

Ensaio sobre epistemologia pedológica⁽¹⁾

1. Definição de Solo. 2. Natureza e Comportamento do Solo

Zilmar Ziller MARCOS

Escola Superior de Agricultura « Luiz de Queiroz », Universidade de São Paulo, C.P. 9, 13400 Piracicaba SP, Brasil

RESUMO

Este trabalho é um ensaio epistemológico no sentido de ser um estudo crítico de princípios. Utilizou-se a argumentação lógica para demonstrar a validade de conceitos e a correção de termos refutando outros.

Os tópicos abordados e as respectivas conclusões, foram os seguintes:

1. DEFINIÇÃO DE SOLO. *Partindo-se da constatação de que as definições encontradas na bibliografia sobre o assunto não conduzem a um consenso universal sobre o que seja solo, induziu-se por argumentação analógica, que a posição incongruente da Pedologia no contexto da Ciência, deveria ser corrigida. Concluiu-se que a Pedologia se relaciona coerentemente com as demais divisões da Ciência responsabilizando-se pelo estudo do regolito, que é definido no texto. Consequentemente, o solo pode ser definido, inequivocamente, em termos edafológicos;*

2. NATUREZA E COMPORTAMENTO DO SOLO. *A argumentação foi desenvolvida partindo-se da distinção entre o que é intrínseco e o que é inerente ao objeto solo. Concluiu-se, logicamente, que a natureza do solo é definida por características e o seu comportamento por propriedades. Algumas aplicações destes conceitos foram discutidas e apresentadas em confronto com outras alternativas encontradas na bibliografia pertinente.*

SUMMARY

This is an essay on epistemology in the sense that it is a critical study of principles. The methods of logic were used in arguments presented to demonstrate the validity of concepts and the correctness of terms proposed herein, as well as for the rebuttal of their traditionally accepted counterparts.

The subjects discussed and the conclusions thereof were the following:

1. DEFINITION OF SOIL. *Starting from the accepted fact that the definitions of soil found in the literature on the subject do not lead to a consensus as to what is soil, an inductive analogical argument was used to show that the incongruent situation of Pedology in the context of Science should be corrected. It was concluded that Pedology relates coherently with other divisions of Science by taking responsibility for the study of regolith as defined in the text. Consequently, it was possible to present a straightforward edaphological definition of soil;*

2. NATURE AND BEHAVIOR OF THE SOIL. *The argument was developed starting from the distinction between what is intrinsic and what is inherent to the soil. It was logically concluded that the nature of the soil is defined by its characteristics whereas behavior is indicated by its properties. Some applications of these concepts were indicated and compared with other alternatives found in the literature.*

(1) Parte da tese de Livre-Docência defendida pelo autor junto à E.S.A. « Luiz de Queiroz », USP e publicada pela Fundação Cargill.

RÉSUMÉ

Le présent travail est un essai épistémologique, dans le sens d'une étude critique des principes. Les méthodes de la logique sont employées pour démontrer la validité de certains concepts et de certains termes, ainsi que pour en réfuter d'autres.

Les sujets abordés et leurs conclusions respectives peuvent être présentés ainsi :

1^o DÉFINITION DU SOL. *En partant de la constatation que les définitions trouvées dans la littérature n'obtiennent pas de consensus général sur ce qu'est le sol, un raisonnement inductif et analogique montre qu'il faut rectifier une position incorrecte de la Pédologie dans le champ de la Science. En prenant en compte l'étude du régolite suivant la définition donnée ici, la Pédologie acquiert une articulation normale avec les autres divisions de la Science. Le sol peut être défini sans équivoque en termes d'édaphologie ;*

2^o NATURE ET COMPORTEMENT DU SOL. *Une discussion est développée à partir de la distinction entre ce qui est intrinsèque et ce qui est inhérent au sol. Il appert logiquement que la nature du sol se définit par des caractéristiques tandis que son comportement se définit par des propriétés. Quelques applications de ces notions sont analysées et confrontées à d'autres alternatives proposées par la littérature.*

MOTS CLÉS : Pédologie et édaphologie. Relations avec les autres sciences. Différentes définitions du sol. Nature, propriétés et comportement du sol. Logique, épistémologie, philosophie. Analyse des concepts fondamentaux de la science du sol.

« Há alguns que, em seus discursos, almejam mais a apreciação para a sua vivacidade em vencer todos os argumentos do que para o seu julgamento, quando discernem o que é verdadeiro ; é como se considerassem que o elogio está em saber o que poderia ser dito e não no que deveria ser pensado ».

(FRANCIS BACON, *Ensaio nº 32*).

INTRODUÇÃO

Os conceitos e a terminologia, que têm sido utilizados para designar a parte da Ciência que reúne os conhecimentos sobre o solo, merecem um estudo crítico, embora alguns autores tenham considerado tal análise como de interesse puramente acadêmico.

Uma discussão a respeito de terminologia e conceitos não pode, no entanto, ser considerada acadêmica, se for aceito que o vocabulário próprio e particular de uma divisão da Ciência deva ser tal que as proposições formuladas para enriquecê-la expressem a verdade dos eventos observados.

Mas a contestação de conceitos estabelecidos deve ser apresentada com cautela ; opiniões a respeito de algum assunto não são facilmente abandonadas. O terreno conquistado à custa de muito esforço e estudo é cedido ou substituído, apenas diante de evidências, provas e demonstrações.

Uma pessoa, depois de prolongado contato com o objeto de estudo, desenvolve uma consciência do objeto, a qual é condicionada pela terminologia utilizada na construção das proposições. Há evidências de que a recíproca seja verdadeira, isto é :

que os termos utilizados adquiram, com o uso, o significado que o objeto e sua fenomênica apresentam. Determinados ramos do estudo do solo revelam forte influência de natureza semântica.

Mas o que acontece com o neófito ao deparar-se com uma terminologia cuja semântica ainda não apreendeu e que é utilizada para expressar um objeto que tenciona conhecer? A resposta é que, provavelmente, na busca da compreensão, irá aceitando os termos e procurando perceber, no objeto o que os termos sugerem ; disto resulta, claramente, uma inversão do método da Ciência. O iniciado em estudos do solo é candidato a adotar o método da teoria dominante, no qual a teoria ou as explicações, dominam os fatos.

A parte da Ciência que reúne os conhecimentos sobre o solo tem, talvez, no prestigioso círculo da Ciência, uma posição inferior à que poderia ter, porque os que a ela se dedicam têm demonstrado, apenas ocasionalmente, interesse em encorajar o crescimento intelectual dos novos iniciados.

É possível que o enfoque eminentemente prático, adotado no estudo do solo, tenha ofuscado a perspectiva teórica nas investigações. O caráter universal

do solo e sua importância para a sociedade, certamente contribuem para que considerações filosóficas e linguísticas, a respeito das consequências do uso de conceitos e terminologia impróprios, sejam relegadas a uma posição secundária.

Há, por exemplo, falta de uma definição, de aceitação universal, do que seja solo. Este fato compromete a própria definição da Pedologia.

A imprecisão de termos e conceitos retarda o desenvolvimento e organização do conhecimento. As pesquisas sobre solos serão mais eficientes, na apresentação de teorias e leis, se forem baseadas em terminologia e conceitos adequados.

I. DEFINIÇÃO DE SOLO

À primeira vista parece não haver dúvida quanto ao que possa ser o solo, ou um solo. Uma aproximação direta, ou casual, como considerou LEEPER (1956), é exercida quando o homem se defronta com o solo em termos simples. Por exemplo, a indagação está ausente da mente de um agricultor, quando escolhe o local para a cultura que pretende conduzir. Para ele, não há sentido em percorrer a sua propriedade, reconhecendo o terreno e identificando isto como solo, aquilo como riacho, aquilo outro como uma massa rochosa, para concluir que deve plantar aqui, porque é solo.

Para os cientistas que trabalham com a complexidade das informações existentes, descritivas e analíticas, resulta, de suas tentativas em organizar os dados disponíveis, uma consciência da natureza do solo. Esta consciência os motiva a definir o objeto de seus estudos.

Uma definição representa, segundo se depreende da origem da palavra (do latim *definilio* = delimitação), uma tentativa de estabelecer limites. Definir implica descrever exatamente, determinar e estabelecer os limites e a natureza do objeto, indicando suas características distintas.

As definições de solo, encontradas na literatura, refletem a preocupação dos autores em formular uma definição universalmente aplicável somente a solos e a nenhum outro objeto da natureza. A variedade das definições propostas, entretanto, é, por

Este trabalho pretende, apenas, considerar termos e conceitos fundamentais a respeito do solo com o intuito de contribuir para a sua definição; pretende analisar questões de semântica que afloram na bibliografia referente ao solo, propriedade de conceitos e coerência de suas relações. Uma tentativa, ainda que parcialmente bem sucedida, para aumentar a exatidão dos termos usados na formulação das proposições de uma parte da Ciência, deverá contribuir para melhor determinação dos fatos a que elas se reportam ou pretendem descrever.

« O primeiro precedente (se for bom) é, raramente, o resultado de uma imitação. O que é bom, por ser uma ação provocada, é mais forte no começo. As coisas novas não encaixam tão bem quanto as antigas; embora ajudem pela sua utilidade, perturbam pela inconformidade; são como os forasteiros, mais admirados e menos favorecidos ».

(FRANCIS BACON, *Ensaio nº 24*).

si só, indicação da dificuldade em propor uma concepção de solo, que compreenda o que é identificado pelo agricultor e o que é amostrado pelo cientista.

Talvez seja esse o conflito que faz com que definir o solo seja considerada tarefa difícil.

MANIL (1959, ed. 1967), como muitos outros autores, considera que o solo não pode ser definido com rigor absoluto e que, em qualquer nível de generalização, uma definição de solo é sempre parcialmente imperfeita e arbitrária. O agricultor, anteriormente mencionado como exemplo, considera-o em relação à sua lavoura, enquanto que o cientista se baseia nas características diferenciais que determinam os limites entre o solo e outros objetos.

Os cientistas têm interesse em saber sobre o solo e o estudam nas condições particulares de seus respectivos países. Outros usos para o solo, além da agricultura, têm sido descobertos, requerendo informações específicas. Conseqüentemente, o volume de informações disponíveis tem-se multiplicado. Além disso, a noção de solo antigamente aceita — o solo é simplesmente o lugar onde as plantas crescem — é hoje considerada parcial e utilitária. Conseqüentemente, a organização do conjunto de conhecimentos sobre solos, com base em uma definição precisa e específica, e de aceitação universal, é uma tarefa mais complexa do que foi no passado.

Encontrar uma definição adequada para solos não é problema de simples solução, como pode

parecer ao leigo. JENNY (1941) considera que a questão de uma definição para o objeto solo provavelmente permanecerá sem uma solução, uma vez que dificilmente será formulada uma definição com a qual todos concordem. Mesmo assim, é cada vez mais necessária, pois a organização do conhecimento sobre um objeto é um fator importante para o avanço dos estudos sobre este mesmo objeto. A organização sistemática do conhecimento sobre um objeto depende, basicamente, de sua definição.

Alguém poderia afirmar que o solo, por ser tão comum na vida dos povos, é conhecido pelo homem leigo e, portanto, identificado ostensivamente. Se este ponto de vista prevalecesse e o solo fosse utilizado empiricamente, seria dispensável procurar sistematizar seu estudo, mas, considerado como objeto de estudo científico, requer definição e terminologia adequada.

A Pedologia, embora tenha contribuído para o conhecimento desse recurso natural, ainda não apresentou uma definição satisfatória do objeto que estuda. A falta de uma definição universalmente aceita compromete a definição da própria Pedologia. Diante da afirmação, «*Pedologia é a divisão da Ciência que reúne os conhecimentos sobre o solo*», formula-se, em seguida, a indagação: Que é solo?

A bibliografia pedológica é abundante de contravérsias e opiniões divergentes, particularmente no que concerne à classificação. Não deve causar surpresa que assim seja, pois, como classificar objetos que não têm definição? A classificação de solos é um problema filosófico e, como observou SALMON (1973), alguns problemas filosóficos não passam de problemas de definição.

Nota-se, na literatura pertinente, que diversos autores optaram pela apresentação de um conceito sobre solos (SIMONSON, 1968), enquanto que outros descrevem modelos de solo (CLINE, 1961).

O conceito de um objeto reflete, sinteticamente, o que é conhecido sobre ele. Seu enunciado é composto de maneira a indicar outros aspectos relevantes, não explicitados no texto do conceito, implícitos no contexto do qual o objeto faz parte. Um modelo expressa o enfoque sob o qual é estudado. A descrição de modelos é feita de maneira a mencionar os aspectos e comportamentos do objeto considerados de interesse, relativamente ao ponto de vista adotado.

Um dos métodos frequentemente utilizados em salas de aula para iniciar a transmissão de um conceito de solo para iniciandos, é o de apresentar, ostensivamente, um exemplar do objeto ou uma parte dele. Mas, conceitos e modelos têm sua utilidade limitada à transmissão da idéia do objeto. Somente uma definição pode fornecer a base funda-

mental para a inequívoca identificação do objeto (ARISTÓTELES, 384-322 A.C., ed. 1943).

As diversas tentativas para definir solo podem ser enquadradas em um dos tipos relacionados no Quadro 1.

QUADRO 1
Tipos de Definição de Solo

DESIGNAÇÃO	CRITÉRIO DE IDENTIFICAÇÃO
Funcional	função natural
Utilitária	propósito de uso
Objetiva	aspectos não essenciais
Retórica	terminologia relacionada com o objeto

Algumas definições de solo são relacionadas no Quadro 2, a título de ilustração.

QUADRO 2
Definições de Solo(s) e Seus Respetivos Autores

Nº de ordem	AUTOR	DEFINIÇÃO
1	HILGARD (1914)	<i>Solo é o material mais ou menos frável no qual as plantas, por meio de suas raízes, podem encontrar ou encontram sustentação e nutrientes, assim como outras condições para crescimento.</i>
2	RAMANN (1928)	<i>O solo é a camada superior de intemperização da crosta sólida da Terra.</i>
3	GLINKA (1931)	<i>Os solos são produtos do intemperismo que permaneceram in situ.</i>
4	MARBUT (1935)	<i>O solo consiste na camada mais externa da crosta terrestre, geralmente não consolidada, variando em espessura desde um mero filme até um máximo um tanto maior que 3 metros; que difere do material subjacente, também geralmente não consolidado, em cor, textura, estrutura, constituição física, composição química, características biológicas e provavelmente em processos químicos, reação e morfologia.</i>
5	JOFFE (1936)	<i>O solo é um corpo natural, diferenciado em horizontes, de constituintes minerais e orgânicos e que difere do material de origem, subjacente, em morfo-</i>

Nº de ordem	AUTOR	DEFINIÇÃO
6	TERZAGHI (1948)	<i>Solo é um agregado natural de grânulos minerais que podem ser separados por agitação em água.</i>
7	SOIL SURVEY STAFF (1951)	<i>Solo é coleção de corpos naturais que ocupam porções da superfície da Terra, que sustentam plantas e que têm propriedades devidas ao efeito integrado do clima e organismos, atuando sobre o material de origem; este efeito é condicionado pelo relevo durante períodos de tempo.</i>
8	PLYUSNIN (s./data)	<i>Solo é a espessa camada superficial da litosfera (até diversos metros), o habitat das raízes, possuidor de fertilidade e local onde ocorrem complexos processos biológicos e minerais formadores de solo.</i>
9	WU (1966)	<i>Solos são agregados de partículas minerais que cobrem extensas porções da superfície terrestre.</i>
10	BUNTING (1971)	<i>O solo é o resultado da modificação de uma parcela do manto mineral, por parte de agentes geográficos, de modo que ocorram diferentes horizontes de materiais.</i>
11	CRUICKSHANK (1972)	<i>O solo é simplesmente uma substância na qual as plantas crescerão; é qualquer material em que as plantas podem crescer.</i>
12	VIEIRA (1975)	<i>Solo é a superfície inconsolidada que recobre as rochas e mantém a vida animal e vegetal da Terra. É constituído de camadas que diferem pela natureza física, química, mineralógica e biológica, que se desenvolvem com o tempo sob a influência do clima e da própria atividade biológica.</i>
13	SOIL SURVEY STAFF (1975)	<i>Solo é a coleção de corpos naturais sobre a superfície da Terra, em alguns lugares modificado e até mesmo feito pelo homem utilizando terra, contendo matéria viva e sustentando ou capaz de sustentar plantas ao ar livre.</i>
14	TSYTOVICH (1976)	<i>Solos são todos os depósitos soltos da crosta intemperizada da manta rochosa da terra.</i>

Pode-se notar que diversas dessas definições correspondem a mais de um tipo (ver Quadro 1). A apresentada pela Equipe de Levantamento de Solos (SOIL SURVEY STAFF) em 1951, é funcional, objetiva e retórica, enquanto que as de HILGARD & CRUICKSHANK são funcionais.

Segundo HEGENBERG (1974), uma definição não é falsa nem verdadeira — é apropriada ou não, conforme as convenções estabelecidas. Segundo esse ponto de vista, poder-se-iam aceitar como apropriadas algumas das definições apresentadas, considerando que tenham sido aprovadas em « Congressos de Sociedade de Ciência do Solo ». E o caso das definições propostas pelo « SOIL SURVEY STAFF » (1951 e 1975) que, reunidas, fazem parte do glossário publicado pela Sociedade Americana de Ciência do Solo (SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA, 1965). A edição mais recente do glossário (1978) apresenta essencialmente a mesma definição. Autores independentes têm, também, oferecido suas contribuições, que, segundo esse critério, podem ser consideradas apropriadas, porque passam a ser convencionalmente aceitas, em alguma comunidade de cientistas, onde a reputação do autor é endosso suficiente.

A definição de solo deve incluir, explícita ou implicitamente, o conceito fundamental do modelo no contexto da Pedologia. Afirmação semelhante foi apresentada por CLINE (1961) de maneira inversa: « Nenhum conceito é mais fundamental do que aquele implícito na definição do próprio objeto. »

Uma definição que suscita mais dúvidas do que esclarece, não é adequada para representar o significado do objeto definido. Os exemplos de definições de solo, citados como ilustração, fazem uso de expressões como « manto ou camada superficial », « corpos naturais », « sustentam plantas », e « diferentes de outros objetos quanto à constituição química ». Ora, é grande o número de classes de objetos que ocorrem na natureza aos quais essas mesmas expressões são aplicáveis. Aparentemente, aqueles que se propuseram a definir o solo, consideraram ponto pacífico que sua identificação dentre os objetos da natureza, é feita por uma experiência imediata (definição ostensiva) e que, portanto, para compor uma definição de solo, basta reunir algumas condições necessárias.

Que critérios devem prevalecer, a fim de que uma definição possa ser obtida? Em que medida os itens arrolados são importantes, desejáveis e indispensáveis?

Fundamentalmente, uma definição deve atender aos seguintes princípios :

1. referir-se à essência do objeto ;
2. não ser circular ;
3. ser afirmativa, e
4. ser clara e objetiva.

Esses princípios têm sua utilidade limitada ao aspecto prático. Prestam-se mais como critério para a rejeição de definições impróprias do que para formulação de definições exclusivas. As definições de solo, apresentadas no Quadro 2, por exemplo, contrariam o primeiro princípio, com exceção da número 7, proposta pelo « SOIL SURVEY STAFF », em 1951, que contraria o primeiro e o quarto princípio.

O primeiro princípio é, possivelmente, o mais difícil de satisfazer, porque a noção de essência é variável, conforme a natureza do objeto considerado. O que se entende por essência de um pedaço de couro não está no mesmo nível de detalhe do que se entende por essência da substância água. Mesmo assim, em ambos os casos a definição de cada um deve excluir os itens que, respectivamente, não pertencem à classe.

Uma definição que não se refira à essência do objeto considerado, deve ser posta à prova, a fim de verificar se é aplicável a outra classe.

O que há de semelhante nas definições dadas no Quadro 2 é que todas falham em caracterizar o solo de maneira exclusiva. A ambiguidade é mais evidente em umas que em outras. A de MARBUR (1935) e a apresentada no texto « Soil Taxonomy » (« SOIL SURVEY STAFF », 1975), não excluem objetos de outra classe, como lagos, árvores, etc. Há outras que representam população de solos, especificamente as que se referem à coleção de corpos naturais, o que, certamente, não é da essência do objeto. A do « SOIL SURVEY STAFF » contém termos mutuamente exclusivos, pois é passível de argumentação que um corpo natural não pode ser feito pelo homem. Em suma, nenhuma das definições apresentadas resiste ao confronto com os princípios que devem ser obedecidos na formulação de uma definição.

HEGENBERG (1974) oferece alguns critérios que, além de representarem uma aproximação à essência do objeto, permitem a obtenção de definições corretas. Esse autor apresenta as idéias de condições (1) necessárias, suficientes, relevantes e centrais. Sua exposição a respeito dessas condições é resumida no Quadro 3.

O exame das definições contidas no Quadro 2, segundo os critérios apresentados no Quadro 3, revela que as condições utilizadas para compor as definições propostas, são apenas necessárias, relevantes ou centrais. Nenhuma delas contém um conjunto suficiente de condições. Por exemplo : ocorrência natural é condição necessária, mas não suficiente.

QUADRO 3

Condições (2) Utilizadas para a Definição de Objetos
(HEGENBERG, 1974)

DESIGNAÇÃO	IDENTIFICAÇÃO
Necessária	não tendo P não é X
Suficiente	tendo Q então é X
Relevante	tendo N pode ser X
Central	tendo R é mais provável que seja X do que tendo M

Uma das dificuldades na definição de solo decorre do fato de se buscar uma definição genérica. A definição de um solo em particular é menos problemática. CLINE (1961) menciona a condição suficiente para o caso de um solo específico, embora o tenha feito em outro contexto; essa definição poderá ser dada pela precisa indicação do local de ocorrência. Conquanto inequívoca, é inadequada, porque não contém qualquer informação de interesse pedológico.

Para que uma definição de solo tenha algum significado em Pedologia, deve conter as condições necessárias e suficientes para que um objeto, mediante confronto com o significado da definição, possa ser discriminado e identificado como solo. Em outras palavras, a definição geral e correta deverá ter uma extensão tal que inclua todos os solos e nada mais que solos.

É conveniente lembrar as muitas vezes em que cientistas de solo afirmaram ser, provavelmente, impossível formular uma definição geral e de aceitação universal, para solo. JENNY (1941) e MANIL (1959, ed. 1967), já citados, não são os únicos a fazerem tal afirmação. Na página 2, do livro « Soil Taxonomy » (SOIL SURVEY STAFF, 1975), lê-se : « Uma vez que não se pode distinguir com precisão, em todas as situações, entre o que é e o que não é parte do solo, uma definição breve, precisa e geral é, talvez, impossível. »

Essa impossibilidade talvez esteja relacionada à tentativa de dar, à Pedologia, um caráter de ciência independente. Esta afirmação é baseada na observação dos relatos sobre a evolução dos conhecimentos sobre o solo (CRUICKSHANK, 1972 ; SIMONSON, 1968). Para justificar tal assertiva, pode-se considerar um posicionamento inverso, isto é, colocar em foco a dependência da Pedologia com relação a outras divisões da Ciência. No contexto deste

(1) HEGENBERG adota o termo propriedades.

(2) O termo condição significa qualquer fato singular relativo ao objeto.

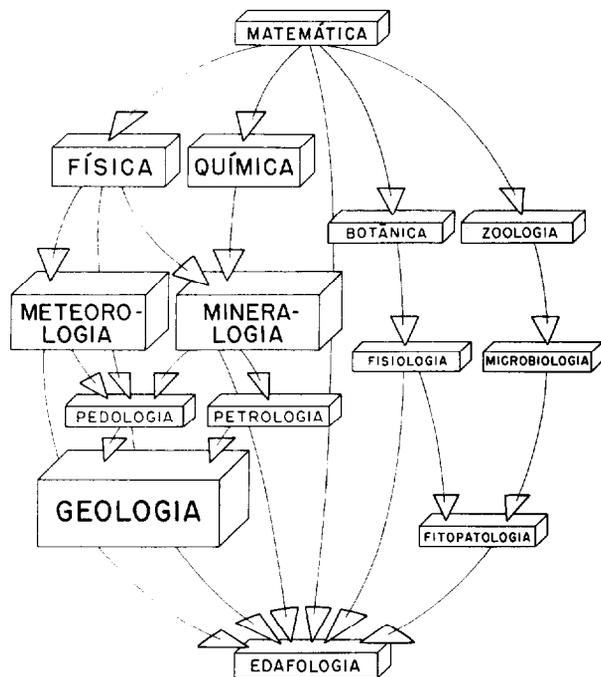


Fig. 1. — Esquema do relacionamento entre algumas das divisões da Ciência.

trabalho, a Pedologia é considerada como uma divisão da Ciência. Sua relação com a Geologia, por exemplo, é de dependência no sentido de que utiliza conhecimentos geológicos para formular seus próprios princípios (fig. 1).

Uma definição correta de solo, destituída de qualquer implicação geológica, talvez seja mesmo impossível de formular. Nota-se, em algumas das definições apresentadas (Quadro 2), uma preocupação de mencionar que o solo difere do material sobre o qual se encontra. Por outro lado, as definições propostas por geólogos enfatizam o material de origem, sem mencionar o que é particular de solo. A que foi proposta por GLINKA (1931, ed. 1963) é um exemplo.

É interessante notar que cientistas identificados com duas divisões da Ciência relacionadas com a Pedologia, Petrologia e Mineralogia, utilizam termos de outras divisões para definir a classe de objetos que estudam. A definição de rocha revela, claramente, que a Mineralogia é básica para a Petrologia, enquanto que a definição de mineral revela que a Química é básica para a Mineralogia.

A solução para o problema de encontrar uma definição geral e precisa de solo está, parcialmente, na relação entre Pedologia e Geologia. Esta afirmação é válida se for aceito o modelo utilizado pela Mineralogia e pela Petrologia. Este modelo é, aliás, utilizado

por outras divisões da Ciência que têm definição exclusiva para o objeto que estudam.

É compreensível que seja assim. Se conhecimentos da Química são utilizados para produzir conhecimentos de Mineralogia e se a Mineralogia ordena e relaciona estes conhecimentos para formular a definição do objeto de seu estudo, conclui-se que a definição do objeto (mineral) inclui conceitos químicos. Conclui-se, também, que não é possível compreender o significado de mineral sem conhecer os princípios químicos utilizados. O mesmo pode ser dito com relação à Petrologia, quanto à participação da Mineralogia na formulação da definição de rocha e com relação à Geologia quanto à participação da Petrologia na definição de Terra.

Há, evidentemente, um relacionamento em cadeia. Enquanto a Ciência é dividida num sentido, o relacionamento dependente entre as divisões segue o sentido inverso. Isto quer dizer que o cientista, que se dedica a saber sobre o objeto de estudo de uma divisão, só compreende, cientificamente, esse objeto e sua definição, se entender como participaram todas as divisões da cadeia.

A sugestão de relacionar a Pedologia à Geologia não representa novidade. BREWER (1964), ao apresentar a Pedografia como divisão da Pedologia, argumenta que a Pedologia é um ramo da Geologia, uma vez que o solo é parte da superfície da Terra e se origina, basicamente, de material derivado de rochas; conseqüentemente, as propriedades do solo resultam de alterações que ocorrem no material proveniente das rochas.

BREWER (1964) considera a Pedologia como uma divisão da Geologia, no mesmo nível da Petrologia. A Geologia é, obviamente, mais ampla que essas duas divisões, pois, segundo FOURMARIER (1950), a etimologia do termo indica que a Geologia abarca o domínio da maior parte das divisões da Ciência que estudam a natureza, especificamente seus constituintes sólidos. Todavia, dentre os objetos e processos que são do interesse da Geologia, considera-se que é da competência da Petrologia o estudo da parte sólida da crosta terrestre. Desses estudos, para os quais outras divisões da Ciência emprestam seus conhecimentos, a Petrologia apresenta, como informação ou princípio básico, a definição do objeto que estuda: « *rocha é um agregado natural, formado de um ou mais minerais (inclusive vidro e matéria orgânica), constituinte essencial da crosta terrestre* » (SIMPSON, 1966; ABRAHÃO *et alii*, 1977).

Para colocar a Pedologia na mesma situação da Petrologia, em relação à Geologia, é necessário responder à indagação: Dentre os objetos de interesse da Geologia, qual é da competência da Pedologia?

A resposta deve ser dada em termos geológicos, como o foi para identificar o objeto de estudo da

Petrologia. A definição, nomenclatura e princípios relativos ao objeto devem ser reservados à Pedologia.

Antes de prosseguir na argumentação, é conveniente ressaltar que a sistematização da Ciência não é feita *a priori*. Não é próprio do método científico formular teorias, classificações e definições, com base em divagações abstratas e depois buscar, na natureza, fatos que confirmem a teoria, objetos que se adaptem às classificações ou itens que se identifiquem com a definição (CHAMBERLIN, 1890, ed. 1965; PLATT, 1964; KNEALE, 1971). O método científico parte da observação e segue com a formulação de hipóteses múltiplas (CHAMBERLIN). As hipóteses são submetidas à confirmação ou rejeição por meio de argumentos indutivos que conduzem à inferência indutiva. O confronto das hipóteses com a inferência indutiva decide quanto à hipótese que deve ser aceita (RESCHER, 1964).

Identificação do Objeto de Estudo da Pedologia

O que se pretende apresentar é uma inferência indutiva que possibilite discriminar, dentre as definições formuladas, as que devam ser rejeitadas. O objetivo imediato é a definição do objeto de estudo da Pedologia. Os itens observados são as divisões da Geologia e seus inter-relacionamentos e as definições dos objetos estudados por essas divisões, particularmente do que é da competência da Pedologia. As definições formuladas são as apresentadas para o objeto estudado sob a égide da Pedologia (Quadro 2).

A argumentação analógica apresentada anteriormente resultou na conclusão de que o relacionamento da Pedologia com a Geologia deve ser semelhante ao que esta tem com a Petrologia. Esta conclusão é colocada como premissa básica para prosseguir com o raciocínio. A justificação mais significativa que se pode oferecer é que tal relacionamento resulta num sistema coerente, onde é reconhecida a interdependência entre as divisões da Ciência, não apenas na forma de um aceite acadêmico, mas como de fundamental importância para o desenvolvimento da Ciência.

As quatorze definições contidas no Quadro 2 já foram ligeiramente comentadas quanto a serem inadequadas como definição do objeto de estudo da Pedologia. São, todavia, tentativas para definir solo. Isto significa que seus autores, provavelmente representantes de diversas correntes do pensamento pedológico, consideram o solo, conquanto mal definido, o objeto dos estudos pedológicos.

Exame das Definições

Um exame dessas definições em conjunto, numa tentativa de apreender o significado do objeto de

estudo da Pedologia, resulta numa noção geral de que esse objeto é encontrado à superfície da Terra, como uma camada proveniente de processos que alteram a rocha e onde as plantas crescem. A sugestão implícita nessa afirmação é que um leigo em Pedologia não acrescentaria outra informação a essa noção geral, se fundamentasse sua opinião apenas nos enunciados das quatorze definições.

Mas, uma camada sobre a superfície da Terra, proveniente da alteração de material rochoso e que atua como substrato para o crescimento de plantas, pode ser um pântano, um banco de areia movediça ou até mesmo um lago. Conclui-se que, quando consideradas em conjunto e reunindo os elementos comuns predominantes, essas definições sugerem uma noção do objeto, que não é exclusiva.

Outra alternativa, como ponto de vista para análise das quatorze definições, seria considerá-las independentemente. Neste caso, o destaque é dado às diferenças entre elas; as semelhanças são aceitas do mesmo modo como se aceita que há aspectos semelhantes entre muitos outros objetos da natureza que são reconhecidamente distintos.

O destaque dado às diferenças conduz à conclusão de que cada definição é própria de um determinado objeto ou classe de objetos. Em lugar de um objeto com muitas definições, tem-se agora diversos objetos cada um com sua definição.

Conquanto essa segunda alternativa dê margem a ponderações interessantes a respeito da liberdade para propor definições, considera-se que seria inútil prosseguir com seu desenvolvimento. É suficiente, para os propósitos desta apresentação, mencionar que a simples possibilidade de considerar cada uma das quatorze definições como referente a um objeto distinto constitui uma restrição válida para cada uma das definições, individualmente. Em outras palavras, definições diversas para um mesmo objeto que podem, hipoteticamente, ser apreciadas como definições de objetos distintos, não podem ser consideradas como definições exclusivas.

A terceira opção para exame das quatorze definições consiste em classificá-las segundo algum critério. O critério proposto é o da condição comum dominante, de cuja aplicação resultaram os agrupamentos apresentados no Quadro 4. São seis grupos que reúnem, cada um deles, as definições que contêm uma das condições estipuladas como dominantes.

As condições estipuladas como dominantes, em cada grupo de definições, refletem as diferentes correntes do pensamento pedológico, surgidas durante a evolução da Pedologia. A contribuição de cada uma dessas escolas se manifestou nas definições propostas através dos tempos. Algumas aparecem em mais de um grupo, como, por exemplo, a de VIEIRA (1975), indicando que seu autor tem uma

QUADRO 4
Agrupamento das Quatorze Definições (1) de Solo, Segundo o Caráter Comum Dominante

SUBSTRATO P/PLANTAS	CORPO NATURAL	MANTO DE INTEMP.	PRESENÇA DE HORIZONTES	GRÂNULOS MINERAIS	DIFERE DO CONTATO
HILGARD (1914)	---	---	---	---	---
SOIL SURVEY (1951)	SOIL SURVEY (1951)	---	---	---	---
PLYUSNIN (1956)	---	---	---	---	---
CRUICKSHANK (1972)	---	---	---	---	---
SOIL SURVEY (1975)	SOIL SURVEY (1975)	---	---	---	---
---	JOFFE (1936)	---	JOFFE (1936)	---	---
---	---	RAMANN (1928)	---	---	---
---	---	GLINKA (1931)	---	---	---
---	---	TSYTOVICH (1976)	---	---	---
---	---	---	BUNTING (1971)	---	---
VIEIRA (1975)	---	---	VIEIRA (1975)	---	---
---	TERZAGHI (1948)	---	---	TERZAGHI (1948)	---
---	---	---	---	WU (1966)	---
---	---	---	---	---	MARBUT (1935)

(1) As definições, identificadas por autor, correspondem as do Quadro 2.

concepção mais complexa do objeto do que a revelada por outros como WU (1966) e CRUICKSHANK (1972).

Estão representadas no Quadro 4 as influências dos enfoques edafológico (substrato p/plantas), geológico (manto de intemperização) e do que se denominou enfoque pedológico. O enfoque pedológico, que se manifestou na tentativa de criar uma ciência independente, aparece dividido entre as condições « corpo natural », « presença de horizontes » e « diferente do contato ».

Ainda que cada um dos grupos forneça uma indicação de enfoque, não deve ser considerado como uma definição composta, pois cada uma das definições componentes do grupo contém condições que identificam objetos distintos ou indefinidos. O grupo das definições que reflete o enfoque edafológico, por exemplo, reúne seis definições que contêm, respectivamente, as condições : « material mais ou menos friável » (HILGARD), « corpos naturais que ocupam porções da superfície da Terra » (SOIL

SURVEY STAFF), « espessa camada superficial da litosfera » (PLYUSNIN), « uma substância ou qualquer material » (CRUICKSHANK) e « superfície inconsolidada que recobre as rochas » (VIEIRA).

Se as definições de cada grupo forem observadas cronologicamente, constata-se que não indicam continuidade filosófica. Parece que os estudiosos do objeto denominado solo dividiram-se, ao invés de somar, no que respeita ao conceito fundamental de seu campo de estudo : a definição do objeto. Esta divisão é mais evidente entre e dentro os grupos que refletem o enfoque pedológico.

Confronto das Definições com a Hipótese

A hipótese formulada estabelece que o relacionamento entre a Pedologia e a Geologia deve ser semelhante ao que existe entre esta e a Petrologia. Para que tal condição se verifique, é necessário, como já foi visto, que o objeto de estudo da Pedologia

seja definido de modo que reflita esse relacionamento.

As quatorze definições foram consideradas como tentativas para definir o objeto de estudo da Pedologia.

O confronto de cada uma das definições, individualmente, com a hipótese, pode ser feito pelo seguinte modelo de argumento analógico :

HIPÓTESE : A Pedologia e a Petrologia se relacionam com a Geologia de maneira semelhante.

PREMISSAS : (a) *O objeto de estudo da Petrologia é denominado rocha.*

(b) *Rocha é um... constituinte essencial da crosta terrestre.*

(c) *A definição de rocha indica relação entre Petrologia e Geologia.*

(d) *O objeto de estudo da Pedologia é o solo.*

(e) *Solo é... (uma das quatorze definições).*

(f) *A definição de solo (não) indica relação entre Pedologia e Geologia.*

CONCLUSÃO : A Pedologia e a Petrologia (não) se relacionam com a Geologia de maneira semelhante.

A colocação do texto de cada uma das quatorze definições no lugar da premissa « e » do modelo dado, resulta na rejeição da hipótese, com exceção das definições de RAMANN (1928), GLINKA (1931) e TSYTOVICH (1976), que, completando o argumento, conduzem à premissa « f » afirmativa, que determina a aceitação da hipótese.

Outras definições que, aparentemente, levariam também à aceitação da hipótese, são as de MARBUT (1935) e de PLYUSNIN (s/data). Estas duas definições contêm, entretanto, termos e/ou expressões que comprometem a precisão na identificação do objeto. A definição devida a MARBUT comprometeu-se por utilizar a expressão « geralmente não consolidada », e a de PLYUSNIN, pela menção da litosfera, de forma que permite a inclusão de rocha no conceito e por ser circular.

Como se pode observar, a maioria das definições citadas, além de não serem exclusivas, não são logicamente aceitáveis para a confirmação da hipótese.

As definições que resultam na aceitação da hipótese pertencem a um mesmo grupo, como está indicado no Quadro 4 ; são as que definem o objeto mencionando, inequivocamente, a condição « manto de intemperização da crosta terrestre ».

O Objeto de Estudo da Pedologia e da Edafologia

O desenvolvimento da argumentação conduziu a uma resposta para a indagação : Dentre os objetos

de interesse da Geologia, qual é da competência da Pedologia? Dentro do contexto deste trabalho, considera-se que a resposta obtida, indicando o manto de intemperização da crosta terrestre como o objeto de estudo da Pedologia, contribui para colocá-la coerentemente dentro do relacionamento entre as divisões da Ciência e, especificamente, no mesmo nível que a Petrologia, em relação à Geologia, conforme considerou BREWER (1964).

As definições, que permitiram identificar o objeto de estudo da Pedologia, entretanto, foram propostas por seus autores como definições de solo. A esse respeito, há restrições a serem consideradas.

Primeiramente, não são válidas como definição de algum objeto específico por diferirem quanto às condições necessárias que contêm. A devida a RAMANN, inclui a condição « camada superior » ; a de GLINKA, especifica que se trata de algo que permaneceu *in situ*, e a de PLYUSNIN, generaliza com a condição « são todos os depósitos soltos ».

Outro aspecto, considerado de importância, é que essas definições, embora tenham sido propostas por seus autores como tentativas para definir o objeto designado pelo termo « solo », não evocam a idéia do objeto, estabelecida pelo uso. Seria necessária uma extensa modificação de conceitos universalizados, para substituir, na mente dos que o utilizam, a noção de solo, como objeto da natureza relacionado com a vida das plantas, pela que sugerem as definições que o identificaram como manto de intemperização.

Em sequência às ponderações oferecidas, a alternativa, logicamente possível, é que outro, que não o solo, deva ser o objeto de estudo da Pedologia.

Se a Pedologia fosse um novo campo de estudo, proposto como solução para as indagações a respeito de um novo, recém-observado objeto da natureza, haveria de ser, certamente, necessária a realização de estudos para reunir dados, formular teorias e estabelecer princípios, segundo as normas e métodos da Ciência, de modo que esse novo campo de estudo surgisse, normalizado, como uma nova divisão da Ciência.

Entretanto, a situação não é essa. O que se procura é a normalização de um campo de estudo já existente dentro do todo da Ciência ; um campo de estudo que, a julgar pelas controvérsias registradas na literatura pertinente, poderá ser beneficiado por uma revisão de seus conceitos fundamentais.

A alternativa mencionada, pode ser apresentada na forma de uma questão : — Qual deverá ser o objeto da Pedologia que, como divisão da Ciência, relacionada à Geologia no mesmo nível que a Petrologia, deve ater-se ao estudo do manto de intemperização que recobre a crosta terrestre?

A resposta pode ser dada, simplesmente pela

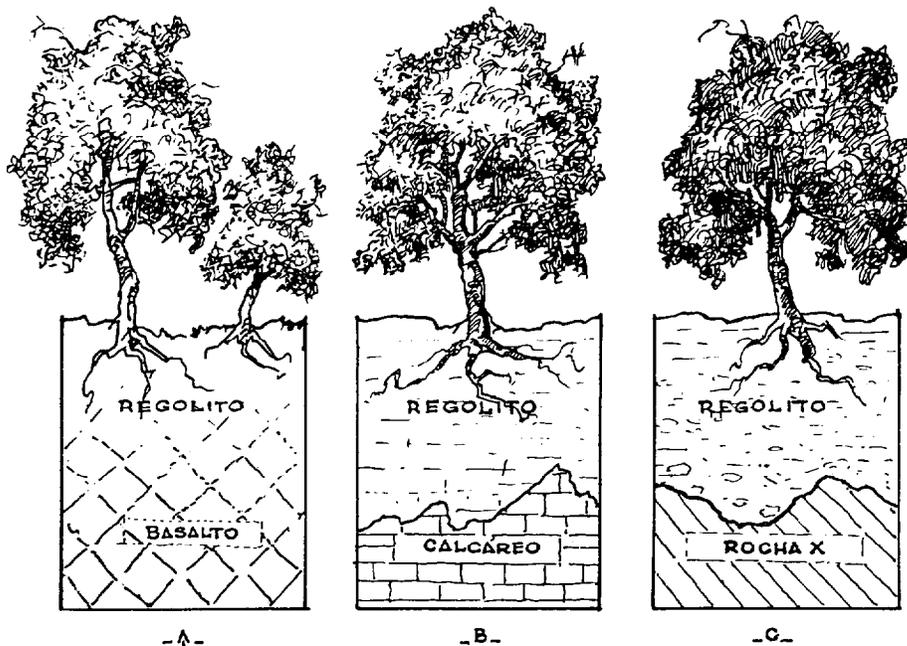


Fig. 2. — Regolito sobre rocha consolidada :

- A. Residual, produto da decomposição de basalto, limite com a rocha é difuso.
- B. Residual, produto da decomposição de calcareo, contato nitido mas irregular.
- C. Transportado, não relacionado com a rocha subjacente. Solo se desenvolve após a deposição (*adaptado de BATES, 1966*).

menção do termo que, segundo GIESELAING (1971), designa o resíduo não consolidado que aparece à superfície da Terra, identificado como produto da desintegração de rochas e minerais expostos às intempéries e ações vulcânicas e tectônicas.

A resposta que se ajusta ao modelo proposto é a seguinte : — É da competência da Pedologia o estudo do regolito.

O termo regolito é encontrado frequentemente na literatura geológica e pedológica. OBRUCHEV (*circa* 1954), BATES & SWEET (1966), GIESELAING (1971), VERDADE (1972), BRADY (1974), LEPSCH (1976), para citar alguns autores, fazem referência ao regolito de maneira inequívoca.

Ao contrário do que ocorre com a definição de solo, não há, aparentemente, controvérsia significativa quanto à definição de regolito. Entende-se por regolito (do grego *rhego* = cobertura), a camada superficial que recobre a rocha consolidada e que resulta da ação dos processos de intemperismo sobre a rocha. Pode ser residual ou transportado (fig. 2). Sua espessura é variável, dependendo da intensidade e da combinação dos agentes químicos, físicos e biológicos do intemperismo. Essa definição satisfaz os princípios para formulação de definições, mencionados anteriormente. Foi citada por BATES

& SWEET (1966) e é, possivelmente, de autor desconhecido.

O conceito de regolito parece ter evoluído gradativamente, de tal modo que não é possível atribuir a um determinado autor o crédito por sua formulação. Talvez o fato do conceito não ser atribuído a um autor esteja relacionado, de algum modo, com o do regolito não ser considerado da competência de nenhuma das divisões da Ciência em particular. As que poderiam tomá-lo sob sua égide, não o fizeram, segundo se depreende da bibliografia. O regolito tem dimensões insignificantes, em termos geológicos (GILLULY *et alii*, 1968) ; para a Petrologia, é um resíduo, algo incômodo, que interfere nas observações sobre a rocha (FOURMARIER, 1950) ; o interesse da Geomorfologia é dirigido à participação do regolito na modelagem da superfície terrestre (THORNBURY, 1969), e, para a Pedologia tradicional, representa o manto de intemperização do qual o solo se diferencia (SIMONSON, 1962 ed. 1967).

O regolito, proposto como objeto de estudo da Pedologia, deverá ser estudado utilizando-se conhecimentos da Geologia, da Petrologia e da Mineralogia, e aplicando-se princípios das disciplinas básicas como a Matemática, a Física e a Química.

Uma vez definida a atribuição da Pedologia no

contexto da Ciência, há um ponto de partida para considerar o que revelam as observações e estudos feitos sobre o objeto como ocorre na natureza. Haverá, certamente, complementações necessárias no estudo do regolito, desde a interface com a atmosfera até o contato com a rocha sólida que sustenta o manto intemperizado.

A sistematização do estudo do regolito pela Pedologia revelará que ocorre diferenciação da porção superior do manto intemperizado. Segundo SIMONSON (1962, ed. 1967), a parte mais externa do regolito sofre alterações que resultam em solo. Um dos agentes naturais que contribuem para a diferenciação da porção superior é a presença de vegetação e atividade biológica, de modo geral. A designação «solo» identifica a porção do regolito relacionada com a vida das plantas, o substrato natural para o crescimento das plantas.

Assim como uma porção da crosta terrestre, o manto de intemperização, é separada como objeto de estudo da Pedologia, uma porção do regolito, o solo, é separado como objeto de competência da Edafologia. Esta sistematização colocaria os estudos relativos ao que se entende, genericamente, por solo, em relacionamento coerente com as demais divisões da Ciência, relacionadas com a Pedologia. Além disso, um objeto da natureza, atualmente sem ligação particular com alguma disciplina, seria devidamente enquadrado na disciplina Pedologia.

As inconsistências geradas, em parte, pela insistência em distinguir Pedologia de Edafologia, em termos da diferença de enfoque no estudo do mesmo objeto, se resolvem pela colocação dessas duas disciplinas em níveis diferentes e com objetos de estudo diferenciados quanto a serem, respectivamente, o todo e uma parte do todo. Certamente, a parte será estudada com maior detalhe que o todo, como acontece no relacionamento entre Petrologia e Mineralogia.

As dúvidas e imprecisões, quanto ao que seja «solo», desaparecem. A definição do objeto de estudo da Edafologia pode ser expresso com precisão, segundo a formulação de BATES & SWEET (1966) ligeiramente modificada: «*solo é a parte superior do regolito que tem, intrinsecamente, condições que permitem que plantas nela cresçam*». Esta definição contém duas condições necessárias e suficientes para identificar, inequivocamente, o «solo» dentre os objetos da natureza. Confrontada com os princípios mencionados anteriormente e com os sugeridos por HEGENBERG (1974) (ver Quadro 3), observa-se que atende a esses critérios. Também está de acordo com o que foi postulado por MILL (1898, ed. 1967), isto é, que a definição de um objeto deve mencionar o gênero a que pertence e indicar o que distingue das demais espécies do mesmo gênero.

A sugestão de separar o solo do regolito, como objetos distintos para estudo, não é novidade, em si. Diversos autores têm feito, em termos, esta mesma observação. OBRUCHEV (*circa* 1954) assim se manifestou sobre o assunto: «*A rocha se transforma em regolito pelo intemperismo e este se diferencia em solo à sua superfície, pela continuada ação do intemperismo e adição de material orgânico*». SIMONSON (1962, ed. 1967) considerou o solo como a parte mais externa do regolito, resultado das alterações que ocorrem na sua porção superficial (poucos metros ou fração de metros de espessura).

A apreciação das proposições, aqui apresentadas, não deixará de revelar que se trata de uma tentativa para responder questões embaraçosas para os que estudam o solo, como, por exemplo, a que foi colocada por WILLIAMSON (1959): «*Não é estranho que, conquanto tenhamos, desde há muito, uma disciplina como a Botânica, ainda haja discussão sobre se há uma disciplina sobre o meio em que as plantas crescem?*»

Esse autor sugeriu que, possivelmente, a situação resultou de se ter começado o estudo do solo de maneira inversa, isto é, pela aplicação de fundamentos de Matemática, de Física e de Química antes de se estabelecer um conjunto organizado de conhecimentos sobre a identidade do objeto em si, como parte de natureza.

DOST (1960) ofereceu uma crítica mais direta ao escrever que a Pedologia, buscando o *status* de disciplina independente, reforçou o axioma de que o solo é um corpo natural e reclamou para si a tarefa de definir, descrever e classificar esses indivíduos solos, sem, todavia, chegar a defini-lo ou classificá-lo satisfatoriamente. A causa desse insucesso teria sido a falta de uma filosofia pedológica particular, como demonstra a coleção de definições do Quadro 2.

A sugestão oferecida por DOST é que a solução estaria, provavelmente, na revisão dos conceitos básicos da Pedologia. Embora esse autor não tenha especificado exatamente quais seriam esses conceitos, considerou-se, neste trabalho, a afirmação de CLINE (1961): «*Nenhum conceito é mais fundamental do que aquele implícito na definição do próprio objeto*».

Destaque-se, entretanto, que é, também, fundamental para o desenvolvimento da Ciência a concordância, quanto aos objetos de estudo, por parte dos que a ela se dedicam. MILL (1898, ed. 1967) coloca de maneira enfática o relacionamento entre definição e objeto ao afirmar que «*não deve ser esperado que haja concordância quanto à definição de alguma coisa, até que haja concordância sobre a própria coisa*».

As relações «Pedologia-regolito» e «Edafologia-solo» foram apresentadas através de argumen-

tação que resultou na identificação de dois objetos de estudo (regolito e solo) e suas respectivas definições, e na atribuição de competência para estudá-los a duas divisões da Ciência (Pedologia e Edafologia). Considera-se que parte das imperfeições que, porventura, tenham esses conceitos e definições, bem como

as premissas propostas e a argumentação utilizada, são o reflexo do estado atual dos conhecimentos disponíveis.

Assim é porque « *enquanto as divisões da Ciência forem imperfeitas, as definições terão, forçosamente, de partilhar desta imperfeição* » (MILL, 1898, ed. 1967).

« Não há linha nítida de divisão entre Ciência e bom-senso ».
(SALMON, 1963, ed. 1973).

2. NATUREZA E COMPORTAMENTO DO SOLO (1)

O interesse no estudo do solo, do ponto de vista Edafológico, decorre, fundamentalmente, da possibilidade de sua utilização para a produção de recursos essenciais à subsistência e ao bem-estar. Quando utilizado racionalmente e em bases científicas, identifica-se com a Agronomia; portanto, nesse contexto, o objetivo primordial da Edafologia é estudar o solo, quanto à sua natureza e comportamento, de modo a desenvolver princípios que permitam formular previsões sobre os resultados de sua utilização e indicações quanto à necessidade de correção dos aspectos considerados indesejáveis.

Essas proposições, consideradas aceitas tacitamente por força da experiência ordinária, têm como ponto dominante a expressão : natureza e comportamento do solo.

Percebe-se de imediato, que os termos « natureza » e « comportamento », embora predicados do mesmo objeto, não são sinônimos. De fato, no sentido ora empregado, « natureza » se refere à essência do solo, enquanto que « comportamento » é o resultado de sua reação em face do meio em que se encontra. Com base nestas concepções, admite-se que a natureza do solo é causa e é independente, enquanto que seu comportamento é o efeito da interação entre o que é da essência e os fatores do ambiente. Estes conceitos podem ser demonstrados com o seguinte argumento complexo :

- PREMISSAS : Natureza é a essência de um objeto.
Comportamento é a reação do objeto ao meio.
- HIPÓTESES : O comportamento não faz parte da essência do objeto.
A natureza do objeto é independente do meio.

- DEMONSTRAÇÃO : 1) A natureza de um objeto é a sua essência.
2) O objeto está no meio (ambiente).
3) O meio atua sobre o objeto.
4) A essência do objeto é sensível ao meio.
5) A essência do objeto reage ao meio.
6) O objeto é sensível ao meio.
7) O objeto reage ao meio.
8) A reação do objeto ao meio é o seu comportamento.
9) O comportamento resulta da reação da essência ao meio.
10) A reação ao meio é da essência.
11) Se a reação faz parte da essência então reage ao meio.
12) A reação ao meio reage ao meio (Absurdo!).
13) O comportamento não faz parte da essência do objeto.
14) O comportamento não é da natureza do objeto.
15) Se o meio faz parte da essência, então faz parte do objeto.
16) Se o meio faz parte do objeto, então reage ao meio.
17) O meio não reage ao meio.
18) O meio não faz parte do objeto.
19) O meio não faz parte da essência do objeto.

O modelo utilizado por MILL (1898, ed. 1967), para a conceituação de substância e atributo, é apropriado para ilustrar a distinção dos termos em foco : imagine-se o que seria observado de um objeto, como o solo, caso sua natureza e seu comportamento fossem, alternadamente, anulados. Percebe-se que, com a supressão da natureza desse objeto, não restaria resíduo para reagir aos fatores do meio e manifestar algum comportamento; por outro lado, com a anulação do comportamento, que, implicitamente, faz supor que o meio deixou de ser atuante, o objeto continuaria, não obstante, a existir.

(1) Neste capítulo, o solo é considerado como uma espécie pertencente ao gênero de todos os objetos existentes. Portanto, quando mencionado especificamente na discussão de um princípio, aplicável a todos os objetos, deverá ser considerado como um exemplo.

Tal situação hipotética poderia ser questionada, levando-se as condições sugeridas ao exagero de anular, também, o campo gravitacional e o observador. Essa atitude representaria disposição em cogitar sobre a natureza das coisas na ausência de algo externo a elas capaz de perceber sua existência. A discussão conduziria a um confronto entre escolas do pensamento filosófico, que escapam dos propósitos deste trabalho. É bastante mencionar que a presença do observador é, necessariamente, constante para avaliar o objeto em termos que lhe sejam compreensíveis; seus sentidos são o critério básico para a percepção do que HEGENBERG (1974) denomina « mobiliário do mundo » e seu entendimento, o codificador do significado utilitário das observações que faz.

Pois bem, os sentidos de percepção e suas extensões, representadas por artefatos científicos (aparelhos e instrumentos), constataam a existência real do solo e o entendimento discerne, das observações, que este objeto, como qualquer outro, tem sua natureza como causa e o comportamento como efeito.

Mas um solo é objeto complexo, como se pode inferir até mesmo do exame perfunctório da bibliografia disponível; sua natureza é complexa e, conseqüentemente, também é complexo seu comportamento. Estudá-lo cientificamente, sob esses dois aspectos, requer uma sistemática racional que possibilite a discriminação de causas e efeitos e a formulação de teorias que expliquem esse relacionamento.

As considerações oferecidas a seguir representam uma tentativa de estabelecer as bases dessa sistemática.

Definição do Solo

Uma das condições básicas para uma argumentação precisa é a definição dos termos empregados. Muitos debates infrutíferos poderiam ser reduzidos a simples proposição se os termos tivessem sido anteriormente definidos. Não há nada de surpreender nessa afirmação, pois no confronto de idéias faladas ou escritas, em que a linguagem é o meio natural de comunicação, o entendimento das proposições está relacionado diretamente com o significado dos termos que as compõem.

A definição de termos é particularmente importante em questões de lógica e, conseqüentemente, em discursos científicos. O estudo da Gramática, entretanto, revela que, com o uso, as palavras podem adquirir variações na definição que lhes fora originalmente atribuída. Acontece, portanto, que uma palavra pode ter diversas definições. Quando isso ocorre, o entendimento do significado do vocábulo é indicado pelo contexto da proposição, enquanto

as palavras que têm específico significado contribuem para determinar o contexto das proposições de que fazem parte.

O próprio vocábulo definição apresenta uma pluralidade de significados, como se pode verificar pela consulta a um dicionário lexicográfico. O Novo Dicionário da Língua Portuguesa (FERREIRA, 1975) registra diversas notações léxicas para o vocábulo definição, dentre as quais, duas são de interesse para este ensaio.

A primeira delas é a conotação lógica, segundo a qual *definição se refere à determinação da compreensão de um conceito pelo enunciado de uma identidade em que o primeiro termo é o termo a definir (definiendum) e o outro se compõe de termos ou sinais conhecidos (definiens)*. Esta acepção, adotada no capítulo anterior, onde se abordou a definição de solo, é aplicável à definição de uma classe de objetos. Tais objetos poderão ser reconhecidos, um por um, como pertencentes à classe definida, por meio de um confronto com as condições expressas pelo *definiens*.

No caso particular dessa definição, o *definiendum* solo, equivalente ao conceito de uma classe de objetos discriminada de outras pelo *definiens*, foi introduzido como nome da classe formada por todos os objetos que possuem as condições que a identificam. O nome « solo » é, portanto, predicado pelo conceito da classe.

A segunda conotação é a seguinte: *definição é determinação exata, descrição enunciando o que é essencial ou específico de uma coisa de modo que a torne inconfundível com outra*. De acordo com este significado, o *definiendum* é um objeto *sui generis* e não uma classe. Neste caso, o conceito do objeto é formulado de modo que aluda, inequivocamente, à sua essência.

Da primeira conotação, obteve-se uma definição genérica de solo, enquanto que, da segunda, se obtém a definição de um indivíduo que pertence à classe.

É necessário, entretanto, esclarecer que as duas conotações mencionadas constituem, segundo a lógica aristotélica, apenas uma gradação de nível categórico. Isto se demonstra, observando que o sentido das conotações não é modificado quando se considera que um indivíduo pode constituir uma classe, cuja identidade é dada pelo próprio, e que a totalidade dessas classes de um só indivíduo pode, por sua vez, constituir classe mais ampla. Esta é, realmente, a maneira como a relação entre as duas conotações seria indicada seguindo a lógica tradicional. Assim, é fácil perceber que a classe superior (inclusiva) e a classe inferior (inclusa) correspondem, respectivamente, às idéias de gênero e espécie postuladas por ARISTÓTELES (MILL, 1898, ed. 1967).

A questão que se pretende focar agora porém, é que, tratando-se de um recurso natural de reconhe-

cida importância para a sociedade, como é o solo, não é suficiente definir uma determinada coisa, de modo que se possa identificá-la, logicamente, pelo nome « solo ». É necessária, também, uma descrição que possibilite conhecer sua natureza e seu comportamento.

Um determinado corpo natural pode ser incluído na classe de objetos denominados « solo », mediante confronto com a definição de solo, segundo a primeira conotação. Mas conhecê-lo quanto ao que lhe é próprio e quanto aos fenômenos dos quais participa, requer uma definição de sua essência, a qual, uma vez formulada, será uma definição do solo, de acordo com a segunda conotação.

Há, entretanto, um termo nessa segunda conotação que tem recebido algumas restrições. Trata-se de « essência » e seu significado. MILL (1898, ed. 1967), por exemplo, apresenta extensa e minuciosa discussão sobre o emprego desse termo, para concluir que se refere, tão somente, aos atributos envolvidos na determinação do significado da classe, não havendo nenhum sentido em aplicá-lo à indivíduos. Dentre os muitos argumentos apresentados por esse autor, é suficiente destacar sua crítica ao significado aristotélico : « a noção de essência é indicada pela vaga idéia de algo que faz com que a coisa seja o que é, que causa toda a variedade dos atributos que a distinguem ; mas, quando o assunto é examinado mais atentamente, percebe-se que ninguém poderia descobrir o que fez a coisa ter os atributos que tem ».

Recentemente HEGENBERG (1974), embora postulando que, fundamentalmente, uma definição apropriada deva aludir à essência daquilo que se procura definir, considerou que « este princípio não é de fácil compreensão, porquanto a noção de essência é bastante vaga ».

É aceitável que, na definição de nomes e termos, seja difícil precisar o que se deve entender por essência ; mas, sob o enfoque realista, em que, contrariamente ao idealista, se parte do que o senso-comum estabelece, isto é, que a existencialidade das coisas tem precedência sobre as idéias que poderão ser feitas a seu respeito, a essência de um objeto, como o solo, consiste no que lhe é intrínseco e é causa da totalidade dos comportamentos à ele inerentes. Aceita-se, portanto, a concepção de RUSSELL (1966, ed. 1978), segundo a qual « todos partimos de um realismo-ingênuo, isto é, da doutrina de que as coisas são o que parecem ser ».

Conquanto algumas discussões teóricas tenham conduzido à conclusão de que a existência real das coisas não pode ser demonstrada sem a participação da mente (MILL, 1898, ed. 1968), a crença na realidade das coisas se impõe por ser intuitiva e pela necessidade prática de utilizá-las. Consequentemente, colocar em dúvida a existência real de uma coisa e ser

forçado, simultaneamente, à aceitar que só será possível utilizá-la, inteligentemente, conhecendo seu comportamento, é criar um paradoxo. Além disso, o que é intrínseco ao solo pode ser determinado pela aplicação dos métodos de observação e análise desenvolvidos sob a égide de outras divisões da Ciência, como, por exemplo, a Química e a Física ; e, as causas de seus comportamentos podem ser reveladas seguindo-se princípios da investigação científica.

Essência do Solo

Para designar os componentes da essência de um objeto complexo como é o solo, é sugerida a adoção da concepção de ARISTÓTELES (384-322 A.C., ed. 1943), segundo a qual um objeto é definido pelas suas características intrínsecas. O termo « característica » designa, genericamente, *os constituintes do objeto dos pontos de vista qualitativo e quantitativo e qualquer parâmetro que descreva a disposição espacial relativa dos constituintes*.

Pode-se, então, dizer com mais clareza que um solo é definido por suas características.

Decorre dessas afirmações que a existência do solo, como um corpo da natureza, independe da participação de fatores externos, isto é, de outros que não as suas características intrínsecas. Assim, por exemplo, supondo que S represente um determinado solo, % C seu teor de carbono (a unidade é irrelevante no caso) e E % a porosidade total, pode-se afirmar :

$$\begin{aligned} S (\% C) &= \text{ar } S \text{ tem o predicado } \% C \\ S (E \%) &= \text{ar } S \text{ tem o predicado } E \% \end{aligned}$$

De acordo com a noção adotada de essência, estas duas características fazem parte do solo S. Supondo que, por efeito de oxidação e compactação, as referidas características passem a % C' et E %', o resultado será S', diferente de S quanto à sua essência. Houve modificação intrínseca e, portanto, uma alteração na definição do objeto.

Aplicando a conceituação exposta acima, é possível identificar, dentre os parâmetros costumeiramente determinados através da descrição e análise de um solo, quais devam ser designados como características. Também é possível aplicar os mesmos conceitos para a exclusão dos parâmetros que representam a reação do solo à estímulos causados por fatores externos e obter um rol das suas características.

A demonstração da validade desses conceitos pode ser feita por um argumento do tipo *Reductio ad absurdum*, segundo modelo apresentado por SALMON (1963, ed. 1973). Neste tipo de argumento, a tese é demonstrada pelo absurdo, ou contradição que resulta da tentativa de demonstrar a antítese. A estrutura do argumento é a seguinte :

- TESE** : Um solo é definido por sua essência, constituída apenas pelo conjunto de suas características (o que lhe é intrínseco).
- ADMITIR** : Um solo é definido por sua essência que é constituída por algo mais, além do que lhe é intrínseco.
- DEDUÇÃO** : O que não é intrínseco ao objeto é inerente ou extrínseco.
A essência do solo é constituída também por algo que lhe é inerente e/ou extrínseco.
Algo que não é do solo faz parte de sua essência. (Mas isso é absurdo !)
- CONCLUSÃO** : Um solo é definido por sua essência, que é constituída apenas pelo conjunto de suas características, o que lhe é intrínseco.

Um aspecto das características de um solo, que poderia ser mencionado como restrição à que defina sua essência, é a sua variabilidade. O exemplo utilizado para mostrar a transformação de um solo S em S' ilustra duas possibilidades de variação suficientemente conhecidas para dispensar maiores detalhes. Não obstante, a possível variação das características não constitui embargo para a proposição que afirma que elas definem um solo, pois não é requisito que sejam constantes. Também não é esperado que um solo apresente, necessariamente, o mesmo conjunto de características de um outro. Oferecer tais objeções seria ignorar as evidências que constam da experiência adquirida nos estudos sobre solos em geral.

Em suma, percebe-se que um solo é definido pela sua essência, a qual consta de suas características. Portanto, para definir um solo deve-se determinar suas características. Poder-se à especificar quais as que serão determinadas, se todas as que são possíveis ou apenas um conjunto delas, adotando-se a finalidade do estudo ou o propósito de utilização como critério.

Comportamento do Solo

Um solo é, reconhecidamente, uma identidade cuja definição completa consta de muitas características. O meio em que se encontra é, também, complexo, no sentido de que é composto de uma pluralidade de fatores que, por vezes, atuam simultaneamente. As interações possíveis, entre características do solo e fatores do meio, são múltiplas porque mais de uma característica poderá reagir à um mesmo estímulo. Consequentemente, um solo poderá manifestar um comportamento complexo, isto é, observável sob diferentes aspectos. Para designar, genericamente, esses aspectos, é sugerido o termo « propriedade » que, segundo a conceituação atribuída a ARISTÓTELES (dicionário Webster, 1945), *significa um comportamento peculiar de uma espécie, sem ser, porém, parte de sua essência, nem estar contido em sua definição.*

Entendendo-se que propriedade designa, genericamente, a reação de características do objeto a um estímulo externo, segue-se que esta reação não é parte da essência do objeto e, portanto, não é intrínseca a ele. Entretanto, diante do exposto anteriormente, está claro que o comportamento não pode ser considerado extrínseco, porque não se manifesta na ausência do objeto. Mas, estando ligado ao objeto numa relação de causa e efeito, condicionado por algum fator externo, é apropriadamente denominado de inerente ao objeto. Em outras palavras, as características (intrínsecas) do objeto manifestam propriedades (inerentes) diante de um fator externo (extrínseco).

Para facilidade de expressão, é conveniente dispor, também, de um termo geral para designar características e propriedades, pois, embora distintas quanto à conceituação, são predicadas de um mesmo objeto. « Sugere-se o termo 'atributo' para designar a classe de todos os predicados de um objeto ». Este é o significado lógico do termo, segundo o dicionário Webster (1945). Além disso, a etimologia da palavra é uma indicação de que essa acepção é coerente com os princípios utilizados neste trabalho. A raiz latina *tribuere* significa conferir, imputar, e, como será comentado adiante, esta ação é desempenhada pelo observador com base na finalidade de estudo ou intenção de uso.

Embora no contexto vernáculo haja semelhança de significado para os termos « característica », « propriedade » e « atributo », a sinonímia decorrente gera incompreensão. Alguns exemplos ilustrativos serão abordados posteriormente. Por ora, é considerado suficiente esclarecer que a adoção do termo « atributo » como adequado para designar genericamente características e propriedades e destes dois nomes para o que é da natureza e do comportamento, respectivamente, impõem-se sobre outras possíveis alternativas por força das suas respectivas etimologias, precedentes lógicos e, pode-se dizer, por intuição.

Há mais à considerar, porém, sobre comportamento. Um objeto como o solo reagirá diante de um estímulo externo se, no mínimo, uma de suas características for sensível à esse estímulo, e, como as características constituem a essência do objeto, conclui-se que o objeto é sensível àquele fator.

Percebe-se que a noção de comportamento está relacionada com a de sensibilidade. A esse respeito, RUSSELL (1966, ed. 1978) diz o seguinte : « *É claro que a percepção é uma relação do organismo com alguma coisa diferente de si ou uma parte de si mesmo, e é exibida mais intensamente, à medida que o organismo se torna mais complexo. Contudo, consciência-perceptiva é uma espécie de 'sensibilidade', não confinada a organismos vivos, mas também exibida*

por instrumentos científicos e, de certa forma, por todas as coisas. A sensibilidade consiste em comportar-se, na presença de um estímulo de certa espécie, de modo como o animal ou coisa não se comporta na sua ausência ».

Para prosseguir com o argumento, é necessário esclarecer à respeito da participação do cientista que observa o solo no intuito de acrescentar conhecimentos à Edafologia.

É evidente que as considerações de RUSSELL (1966, ed. 1978) são aplicáveis ao observador interessado no fenômeno. Logo, a percepção das propriedades de um objeto é um comportamento do observador. De fato, RUSSELL acrescenta que o observador, quando pensa estar observando um objeto, está, realmente, segundo garante a Física, observando os efeitos do objeto sobre si mesmo.

Sem contestar diretamente essa afirmação, pode-se mencionar que as decisões tomadas pelo observador quanto à utilização do objeto, são fundamentadas na suposta objetividade de sua percepção. Acrescenta-se que a constatação de resultados esperados, decorrente da utilização do objeto, tem constituído justificativa para que o observador se considere, pelo menos pragmaticamente, um registrador infalível das características e propriedades do solo, como também de outros objetos de seu interesse.

O conflito entre a ponderação de RUSSELL, decorrente da teoria da relatividade de EINSTEIN (BARNETT, 1958), e a atitude ordinariamente assumida pelo observador, pode ser esclarecido lembrando-se que, do ponto de vista edafológico, o estudo do solo identifica-se com o Pragmaticismo de Charles S. PEIRCE. Segundo THAYER (1974), PEIRCE assim expressou um dos postulados do seu método : « *E para esclarecer se o mundo físico é uma ilusão, considere, dentre os efeitos que concebemos que tem o objeto por nós concebido, aqueles que têm alguma utilidade prática. Então, nossa concepção desses efeitos corresponderá ao todo de nossa concepção do objeto* ».

É possível conciliar esses pontos de vista, aparentemente conflitantes, considerando que o observador, tendo suas próprias características (5 sentidos) sensíveis à um estímulo externo proveniente de um objeto (suas propriedades), experimenta uma reação, que é subjetiva. Todavia, o mesmo observador, quando registra conscientemente sua reação, assume-a objetivamente.

Talvez o melhor exemplo para ilustrar essas considerações seja o da situação em que um observador determina a cor de uma amostra de solo. Este exemplo é oportuno, porque a cor, embora seja a mais óbvia dentre as afirmações que podem ser feitas sobre um solo, é considerada pelos autores de « Soil Taxonomy » (SOIL SURVEY STAFF, 1975)

como tendo significado restrito, pois dizem textualmente, « *de um solo pardo não se pode dizer nada além de que é pardo* ».

Ora, o que se passa é o seguinte : uma radiação policromática (fator externo) atinge o solo ; diante deste estímulo, alguma parte de sua essência (características) reage (comportamento), absorvendo alguns comprimentos de onda da radiação e refletindo outros na direção do observador, no qual a parte de sua essência sensível ao espectro visível (retina) reage enviando ao cérebro um estímulo que é « percebido como a cor do objeto ». A percepção é subjetiva, mas o cérebro do observador a registra como consciência da cor do solo projetada junto (inerente) à sua superfície. Esta qualidade do cérebro dá ao observador a impressão de ver a cor, objetivamente.

Na ocorrência acima descrita o observador registra que a cor é uma propriedade do solo, inerente a ele, sem, contudo, ser parte de sua essência, pois caso contrário, pergunta-se : Na ausência de luz, que cor teria? Certamente, não teria nenhuma! Na ausência do estímulo, a propriedade especificamente mencionada não se manifestaria ; entretanto, as características do solo que reagiram à sua presença continuariam presentes.

Semelhantemente, pode-se comentar sobre o potencial de matriz do solo, uma propriedade que não se manifesta na ausência do fator externo água ; sobre o pH do solo, que não se manifesta na ausência de água ; sobre a resistência à compressão, que não se manifesta na ausência de uma força externa ; e assim por diante.

De acordo com os princípios expostos acima, é inevitável concluir que o observador, por si mesmo, só percebe propriedades do solo, pois seus sentidos não percebem diretamente características de um objeto. O registro das características é conseguido pela utilização de instrumentos ou aparelhos científicos. Nesta oportunidade, é suficiente mencionar que esse artifício é coerente com as considerações de RUSSELL sobre consciência-perceptiva.

A esse respeito é oportuno comentar um caso em que a confusão entre o significado de características e propriedades resultou da limitação do observador à percepção de propriedades e da posterior utilização de um artefato para o registro indireto de característica. Não é possível documentar esse caso que, à rigor, é hipotético, mas seus componentes são por demais conhecidos dos estudiosos do solo, para suscitar dúvidas. O caso é o seguinte : *utilizando o sentido do tacto, provavelmente complementado pelo da visão, algum observador, no passado, registrou a relação entre o que identificou como textura e o comportamento do solo para o cultivo de um modo geral. Percebeu, portanto, a relação entre propriedades, pois o que denominou textura arenosa, por exemplo, signi-*

fica uma determinada intensidade de atrito, causada pela fricção entre o seu sensor táctil e as partículas sólidas constituintes do solo. Em outras palavras, seu sensor, agindo como fator externo sobre a característica distribuição de partículas por tamanho, forneceu o estímulo que resultou na reação percebida pelo tacto e registrada pelo observador como textura arenosa; por conseguinte, uma propriedade. Posteriormente, desenvolveu-se instrumental adequado para a determinação da distribuição de partículas por tamanho que sendo, dentre as características do solo, a principal responsável pela propriedade textura, passou a ser, também, denominada de textura.

Essa sinonímia equívoca permanece até o presente e tem consequências interessantes. A primeira é o uso dos sistemas de identificação de textura a partir da proporção relativa das partículas primárias. O sistema proposto pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (SOIL SURVEY STAFF, 1951), por exemplo, amplamente divulgado e utilizado, estabelece «textura argila» para solo com 46 % de argila, 24 % de limo (silte) e 30 % de areia, independentemente da natureza da fração argila que, sendo uma característica, deverá afetar a propriedade textura. A segunda consequência, relacionada com esta, é que o treinamento dos iniciandos para a avaliação de textura, é feito utilizando-se amostras cuja textura foi previamente identificada, à partir do resultado de análise granulométrica. É óbvio que, além da inversão nos conceitos, há oportunidade para transmitir ao iniciando a imprecisão apontada pela primeira consequência.

Há muitas outras consequências que poderiam ser lembradas, tais como as mencionadas, em outra oportunidade, por MARCOS (1971), sobre a aplicação da sinonímia equívoca à solos cujas partículas de menor tamanho, naturalmente agregadas, exibem forte cimentação com complexo de compostos de ferro e substâncias orgânicas.

Conclui-se do exposto à respeito de características (C) e propriedades (P) do solo, que o relacionamento causa o efeito, condicionado pelo meio-ambiente (A), pode ser expresso da seguinte forma :

$$P = P (C, A)$$

A solução para essa equação ainda não foi obtida, embora algumas tentativas tenham sido feitas com estudos de correlação. O formato utilizado não tem sido exatamente esse, havendo inúmeros autores que procuraram relacionar propriedades entre si. Não obstante, a conceituação apresentada sobre a natureza e o comportamento do solo e seus relacionamentos, permite antever que, quando e se todas as características forem conhecidas e dimensionadas e a equação acima for solucionada, o solo poderá ser completamente definido; e, as propriedades,

calculadas para qualquer fator comensurável do ambiente.

A situação atual do conhecimento, evidentemente, ainda não é essa. Não se conhecem todas as características e as conhecidas não o são com detalhes suficientes. Não se dispõem de teorias adequadas para as propriedades. Conseqüentemente, é justificável que as propriedades sejam determinadas diretamente. O que deve ser evitado é a ambigüidade no estudo de aspectos distintos do solo, pois adotar tal atitude resulta em um desvio do objetivo da Edafologia.

Aplicação dos Conceitos de Característica e Propriedade

As idéias e princípios utilizados no desenvolvimento dos conceitos apresentados, são basicamente simples e conhecidos; tendo, possivelmente, ocorrido anteriormente à pesquisadores de outras divisões da Ciência. Permite-se esta suposição porque se observa que eles utilizam a distinção entre os atributos como critério para o estudo dos objetos de seu interesse. Talvez o façam por intuição, mas é mais provável que a explicação esteja no desenvolvimento gradual e sistemático do método de estudo aliado à intenção de integrar os conhecimentos adquiridos, de modo que formem um todo coerente. A Biologia e a Mineralogia, que também estudam objetos da natureza, são duas disciplinas que se prestam à comparações interessantes com o que o estudo do solo tem apresentado. É relativamente mais comum encontrarem-se na bibliografia sobre solos, trabalhos que apresentam conclusões contrárias a outras publicadas anteriormente. Há muitos relatos de pesquisas que, à rigor, não apresentam nenhuma conclusão, apenas resultados à guisa de conclusão.

A justificativa de que o estudo do solo é uma disciplina jovem, em relação às citadas, poderá ser lembrada como explicação para o fato de não ter sido apresentado, ainda, um todo coerente de conhecimentos.

Considera-se que uma das causas seja a falta de esclarecimento, quanto à distinção entre os atributos de natureza e de comportamento do solo. Tal distinção não é apenas uma questão de nomenclatura, embora maior precisão nesse sentido já bastasse como justificativa para a sua adoção; é também um critério para estudo, que pode ser utilizado em diversas situações. Algumas das possíveis aplicações são as seguintes :

1. A identificação de características e propriedades permite que as hipóteses de trabalho para uma pesquisa, tanto experimental como de investigação, sejam formuladas racionalmente. Em estudos

sobre regressão e correlação por exemplo, a prévia identificação das características e propriedades permite dispor de um critério para a escolha dos atributos que deverão ser considerados dependentes. É frequente a obtenção de resultados de correlação mais baixos do que o esperado, ou de coeficiente de regressão estatisticamente insignificante, quando o oposto era esperado. É provável que a explicação esteja na escolha dos atributos a serem relacionados. Duas propriedades de um solo podem até mesmo revelar alta correlação entre si, desde que sejam o comportamento de uma ou mais características idênticas e que reagem a estímulos externos diferentes. É o caso da retenção de água à altas tensões (acima de pF 3,0) e da CTC, que têm como causa dominante as características, teor e natureza dos colóides do solo. Por outro lado, deve-se esperar baixo índice de correlação, ou uma correlação inexplicável, como realmente tem sido verificado, quando uma propriedade que é efeito de um conjunto de características, é relacionada com, apenas, uma parte das características responsáveis pelo comportamento, ou quando é relacionada com outra, que é comportamento de um outro conjunto de características. Em outras palavras, a obtenção de baixos valores para índice de correlação é indicação de que as características causadoras do fenômeno não foram consideradas.

A repetição de trabalhos experimentais ou de investigação pode ser julgada desnecessária, considerando-se a teoria, se disponível, que explique o relacionamento entre determinadas características e propriedades. A aplicação desse conceito possibilita a identificação de alternativas experimentais com maior probabilidade de acrescentar conhecimento. Assim, por exemplo, a verificação de relação entre superfície específica e água higroscópica, já prevista pela teoria disponível, pode ser preterida em favor de pesquisa sobre o efeito da natureza da superfície das partículas sobre a água adsorvida.

Há inúmeros problemas e indagações sobre os solos do Brasil, que serão mais racionalmente estudados, utilizando-se a classificação dos atributos do solo. Um exemplo específico é o estudo das propriedades do solo relacionadas com as características das quais os compostos de ferro são parte.

2. Esses conceitos são aplicáveis como critério didático. A ordem dos tópicos a serem abordados em aula poderá ser mais compreensível para os alunos se a apresentação das causas dos diversos comportamentos do solo preceder à discussão das propriedades. Esta afirmação é feita considerando-se que as características definem o objeto de estudo e que, para classes que têm elevada porcentagem de alunos provenientes da zona urbana, a definição do solo é informação básica para a sintetização de

um modelo mental do objeto. E o modelo mental de solo é essencial para a compreensão de seu comportamento, pois, evidentemente, ninguém jamais viu o interior de um solo.

3. A dúvida quanto à classificação de um determinado atributo pode ser considerada como indicação de deficiência de conhecimento à respeito do mesmo. É de se esperar que um objeto complexo como o solo apresente comportamento dinâmico em que a complexidade seja a regra e não a exceção. Portanto, há muitos atributos que deverão ser melhor conhecidos antes que se possa categorizá-los com segurança. Os exemplos mencionados anteriormente, escolhidos por sua simplicidade ou porque a teoria do comportamento é conhecida, serviram ao propósito de apresentar os conceitos. Há, porém, atributos do solo que poderão suscitar dúvidas, como, por exemplo, «argila naturalmente dispersa em água», que é, aparentemente, uma característica variável com o pH da solução no solo, que, por sua vez, é uma propriedade segundo os conceitos propostos.

4. Os conceitos propostos são de utilidade na interpretação de resultados analíticos e mesmo na apreciação crítica da confiabilidade dos dados fornecidos por laboratórios de análise. Outra aplicação relacionada com esta são as inferências que podem ser feitas a respeito de propriedades, conhecendo-se as características e a teoria de seu relacionamento. Essa é especialmente útil, quando não se dispõe de análises completas ou quando propriedades de interesse não foram dimensionadas.

5. Como as características fazem parte da definição do solo e independem da participação de fator externo para sua manifestação, a identificação de um determinado solo é feita com mais precisão pelo conjunto de suas características. Identificar um solo pelo conjunto de propriedades requer, necessariamente, especificação das condições do meio-ambiente, em função das quais se manifestou. Assim, por exemplo, pode-se admitir que o teor de argila de um solo será uma característica constante num determinado período em que ocorra variação natural da temperatura ambiente, enquanto que, nessas mesmas condições, a retenção de água pelo solo, uma propriedade, sofrerá variações com a temperatura.

É conveniente mencionar que, conquanto as características do solo sejam de importância fundamental para a sua identificação, a utilização racional do solo, como recurso natural para o cultivo, é baseado em suas propriedades. O solo é utilizável pelo homem, devido ao seu comportamento. Para a planta, entretanto, além do comportamento, é importante a própria essência do solo, pois as

plantas usam apenas o que é da essência para constituir a sua própria essência.

Confronto dos Conceitos propostos com outras alternativas

Os argumentos precedentes, formulados com base no que se considerou verdades conhecidas ou princípios aceitos, permitiram delinear um conjunto de conceitos que formam um sistema julgado coerente e útil para estudos sobre o solo e, provavelmente, aplicáveis também à outros objetos de estudo.

A sua aceitação dependerá, evidentemente, de um confronto com outras alternativas. Algumas delas são focalizadas à seguir, com o propósito de salientar o significado dos conceitos propostos. É importante mencionar, para melhor compreensão, que os termos são utilizados em conformidade com os conceitos dos autores citados, exceto quando explicitamente indicado ser de acordo com a conotação proposta neste ensaio.

1. CONCEITOS DE GILL & VANDEN BERG (1967, pp. 55-60). Uma sistemática, algo semelhante à apresentada, foi anteriormente proposta por esses autores. Os conceitos fundamentais do sistema são descritos à seguir.

GILL & VANDEN BERG adotaram o significado mais amplo e comumente empregado do termo propriedade que, segundo o dicionário Webster (1945), é o seguinte : « *propriedade é uma qualidade, característica própria de uma pessoa ou coisa* ». Com base nessa conotação, propuseram que as propriedades fossem categorizadas em « propriedades de identificação » e « propriedades de comportamento », de acordo com a finalidade em considerá-las, ou a intenção de uso. As propriedades que identificam a constituição física do material e incluem composição química, tamanho, forma, estrutura cristalina, densidade, etc. ; são propriedades que podem ser determinadas sem considerar a utilidade funcional do solo e que, em conjunto, recebem a designação de « propriedades de identificação ». Quando se tem em mente uma função para o objeto ou uma utilização, determinam-se as propriedades de comportamento, mediante aplicação de uma força ou colocando o solo em situação controlada para observar suas reações. As propriedades de comportamento, também denominadas propriedades físicas de comportamento são, por sua vez, divididas em duas categorias. Serão denominadas « propriedades dinâmicas », quando o objeto se modifica, se transforma ou cede, em decorrência da situação em que se encontra, e denominadas « propriedades estáticas », as que incluem o comportamento com que o solo resiste à situação. Neste segundo caso, o fator externo é que apresenta um comportamento em relação ao solo.

Para ilustrar esses conceitos, GILL & VANDEN BERG citam o exemplo de um solo que se expande quando umedecido, alterando sua porosidade e afetando a passagem de um fluxo de água ou ar. Segundo os conceitos desses autores, a porosidade é uma propriedade estática e a condutividade, uma propriedade dinâmica.

O relacionamento entre propriedades físicas e propriedades de comportamento é, também, semelhante ao proposto neste trabalho. GILL & VANDEN BERG argumentam da seguinte maneira : « *Uma vez que as propriedades físicas descrevem a natureza do material e essa natureza determina como o material se comportará, conclui-se que as propriedades de comportamento devem ser função das propriedades físicas. Assim, numa equação matemática que descreva essa relação, as propriedades materiais serão variáveis independentes e as propriedades de comportamento serão variáveis dependentes.* »

Comparando-se os dois sistemas, percebe-se que, enquanto o proposto neste ensaio para distinguir entre natureza e comportamento é geral, o de GILL & VANDEN BERG é particular para solos e restrito a seus aspectos físicos. Além disso, há aspectos do solo que, embora sendo de sua natureza, seriam enquadrados como propriedade estática ou como propriedade dinâmica, dependendo da presença de constituintes que se expandem. É o caso de superfície específica. Entretanto, no sistema proposto, superfície específica é sempre uma característica. O fato de ser determinada provocando expansão do material, que à propósito é uma propriedade, não adiciona ao material mais superfície além daquela que ele tem por natureza.

2. CONCEITOS DE JENNY (1941). No primeiro Capítulo de sua obra « *Factors of Soil Formation* », considerada um dos clássicos da literatura sobre solos, JENNY apresenta seu conceito de propriedade do solo e utiliza-o na discussão do relacionamento entre propriedades e os cinco fatores de formação do solo propostos por DOKUCHAEV. Segundo JENNY, o solo é considerado como um sistema que pode ser definido por um número limitado de propriedades, pois, se é fixado um número suficiente, todas as demais também o são. As que compõem o número suficiente são consideradas como fatores condicionadores e independentes. Consequentemente, algumas propriedades são dependentes. JENNY cita como exemplos dessas duas categorias, as seguintes :

- a) independentes — umidade e temperatura
- b) dependentes — H^+ , OH^- , cor, % Fe_2O_3

Depreende-se das considerações de JENNY que as propriedades do solo são, em geral, dependentes dos fatores de formação do solo. Não há, entretanto, distinção clara entre os termos características

e propriedades que, salvo preferência pelo termo propriedade, são utilizados como sinônimos.

As diferenças principais entre os conceitos de JENNY e os aqui propostos, desprezando-se o confronto de terminologia, resultam da aplicação dos conceitos. Os conceitos de JENNY permitem estipular umidade como propriedade independente, enquanto que os conceitos desenvolvidos neste trabalho, quando aplicados, identificam água como fator externo e permitem identificar o potencial de matriz do solo como propriedade.

3. CONCEITO ORDINÁRIO (Sinonímia). É difícil precisar como o conceito de sinonímia se generalizou. Constata-se que, nas linguas modernas mais conhecidas, os termos característica, propriedade e atributo são utilizados como sinônimos, tanto na conversação ordinária como no registro escrito de conhecimentos científicos.

Na bibliografia sobre solos, que é o objeto em foco, os exemplos são lugares-comuns. Na maioria das vezes, o contexto esclarece quanto ao significado intencionado pelo autor; em algumas porém, quando a compreensão do contexto depende do significado dos termos, é prejudicada à clareza das idéias expressas no texto. Há, também, autores que, por alguma razão não evidenciada, utilizam os termos ligados pela conjunção aditiva, embora o contexto do trabalho não justifique a sugestão de que são coisas diferentes; nestes casos, em particular, parece, ou tentativa de evitar que algum atributo seja omitido ou indicação de que o significado dos termos ainda não foi determinado.

As citações apresentadas à seguir ilustram esses casos:

(a) BUOL *et alii* (1973). Trata-se de obra sobre gênese e classificação de solos, internacionalmente utilizada como livro-texto. Os termos característica e propriedade são empregados como sinônimos na explanação de tópicos em que, geralmente, o contexto esclarece quanto ao significado. Entre as páginas 22 e 25, entretanto, a compreensão do texto é prejudicada pela referência ao efeito que características ou propriedades específicas, como cor e consistência, têm sobre outras características.

(b) DUCHAUFOR (1963). Na introdução do trabalho, o autor apresenta comentários sobre características, propriedades e o que denomina « características intrínsecas ». E o faz de maneira

a indicar que essas distinções serão utilizadas para a exposição do assunto. No texto, entretanto, os termos são utilizados como sinônimos.

(c) CRUICKSHANK (1972). No primeiro capítulo, onde o autor expõe seu conceito de solo, os termos característica e propriedade aparecem ligados pela conjunção aditiva, indicação de que têm significado distinto; no texto, porém, são utilizados como sinônimos. Há, contudo, algum atributo que, talvez por idiosincrasia, parece ao autor ser propriedade e não característica; é o caso de espaço poroso.

(d) AVERY (1969). Esse autor utiliza, em sua monografia, os termos característica e propriedade como sinônimos. Este é um exemplo de texto em que o contexto esclarece quanto ao significado dos termos.

(e) OLIVEIRA (1975). Trata-se de um trabalho sobre variabilidade de solos. Depreende-se da leitura do texto que o autor oscila entre alguma diferença não especificada dos atributos característica e propriedade e uma preferência pelo termo característica. Nota-se que, em suas citações de outros autores, o emprego dos termos não é coerente com o texto principal.

(f) SOIL SURVEY STAFF (1975). O texto da obra que sucedeu à « 7ª Aproximação », contém os termos em pauta em todas as circunstâncias mencionadas no intróito deste tópico (Conceito Ordinário). Como exemplo, é suficiente uma pequena transcrição da página 9 desse texto: « *A cor do solo e os horizontes do solo são propriedades óbvias que têm sido usadas como características diferenciais (1) nos níveis categóricos mais elevados da maioria das taxonomias. A cor em si parece não ter características acessórias. Se alguém considerar, por exemplo, todos os solos que têm cor parda, não poderá oferecer nenhuma proposição sobre esses solos, além da que afirma que são pardos. Há características acessórias de algumas cores em combinação com outras propriedades; o uso da cor como característica diferencial deveria ser restrito à estes casos. Uma classificação mais útil pode ser elaborada se as propriedades que têm maior número de propriedades acessórias do que a cor forem usadas para diferenciar categorias mais altas.* »

Há outras alternativas que poderiam ser focalizadas para confronto mas que não o foram para evitar que considerações de ordem metafísica fossem utilizadas além do que pareceu necessário ao autor.

(1) *Características diferenciais, acessórias e acidentais, são usadas aqui no sentido proposto por CLINE (1949). Uma propriedade escolhida como base para agrupamento é diferencial. Propriedades covariantes, sobre as quais se podem fazer proposições precisas, são características acessórias. Propriedades que são independentes do critério para agrupamento são características acidentais; nenhuma afirmação pode ser feita à seu respeito para o taxon um todo.*

Como já foi mencionado anteriormente, o enfoque é realista, o que, por si, justifica não apresentar, nesta oportunidade, confrontos com alternativas próprias de outras doutrinas filosóficas manifestas na consideração da influência que a consciência-hábito tem sobre a consciência-perceptiva.

As três alternativas focalizadas para confronto foram consideradas adequadas para a finalidade proposta, isto é, colocar em evidência os conceitos relativos à natureza e comportamento do solo. Considera-se que as duas primeiras, atribuídas à GILL & VANDEN BERG e à JENNY, respectivamente, têm possibilidades de utilização para os estudos específicos mencionados pelos autores. A terceira, entretanto, *é um fator externo à estimular a característica cérebro para a manifestação da propriedade inteligência, que pode ser utilizada para criticá-la.*

Um atributo do solo pode ser algo como a distribuição de partículas por tamanho que, certamente, é da sua constituição e não se altera com a ocorrência de fenômenos, como difusão de gases e fluxo de

fluidos; ou pode ser algo como difusão de calor, plasticidade e contração, que variam com a granulometria do solo. Pode-se aceitar que estes dois grupos de atributos, quando designados pelo mesmo termo ou por dois termos intercambiáveis ao sabor do estilo do autor, aumentem a compreensão das proposições? Considera-se que a argumentação apresentada é justificativa para responder negativamente a essa indagação.

Como observação final, talvez dispensável mas pertinente, mencione-se que os conceitos propostos, quanto à definição da natureza do solo e seu comportamento, referem-se à conceituação dos atributos e não à constância de sua grandeza. As características podem, certamente, variar em seus valores qualitativos e quantitativos, diante de uma variação do ambiente. Como se sabe, a natureza tende ao equilíbrio e o processo ocorre, segundo os conceitos discutidos, pela reação da essência dos objetos às variações dos fatores externos; consequentemente, pela manifestação de suas propriedades.

« As relações lógicas, que subsistem entre proposições básicas, levam-nas a se ajustarem a um sistema que, como um todo, reforça a probabilidade de cada um dos seus componentes ».

(J. BRONOWSKI, 1964).

CONCLUSÃO

Ao escrever um trabalho de Ciência, o autor descobre quão limitado é seu conhecimento: quantas indagações para responder e quantos vazios entre as poucas coisas que pensa saber. Ainda assim reúne os resultados de suas cogitações como lhe parece adequado, e os oferece à consideração de seu pares. É o que se pretendeu neste ensaio.

Considerou-se que a tentativa de utilização de alguns princípios de lógica, acessíveis ao autor, resultaria numa contribuição que possibilitaria refletir sobre conceitos e termos estabilizados pelo emprego em discursos sobre solo. Utilizaram-se, com certa liberdade, princípios filosóficos de autores que, provavelmente, não cogitaram, especificamente, de sua aplicação à solos. Entretanto, como o regolito e o solo são objetos que ocorrem naturalmente, é próprio empregar esses princípios, dessa forma, num ensaio epistemológico.

O estudo do regolito, sob a égide da Pedologia, como aqui está definido, poderá conduzir ao conhecimento de sua função na paisagem como elo de ligação entre a Petrologia e a Geomorfologia.

O mesmo pode ser dito quanto ao relacionamento lógico entre características e propriedades como base teórica para princípios sobre as relações solo-planta. De certa forma, « o princípio da vegetação », como foi denominado por RUSSELL (1961), poderá vir à ser pesquisado com base nesse relacionamento, de modo à conduzir ao equacionamento unificado dos fatores de produção no que diz respeito, neste contexto, à participação do solo.

O sistema proposto, como um todo, poderá indicar, com critério, a base racional para formular hipótese de trabalho para a execução de pesquisas que conduzam, como disse CHAMBERLIN (1980, reed. 1965), ao estudo criativo que resulta no descobrimento de novas verdades.

A responsabilidade de desenvolver a aplicação dos conceitos propostos não deverá ser definida antes que outros os analisem criticamente para verificar sua utilidade. Admite-se, entretanto, que a coerência entre os conceitos que constituem o todo do ensaio, resultou das críticas e sugestões oferecidas por aqueles a cuja apreciação o texto foi submetido. A esses o autor é grato.

BIBLIOGRAFIA

- ABRAHÃO (I. O.) *et alii*, 1977. — *Mineralogia e Petrologia*. Piracicaba, Departamento de Solos e Geologia, E.S.A.L.Q., 180 p.
- ARISTOTLE. — *On man in the universe*. Roslyn, Walter J. Black, Inc., New work, 1943, 441 p.
- AVERY (B. W.), 1969. — Problems of soil classification. *In*: SHEALS, J. G. *The soil ecosystem*. London, The Systematic Association, p. 9-17.
- BARNETT (L.), 1958. — *The universe and Dr. Einstein*. The New American Library of World Literature, Inc., 128 p.
- BATES (R. L.) & SWEET (W. C.), 1966. — *Geology: an introduction*. Lexington, D.C. Heath Compagny, 367 p.
- BRADY (N. C.), 1974. — *The nature and properties of soils*. New work, McMillan Publishing, Co., Inc., 639 p.
- BREWER (R.), 1964. — *Fabric and Mineral Analysis of Soils*. New York, John Wiley & Sons, 470 p.
- BRONOWSKI (J.), 1964. — The creative process. *Scientific American*, New York, 199 (3) : 59-65.
- BUNTING (B. T.), 1971. — *Geografia do Solo*. Rio de Janeiro, Zahar Editores, 259 p.
- BUOL (S. W.) *et alii*, 1973. — *Soil genesis and classification*. Ames, The Iowa State University Press, 360 p.
- CAWS (P.), 1969. — The structure of discovery. *Science*, Washington D.C., 166 : 1375-80.
- CHAMBERLIN (T. C.), 1965. — The method of multiple working hypothesis. *Science*, Washington, D.C., 148 : 754-9.
- CLINE (M. G.), 1961. — The changing model of soil. *Proceedings of Soil Science Society of America*, Madison, 25 : 442-6.
- GROWTHER (E. M.), 1953. — The sceptical soil chemist. *Journal of Soil Science*. London, 4 : 107-22.
- GRUICKSHANK (J. G.), 1972. — *Soil geography*. New York, John Wiley & Sons, Inc., 256 p.
- DOST (H.), 1960. — Criticism of the conception of soil as a natural body. *In*: INTERNATIONAL CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 7., Madison, 1960. *Transactions*. Groningen, v. 4, 124-6.
- DUCHAUFOUR (P.), 1963. — Soil classification, a comparison of the American and the French systems. *Journal of Soil Science*, London, 14 (1) : 149-55.
- FERREIRA (A. B. H.), 1975. — *Novo dicionário da língua portuguesa*. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1517 p.
- FOURMARIER (P.), 1950. — *Principes de géologie*. Paris, Masson & Cie, Ed.
- GIBBS (H. S.), 1955. — What use is pedology? *Soils and fertilizers*, 18 : 188-90.
- GIESELAING (J. E.), 1971. — Soil origin and development. *In*: The Encyclopedia Britanica. Chicago, v. 20, p. 831.
- GILL (W. R.) & BERG (G. E. V.), 1967. — Soil dynamics in tillage and traction. *Agricultural Handbook, Agricultural Research Service*, U.S.D.A., n. 316, 511 p.
- GILLULY (J.) *et alii*, 1968. — *Principles of geology*. San Francisco, W. H. Freeman & Co., 687 p.
- GLINKA (K. D.), 1963. — *Treatise of soil science*. Jerusalem, Israel Program for Scientific Translations Ltd., 558 p.
- GLOSSARY of soil science terms, 1965. — *Proceedings of Soil Science Society of America*, Madison, 29 (3) : 330-51.
- GLOSSARY of soil science terms, 1978. — Madison, *Soil Science Society of America*, 36 p.
- HARLAN (J. R.), 1976. — The plants and animals that nourish man. *Scientific American*. New York, 235 (3) : 88-97.
- HEGENBERG (L.), 1974. — *Definições, termos teóricos e significativos*. São Paulo, Editora Cultrix/E.D.U.S.P., 136 p.
- HILGARD (E. W.), 1914. — *Soils*. New York, The McMillan Co.
- JANSEN (I. J.) & ARNOLD (R. W.), 1976. — Defining ranges of soil characteristics. *Journal of Soil Science Society of America*, Madison, 40 : 89-92.
- JENNY (H.), 1941. — *Factors of soil formation*. New York, McGraw-Hill Book Co. Inc., 281 p.
- JOFFE (J. S.), 1936. — *Pedology*. New Jersey, Rutgers University Press.
- JONES (T. A.), 1959. — Soil classification, a destructive criticism. *Journal of Soil Science*, London, 10 (2) : 196-200.
- KNEALE (W. C.), 1971. — Scientific method. *In*: Encyclopaedia Britanica, Chicago, v. 20, p. 18.
- LEEPER (G. W.), 1956. — The classification of soils. *Journal of Soil Science*, London, 18 : 77-80.
- LEEPER (G. W.), 1955. — What use is pedology; reply to Northcote and Gibbs. *Soils and fertilizers*, 18 : 375-6.
- LEPSCH (I. F.), 1976. — *Solos, formação e conservação*. São Paulo, Ed. Melhoramentos/I.N.L./E.D.U.S.P., 160 p.
- LOOMIS (R. S.), 1976. — Agricultural systems. *Scientific American*, New York, 235 (3) : 98-105.

- MANIL (G.), 1967. — General considerations on the problem of soil classification. *Special publication, Soil Science Society of America*, n. 1, p. 393-401.
- MARBUT (C. F.), 1900. — *Soils of the United States. Atlas of American Agriculture*. Washington, U.S. Government Printing Office: 935, part 3.
- MARCOS (Z. Z.), 1971. — *Morphological and physical properties of fine-textured oxisols*. Ohio, 268 p. (Ph. D. Ohio State University).
- MILL (J. S.), 1967. — *A system of logic*. London, Longmans Green & Co. Ltd., 622 p.
- Obituary Notice, 1940. — *Soils and fertilizers*, 3 (4) : 147-8.
- OPRUGHEV (V.), 1954. — *Fundamentals of geology*. Moscow, Foreign Languages Publishing House, 374 p.
- OLIVEIRA (J. B.), 1975. — Diferenciação e distribuição de solos em diversos níveis categóricos de duas áreas aparentemente homogêneas de oxissolo. *Bragantia*, Campinas, 34 (21) : 309-48.
- PLATT (J. R.), 1964. — Strong inference. *Science*, Washington, D.C., 146 : 347-53.
- PLYUSNIN (I. I.), s. d. — *Reclamative soil science*. Moscow, Foreign Languages Publishing House, 398 p.
- RAMANN (E.), 1911. — *Bodenkunde*. Berlin, Verlag Julius Springer.
- RESCHER (N.), 1964. — *Introduction to logic*. New York, St. Martin's Press, 360 p.
- RUSSELL (B.), 1978. — *Significado e verdade*. Rio de Janeiro, Zahar Editores, 309 p.
- RUSSELL (E. W.), 1973. — *Soil conditions and plant growth*. New York, John Wiley & Sons, 642 p.
- SALMON (W. C.), 1973. — *Lógica*. Rio de Janeiro, Zahar Editores, 142 p.
- SETZER (J.), 1941. — As características dos principais tipos de solos do Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, 1 (4) : 255-9.
- SIMONSON (R. W.), 1968. — Concept of soil. *Advances in Agronomy*. New York, Academic Press, Inc., v. 20.
- SIMPSON (B.), 1966. — *Rocks and minerals*. London, Pergamon Press, 302 p.
- SINGER (C.), 1971. — History of Science. In: *Encyclopaedia Britannica*. Chicago, v. 20, p. 6.
- TERZAGHI (K.) & PECK (R. B.), 1948. — *Soil mechanics in engineering practice*. New York, John Wiley & Sons, Inc., 566 p.
- THAYER (H. S.), 1974. — Pragmatism. In: *Encyclopaedia Britannica*. Chicago, v. 14, p. 940-4.
- THORNBURY (W. D.), 1969. — *Principles of geomorphology*. New York, John Wiley & Sons, 594 p.
- TSYTOVICH (N.), 1976. — *Soil mechanics*. Moscow, Mir Publishers, 293 p.
- UNITED STATES DEPARTMENT, 1960. — Soil Conservation. Soil Survey Staff. *Soil classification: a comprehensive system*. Washington (7th Approximation).
- UNITED STATES DEPARTMENT, 1975. — Soil taxonomy. *Agriculture Handbook*, Washington n. 436.
- VERDADE (F. C.), 1972. — Conceito de solo e evolução da pedologia. MONIZ, A. C. *Elementos de pedologia*. São Paulo, E.D.U.S.P., 459 p.
- VIEIRA (L. S.), 1975. — *Manual da Ciência do Solo*. São Paulo, Editora Agronômica « Ceres », 464 p.
- WEBSTER's, 1945. — *New international dictionary of the English language*, Springfield, G. & C. Merriam Co., 3210 p.
- WILDE (S. S.), 1953. — Soil science and semantics. *Journal of Soil Science*, London, 49 (1) : 1-4.
- WILLIAMSON (W. T. H.), 1959. — The discipline of soil science. *Journal of Soil Science*, London, 10 (1) : 1-4.
- WU (T. H.), 1966. — *Soil mechanics*. Boston, Allyn & Bacon, Inc., 431 p.
- ZILLER (J.), 1952. — *Pequenos reparos filológicos*. São Paulo, Imprensa Metodista, 204 p.