

# Avaliação comparativa do grau de intemperismo de latossolos de três compartimentos distintos do Planalto Central Goiano\*

Virlei Álvaro de Oliveira\*\*

Jairo Roberto Jiménez-Rueda\*\*\*

## Introdução

A natureza das antigas paisagens (chapadas e chapadões) da região Central do Brasil é ainda pouco clara em vários aspectos, dentre os quais a origem e evolução dos seus solos, que são um de seus principais elementos constituintes

De acordo com vários autores as diversas superfícies que constituem o Planalto Central Goiano, são resultado da atuação de ciclos de erosão diferenciados, em períodos distintos, geralmente associados a períodos de estabilidade, ativações e/ou reativações tectônicas (Braun, 1971, King, 1956, Penteado, 1976, Pinto, 1988 e Jiménez-Rueda; Bias, Oliveira, 1997)

Em razão disto, elaborou-se este trabalho com o fim de avaliar comparativamente o grau de intemperismo de latossolos de três compartimen-

tos distintos deste planalto, buscando-se assim elementos que propiciem uma melhor compreensão da gênese das respectivas paisagens.

O grau de intemperismo dos solos nem sempre pode ser inferido pela idade das superfícies que ocupam, ou mesmo das litologias sobre as quais estejam assentados, visto que uma série de outros fatores podem interferir no seu desenvolvimento. Alguns complicadores podem ser apontados quando se pretende avaliar indiretamente a idade de um solo, dentre eles o fato dos mesmos nem sempre serem autóctones e por conseguinte, não terem necessariamente uma relação com o substrato litológico ou com o ambiente do qual são constituintes no tempo atual. O próprio rejuvenescimento das paisagens, os processos erosivos e de acumulação são fatores que dificultam o relacionamento cronológico solo/

paisagem. Datações diretas, a exemplo das rochas, podem ser feitas, porém, quase sempre apresentam limitações para o caso de solos

Dentre todas as formas de avaliação do grau de intemperismo para Latossolos, sem dúvida a constituição mineralógica da fração argila, que tem reflexos diretos nos valores da relação molecular  $K_i$ , é um dos principais elementos diferenciadores. Para a distinção de Latossolos no Sistema de Classificação de Solos utilizado no Brasil (Camargo; Klant; Kauffman, 1987), emprega-se o valor do índice  $K_i$  como um dos caracteres diferenciadores

Segundo Moniz, 1972 a remoção do silício (dessilicificação) durante a meteorização das rochas é comumente tomada como referência no estudo da alteração, por ser um dos principais constituintes das rochas e sedimentos e, por ser lenta, pode ser to-

\* Parte da tese de doutorado apresentada pelo primeiro autor no curso de Geociências da Universidade Estadual Paulista

\*\* Engenheiro Agrônomo, doutor em Geociências da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Divisão de Geociências de Goiás

\*\*\* Engenheiro Agrônomo, doutor em Ciência do Solo do Departamento de Geologia Aplicada da UNESP - Campus de Rio Claro - SP

mada como referência no estudo de qualquer estágio de meteorização. Devido à pequena remoção do alumínio (praticamente desprezível) este elemento é usado junto com o silício para avaliar o grau de meteorização ou evolução de materiais em decomposição, através da relação molecular sílica/alumina, cujo símbolo é Ki

Verdade (1972) coloca que em solos com Ki muito baixos (< 1,0) há domínio de óxidos na fração argila, entre 1,0 e 1,5 e dominam óxidos com contribuição de caulinita e na medida em que aumenta o valor passa a ocorrer progressivamente domínio de minerais 1:1 (caulinita), até predominarem minerais do tipo 2:1, porém já numa faixa acima de 3.0

O trabalho teve o propósito de avaliar o grau de intemperismo dos Latossolos dos vários compartimentos, levando-se em conta a idade relativa dos mesmos, o que permite inferir os processos morfogenéticos envolvidos em sua elaboração

## Material e métodos

### A área de estudo

Compreende uma grande extensão de terras, com cerca de 150 000 km<sup>2</sup> de superfície, situada na porção centro-oriental do Estado de Goiás, aproximadamente entre os paralelos 13°00' e 18°00' S e os meridianos 47°00' e 50°00' WGr. Corresponde ao que Pena et al. 1975, denominou Planalto Central Goiano. Tem como principais centros urbanos as cidades de Brasília no Distrito Federal, Goiânia e Anápolis em Goiás. Foi dividido por Mamede; Nascimento, Franco (1981) e Mamede et al. (1983) em quatro compartimentos distintos: Planalto do Distrito Federal, Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba, Planalto Rebaixado de Goiânia e Depressões Intermontanas.

As características climáticas devem-se quase que exclusivamente aos sistemas regionais de circulação atmosférica, com chuvas de 1500 a 2000 mm, concentradas de novembro a março. As temperaturas são elevadas entre 20 e 25°C.

A geologia é diversificada, com rochas arqueanas do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (charnockitos, metagabros, metavulcânicas básicas, etc.); proterozóicas representadas por corpos graníticos (serras Dourada, da Mesa e do Encosto); grupo Araxá e faixa de Dobramento Brasília (grupos Paranoá e Bambuí); e, ainda, Cenozóicas representadas por diferentes depósitos terciários e quaternários.

A vegetação natural é representada pela Floresta Estacional Decidual, pelo Cerrado e por áreas de Tensão Ecológica, que se tratam de locais onde dois ou mais tipos de vegetação se juntam, interpenetrando-se ou confundindo-se.

### Os perfis de solos

Foram coletados os seguintes perfis de solos, classificados de acordo com o Sistema de Classificação de Solos utilizado no Brasil (Camargo; Klamt; Kauffman, 1987), que têm algumas de suas características morfológicas mostradas no Quadro 4:

**Perfil 01** - Latossolo Vermelho-Escuro distrófico A moderado, textura argilosa, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio, relevo suave ondulado (substrato clorita-biotita-granada-muscovita-xisto, quartzoso) Localização: Planalto Rebaixado de Goiânia. Município de Senador Canelo - GO. Lat.: 16° 47' S e Long.: 49° 06' WGr. Altitude: 785m.

**Perfil 02** - Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico A moderado endopetroplântico, textura muito argilosa, fase Cerrado Tropical Subca-

ducifólio, relevo suave ondulado (substrato sericita-xisto). Localização: Planalto do Alto Tocantins - Paranaíba. Município de Alexânia - GO. Lat.: 16°06'17" S e Long.: 48°26'19" WGr. Altitude: 1040m.

**Perfil 03** - Latossolo Variação Una distrófico A moderado endopetroplântico, textura muito argilosa, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio, relevo suave ondulado (substrato silito sericítico) Localização: Planalto do Distrito Federal Reserva Ecológica do IBGE. Distrito Federal. Lat.: 15° 57' 19" S e Long.: 47° 53' 02" WGr. Altitude: 1105m.

**Perfil 04** - Latossolo Vermelho-Escuro distrófico A moderado, textura argilosa fase Cerrado Tropical Subcaducifólio, relevo suave ondulado (substrato quartzo-muscovita xisto). Localização: planalto Rebaixado de Goiânia. Município de Anápolis - GO. Lat.: 16°22'27" S e Long.: 49° 07'45" WGr. Altitude: 900m.

### Trabalhos de campo

Para todos os perfis foram coletadas, além de amostras deformadas dos horizontes, amostras de rochas para análises químicas e também material grosseiro (crostas e concreções) para determinações químicas e mineralógicas.

Para a descrição morfológica dos perfis, utilizaram-se as normas e critérios contidos no manual de descrição e coleta de solos no campo de Lemos e Santos (1984) e no Manual técnico de pedologia (Souza, 1995).

### Trabalhos de laboratório

As análises de granulometria e do complexo de laterização (ataque sulfúrico) seguiram a metodologia do CNPS/EMBRAPA (Manual de métodos de análises de solos, 1997), enquanto a difratometria de Raios X

foi realizada na fração argila tratada com CDB (Mehra, Jackson, 1960). A análise química total por fluorescência de Raios X seguiu a metodologia de Franzini, Leoni; Saitta, 1972

## Resultados e discussão

A idade relativa dos compartimentos constituintes do planalto é referenciada na literatura especializada com base em avaliações indiretas e raríssimas datações absolutas. Com base em informações de literatura (Almeida, 1959; Penteado, 1976; Mamede, Nascimento, Franco, 1981 e Mamede et al, 1983; Pinto, 1987) elaborou-se o Quadro 1, que contém a idade aproximada dos compartimentos em estudo

Basicamente, a fração argila desferificada dos solos estudados é cons-

tituída por caulinita e gibbsita em proporções alternadas, tendo sido constatada a presença incipiente de minerais interstratificados para alguns solos, conforme dados do Quadro 2.

Estes resultados são importantes para indicar o grau de intemperismo dos solos, pois refletem a sua mineralogia secundária, que é o seu produto final. Entretanto, no material do solo restante, encontram-se ainda minerais primários mais ou menos intemperizáveis, que também podem indicar grau de intemperismo de maneira indireta, visto que fornecem informações sobre a reserva potencial de minerais, passíveis de intemperização. Em razão disto, elaborou-se o Quadro 3, que contém relações moleculares indicativas de alterações intempéricas, calculadas com base na análise química total e nos dados de ataque sulfúrico, e

que servem para uma avaliação do grau de intemperismo do material do solo como um todo em comparação com o da sua fração fina

Pelo Quadro 2, o perfil de nº 02, representante do compartimento Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba mostra-se menos intemperizado que todos

Verifica-se para este solo o domínio absoluto da caulinita, embora a gibbsita esteja também presente, caracterizando pelo menos um incipiente processo de alitização. Os valores de  $K_i$  corroboram os dados de difração de Raios X, pois são os mais elevados dentre todos

O perfil 03 é representante do compartimento geomorfológico Planalto do Distrito Federal, tem mineralogia predominantemente gibbsítica, o menor valor de  $K_i$  (0,31) e au-

**Quadro 1 - Idade inferida dos compartimentos geomorfológicos e perfis de solos representativos**

Compartimento geomorfológico	Idade	Perfis de solos representativos
Planalto do Distrito Federal	Terciário inferior	03
Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba	Terciário inferior (1)	02
Planalto Rebaixado de Goiânia	Plio-pleistoceno	01 e 04

(1) Datação mais provável para o local do perfil 02, que se trata de um residual correlativo ao Planalto do Distrito Federal

**Quadro 2 - Mineralogia da fração argila, processos de intemperismo predominantes e valores da relação  $K_i$  (ataque sulfúrico) para alguns horizontes dos solos**

Compartimento geomorfológico	Perfil	Horizonte	Profundidade (cm)	Mineralogia	Processos	$K_i$
Planalto do Distrito Federal	03	Bw	56-123	+++ Gibbsita + Caulinita	+++ Alitização + Monossilização	0,31
Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba	02	Bw	95-155	+++ Caulinita + Gibbsita	+++ Monossilização + Alitização	1,78
Planalto Rebaixado de Goiânia	01	Bw2	103-170	+++ Gibbsita + Caulinita - Interstratificados	+++ Alitização + Monossilização + Bissialitização incipiente	0,96
	04	Bw2	145-265	+++ Gibbsita + Caulinita - Interstratificados	+++ Alitização + Monossilização + Bissialitização incipiente	0,48

Nota: Estimativa da quantidade de mineral com base na difratometria de Raios X: +++ dominante; + quantidade significativa; - traços

sência de argilo-minerais interestratificados, sendo portanto o mais intemperizado dentre todos.

Os perfis 01 e 04 são representantes do Planalto Rebaixado de Goiânia, cuja superfície topográfica foi elaborada mais recentemente, dentre as três estudadas (Quadro 1). Se houvesse uma relação cronológica direta, era de se esperar solos bem mais jovens nesse compartimento em concordância com a idade do mesmo. Entretanto, observando-se as características constantes do Quadro 2, verifica-se semelhança dos solos desse compartimento com os dos demais, em termos de grau de intemperismo refletido na mineralogia das argilas.

O Quadro 3 contém vários índices da alteração intempérica, entre eles os valores de Ki e Kr, respectivamente, relações moleculares  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  e  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ , calculados para a fração total dos solos, material petroplúntico e rochas, através de fluorescência de Raios X, e, para a fração TFSA (terra fina seca ao ar), através de ataque sulfúrico. Nele, observa-se valores de Ki e Kr da análise química total muito discrepantes de um perfil para outro, sem haver uma correspondência direta com os valores determinados pelo ataque sulfúrico, para os mesmos perfis. Isto pode ser explicado pelo fato de que a análise química total reflete todas as frações constitu-

intes do solo, tanto as frações finas quanto grosseiras, bem como minerais primários e secundários, enquanto o ataque sulfúrico se restringe às frações finas do solo, refletindo a sua mineralogia secundária, principalmente argilo-minerais e sesquióxidos.

Solos muito intemperizados tendem a apresentar menores diferenças entre os valores de Ki e Kr determinados pelos diferentes métodos, indicando que todas as frações do solo se encontram bastante alteradas como é o caso dos perfis 02 e 03. Por outro lado, diferenças muito expressivas entre as relações indicam ocorrência de uma mineralogia primária relativamente pouco alterada

**Quadro 3 - Índices de alteração intempérica (relações moleculares), calculados para os vários perfis de solos**

Local	Perfil	Horizontes	Profundidade	Análise química total					Ataque sulfúrico	
				Bases/ $r_2\text{O}_3$	kr	kr*	ki	ki*	kr	ki
Planalto Rebaixado de Goiânia	01	Ap	0-20	0,176	4,95	1,96	6,28	1,98	0,72	0,96
		Bw2	103-170	0,069	4,56	1,81	5,74	1,81		
		BC	555-615	0,073	4,67	1,85	6,15	1,94		
		2R		0,138	2,52	1,00	3,17	1,00		
Planalto Alto Tocantins-Paranaíba (Alexânia)	02	AP	0-20	0,012	1,22	0,78	1,44	0,62	1,44	1,78
		Bw	95-155	0,010	1,16	0,74	1,38	0,59		
		Bwc1-I	155-205	0,011	1,20	0,76	1,41	0,60		
		Bwc1-II	155-205	0,015	1,78	1,14	2,15	0,92		
		Fm	305-505	0,005	1,38	0,88	2,25	0,96		
		C/R	505+	0,134	1,37	0,87	2,10	0,90		
R		0,214	1,56	1,00	2,32	1,00				
Planalto do Distrito Federal	03	A	0-20	0,008	0,43	0,40	0,52	0,21	0,24 0,26	0,31 0,34
		Bw	56-123	0,008	0,38	0,36	0,46	0,18		
		Bwc-1	123-170	0,008	0,35	0,33	0,43	0,17		
		Bwc-II	123-170	0,017	0,88	0,83	1,67	0,66		
		Fm	170-300	0,012	0,75	0,70	1,86	0,73		
		R	300+	0,177	1,06	1,00	2,52	1,00		
Planalto Rebaixado de Goiânia	04	Ap	0-22	0,010	2,23	0,51	3,07	0,63	0,38	0,48
		Bw2	145-265	0,011	1,98	0,45	2,71	0,55		
		BC	305-385	0,023	2,57	0,59	3,72	0,76		
		C/R	385-485	0,036	3,85	0,88	6,95	1,43		
		2R <sub>1</sub>		0,346	4,37	1,00	4,86	1,00		
		2R <sub>2</sub>		0,363	5,85	-	6,32	-		

Nota: Bases /  $\text{R}_2\text{O}_3 = (\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{CaO} + \text{MgO}) / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2)$ ; Ki =  $\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3$ ; Kr =  $\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$

I = Amostras da TFSA; e

II = Amostras de concreções

\* Valores normalizados em relação à rocha subjacente

em relação à mineralogia secundária, o que pode ser explicado por um menor período de formação destes solos, como é o caso dos perfis 01 e 04. A natureza da mineralogia primária presente determina a sua riqueza ou não em elementos básicos.

Em função dos dados do Quadro 3, principalmente bases/ $R_2O_3$ , pode-se organizar os perfis de solos na seguinte seqüência, do mais intemperizado para o menos intemperizado: O3 > O2 > O4 > O1. Considerando-se os dados do Quadro 2, entretanto, a seqüência deve ser O3 > O4 > O1 > O2. Há, portanto, uma discordância considerável quanto ao perfil 02.

Levando-se em conta que os perfis 02 e 03 estão sobre as superfícies mais antigas (Quadro 1), é mais coerente a seqüência baseada na análise química total.

A despeito das diferenças impostas pela natureza do material originário, todos os indicadores para o solo total mostram um avançado grau de intemperismo para o perfil 02, o que está de acordo com o fato de se localizar numa das mais antigas superfícies geomórficas. A mineralogia caulinitica da fração argila poderia então ser justificada por três hipóteses:

a) Os agentes intempéricos ou de lixiviação não foram ativos o suficiente para a retirada da sílica do sistema, possibilitando a presença da caulinita em grande quantidade;

b) Neoformação de caulinita a partir da gibbsita. Esta reação envolve a desidratação da gibbsita e a entrada de sílica tetraédrica, com o oxigênio ocupando as posições vagas deixadas pelos íons hidroxila, após desidratação (Birkeland, 1984); e

c) A parte mais superficial desse solo, com mineralogia gibbsítica, teria sido truncada por erosão, expondo em superfície a sua parte inferi-

or, com mineralogia menos intemperizada (caulinitica).

A primeira hipótese (a) é a menos provável, considerando-se que o perfil está localizado em uma superfície muito antiga e sob condições climáticas semelhantes às dos demais compartimentos. Logo, os agentes intempéricos que atuaram na formação dos solos dessa superfície tiveram tempo e intensidade equivalentes àqueles que atuaram nas demais superfícies da região, de idade correlata, como o Planalto do Distrito Federal.

A segunda hipótese (b) é bastante válida, porém não muito provável para esse caso em particular, por se tratar de uma superfície estável, muito antiga e com solos muito intemperizados e, portanto, com dificuldade de se formar um ambiente rico em sílica, tendo como fonte minerais primários e, também, considerando-se ser a gibbsita um dos minerais secundários mais estáveis, conforme Jackson, 1964, citado por Birkeland, 1984. Por idênticas razões, não se aventou a hipótese da existência do efeito "anti-gibbsítico", defendido por alguns autores.

A terceira hipótese (c) é a mais provável, considerando-se que a gênese das superfícies em questão inclui processos erosionais e deposicionais, reponsáveis pelo seu aplanamento (King, 1956; Almeida, 1959; Braun, 1971; Penteado, 1976; Mamede; Nascimento; e Franco, 1981 e Mamede et al. 1983, Pinto, 1987). Portanto, é compreensível que para as mesmas, processos erosionais venham paulatinamente truncando os solos formados, e este truncamento certamente é diferenciado para diferentes pontos na mesma superfície e entre as várias superfícies.

Observando-se ainda o Quadro 2, verifica-se que para alguns perfis ou

horizontes analisados, detectou-se a presença, em pequenas quantidades (Figura 1), de minerais interestratificados e que, nesses solos ou amostras, os valores de Ki determinados pelo ataque sulfúrico são ligeiramente superiores. Esses fatos certamente estão interligados, ou seja, a presença de minerais interestratificados, mesmo em pequenas quantidades, contribui para elevar a relação  $SiO_2/Al_2O_3$  (Ki). Dessa forma, o perfil 01, com predomínio absoluto de gibbsita, tem valor Ki de 0,96, o que o distingue do perfil 04, situado no mesmo compartimento geomorfológico (Planalto Rebaixado de Goiânia), que tem Ki de 0,48 e presença menos expressiva de interestratificados.

Na literatura especializada, não se encontram ainda trabalhos elucidativos sobre a formação de minerais interestratificados, sua gênese ou condições de formação. Parte deles mostra ou sugere alguns mecanismos.

Alguns autores parecem concordar que para a formação de minerais interestratificados, há necessidade de ocorrência de um processo de meteorização intenso e prolongado (Herbilton e Makumbi, 1975 e Besoain, 1985).

Os processos de formação dos planaltos da região estudada parecem ter propiciado condições favoráveis para a gênese desse tipo de mineral. Os solos neles ocorrentes passaram por processos de intemperismo intenso prolongados, associados a condições de alternância de regimes climáticos contrastantes e processos morfogenéticos que envolveram mobilização e transporte de material, o que pode ser responsável pela presença de minerais interestratificados em maior ocorrência nos solos mais intemperizados e com evidências de retrabalhamento, como é o caso do perfil 01.

### Quadro 4 - Características morfológicas dos perfis estudados

Perfil 01 - Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, textura argilosa, relevo suave ondulado						
Horizontes	Profundidade (cm)	Cor	Classe textural (1)	Estrutura		
				Grau	Tamanho (2)	Tipo (3)
Ap	0-20	2,5 YR 2,5/4	a a	forte	med /gr	granular
AB	20-35	2,5 YR 2,5/4	a a	moderada	peq /med	granular
BA	35-52	2,5 YR 3/4	a a	moderada	peq /med	granular
Bw1	52-103	2,5 YR 3/6	a a	forte	m peq	granular
Bw2	103-170	10 R 3,5/6	a a	forte	m peq	granular
Bw3	170-270	2,5 YR 3,5/6	a a	forte	m peq	granular
Bw4	270-500	10 R 3,5/6	a a	forte	m peq	granular
Bw5	500-555	2,5 YR 5/6	a casc	forte	peq	gran /bsa
BC	555-615	2,5 YR 5/6	fa c/casc	moderada	peq /med	bsa
C/R	615-635+	-	-	-	-	-

Perfil 02 - Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico endopetroplíntico, textura muito argilosa, relevo suave ondulado						
Horizontes	Profundidade (cm)	Cor	Classe textural (1)	Estrutura		
				Grau	Tamanho (2)	Tipo (3)
Ap	0-20	2,5 YR 3/4	ma c/casc	forte	med /gr	granular
AB	20-42	2,5 YR 3/6	ma c/casc	moderada	med /gr	granular
BA	42-95	2,5 YR 4/6	ma c/casc	forte	peq /mpeq	granular
Bw	95-155	2,5 YR 4/8	ma c/casc	forte	mpeq	granular
Bwc1	155-205	2,5 YR 4,8	ma casc	forte	mpeq	granular
Bwc2	205-305/325	2,5 YR 4/8	a casc	forte	mpeq	granular
Fm	305/325-505	-	canga laterítica	-	-	-
C/R	505+	-	consolidada	-	-	-

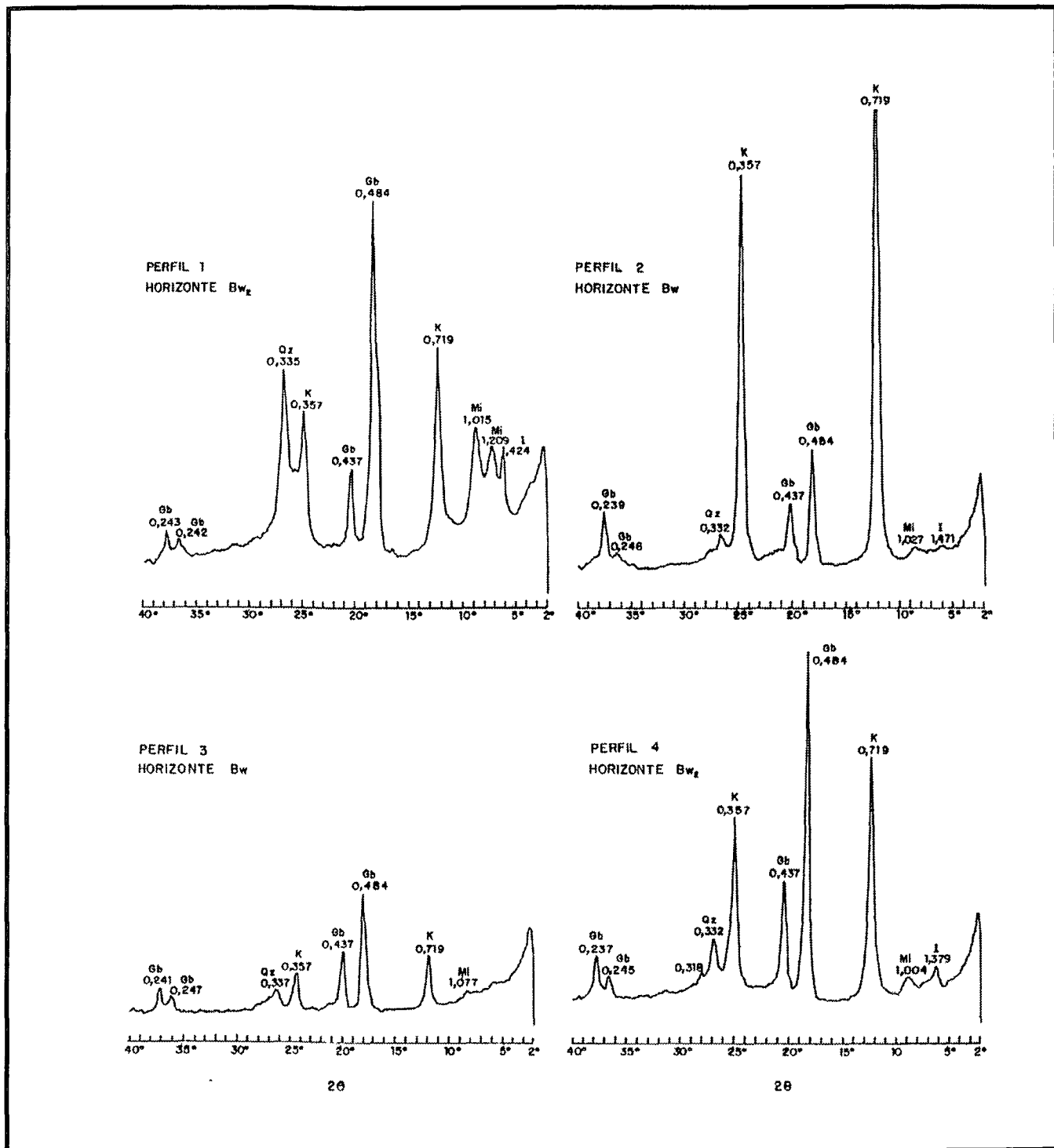
Perfil 03 - Latossolo Variação Una distrófico endopetroplíntico, textura muito argilosa, relevo suave ondulado						
Horizontes	Profundidade (cm)	Cor	Classe textural (1)	Estrutura		
				Grau	Tamanho (2)	Tipo (3)
A	0-20	10 YR 4/4	ma	forte	peq	gran /bsa
BA	20-56	7,5 YR 4/6	ma	forte	peq	gran /bsa
Bw	56-123	7,5 YR 5/8	ma	forte	mpeq	granular
Bwc	123-170	7,5 YR 5/8	a casc	forte	mpeq	granular
Fm	170-300	-	canga laterítica	-	-	-
R	300cm+	-	consolidada	-	-	-

Perfil 04 - Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, textura argilosa, relevo suave ondulado						
Horizontes	Profundidade (cm)	Cor	Classe textural (1)	Estrutura		
				Grau	Tamanho (2)	Tipo (3)
Ap	0-22	2,5 YR 3/4	a	moderada	peq /med	granular
BA	22-78	2,5 YR 3/6	a	moderada	peq	granular
Bw1	78-145	2,5 YR 3/6	a	forte	mpeq	granular
Bw2	145-265	10 R 3/6	a	forte	mpeq	granular
Bc	265-305	10 R 3/6	a casc	moderada	peq /med	bsa
BC	305-385	10 R 4/6	a casc	moderada	med	bsa
C/R	385-485cm+	variegado	--	-	-	-

(1) a = argila; aa = argila arenosa; fa = franco argilosa; ma = muito argilosa; c/casc = com cascalho; casc = cascalhento (2) mpeq = muito pequena; peq = pequena; med = média; gr = grande; (3) bsa = blocos subangulares; gran /bsa = granular e blocos subangulares

**Figura 1 - Difratogramas de Raios X da fração argila desferrificada de alguns horizontes dos solos estudados. Gb - gibbsita; caulinita; Mi - mica; I - interestratificados; Qz - quartzo; distância basal em nanômetros**



Considerando-se que os solos localizados no Planalto Rebaixado de Goiânia (perfis 01 e 04) foram os que apresentaram ocorrência mais significativa de minerais interestratificados, parece lógico supor que o processo de retrabalhamento a que foram submetidos, durante a sua formação (Oliveira, 1998), pode ter contribuído de alguma forma para esse fato. Alterações nas condições químicas do material transportado, promovidas pelo processo de retrabalhamento, podem facilitar a solubilização de alguns minerais mais resistentes, como micas, muscovitas, por exemplo, comuns em algumas frações desses solos

No cômputo geral, os dados obtidos permitem entender que se considerando a mineralogia da fração argila, os solos foram submetidos a processos de intemperismo semelhantes, independente de seu posicionamento, sendo que no caso do perfil 02, provavelmente processos erosivos ocorridos são responsáveis por uma mineralogia menos intemperizada atualmente.

Com base nos dados de intemperismo determinados pela análise química total, observam-se pequenas variações entre os vários solos, considerando-se o horizonte Bw (diagnósti-

co), que aponta os perfis 02 e 03, situados nos Planaltos do Alto Tocantins-Paranaíba e do Distrito Federal, como os mais intemperizados dentre todos. O menos intemperizado é o perfil 01, situado no Planalto Rebaixado de Goiânia. O perfil 04 apresenta grau intermediário de intemperização.

## Conclusões

- A constituição mineralógica da fração argila mostra, com exceção do perfil 02, que todos os demais solos foram submetidos a uma ação intempérica semelhante, independente de seu posicionamento nos diversos planaltos;
- Os índices intempéricos, baseados na análise química total, revelam que há diferenças significativas entre os solos, as quais são, em parte, atribuídas a diferenças cronológicas (período de elaboração das superfícies) e, em parte, à natureza de seu material formador;
- O perfil 03, localizado no Planalto do Distrito Federal, é o mais intemperizado dentre todos, enquanto o perfil 01, localizado no Planalto Rebaixado de Goiânia, é o mais jovem (menos intemperizado), de acordo com a maioria dos parâmetros usados para avaliar o intemperismo;
- A constituição mineralógica da fração argila, bem como os índices intempéricos (Ki e Kr) determinados com base no ataque sulfúrico, prestam-se bem para avaliar a magnitude do intemperismo que atuou sobre o solo. Entretanto, por refletirem basicamente sua constituição mineralógica secundária, não são bons indicadores de seu real potencial quanto à reserva mineral;
- O grau avançado de intemperismo, revelado pela mineralogia da fração argila dos solos, sugere que aqueles do Planalto Rebaixado de Goiânia (01 e 04), desenvolveram-se a partir de sedimentos previamente intemperizados, provenientes do ciclo de "latossolização" anterior, em se considerando a idade dos compartimentos; e
- Os fatos indicam que informações da constituição mineralógica das frações finas do solo (silte e argila) não são indicadores seguros da sua idade, quando utilizados isoladamente, principalmente em se tratando de solos de superfícies muito antigas e submetidas à alternância de ciclos pedogenéticos e de processos geomórficos.

## Bibliografia

- ALMEIDA, F. F. M. de. Traços gerais da geomorfologia do centro-oeste brasileiro. In: ———; LIMA, M. A. de. *Planalto centro-ocidental e pantanal mato-grossense*. Rio de Janeiro: Conselho Nacional de Geografia, 1959. p. 7-65. Guia da excursão n. 1, realizada por ocasião do 18. Congresso Internacional de Geografia.
- BESOAIN, E. *Mineralogia de arcillas de suelos*. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para a Agricultura, 1985. 1205 p. (Libros y materiales educativos, 60)
- BIRKELAND, P. W. *Soil and geomorfology*. Oxford: Oxford University Press, 1984. 371 p.
- BRAUN, O. P. G. Contribuição à geomorfologia do Brasil Central. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v. 32, n. 3, p. 3-39, jul./set. 1971.



- CAMARGO, M. N.; KLAMT, E.; KAUFFMAN J. H. Classificação de solos usada em levantamentos pedológicos no Brasil. Separata de. *Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, n. 12, p.11-33, 1987.
- FRANZINI, M.; LEONI, L.; SAIITA, M. A simple method to evaluate the matrix effects in x-ray fluorescence analysis. *X-Ray Spectrometry*, London, v. 1, n. 1, p.151-154, Jan. 1972
- HERBILLON, A. J.; MAKUMBI, M. N Weathering of chlorite in a soil derived from chloritischist under tropical condition. *Geoderma: an international journal of soil science*, Amsterdam, n. 13, p 89-104, 1975.
- JIMÉNEZ-RUEDA, J. R.; BIAS, E. de S.; OLIVEIRA, V. A. de. Caracterização fisiográfica dos Planaltos de Brasília-Goiás em função da Neotectônica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 6., FÓRUM LATINO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 1., 1977. Curitiba. *Anais...Curitiba*: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Geografia, 1997. 452 p.
- KING, L. C. A geomorfologia do Brasil oriental. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v 18, n 2, p. 147-265, abr./jun. 1956
- LE MOS R. C. de; SANTOS, R. D. dos. *Manual de descrição e coleta de solos no campo*. 2. ed. Campinas Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Comissão de método de Trabalho de Campo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. 1984. 46 p.
- MAMEDE, L., NASCIMENTO, M. A. L. S. do; FRANCO, M. do S. M. Geomorfologia In: FOLHA SD.22-Goiás. Rio de Janeiro. Projeto RADAMBRASIL, 1981. (Levantamento de recursos naturais, 25). p. 301-370.
- MAMEDE, L. et al. Geomorfologia. In: FOLHA SE.22-Goiânia. Rio de Janeiro: Projeto RADAMBRASIL, 1983. (Levantamento de recursos naturais, 31). p. 349-412
- MANUAL de métodos de análise de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p.
- MEHRA, J. P.; JACKSON, M. L. Iron oxides removal from soil and clays by a dithionite-citrate-bicarbonate system buffered with sodium bicarbonate *Clays clay minerals*, Oxford, n. 7, p. 317-327, 1960
- MONIZ, A. C. Decomposição de rochas e formação dos minerais de argila. In: ELEMENTOS de Pedologia São Paulo: Polígono da USP, 1972. p. 305-323.
- OLIVEIRA, V. A. de. *Estudo da relação com o substrato litológico, fertilidade potencial e grau de intemperismo dos principais Latossolos do Planalto Central Goiano*. 1998. 164 p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- PENA, G. S. et al. *Projeto Goiânia II: relatório final*. Goiânia. DNPM, 1975. v. 1 (Relatório do arquivo técnico da DGM, 2371).
- PENTEADO, M. M. *Fundamentos de geomorfologia*. 3. ed. Rio de Janeiro. IBGE, 1983 185 p. (Biblioteca geográfica brasileira: série D; n. 3).
- . Tipos de concreções ferruginosas nos compartimentos geomorfológicos do Planalto de Brasília. *Notícias Geomorfológicas*, Campinas, v. 16, n. 32, p. 39-53, 1976
- PINTO, M. Novaes. Superfícies de aplainamento do Distrito Federal. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v. 49, n. 2, p. 9-26, abr./jun. 1987.
- . Aplainamento nos trópicos: uma revisão conceitual. *Geografia*, Rio Claro, v. 13, n. 26, p. 119-129, out. 1988.
- SOUZA, C. G. (Coord.). *Manual técnico de Pedologia*. Rio de Janeiro: IBGE, 1995. 104 p. (Manuais técnicos em geociências, n. 4).
- VERDADE, F. C. Análise química total. In: MONIZ, A. C. (Coord.). *Elementos de Pedologia* São Paulo: Edusp, 1972. p. 200-209.

## Resumo

A origem e evolução de paisagens antigas (chapadas e chapadões), na região Central do Brasil, apresentam ainda muitas questões desconhecidas. Com o objetivo de encontrar elementos que permitam melhor entendimento da gênese destas paisagens, foram estudados comparativamente o grau de intemperismo de latossolos representativos de três dos principais compartimentos do Planalto Central Goiano. Utilizou-se valores das relações  $K_i$  e  $K_r$ , determinadas na fração argila e no material total dos solos, ao lado de difratometria de Raios X, como elementos indicadores de intemperismo. Os resultados mostraram que os solos mais intemperizados estão relacionados às superfícies mais antigas (planaltos do Distrito Federal e do Alto Tocantins - Paranaíba), enquanto os menos intemperizados situam-se no Planalto Rebaixado de Goiânia, de elaboração mais recente.

## Abstract

There are several questions unknown about the origin and evolution of old landscapes from Brazilian Central region. The weathering grade of the mains latosols from Goiano Central Plateau were comparatively evaluated, with the purpose a better undestanding of the formation and evolution of these landscapes. The clay mineralogy and the molar ratios  $K_i$  (silica:alumina),  $K_r$  (silica: R203), and bases: R203, were used as weathering indicators. Based in the results obtained, the most weathered soils are related to the old surfaces (Federal District Plateau and Tocantins - Paranaíba High Plateau), while the least weathered are related to Goiânia Lowered Plateau, the younger surface.