

A DEGRADAÇÃO DOS HORIZONTES DURIPÃ E FRAGIPÃ E O PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO DOS SOLOS SOBRE OS TABULEIROS COSTEIROS DO LITORAL NORTE BAIANO

José Martin UCHA ¹
Geraldo da Silva VILAS-BOAS ²
Gisele Mara HADLICH ³

¹ Eng. Agrônomo, Dr. Geologia Costeira e Sedimentar. Professor do Depto. de Ciências Aplicadas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia . IFBA. E-mail: ucha@ifba.edu.br

² Geólogo, Doutor em Geologia; Professor do Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia . IGEO/UFBA. E-mail: gsvboas@ufba.br

³ Eng. Agrônoma, Dr^a Geografia. Professora do Depto. de Geografia, IGEO/UFBA. E-mail: Gisele@ufba.br

RESUMO. O trabalho aborda os processos de degradação dos horizontes duripã e fragipã presentes em uma toposseqüência sobre os sedimentos do Grupo Barreiras, no município de Entre Rios (BA), através da caracterização macro e micromorfológica. A toposseqüência possui duas depressões com horizontes duripã hidromórficos funcionais, cercados por duripãs e fragipãs em processo de degradação e friabilização, localizados fora da zona de hidromorfia. A exposição dos horizontes endurecidos às condições aeróbias ocorreu com o rebaixamento do lençol freático em função da atividade tectônica. Com a instalação das condições óxicas os horizontes duripã e fragipã passaram a se degradar, retornando ao estado de friabilidade. As datações do ¹⁴C efetuadas sobre os duripãs mostram que a reativação da fratura e o conseqüente rebaixamento do lençol ocorreram há 27100 anos AP.

Palavras-chave: podzolização, Grupo Barreiras, micromorfologia do solo, tectonismo, ¹⁴C.

ABSTRACT. *The degradation process of the fragipan and duripan and the soil transformation in the Tabuleiros Costeiros, North Coastal, Bahia State.* This work aimed to analyze the transformation processes of duripans and fragipans, in a topossequence of the Barreiras Group, located near the city of Entre Rios (Bahia State). This topossequence has two depressions with hidromorphic duripans surrounded by duripans and fragipans. Macro and micromorphological investigations have shown that the duripans and fragipans, exposed to the aerobic conditions developed by the lowering of the water table in these depressions, are experiencing degradation and friabilization processes. ¹⁴C dating suggests that the transformation processes began 27100 years BP as a result of fracture reactivation.

Key-words: podzolization, Barreiras Group, soil micromorphology, tectonism, ¹⁴Carbon.

INTRODUÇÃO

Os tabuleiros são feições pedogeomórficas desenvolvidas sobre os sedimentos terció-quadernários do Grupo Barreiras (RIBEIRO, 1998; UCHA, 2000). São, segundo esses autores, constituídos por relevo relativamente plano, apresentando depressões fechadas relacionadas a linhas de falhas e fraturas tectônicas.

Os Latossolos Amarelos são solos de grande representatividade dentro do espaço geográfico brasileiro e estão relacionados aos sedimentos do Grupo Barreiras de forma litodependente (KER, 1997; FERRAZ; VALADÃO, 2006). São solos bastante evoluídos, de coloração amarelo-brunada, relacionados a um relevo plano a suave ondulado, e que apresentam como principal característica a presença de um horizonte coeso que pode se estender a mais de um horizonte e que se comporta como um fator fortemente limitante à penetração de raízes e à circulação da água e do ar (RIBEIRO, 1998).

Os estudos desses solos têm mostrado correlações com outras classes de solos, com íntimas relações pedogenéticas e biogeoquímicas, podendo ser ressaltadas as classes dos Argissolos Amarelos, dos Argissolos Acinzentados, dos Plintossolos e dos Espodossolos, que nada mais são do que a expressão da evolução e/ou transformação sofridas pelos Latossolos dentro de específicas variações espaço-temporais (FILIZOLA et al., 2001).

Alguns autores apontaram os depósitos arenosos existentes sobre os tabuleiros, geralmente em áreas ligeiramente deprimidas, como tendo origens diversas, tais como a migração de dunas, depósitos de areias residuais e fácies arenosas do Grupo Barreiras (TRICART; SILVA, 1968; AZEVEDO, 2000).

Os estudos desenvolvidos por Boulet et al. (1996), Ucha et al. (2002; 2010) e Filizola et al. (2001) mostram que as depressões fechadas, na quase totalidade, exibem na porção central solos Espódicos com duripã e/ou fragipã, contornados

por Argissolos com duripã e/ou fragipã e, nas bordas das depressões, ocorrem os Latossolos Amarelos ou, em alguns casos, os Argissolos Amarelos.

Os fragipãs e duripãs, principalmente estes últimos, geralmente são a base de sustentação do lençol freático e, neste caso, são considerados como funcionais. Entretanto, ocorrem situações onde o lençol freático se aprofunda, devido aos processos de entalhamento do relevo relacionados a processos tectônicos, deixando os fragipãs e duripãs expostos a um ambiente oxidante (UCHA, 2002; 2010).

Este trabalho analisou uma topossequência na região do Litoral Norte de Salvador, onde este

fato ocorre com muita frequência e onde foi possível caracterizar o fenômeno de transformação dos Latossolos em Espodosolos, os processos de degradação dos duripãs e fragipãs e a evolução da vertente.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Fazenda Rio Negro, de propriedade da empresa Copener Florestal, no município de Entre Rios, na região Litoral Norte do Estado da Bahia (Figura 1).

Figura 1. Localização do sítio da pesquisa.



De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região interiorana é do tipo Am, com temperatura média de 24 °C e precipitação média anual de 1280 mm.

A unidade lito-estratigráfica dominante é o Grupo Barreiras, de idade miocênica a pliocênica inferior, composta por sedimentos terrígenos depositados por sistemas fluviais entrelaçados e leques aluviais sobre as rochas do embasamento granulítico do Arqueano Inferior - Proterozóico (BARBOSA, 1996; VILAS BOAS et al., 2002). O relevo geral é dominado pelos tabuleiros com topos planos, geralmente extensos.

A vegetação original, composta por Floresta Ombrófila Densa (BRASIL, 1981), foi substituída em grande parte pela cultura do eucalipto e as demais áreas encontram-se bastante alteradas pela ação antrópica, com cultivos de subsistência ou pastagem, restando poucos remanescentes florestais em variados graus de regeneração.

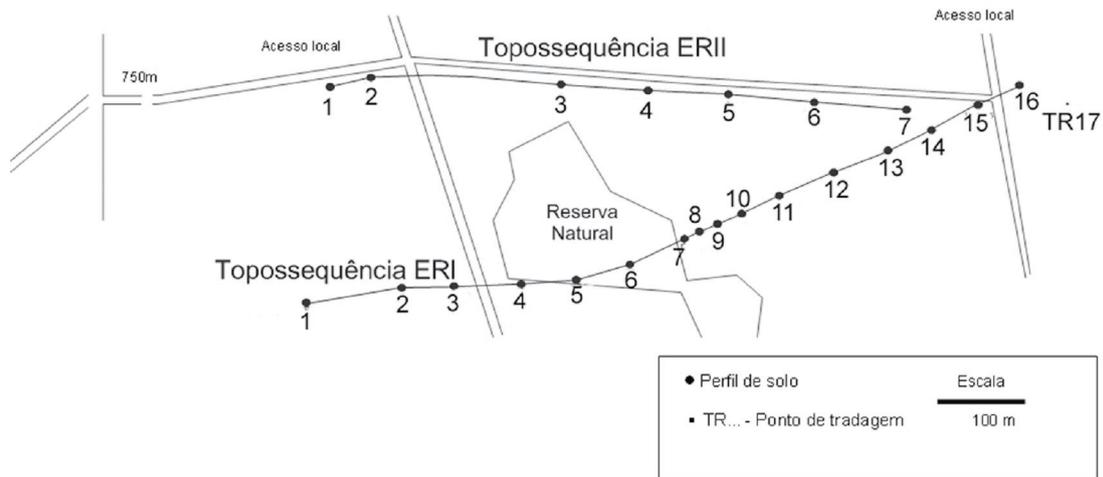
A topossequência estudada possui 850 m e está inserida dentro de uma vertente com mais de

1.500 m de extensão e 0,8% de declividade média. Foram abertos 16 perfis na topossequência ERI e sete perfis na ERII, além de tradagens em todas as seções (Figura 2). Os solos foram descritos segundo as normas e definições de Lemos e Santos (1996). As análises químicas foram executadas segundo a metodologia descrita em Embrapa (1997).

A descrição micromorfológica foi feita através da caracterização sintética da matriz, da microestrutura, do esqueleto, da porosidade, do plasma e das feições pedológicas (cutans). Foram utilizados os sistemas descritivos propostos por Brewer (1964), Fitzpatrick (1980) e Chauvel (1987).

A datação do ^{14}C foi conduzida sobre amostras coletadas dos perfis ERI-2, ERI-4 e ERI-6, nos laboratórios da Beta Analytic em Miami, EUA. O material foi coletado do topo do duripã para os perfis ERI-2 e ERI-4, enquanto que do perfil ERI-6 foi selecionado o material da zona de contato entre o *ortstein* e o duripã.

Figura 2. Localização das topossequências ERI e ERII na área de estudo.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características morfológicas

Sobre a topossequência pesquisada podem ser descritos dois sistemas de transformação pedológica que possuem como centro duas depressões. O primeiro tem início a montante da primeira depressão (ERI 2 ao 9) num Latossolo Amarelo Distrófico coeso de textura argilosa que transiciona para um Latossolo Amarelo Distrófico coeso com blocos de fragipã, que passa para um Argissolo Amarelo com fragipã que por sua vez gradua para os Espodossolos hidromórficos com duripã que ocupam uma área abaciada no terço médio, e novamente gradua para um Argissolo Amarelo com fragipã e para outro Latossolo Amarelo Distrófico coeso de textura argilosa que ocupa a borda de jusante do primeiro sistema.

O segundo sistema tem início nos Latossolos Amarelos da borda de jusante do primeiro sistema, que gradam para um conjunto de Argissolos com fragipã, para os Argissolos com duripã e, por fim, para outro conjunto de Espodossolos com duripãs hidromórficos situados em outra área deprimida (segunda depressão com centro em Tr 17) no final da vertente.

O Quadro 1 mostra as características físicas de alguns perfis da topossequência ERI.

Embora a classificação desses solos respeite as normas da Classificação Brasileira de Solos (EMBRAPA, 2006), chama-se a atenção para o caráter latossólico e o duripã que vários destes perfis apresentam, mostrando que a classificação não consegue enquadrar todas as nuances existentes na natureza pedológica. Por isso decidiu-se acrescentar ao lado da classificação o caráter latossólico ou a presença de duripã.

Todos os horizontes fragipã e duripã da topossequência que se encontram fora da zona

de hidromorfia estão em processo de degradação (os solos com hidromorfia ou funcionais são encontrados em ERI 4, 5, 6 e Tr 17). Nos horizontes com menor grau de degradação (ERI 2, 3, 7, 9 a 15) são encontrados grandes blocos de duripã separados por fraturas preenchidas por material orgânico.

Quanto maior a quantidade de material orgânico sobre o horizonte duripã não hidromórfico, mais ativo é o processo de degradação encontrado.

As cores dos horizontes com duripã mostram as diferenças existentes no material endurecido e no material friável. As cores escurecidas predominam no material friável, que são descritas desde o bruno-escuro amarelado (10 YR 3/4) ao preto (10 YR 2/1). Nas porções endurecidas varia desde o bruno muito claro acinzentado (10 YR 7/3) até o amarelo (10 YR 7/8) e amarelo avermelhado (7,5 YR 6/8) do mosqueado.

A degradação dos horizontes endurecidos indica a perda do material cimentante, fazendo com que ocorra um retorno às condições de friabilidade, permitindo a penetração do ar e da água e, como consequência, o desenvolvimento das raízes dos eucaliptos.

Merece ser destacado que a cultura do eucalipto não se desenvolve sobre os horizontes hidromórficos, ou duripãs funcionais, o que garantiu a manutenção da área de reserva (Figura 2), entretanto não encontra nenhuma restrição ao desenvolvimento radicular sobre os duripãs e fragipãs em degradação.

Sobre os duripãs não hidromórficos, e por isso não funcionais, situados próximos às depressões, a matéria orgânica acumulada forma um horizonte Bh (bruno 10 YR 4/3 no ERI-9) com até 15 cm de espessura, com textura areia franca.

Quadro 1. Características físicas de alguns solos da toposequência ERI.

Perfil Horizonte	Profundidade	AG	AF	S	Ar	Cor
Argissolo Amarelo Distrófico típico (com duripã a partir de 280 cm)						
ERI-2 Ap1/Ap2	0-13					10YR 6/4 e 10 YR 7/4
		65	14	4	17	
	B/A 13-12	51	38	2	9	10YR 6/6
	Bt1/Bt2 72-270	53	30	2	15	10 YR 7/4
	Bh 270-280			na		10 YR 5/3
	Duripã 280-300+	42	34	1	23	10 YR 7/3 a 10 YR 7/8
Espodossolo Ferrihumilúvico Hiperessessarênico dúrico						
ERI-3 Ap	0-18					10 YR 3/3
		67	28	1	4	
	E 18-220	57	39	1	3	10 YR 5/3
	Bh 220-230			na		10 YR 3/1
	Duripã 230-260+	55	24	5	16	10 YR 2/1 e 10 YR 3/3
Espodossolo Ferrihumilúvico Hiperessessarênico dúrico						
ERI-4 Ap	0-30					
		51	40	2	7	
	E1 30-90	60	36	1	3	10 YR 7/1
	E2 90-210	49	46	1	4	10 YR 8/2
	Bh 210-215	47	41	3	9	10 YR 3/1
	Ortstein/Duripã 215-250+			na		10 YR 2/1
Espodossolo Ferrihumilúvico órtico dúrico						
ERI-9 Ap	0-18					10YR 5/ 3
		44	33	5	18	
	E1 18-67	50	42	2	6	10YR 4/3
	E2 67-135	49	43	2	6	10YR 4/3
	Bh 135-150	41	46	3	10	10YR 4/3
	Duripã 150-350+	44	40	3	13	10YR 6/4, 10YR 7/8 e 7,5 YR 6/8
Argissolo Amarelo Distrocoeso latossólico (com fragipã a partir de 240 cm)						
ERI-10 Ap1/Ap2	0-10					10YR 5/ 4 e 10 YR 6/4
		40	41	2	17	
	Bw1 10-35	41	32	5	22	10YR 6/4
	Bw2 35-60	27	33	4	36	10YR 5/ 3
	Bw3 60-85	25	31	2	42	10YR 5/ 4
	Bw4 85-160	27	27	2	44	10YR 5/ 6
	Bw5 160-200	31	34	6	29	7,5 YR 7/8
	Fragipã 200-240			na		7,5 YR 6/8
Argissolo Distrocoeso latossólico						
ERI-11 Ap1/Ap2	0-10					10 YR 5/3 e 10 YR 5/4
		44	43	3	10	
	B/A 10-30	34	43	2	21	10 YR 5/3
	Bw1 30-43	29	12	16	43	10 YR 5/3
	Bw2 43-69	21	24	4	51	10 YR 7/6
	Bw3 69-125	22	26	3	49	7,5 YR 7/6
	Bw4 125-160	29	22	2	47	7,5 YR 7/6
	Bw5 160-200	23	33	3	41	7,5 YR 7/6
Argissolo Distrocoeso latossólico						
ERI-12 Ap1/Ap2	0-30					10 YR 5/3 e 10 YR 5/4
		44	42	1	13	
	B/A 30-53	26	27	3	44	10 YR 6/4
	Bw1 53-98	20	27	4	49	10 YR 7/6 e 10 YR 5/2
	Bw2 98-160	22	27	4	47	10 YR 7/6 e 10 YR 5/2
	Bw3 160-200+	29	23	4	44	7,5 YR 7/8
Argissolo Acinzentado Distrocoeso espodossólico (com duripã a partir de 160 cm e características latossólicas em Bt1, Bt2 e Bt3)						
ERI-13 Ap1/Ap2	0-20					10 YR 3/3 e 10 YR 5/3
		44	38	4	14	
	B/A 20-40	28	20	17	35	10 YR 4/3
	Bt1 401-60	28	37	4	31	10 YR 5/4
	Bt2 60-106	29	37	9	25	10 YR 7/4
	Bt3 106-160	29	36	10	26	10 YR 7/4 e 10 YR8/4
	Bh 160-170			na		10 YR 4/3
	Duripã 170-200+			na		7,5 YR 7/4
Argissolo Amarelo Distrocoeso espodossólico (com duripã a partir de 160 cm e características latossólicas em Bt1 e Bt2)						
ERI-14 Ap	0-20					10 YR 4/3
		53	34	1	12	
	B/A 20-33	44	33	4	19	10 YR 5/4
	Bt1 33-80	29	37	5	29	10 YR 6/4
	Bt2 80-160	26	45	3	26	10 YR 7/6
	Bh/Duripã 160-180+			na		10 YR ¾

Continua...

Continuação.

Perfil Horizonte	Profundidade	AG	AF	S	Ar	Cor
Espodossolo Ferrihumilúvico dúrico						
ERI-15	0-22					10 YR 6/2 e 10 YR 5/3
Ap1/Ap2		54	40	1	5	
	E 22-152	42	51	1	6	10 YR 6/4
	Bh 152-154	45	50	1	4	10 YR 3/3
	Duripã 154-200+	57	32	2	9	10 YR 3/4
Argissolo Amarelo espódico (com duripã a partir de 175 cm e características latossólicas em Bt2)						
ERI-16	0-10					10 YR 5/3 e 10 YR 4/3
Ap		48	39	2	11	
	B/A 10-32	41	40	2	17	10 YR 4/3
	Bt1 32-65	35	29	1	35	10 YR 5/4
	Bt2 65-170	40	30	3	27	10 YR 7/4
	Bh 170-175			na		10 YR 3/3
	Duripã 175-200+	39	31	18	12	10 YR 3/4 no material endurecido e 10 YR 7/4 no friável

AG: areia grossa; AF: areia fina; S: silte; Ar: argila. Cor: classificação segundo a carta de Munsell. na: não avaliado.

Nas zonas localizadas nas bordas principalmente em montante (ERI 2 e 3), em função do transporte mais efetivo que não permitiu a acumulação de grandes quantidades de matéria orgânica, os duripãs são encontrados em estágio de menor degradação, mantendo porções mais preservadas.

Os fragipãs que são encontrados na transição dos duripãs para os solos sem horizontes endurecidos, estão relativamente mais preservados, também apresentando pouca matéria orgânica acumulada.

O sistema de transformação do duripã

A análise micromorfológica (Quadro 2) dos perfis relacionados com a primeira depressão

mostra que a estrutura de base e a pedalidade passam de maciça e apedal nos duripãs mais preservados, para intertética e granular nos duripãs mais degradados localizados no entorno próximo do centro das duas áreas abaciadas da área estudada.

A análise granulométrica confirma que os horizontes duripã e fragipã alterados (perfis ERI-3, ERI-4 e ERI-9 da primeira depressão) apresentam teores de areia mais elevados em relação aos menos alterados, como encontrado no perfil ERI-2 (Quadro 1), indicando que, quando o horizonte endurecido entra em processo de degradação, ocorre a perda de material argiloso.

Este é o mesmo processo observado na segunda depressão.

Quadro 2. Descrição micromorfológica dos horizontes endurecidos nos perfis ERI-2, ERI-3 e ERI-6.

Característica Avaliada	Perfil . horizonte		
	ERI-2 Duripã (topo)	ERI-3 Duripã	ERI-6 <i>Ortstein</i> /Duripã
Matriz	Isotrópica com setores anisotrópicos. Vosépico e porções apedais.	Isotrópica	<i>Ortstein</i> . Isotrópico Duripã . Isotrópico com porções ondúlicas.
Estrutura de base e pedalidade	Intertético e raros setores granulares. Blocos maciços dispersos no setor em degradação e porfirosquélico no duripã.	Intertética	<i>Ortstein</i> . Intertético e granular Duripã . Maciço, porfirosquélico.
Esqueleto	Quartzo . 40% Volumes de duripã . 30%	Quartzo . 60%	<i>Ortstein</i> . Quartzo 50% Duripã . Quartzo 20%
Porosidade	50% no setor degradado 15% no duripã.	10%	<i>Ortstein</i> . 30-40% Duripã . 20-30%
Forma dos poros	Canais interconectados no setor degradado. Vesicular e alveolar no duripã.	Vazios e canais interagregados.	Canais interagregados no duripã, interagregados e transagregados no duripã.
Plasma	Bruno escuro e preto no setor degradado e bruno claro e avermelhado no duripã. O plasma escuro se sobrepõe ao bruno claro e ao avermelhado.	Complexo argila-húmus preto e bruno escuro.	Complexo argila-húmus preto e bruno avermelhado escuro no <i>ortstein</i> . Vermelho no duripã.
Estruturas cutânicas	Restos de duripã em forma de blocos arredondados nas áreas degradadas. Argilãs no duripã. Possível intercrescimento de sílica em grãos de quartzo.	Possíveis silicãs preenchendo fendas. Ferrãs de difusão. Grãos de quartzo com golfos de corrosão.	Ferrãs e argilãs em grande quantidade no plasma avermelhado. Setores do plasma avermelhado envoltos pelo plasma escuro.

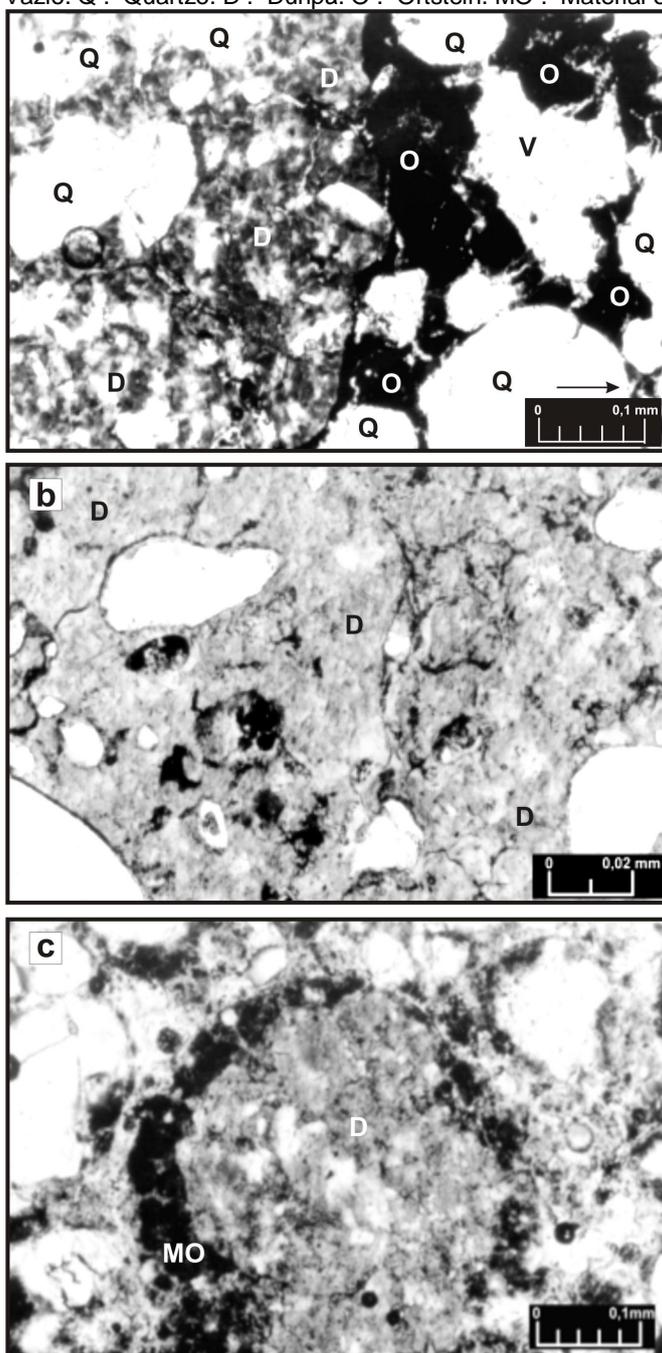
Os duripãs localizados no centro da depressão, portanto hidromórficos, não apresentam indícios de degradação. A matéria orgânica do perfil ERI-6 ocorre em forma de *ortstein* e o contato com o duripã (Figura 3-a) é abrupto. No ambiente hidromórfico as duas feições podem ser observadas com elevado grau de distinção, com rara ou nenhuma interpenetração do plasma escuro entre as fendas do duripã. Saindo do ambiente hidromórfico, o duripã é encontrado em diferentes estádios de degradação, com penetração da matéria orgânica (Quadro 2 e Figura 3).

A Figura 3-b mostra a micromorfologia do duripã do perfil ERI-2, como um dos menos

degradados entre os não sujeitos à hidromorfia da topossequência, com fendilhamento e canais com penetração de plasma escuro, mas ainda apresentando a estrutura com aspecto maciço relativamente preservada.

Os duripãs situados fora da zona de hidromorfia são mais degradados quanto maior a quantidade de matéria orgânica acumulada em forma de Bh, como pode ser observado no perfil ERI-3, que mostra os blocos de duripã permeados por plasma escuro (Figura 3-c). Nota-se que todo o duripã aparece com estágio de degradação mais avançado do que o duripã do perfil ERI-2.

Figura 3. Microfotografia mostrando (a) o contato entre o *ortstein* e o duripã sem interpenetração de material orgânico no perfil ERI-6 com hidromorfia; (b) o duripã pouco alterado do perfil ERI-2; (c) porção de duripã envolvido por material orgânico no perfil ERI-3. V . Vazio. Q . Quartzo. D . Duripã. O . Ortstein. MO . Material orgânico.



A evolução da vertente

O processo de transformação deve ser analisado a partir do centro da depressão, desde o Espodossolo com duripã até o Latossolo Amarelo com textura argilosa, passando pela gênese dos duripãs e fragipãs até chegar à degradação dos mesmos. Partindo do Latossolo Amarelo a vertente apresenta uma contínua perda dos teores de argila, num processo de transformação que indica um empobrecimento típico dos processos de podzolização descritos por vários autores (OLIVEIRA et al., 2010; MOREAU et al., 2006; CORRÊA et al., 2008; FILIZOLA et al., 2001; DUBROEUCQ et al., 1999; VIDAL-TORRADO et al., 1999; FARMER, 1986; LUCAS et al., 1986; PEDRO, 1986).

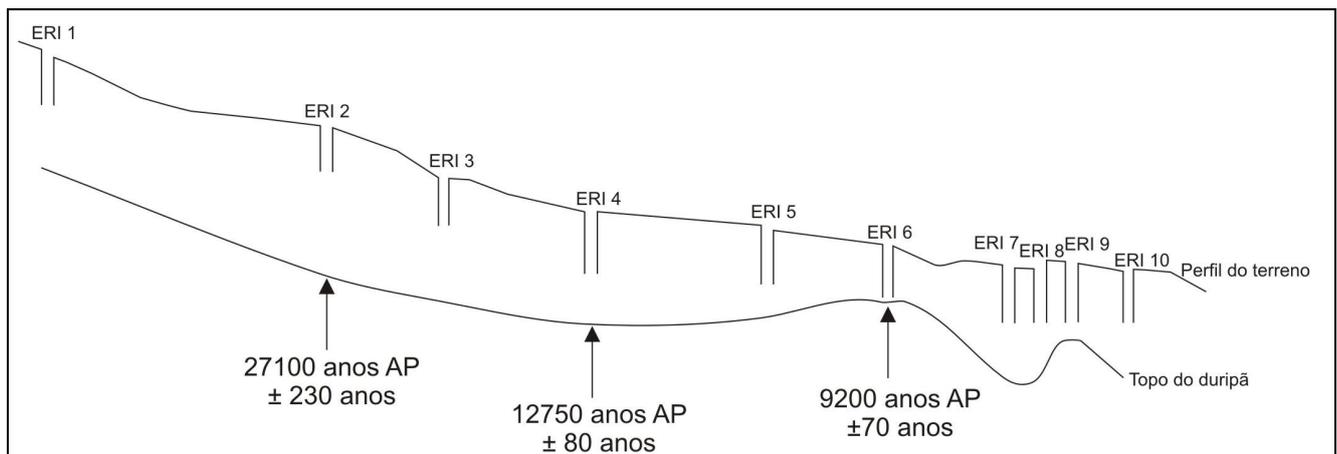
Considerando que os duripãs dos tabuleiros costeiros são formados em condições hidromórficas e são mantidos por uma hidromorfia no mínimo temporária, fato corroborado por Boulet et al (1996) e Filizola et al (2001), a inexistência dessa condição é a causa da sua

degradação que varia em função da quantidade de matéria orgânica existente sobre o seu topo que, por sua vez, varia em função da posição que o solo com duripã ocupa no relevo, acumulando mais ou menos matéria orgânica.

A datação da matéria orgânica impregnada ao topo do duripã indica em que período este deixou de ser funcional, ou seja, quando o rebaixamento do lençol freático permitiu a sua exposição às condições aeróbias e iniciou o processo de degradação com a penetração da matéria orgânica no horizonte endurecido. Filizola et al (2001) também utilizaram a matéria orgânica dos restos do Bh que impregnam o topo do duripã para a datação do ^{14}C .

Os resultados da datação de ^{14}C indicam que a matéria orgânica mais antiga existente sobre o duripã está localizada no ponto mais à montante do centro da área abaciada (Figura 4), representando o momento em que o duripã parou de se desenvolver e permitiu a penetração da matéria orgânica na sua estrutura maciça.

Figura 4. Perfil esquemático mostrando os resultados da datação através do ^{14}C . O centro da depressão (perfil ERI-6) mostra a datação mais recente do material coletado do topo do duripã, com 9200 anos AP. A datação mais antiga é a da amostra coletada no topo do duripã do perfil ERI-2, com 27100 anos AP e a amostra do perfil ERI-4 mostra uma datação intermediária com 12750 anos AP.



O duripã do perfil ERI-2, localizado mais à montante da depressão, ainda é encontrado relativamente pouco degradado quando comparado aos duripãs dos perfis mais próximos da depressão, em função das pequenas quantidades de matéria orgânica acumuladas sobre o seu topo.

Ao contrário, quanto mais próximo do centro da depressão, maior é a quantidade de material acumulado e mais recente é a matéria orgânica, fato que indica que o rebaixamento do lençol propiciou a impregnação dessa matéria orgânica.

Assim, o carbono que penetrou o topo do horizonte endurecido do perfil localizado mais a montante foi datado com 27100 anos AP \pm 230 anos, o que indica que o processo de gênese dos fragipãs/duripãs deixou de ser ativo a partir desse

período, data provável do evento tectônico que reativou a fratura e rebaixou o nível do freático e provocou a forma caótica com que o duripã se apresenta entre os perfis ERI 7 e 9.

As datações dos perfis ERI-4 e ERI-6 apresentam idades de 12750 anos AP \pm 80 anos e 9200 anos AP \pm 70 anos, respectivamente, indicando que o duripã do perfil ERI-4 continuou sob condições hidromórficas por quase 15000 anos após o rebaixamento do lençol que afetou o perfil ERI-2. No perfil ERI-6 a datação do ^{14}C foi realizada no contato entre o *ortstein* e o duripã, uma vez que não foi encontrada matéria orgânica suficiente na camada superior do duripã. Este perfil ainda retém o lençol freático e sua funcionalidade foi atestada durante os estudos de

campo em clima chuvoso e seco ao longo de dois anos de observações.

Filizola et al (2001) também encontraram idades decrescentes de montante para jusante, de 13.730 ± 60 AP a 2.290 ± 50 AP, com uma única datação com 21.740 ± 60 AP, interpretada pelos autores como possível erro, porém, os resultados indicam que é bastante provável que este resultado esteja correto e que corresponda a um evento que marca o início do processo de transformação dos horizontes endurecidos.

O tectonismo parece ter sido o responsável pela reativação da fratura que rebaixou o lençol e marcou o duripã entre os perfis ERI-6 e ERI-9 (Figura 4) com uma distribuição caótica, com blocos deslocados e característicos de evento de fratura, evidência corroborada pela análise do Ground Penetrating Radar . GPR conforme descrito em Ucha et al (2010).

É provável que ao longo de período tão largo tenham ocorrido fases de estabilidade com selamento e acumulação de água e outros eventos tectônicos que reabriram a fratura, rebaixando o lençol, porém, a matéria orgânica que se encontra impregnada no duripã indica o momento em este foi exposto às condições aeróbias.

CONCLUSÕES

Os duripãs e os fragipãs são degradados quando ocorre o rebaixamento permanente do lençol freático. Sob as condições aeróbicas a matéria orgânica é o principal agente de transformação dos horizontes endurecidos, penetrando por entre as fendas, canais e fissuras. A matéria orgânica age na desagregação dos blocos maciços, aumentando a quantidade de canais interconectados e de vazios e canais interagregados, passando de uma estrutura maciça e apedal para porfirósquélco e granular.

A datação do ^{14}C mostrou que o processo de exposição dos horizontes endurecidos ocorreu há 27100 ± 230 anos AP. Este fenômeno está relacionado ao tectonismo que parece ser a causa do rebaixamento do lençol freático em função da reabertura da fratura que delineou a vertente atual.

O balanço quantitativo das frações granulométricas ao longo da toposseqüência mostra, como resultado dos processos de transformação dos solos inicialmente argilosos e de degradação dos horizontes endurecidos, uma substancial perda dos teores de argila que, mesmo após a completa friabilização dos duripãs e fragipãs, geram solos predominantemente arenosos, portanto, física e quimicamente mais empobrecidos em relação ao solo original.

Não há evidências definitivas sobre como o processo de degradação do duripã ocorre ou como se processam as transformações que determinam o afrouxamento do(s) agente(s)

cimentante(s), mas fica evidente que as condições aeróbicas são indispensáveis para a sua friabilização e que quanto maior é a quantidade de matéria orgânica existente no solo, principalmente no contato com o duripã, mais rápido é o processo de alteração.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, J. S. F. O embasamento arqueano e proterozóico inferior do estado da Bahia. In: BARBOSA, J. S. F.; DOMINGUEZ, J. M. L. **Geologia da Bahia: texto explicativo**. Salvador: Secretaria de Minas e Energia do Estado da Bahia/SGM, 1996. p.65-102.
- BOULET, R.; FRITSCH, E.; FILIZOLA, H. F.; COELHO, J.; LEPRUN, J. C.; BARRETO, F. & BALAN, E. Fragipãs, duripãs e bandas ferruginosas dos tabuleiros do nordeste do Brasil: distribuição, mineralogia, gênese. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., Águas de Lindóia, 1996. **Anais**. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. (CD-ROM)
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **Folha SD 24 - Salvador: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra**. Rio de Janeiro. v. 24, 1981. 620 p. il.
- BREWER, R. **Fabric and mineral analysis of soil**. New York: J. Wiley & Sons. 1964. 470p.
- CHAUVEL, A. **Iniciação à análise microscópica dos solos**. Salvador: Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia, 1987, 112p.
- DUBROEUCQ, D.; VOLKOFF, B. ; FAURE, P. Les couvertures pédologiques à podzols du bassin du haut rio Negro (Amazonie). **Étude et Gestion des Sols**, v. 6, p.131-153, 1999.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA . CNPS, 1997. 212p. (Documentos, n.1).
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA . CNPS, 2006. 306p.
- FARMER, V. C. The role of inorganic species the transport of aluminium in podzols. In: RIGHI, D. ; CHAUVEL, A. **Podzols et podzolization**. Paris: INRA, 1986. p.187-194. (Comptes rendus de la table ronde internationale).
- CORRÊA, Marcelo Metri. Caracterização física, química, mineralógica e micromorfológica de horizontes coesos e fragipãs de solos vermelhos e amarelos do ambiente tabuleiros costeiros. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 32, p.297-313, 2008.
- FILIZOLA, H. F., LAMOTTE, M., FRITSCH, E. BOULET, R., ARAÚJO FILHO, J. C., SILVA, F. B. R.; LEPRUN, J. C. Os fragipãs e duripãs das

depressões dos tabuleiros costeiros do nordeste brasileiro: uma proposta de evolução. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 25, p.947-963, 2001.

FERRAZ, C.M.L.; VALADÃO, R.C. A tectônica cenozóica e a evolução do relevo: das chapadas do Jequitinhonha à planície costeira do sul da Bahia. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 6. Goiânia, 2006. Anais... Goiânia: UFG, 2006. Disponível em: < <http://www.labogef.iesa.ufg.br/links/sinageo/aut/articles/302.pdf> > Acesso em: 10 set. 2010.

FITZPATRICK, R. **The micromorphogy of soils:** a manual for the preparation and description of this sections of soils. Aberdeen: Department of Soils, University of Aberdeen, 1980, 207 p.

LEMOS, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de coleta e descrição de solo no campo.** 3. ed., Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. 84p.

LUCAS, Y.; BOULET, R.; CHAUVEL, A.; VEILLON, L. Systèmes sols ferrallitiques-podzol en région amazonienne. In: RIGHI, D.; CHAUVEL, A. **Podzols et podzolization.** Paris: INRA, 1986. p.53-68. (Comptes rendus de la table ronde internationale).

MOREAU, Ana Maria Souza dos Santos et al . Caracterização de solos de duas toposseqüências em tabuleiros costeiros do sul da Bahia. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 30, n. 6, Dez. 2006.

OLIVEIRA, Aline Pacobahyba de et al. Spodosols pedogenesis under barreiras formation and sandbank environments in the south of Bahia. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 34, n. 3, Jun. 2010.

PEDRO, G. Un problème pédologique fort ancien, mais toujours d'actualité. In: RIGHI, D.; CHAUVEL, A. **Podzols et podzolization.** Paris: INRA, 1986. p.1-10. (Comptes rendus de la table ronde internationale).

RIBEIRO, L. P. **Os latossolos amarelos do Recôncavo baiano:** gênese, evolução e degradação. Salvador: FAPEX, 1998. 99p.

TRICARD, J.; SILVA, T. C. Estudos de geomorfologia da Bahia e Sergipe. Fundação para o Desenvolvimento da Ciência na Bahia, 1968. 209 p.

UCHA, J. M.; BOTELHO, M.; VILAS BOAS, G. S.; RIBEIRO, L. P.; SANTANA, P. S. Uso do radar penetrante no solo (GPR) na investigação dos solos dos tabuleiros costeiros do litoral norte do Estado da Bahia. **R. Bras. Ci. Solo**, 26:373-380, 2002.

UCHA, J. M.; VILAS BOAS, G. S.; HADLICH, G. M. O uso do radar de penetração no solo na investigação dos processos de transformação

pedogeomorfológica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.11, n.1, p.85-96, 2010.

VIDAL-TORRADO, P.; LEPSCH, I. F.; CASTRO, S. S.; COOPER, M. Pedogênese em uma seqüência latossolo-podzólico na borda de um platô na depressão periférica paulista. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 23, p. 909-921, 1999.

VILAS BOAS, G. S.; SAMPAIO, F. J.; PEREIRA, A. M. S. The Barreiras Group in northeastern coast of the State of Bahia, Brasil: depositional mechanisms and processes. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 73, p.417-427, 2002.