vezes acrescidas de análises sedimentológicas apoiadas pela geoestatística.

Um aspecto a se considerar é que o desenvolvimento do perfil é muito mais rápido em rochas básicas do que nas ácidas, ricas em quartzo. Cortes verticais mostram basaltos ou diabásios alterados que de imediato passam a horizontes pedológicos, como a dispensarem a noção de regolito, enquanto granitos e gnaisses revelam transições relativamente espessas entre as alterações e o solo propriamente dito, aí justificando melhor saprolito, saibro e expressões análogas.

7 AGRADECIMENTOS

O autor expressa seus agradecimentos aos consultores responsáveis pelos pareceres judiciosos emitidos, que muito se prestaram ao aprimoramento do presente texto.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESCHLIMANN, J.P.; FROSSARD, E.; FELLER, C. 2010. Friedrich Albert Fallou (1794-1877) et sa "Pedologie". *Étude et Gestion des Sols*, 17: 255-262.

- BECKER, G.F. 1895. A reconnaissance of the Gold Fields of the Southern Appalachians. U.S. Geological Survey 16th Annual Report, p. 289-290.
- BENNEMA, J.; CAMARGO, M.N.; WRIGHT, A.C.S. 1962. Regional contrasts in South American soil formation, in relation to weathering sequences. *In: INTERNATIONAL SOIL CONFERENCE, New Zealand, Transactions, 2-25.*
- BREWER, R. 1976. Fabric and mineral analysis of soils. Krieger, New York, 482 p.
- BUCKMAN, H.O.; BRADY, N.C. 1976. Natureza e propriedades dos solos. Freitas Bastos, Rio de Janeiro, 4ª edição, 594 p. (Tradução de A.B.N. Figueiredo).
- BUOL, S.W. 1990. Saproliite taxonomy network. Raleigh, 11 p. (Circular Letter, 4).
- BUOL, S.W. 1994. Saproliite-regolite taxonomy: an approximation. *In: D.L. Creemens; R.B. Brown; J.H. Huddleston (eds.) Whole regolith pedology. Soil Science Society of America, Special Publication, 34, Madison, 119-132.*
- BUOL, S.W.; HOLE, F.D.; McCRAKEN, R.J. 1973. Soil genesis and classification. Iowa University Press, Ames, 360 p.
- CASTRO, S.S. 2008. Micromorfologia: base para a descrição de lâminas delgadas. Campinas, Universidade Estadual de Campinas e Goiânia, Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, 2ª edição, 135 p.
- CASTRO, S.S.; COOPER, M.; SANTOS, M.C.; VIDAL-TORRADO, P. 2003. Micromorfologia do solo: bases e aplicações. *In: N. Curi; J.J. Marques; L.R.G. Guilherme; J.M. Lima; A.S. Lopes; V.H. Alvarez Venegas (eds.) Tópicos em ciência do solo. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 3: 107-164.*
- CHAPMAN, S.L.; HORN, M.E. 1968. Parent material uniformity and origin of silty soils in northwest Arkansas based on Zr/Ti contents. *Soil Science Society of America Journal, 32: 265-271.*
- CHATELIN, Y. 1967. Influence des conceptions géomorphologiques et paléoclimatiques sur l'interprétation de la genèse et la classification des sols ferrallitiques d'Afrique Centrale et Australe. *Cahiers ORSTOM, Série Pédologie, 5: 243-255.*
- CNEPA – CENTRO NACIONAL DE ENSINO E PESQUISAS AGRONÔMICAS. 1960. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro: Comissão de Solos, Ministério da Agricultura, 462 p. (Boletim, 12)
- CNEPA – CENTRO NACIONAL DE ENSINO E PESQUISAS AGRONÔMICAS. 1962. Levantamento de reconhecimento dos solos da região sob a influência do reservatório de Furnas. Rio de Janeiro: Comissão de Solos, Ministério da Agricultura, 640 p. (Boletim, 13).
- CREEMENS, D.L.; BROWN, R.B.; HUDDLESTON, J.H. 1994. Whole regolith pedology. Madison, USA, Soil Science Society of America (Special Publication, 34).
- CURI, N.; LARACH, J.O.I.; KÄMPF, N.; MONIZ, A.C.; FONTES, L.E.F. 1993. Vocabulário de ciência do solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo Campinas, 90 p.
- DANA, J.D. 1969. Manual de mineralogia. Ao Livro Técnico, Rio de Janeiro, 2 vols., 624 p. (Tradução de R.R. Franco).
- DE MARTONNE, E. 1943. Problemas morfológicos do Brasil Tropical Atlântico. *Revista Brasileira de Geografia, 4: 523-550.*
- DEMATTÊ, J.L.I. 1978. Zircônio e titânio da fração areia de solos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo, 2: 74-77.*
- DE VILLIERS, J.M. 1965. Present soil-forming factors and processes in tropical and subtropical regions. *Soil Science, 99: 5057.*
- DIAS, R.L. 2015. Geocronologia da cobertura superficial em níveis geomorfológicos do setor centro-ocidental na Depressão Periférica paulista. Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Tese de Doutorado, 264 p.
- DIAS, R.L.; PEREZ FILHO, A. 2016. Evolução das coberturas superficiais holocênicas em baixos terraços fluviais da bacia hidrográfica

- do Rio Corumbataí-SP por meio de datação absoluta por luminescência opticamente estimulada (LOE). *Geografia*, 41: 419-428.
- DOKUCHAEV, V.V. 1890/91. Notes sur l'étude scientifique du sol en Russie au point de vue de l'agronomie et de la cartographie agricole. *Bulletin Société Belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hidrologie*, Année 1890. Bruxelles, 4: 113-115.
- DUCHAUFOR, P. 1968. L'évolution des sols - Essai sur la dynamique des profils. Masson, Paris, 94 p.
- DUPLAIX, S. 1958. Détermination microscopique des minéraux des sables. Paris et Liège, Librairie Polytechnique C. Béranger, 2ème édition, 96 p.
- ELLIS, J.H. 1932. A field classification of soils for use in soil survey. *Scientific Agriculture*, 12: 338-345.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 2006. Sistema brasileiro de classificação de solos. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 2ª edição 306 p.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 2009. Sistema brasileiro de classificação de solos. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 2ª edição revisada, 367 p.
- ESPINDOLA, C.R. 1979. Pedogênese em áreas basálticas de reverso de cuevas no médio curso do Rio Tietê. Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, Tese de Livre Docência, 212 p.
- ESPINDOLA, C.R. 2008. Retrospectiva crítica sobre a pedologia: um repasse bibliográfico. Editora da UNICAMP, Campinas, 397 p.
- ESPINDOLA, C.R. 2009. Minerais alógenos em materiais de origem dos solos. In: SBCS, CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32, Fortaleza, Resumos, 229 e Resumo Expandido em CD ROM, 2 p.
- ESPINDOLA, C.R. 2012. Colúvios pedogeneizados em compartimentos serranos de Mococa (SP). In: UGB, SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 9, Rio de Janeiro, Resumo Expandido, CD-ROM.
- ESPINDOLA, C.R. 2013. Gênese e evolução das formações superficiais nos trópicos. Editora Beca, São Paulo, 368 p.
- ESPINDOLA, C.R. 2016. Conferência: A história da pedologia no Brasil. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM SOLOS, 8, São Paulo, Programação.
- ESPINDOLA, C.R.; BONI, N.R. 1989. O antagonismo quartzo-gibbsita em solos e em alterações basálticas do Médio Tietê. In: SBCS, CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 22, Recife, Programa e Resumos, 88-89.
- ESPINDOLA, C.R.; SILVA, N.J.S. 1982. Solos da Cia Agrícola Santa Emília (Mococa, SP). Mococa, Açucareira Santo Alexandre. Mimeo de circulação restrita, 89 p.
- ESPINDOLA, C.R.; GALHEGO, H.R.; GONÇALVES, N.M.M. 1981. Natureza do quartzo em produtos de alteração de basaltos em Barra Bonita-Jaú, SP. In: JORNADA CIENTÍFICA DE BOTUCATU, 10, Botucatu, Anais, 70.
- FALLOU, F.A. 1862. *Pedologie oder Allgemeine und besondere Bodenkunde*. Dresden, Schoenfeld.
- FAUCK, R.; LAMOUREUX, M.; QUANTIN, P.; ROEDERER, P.; VIELLEFON, J.; SÉGALEN, P. 1979. *Projet de classification des sols*. Paris, Services Scientifiques Centraux, ORSTOM, 301 p.
- FELLER, C.; AESCHLIMANN, E.; FROSSARD, E.; LUTZ, V. 2008. Friedrich Albert Fallou (1794-1877) et sa "Pedologie". La préface de l'ouvrage. *Étude et Gestion des Sols*, 15: 131-137.
- FLEMMING, B.W. 2000. A revised textural classification of gravel-free muddy sediments on the basis of ternary diagrams. *Continental Shelf Research*, 20: 1125-1137.
- FROSSARD, E.; AESCHLIMANN, J.P.; FELLER, C.; LUTZ, V. 2009. Friedrich Albert Fallou (1794-1877) et sa "Pedologie". L'introduction de l'ouvrage. *Étude et Gestion des Sols*, 15: 161-173.
- FURQUIM, S.A.C.; GRAHAM, R.C.; BARBIERO, L.; QUEIROZ NETO, J.P. 2010. Soil mineral

- genesis of the Pantanal wetland, Brazil. *Geoderma*, 15: 518-528.
- GALHEGO; H.R.; SOUZA, J.L. G.; ESPINDOLA, C.R.; TEIXEIRA MENDES, A.C. 1974. Caracterização do material de origem de solos do Município de Botucatu. *Ciência e Cultura*, Suplemento, 26: 193.
- GLINKA, J.D. 1914. The great soil groups of the world and their development. Ann Arbor, Edward Bros, 235 p. (Translated by C.F. Marbut).
- GUERRA, A.T. 1966. Dicionário geológico-geomorfológico. IBGE, Conselho Nacional de Geografia, Rio de Janeiro, 2ª edição, 411 p.
- HARRISON, J.B. 1933. The katamorphism of igneous rocks under humid tropical conditions. Imperial Bureau of Soil Science, Harpenden, 79 p.
- HILGARD, E.W. 1860. Report on the geology and agriculture of the State of Mississippi. E. Banksdale State Printer, Jackson, 391 p.
- HITCHCOCK, E. 1838. Re-examination of the economical geology of Massachussets. Dutton and Wentworth State Printers, Boston, 139 p.
- IAC – INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. 1969. Manual para descrição e coleta de solo no campo. Campinas, Seção de Agrogeologia, 48 p. (Boletim Técnico, 188).
- JENNY, H. 1941. Factors of soil formation. McGraw Hill, New York, 281 p.
- JOHNSON, D.L.; WATSON-STEGNER, D.; JOHNSON, D.N.; SCHAETZL, R.J. 1987. Proisotropic and proanisotropic processes of pedoturbation. *Soil Science*, 143:278-292.
- KALPAGÉ, F.S.C.P. 1976. Tropical soils. Classification, fertility and management. MacMillan Press, London, 283 p.
- KATZER, F. 1903. Grundzüge der geologie des unteren Amazonas Gebietes. M. Weg., Leipzig, 296 p.
- KING, L.C. 1956. A geomorfologia do Brasil Oriental. *Revista Brasileira de Geografia*, 18: 147-263.
- KOVDA, V.A. 1969. Differentiation of weathering and soil formation product on the Russian plain. *Soviet Soil Science*, 7: 867-878.
- KUBIENA, W.L. 1953. The soils of Europe. Illustrated diagnosis and systematics. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, 314 p.
- LANDIM, P.M.B. 2003. Análise estatística de dados geológicos. Editora UNESP, São Paulo, 2ª edição revista e ampliada, 253 p.
- LEINZ, V; AMARAL, S.E. 1980. Geologia geral. São Paulo, Editora nacional, 8ª ed., 397 p.
- LEINZ, V.; LEONARDOS, O.H. 1970. Glossário geológico. Editora Nacional e Editora da USP, São Paulo, 236 p.
- LEMONS, R.C.; SANTOS, R.D. 1976. Manual de descrição e coleta no campo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 36 p.
- MARBUT, C.F.; MANIFOLD, C.B. 1926. The soils of Amazon Basin in relation to agricultural possibilities. *Geographic Review*, 16: 414-442.
- MARCONI, A. 1973. Mineralogia de solos das Séries Anhumas, Cruz Alta e Ibitiruna. *Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz*, 30: 185-202.
- MARCONI, A. 1974. Mineralogia de solos das Séries Paredão Vermelho, Ribeirão Claro e Salinho, do município de Piracicaba, SP. *Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz*, 31: 403-418.
- MARCOS, Z.Z. 1979. Ensaio sobre epistemologia pedológica. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, Tese de Livre Docência, 119 p.
- MARQUES, F.A.; RIBEIRO, M.R.; BITTAR, S.M.B.; TAVARES FILHO, A.N.; LIMA, J.F.W.F. 2007. Caracterização e classificação de Neossolos da Ilha de Fernando de Noronha (PE). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31: 1553-1562.
- MERRIL, G.P. 1897. Rocks, rock-weathering and soils. MacMillan, New York, 411 p.
- MILLOT, G. 1980. Les grands aplanissements des socles continentaux dans les pays subtropicaux, tropicaux et désertiques. *Mémoires Hors -*

- Série de la Société Géologique de France*, 10: 295-305.
- MODENESI, M.C. 1980. Intemperismo e pedogênese no Planalto de Campos do Jordão (SP). *Revista Brasileira de Geociências*, 10: 213-225.
- MONIZ, A.C.; CARVALHO, A. 1973. Sequência de evolução de solos derivados do arenito Bauru e de rochas básicas da região noroeste do Estado de São Paulo. *Bragantia*, 32: 309-335.
- MORAES RÊGO, L.F. 1945. Considerações preliminares sobre a gênese e a distribuição dos solos do Estado de São Paulo. *Boletim Geográfico*, 27: 351-376. (Transcrito de Geografia, São Paulo, Ano I, 43 p.).
- OLIVEIRA, J.B. 1972. Fatores de formação. In: A.C. Moniz (coord.). Elementos de pedologia. São Paulo, Polígono, 275-288.
- OLIVEIRA, J.B. 2000. Pedologia aplicada. FUNEP, Jaboticabal, 414 p.
- OLIVEIRA, R.B. 2012. Identificação do limite entre solo e saprolito em Argissolos Bruno acinzentados derivados de rochas sedimentares. Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Dissertação de Mestrado, 74 p.
- OLLIER, C.D. 1959. A two-cycle theory of tropical pedology. *Journal of Soil Science*, 19: 137-148.
- PAIVA NETTO, J.E.; CATANI, R.A.; KÜPPER, A.; MEDINA, H.P.; VERDADE, F.C.; GUTMANS, M.; NASCIMENTO, A.C. 1951. Observações gerais sobre os grandes tipos de solos do Estado de São Paulo. *Bragantia*, 11: 227-253.
- PEDRON, F.A.; AZEVEDO, A.C.; DALMOLIN, R.S.D.; STÜRMER, S.L.K.; MENEZES, F.P. 2009. Morfologia e classificação taxonômica de neossolos e saprolitos derivados de rochas vulcânicas da Formação Serra Geral no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33: 119-128.
- PENTEADO, M.M.; RANZANI, G. 1973. Problemas geomorfológicos relacionados com a gênese dos solos Podzolizados Marília. Instituto de Geografia/USP, São Paulo, Sedimentologia e Pedologia, nº 6, 23 p.
- PERECIN, D.; BONI, N.R. 1977. Análise estatística de relações entre minerais para identificação de descontinuidades litológicas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 1: 127-130.
- PESSENDA, L.C.R. 1991. Datação radiocarbônica de amostras de interesse arqueológico e geológico por espectrometria de cintilação líquida de baixa radiação de fundo. *Química Nova*, 14: 98-103.
- PONS, L.J.; ZONNEVELD, I.S. 1965. Soil ripening and soil classification initial soil formation or alluvial deposits with a classification of the resulting soils. H. Veenman, Wageningen, 128 p.
- POPE, G.A. 2015. Regolith and weathering (rock decay) in the Critical Zone. In: J.R. Giardino; C. Houser (eds.) Principles and dynamics of the Critical Zone. Developments in Earth Processes, v. 19, New York, Elsevier, Chapter 4, 113-145.
- PRADO, H. 1995. Solos tropicais: potencialidades, limitações, manejo e capacidade de uso. H. Prado, Piracicaba, 166 p.
- QUEIROZ NETO, J.P. 1974. Proposição de uma tipologia dos materiais de origem dos solos do Brasil de Sudeste. *Notícia Geomorfológica*, 14: 77-94.
- RADWANSKI, S.A.; OLLIER, C.D. 1959. A study of an East African catena. *Journal of Soil Science*, 10: 149-168.
- RAMANN, E. 1905. *Bodenkunde*. Springer, Berlin, 2nd ed., 431 p.
- RANZANI, G. 1968. Pequeno guia para levantamento de solos. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2^a ed., 34 p.
- RANZANI, G. 1969. Manual de levantamento de solos. São Paulo, Edgard Blücher/Editora da Universidade de São Paulo, 2^a ed., 34 p.
- RANZANI, G.; PENTEADO, M.M.; SILVEIRA, J.D. 1972. Concreções ferruginosas, paleossolos e a superfície de cimeira no Planalto Ocidental Paulista. *Geomorfologia*, Instituto de Geografia/USP, 31: 28 p.

- RÜEGG, N.R. 1975. Modelos de variação química na província basáltica do Brasil Meridional. Características de teor, distribuição geográfica e variação. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Livre Docência, v. 1, 215 p. e vol. 2, 94 p.
- RUELLAN, A. 1985. A história dos solos – alguns problemas de definição e interpretação. *Geografia*, 10: 183-191 (Tradução de C.R. Espindola).
- RUELLAN, F. 1943. A região meridional de Minas Gerais e a evolução do vale do Paraíba. *Boletim Geográfico*, 1: 95-102.
- RUHE, R.V. 1960. Elements of soil landscape. In: International Society of Soil Science, INTERNATIONAL CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 7, Madison, *Transactions*, 4: 165-170.
- SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C. 2005. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 5ª ed. Revista e ampliada. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, 92 p.
- SCHAFER, W.M.; NIELSEN, G.A.; NETTLETON, W.D. 1979. Morphology of a paralithic contact in a soil over soft sandstone. *Soil Science Society America Journal*, 43: 383-386.
- SCOTT, A. 2004. Les sols. Nature, propriétés, améliorations. Association Québécoise des Spécialistes en Sciences du Sol – AQSSS, Québec, 372 p.
- SCOTT, K.; PAIN, C.F. 2009 (eds.). Regolith science. Dordrecht, Springer Science and CSIRO, The Netherlands, and Collingwood, Australia Publ., Australia, Springer, 462 p.
- SIMONSON, R.W. 1967. Soil classification in the United States. Soil Science Society of America, 415-428 (Special Publication, 1).
- SIMONSON, R.W. 1968. Concept of soil. *Soil Science Society of America Proceedings*, 20: 1-44.
- SOUZA SANTOS, P.; RUIZ, M.D. 1963. Composição mineralógica de algumas argilas que ocorrem em formações basálticas da Barragem de Barra Bonita, Rio Tietê, Estado de São Paulo. *Engenharia*, 21: 231-239.
- SUGUIO, K. 1973. Introdução à sedimentologia. Edgard Blücher e Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 317 p.
- SUGUIO, K. 2000. A importância da geomorfologia em geociências e áreas afins. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 1: 80-87.
- TARDY, Y. 1997. Pétrologie des latérites et des sols tropicaux. Masson, Paris, 2ème edition, 441 p.
- TAYLOR, G.; EGGLETON, R.A. 2001. Regolith geology and geomorphology. John Wiley, Chichester, 367 p.
- THORP, J.; SMITH, G.D. 1949. High categories of soil classification – Order, Suborder and Great Groups. *Soil Science*, 67: 163-183.
- TRICART, J.; CAILLEUX, A. 1965. Traité de géomorphologie. SEDES, Paris, v. 1, 322 p.
- USDA – U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 1986. Designation from master horizons layers in soils. Dept. Agric. Agency for International Development, Ithaca, Cornell University, 16 p.
- WILDE, S.A. 1963. Pioneers of soil science – A British view. *Soil Science*, 97: 258-359.
- YAALON, D.H. 1971. Paleopedology. Origin, nature and dating of paleosols. In: SYMPOSIUM AGE PARENT MATERIAL, Amsterdam, 1970. Jerusalem, International Soil Science and Israel Univ. Press, 350 p.
- YOUNG, A. 1976. Tropical soils and soil survey. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 468 p.

Endereço do autor:

Carlos Roberto Espindola – Faculdade de Engenharia Agrícola e Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Cidade Universitária Zeferino Vaz, Distrito de Barão Geraldo, CEP 13.083-875, Campinas, SP, Brasil. *E-mail:* crobertoespindola@gmail.com.

Artigo submetido em 29 de abril de 2017, aceito em 28 de junho de 2017.