

BOLETIM
DA
Sociedade Brasileira
de
Geologia

VOLUME

15



NÚMERO

2

SETEMBRO DE 1966

SÃO PAULO — BRASIL

Composto e Impresso na
GRÁFICA SANGIRARD
Rua Bom Pastor, 2472

BOLETIM
DA
SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA

VOLUME 15 — SETEMBRO DE 1966 — NÚMERO 2

Í N D I C E

Nota sôbre a laterização e sua consequência no relêvo do Território do Amapá Por <i>Aledir Paganelli Barbour</i>	5
Estrutura de "cone-em-cone" em nódulos calcários da Formação Estrada Nova (Permiano). Por <i>Paulo Milton Barbosa Landim</i>	33
Jacobsita de Licínio de Almeida, Bahia. Por <i>Evaristo Ribeiro Filho</i>	43
Aragonita pulverulenta em folhelho de subsuperfície de Carmópolis, Sergipe. Por <i>Kenitiro Suguio</i>	49
Implicação em Sistemática do tipo de fossilização dos lameli-brânquios fósseis de Taió, SC. Por <i>Antonio Carlos Rocha Campos</i>	55
Nota sôbre um diabásio amigdaloidal em Rio Claro (S.P.) Por <i>Eberhard Wernick</i> e <i>Paulo Milton Barbosa Landim</i> ..	61
Ocorrência de Safirina em Salvador, Bahia. Por <i>Shiguemi Fujimore</i> e <i>Gilles O. Allard</i>	67

Este boletim foi impresso com auxílio do CONSELHO NACIONAL DE PESQUISAS
--

NOTA SÓBRE A LATERIZAÇÃO E SUA CONSEQUÊNCIA NO RELÉVO DO TERRITÓRIO DO AMAPÁ

Por

ALEDIR PAGANELLI BARBOUR

Departamento de Geologia e Paleontologia, Faculdade de
Filosofia, Ciências e Letras da Universidade São Paulo.

ABSTRACT

The morphological study of laterite terrains and occurrences of ferruginous laterite in the Território Federal do Amapá led to the recognition of four types of laterite, which are related to at least two phases of laterization: the first and older phase (Tertiary?) resulted in the formation of nodular, cavernous and massive fossil laterite. A second phase, of Quaternary age, led to the formation of fossil lateritic breccias and conglomerates, originated by partial laterization. In the present stage of acting laterization are formed lateritic breccias and conglomerates.

A typical morphology, cut by steep-sided, flat-bottomed valleys was developed without uplift and peneplanation.

The author's observations in Amapá suggest that grain size and hardness of the nodules and the thickness of lateritic horizon has a close relation to the situation and topographic features where the lateritic horizons occur.

It was possible to establish a chronological sequence of the following events, related to the laterization of Território Federal do Amapá:

- 1 — Development of an old erosion surface on the crystalline basement.
- 2 — A second erosion surface developed with the uplift of these rocks and formation of a relief which was gentler than the modern one.
- 3 — Formation of an erosion surface mainly on the cenozoic sediments and laterization of these sediments and basement rocks. Related to this phase occurred the secondary enrichment of the Serra do Navio manganese ores.

- 4 — Rejuvenation by change of the base level and degradation of the lateritic horizon with formation of steep-sided, flat-bottomed valleys.

RESUMO

O estudo da morfologia dos terrenos laterizados e das ocorrências de laterita ferruginosa do Território Federal do Amapá levaram à distinção de quatro tipos de laterita relacionados a pelo menos duas fases de laterização. Uma primeira fase de laterização (Terciária?) mais antiga que resultou na formação de laterita fóssil, do tipo nodular cavernosa e maciça. Uma segunda fase de idade Quaternária recente que se desenvolveu com a formação de brechas e conglomerados lateríticos fósseis, formados por processo de laterização interrompido e brechas e conglomerados lateríticos recentes formados por processos de laterização ainda ativos.

Uma morfologia típica, cortada por vales de fundo chato e parêdes abruptas desenvolveu-se nas áreas laterizadas sem solicitar o processo clássico de levantamento e peneplanização.

Foi verificado que a granulação e coesão dos nódulos assim como a espessura dos horizontes de laterita, têm uma estreita relação tanto com a localização quanto com a forma topográfica onde os horizontes lateríticos ocorrem.

Os estudos levaram ao estabelecimento de uma seqüência cronológica dos eventos relacionados à laterização do Território Federal do Amapá:

- 1 — Desenvolvimento de uma superfície de erosão antiga na área de cristalino.
- 2 — Levantamento desta área de cristalino e início de uma segunda fase erosiva com formação de um relêvo mais suave que o atual.
- 3 — Formação de uma superfície de erosão na área de sedimentos cenozóicos com laterização destes sedimentos e das rochas do cristalino. A esta fase deve ligar-se predominantemente o enriquecimento secundário das jazidas de manganês de Serra do Navio.
- 4 — Rejuvenescimento por mudança do nível de base e degradação do horizonte laterítico com a formação de vales de fundo chato e parêdes íngremes.

INTRODUÇÃO

As lateritas (*) ferruginosas do Amapá apresentam uma variação tão grande nas características físicas e composição química que não seria razoável cobrir esta diversidade com simples conceitos ou generalizações.

Os dados para a pesquisa foram coletados em grande parte durante os trabalhos de campo para localização de áreas com ocorrências de laterita ferruginosa do tipo nodular para utilização no revestimento de estradas de rodagem, estrada de ferro e construções. Na época desta pesquisa o autor exercia o cargo de geólogo na Indústria e Comércio de Minérios S.A. (ICOMI).

Os trabalhos desenvolveram-se ao longo da Estrada de Ferro do Amapá (E. F. Amapá) e suas adjacências, estendendo-se desde Santana, às margens do Canal Norte do Rio Amazonas até Serra do Navio no km 194 desta ferrovia (Ver fig. nº 1). Anotações foram tomadas em grande trecho dos Rios Amapari, Araguari e da BR-15 que liga Macapá, Capital do Território, à cidade de Amapá, localizada a NE, próximo do litoral atlântico.

Nesta pesquisa duas áreas foram detalhadamente estudadas, abrindo-se 446 trincheiras e coletando-se 349 amostras de canal localizadas dentro do horizonte de laterita nodular. Após estudo das propriedades físicas, estas amostras foram submetidas à pesagem, lavagem, peneiramento e posteriormente êstes dados foram computados em mapas topográficos para estimativa de reservas.

Consignamos nossos agradecimentos ao Govêrno do Território Federal do Amapá, na pessoa de seu Governador General Luiz Mendes da Silva e Dr. Roberto Rocha Souza que possibilitaram nossa viagem pela BR-15 até à cidade do Amapá.

(*) Restringiremos o significado do termo "laterita" para indicar as concentrações de sesquióxidos de Fe que no Território Federal do Amapá freqüentemente se apresentam sob forma de nódulos ou crostas cavernosas ou maciças. Concentrações de sesquióxidos de Al "bauxita" não foram pesquisadas.

Aos geólogos da ICOMI, W. Scarpelli, J. Maruo e B. A. dos Santos, companheiros de trabalho, os agradecimentos pelas úteis sugestões. Estendemos os agradecimentos aos Profs. Dr. Viktor Leinz e Dr. Sérgio Estanislau do Amaral pela leitura do original e pelas sugestões dadas.

TRAÇOS GEOLÓGICOS GERAIS E CLIMA

O Território Federal do Amapá estende-se como a unidade política que delimita o extremo setentrional do litoral brasileira.

Duas grandes unidades compõem sua litologia:

a) Embasamento cristalino no Escudo das Guianas constituído de granito-gnaisses, xistos, antibolitos, quartzitos, migmatitos, gabros intrusões diabásicas etc. Compreende aproximadamente 70% do território, compondo um maciço adernado para SSE, coberto pela floresta equatorial amazônica. A borda SSE do escudo emerge de sedimentos cenozóicos numa linha que acompanha o litoral a distância variáveis, com direção geral N-S.

b) A faixa de terrenos cenozóicos sedimentares que cobre o embasamento desde a emergência do cristalino até o litoral atlântico, coberta por vegetação do tipo savana. É fato relevante como já foi sublinhado por Magnanini (1952), a coincidência geral do contacto das duas formações geológicas e a faixa limítrofe entre a floresta equatorial e a zona de savana.

Segundo Andrade (1964) o território tem dois tipos de clima pela classificação de Köppen: zona de florestas equatoriais com clima equatorial (Am); zona de savana com clima tropical (Aw) com diferenciação para o subtipo Aw que compreende dois períodos de chuvas de verão com uma curta estação seca intercalada. O papel exercido pelo relêvo e a vegetação deve determinar diferenças climáticas entre as duas regiões naturais.

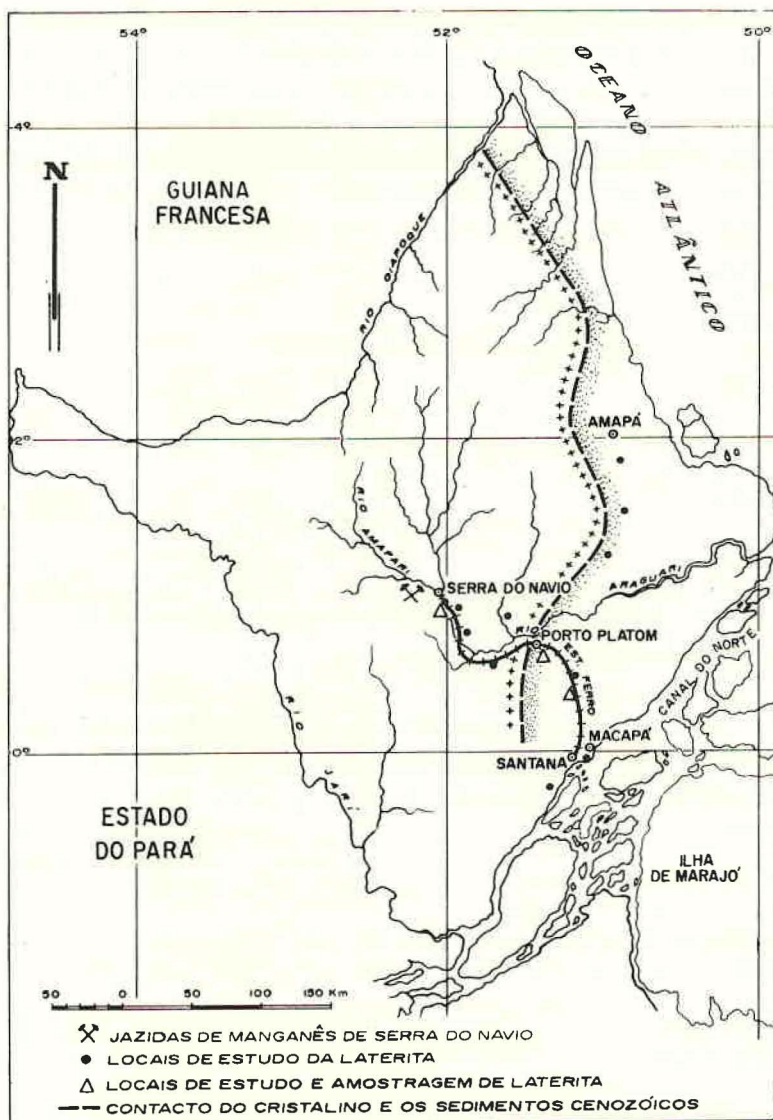


Fig. 1 — Esboço do Território do Amapá com as localidades pesquisadas.

Os dados sôbre pluviosidade, temperatura e umidade representados no gráfico e tabela abaixo foram coletados em Santana, (ver fig. nº 1), próximo as margens do Rio Amazo-

nas, Pôrto Platon, situado na zona de transição entre a savana e a floresta equatorial e Serra do Navio, em plena floresta equatorial. Estas três localidades representam os índices das duas regiões naturais e da zona de transição entre elas. O total anual para a pluviosidade nestas três cidades foi respectivamente 2.700, 2.650 e 2.300 mm.

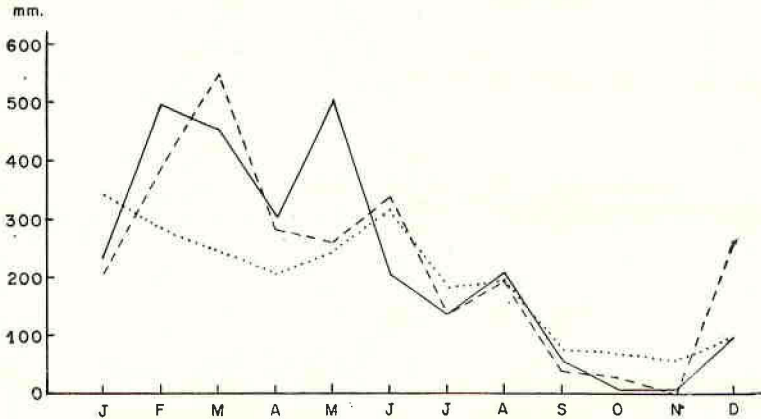


Fig. 2 — Normais mensais de precipitação — Ano 1964.

A época de alta pluviosidade que corresponde ao inverno segundo vemos no gráfico estende-se desde janeiro até julho. De julho a dezembro inicia-se o período sêco denominado verão.

		<i>Santana</i>		<i>Pôrto Platon</i>		<i>Serra do Navio</i>	
UMIDADE REL. % (máx. e min.)	VERÃO	97	35	78	15	—	—
	INVERNO	95	47	98	29	—	—
TEMPERAT. °C (máx. e min.)	VERÃO	34,4	22,5	35,0	20,1	33,0	21,0
	INVERNO	32,2	21,6	32,2	21,6	31,5	22,0

Estes dados refletem o conjunto dos fenômenos meteorológicos que produzem intemperismo profundo sôbre as rochas do Território Federal do Amapá.

A zona de savana assemelha-se a um plano costal coberto por sedimentos arenosos, siltosos e argilosos submetidos à laterização e atualmente em fase de erosão. O traço morfológico

que predomina nesta área são as colinas ondulantes pertencentes a uma fase erosiva pretérita que culminou com a formação de um peneplano.

O período erosivo atual produz um entrincheiramento ao longo dos rios principais, afluentes e vales que canalizam torrentes de inverno.

A ocorrência de áreas com laterização mais intensa junto ou próximo de áreas atualmente bem drenadas, como os Rios Amazonas, Amapari, Araguari, Flechal, leva a supor que a laterização, no período de sua formação, foi controlada pela distribuição das águas superficiais e subterrâneas. Atualmente as áreas laterizadas influem na orientação da drenagem superficial e morfologia geral do terreno. A topografia desenvolvida na zona de savana é suave, com desníveis que não ultrapassam 40 m, em média 20 m. O pacote de sedimentos cenozóicos adelgaça em direção ao cristalino afloramento em Pôrto Platon "ilhas" do embasamento cristalino.



Fig. 3 — Vale do km 61 — E. F. Amapá.

A foto ilustra o tipo de vale de fundo chato e parêdes íngremes, na superfície de erosão desenvolvida sobre os sedimentos cenozóicos do plano costal amapaense.

O estudo da morfologia dos terrenos lateríticos do Amapá, apesar de ter sido feito por alguns autôres como Guerra (1953), (1954) Vann (1963), justifica ainda trabalhos de detalhe com

o objetivo de concluir sôbre o tipo de morfologia resultante da erosão do horizonte laterítico.

Na superfície de erosão laterizada do Amapá desenvolveu-se uma topografia recortada por vales de parêdes abruptas e fundo chato. Êstes vales são curtos em relação à sua profundidade, com nascentes íngremes.

Um exemplo típico do vale entalhado em área laterizada está representado na fig. 4, levantado a alidade e prancheta, no km 61 da Estrada de Ferro do Amapá.

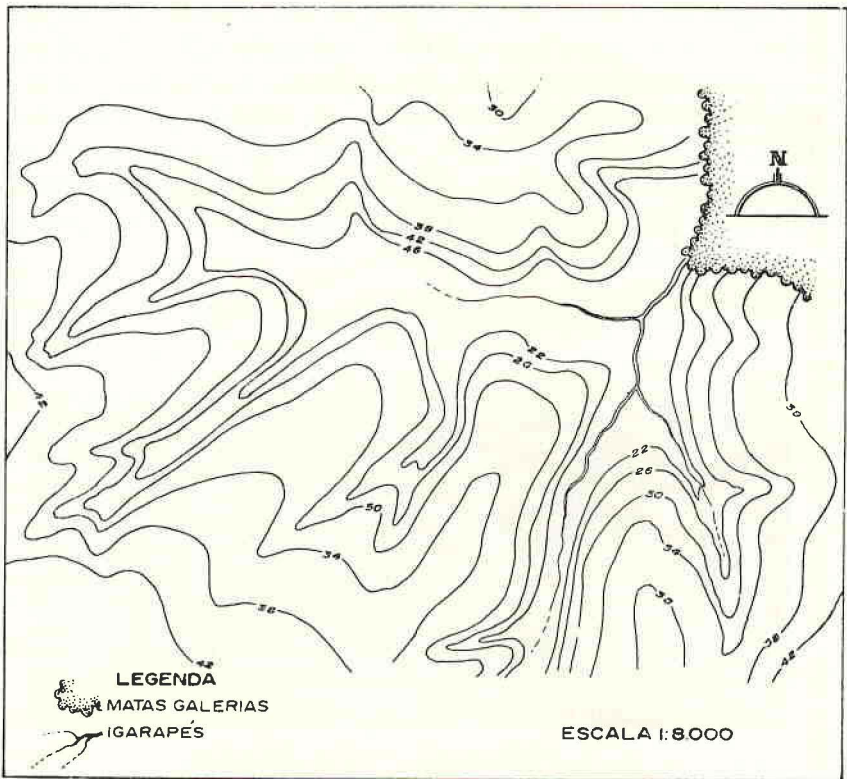


Fig. 4 — Vale sêco de fundo chato e parêdes íngremes — km 61 E. F. A.

As dimensões dêstes vales deveriam ser explicadas através das correntes permanentes que ativam os processos de erosão lateral e vertical. O volume de água e extensão destas correntes são pequenos em relação às dimensões dos vales enta-

lhados. É oportuno ainda lembrar que os vales deste tipo ficam sêcos no período do verão. Trincheiras abertas no fundo dêstes vales acusaram um pacote de sedimentos incoerentes, erodidos das encostas, com espessuras superiores a 2 m. Assim, se admitirmos o entalhamento dos vales por erosão lateral e vertical torna-se difícil explicar o entulhamento e a escassez das correntes.

O processo de erosão lateral e vertical, ativado pela retomada de erosão por simples levantamento após peneplanização, não explica satisfatoriamente a formação dêstes tipos de vales

Como veremos adiante, o desenvolvimento do horizonte de nódulos lateríticos e crostas em uma certa profundidade do solo deve explicar a existência de vales de fundo chato nesta região.

PERFIL DO HORIZONTE LATERÍTICO

Localizado em tôda sua extensão territorial num clima favorável ao intemperismo profundo, desenvolveu-se no Amapá o perfil clássico de laterização descrito pela bibliografia geológica. A laterização é hoje admitida como “um processo de intemperismo caracterizado pela ruptura da estrutura dos minerais das argilas, lixiviação parcial ou total da sílica, e concentração de sesquióxidos de ferro e/ou alumínio sôbre ou próximo da superfície”.

Como resultado dêste processo formam-se nódulos, concreções, crostas maciças, cavernosas, celulares, pisolíticas ou irregulares.

No Amapá formaram-se no processo de pedogênese, solos imaturos, do tipo zonal, com horizonte A₁ pouco desenvolvido ou ausente. Êste perfil desenvolveu-se a partir de rochas sedimentares de idade Cenozóica e solos provenientes do embasamento cristalino.

Compondo parte da seqüência litológica desde a rocha sedimentar ou do embasamento até o horizonte A₁ desenvolveu-se uma camada nodular (*) rica de ferro, que às vêzes está au-

(*) Pela ausência de estrutura concrecionária, preferimos denominar nodular, segundo Todd (1908) e Bryan (1952).

sente, com espessura variável atingindo um máximo de três metros, constituída de blocos e nódulos limoníticos envolvidos em matriz argilo arenosa. Apresenta em geral uma superfície ondulada, com contacto superior em geral abrupto e inferior gradacional (ver fig. 5). Localmente os nódulos são cimentados pela própria limonita constituindo agregados ou crosta será referida como "horizonte laterítico", podendo, como foi dito estar ausente no perfil do solo laterítico.

A capa laterítica distribui-se sôbre o cristalino e os sedimentos cenozóicos de maneira errática, restando nas áreas mais dissecadas apenas remanescente do antigo horizonte laterítico. nas, o horizonte laterítico tem espessura aproximada de 5 m,

Em Macapá às margens do Canal Norte do Rio Amazonas, o horizonte laterítico tem espessura aproximada de 5 m constituindo uma crosta ferruginosa. Na maré alta o rio atinge a base dêste horizonte, cavando um nicho na argila ferruginosa subjacente ao horizonte (ver fig. 10). É de se supor nesta área um levantamento relativo de no mínimo 5 m.

O horizonte laterítico com altitude de alguns metros às margens do Rio Amazonas eleva-se, em direção ao cristalino seguindo sempre a topografia atingindo em Pôrto Platon aproximadamente 80 m. Em Serra do Navio, zona de cristalino, remanescentes da erosão do horizonte capeiam elevações com cota ao redor de 300 m.

O perfil geológico da figura 5 está localizado próximo à faixa de emergência do embasamento, representado pelo granito que aflora no ponto B da seção colunar.

Esta seqüência litológica é bastante comum no território. O tópo das colinas apresenta em geral uma capa argilo-arenosa sobrejacente ao horizonte laterítico e de espessura variável. Nas encostas das colinas, tanto a capa, como o horizonte laterítico foram removidos. A ocorrência desta capa relativamente impermeável no tópo das colinas e áreas altas, e o afloramento do horizonte laterítico permeável nas encostas próximas ao fundo dos vales, são responsáveis pelas características morfológicas da região de savana.

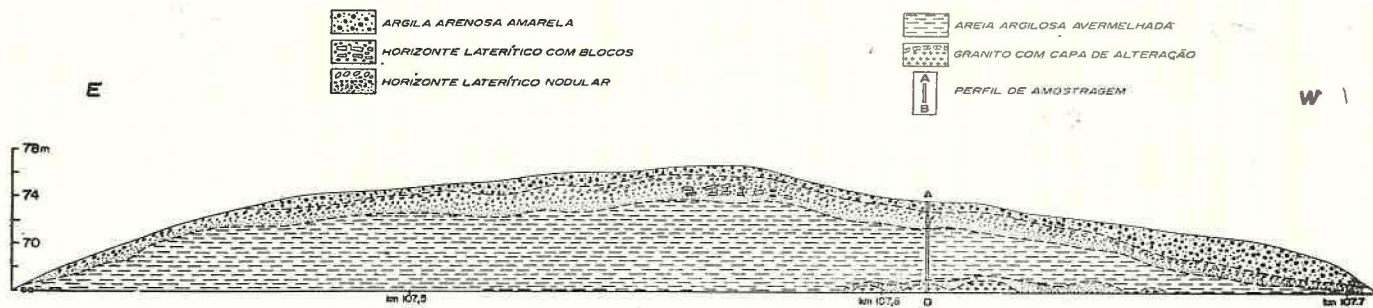


Fig. 5 — Perfil geológico E-W ao longo da Estrada de Ferro do Amapá
— km 107,4 a 107,7.

O processo de degradação do horizonte laterítico é contínuo de modo que, nas áreas altas submetidas à erosão mais intensa, a capa argilo-arenosa está ausente, aflorando o horizonte nodular em grande parte da extensão topográfica.

Esta camada protege e mantém o relêvo pela sua inércia química e resistência física à erosão.

Atualmente não há mais condições de laterização nas áreas altas pelo abaixamento do nível hidrostático e modelação de uma nova superfície de erosão.

O horizonte laterítico influe indiretamente nos fatores de controle morfológico. O processo normal de erosão lateral e vertical desenvolve-se com a incisão dos vales produzindo uma escarpa que separa o nível antigo de erosão do recente. Com o alargamento e aprofundamento dos vales, a escarpa atinge o horizonte laterítico seccionando-o na altura próxima ao fundo dos vales. Até este ponto o processo de erosão é comum, à semelhança de áreas de "badlands" como descrito primeiramente por *Guerra* (1954). Nas próprias palavras de Vann, (1963), que também descreveu este processo no Amapá "Enquanto as ravinas se alargam e aprofundam com o tempo, até penetraram a crosta laterítica, atuam processos que aumentam o ritmo em que os vales se desenvolvem". As águas pluviais que escoam sobre a capa argilo-arenosa impermeável infiltram-se na área de exposição do horizonte laterítico poroso até a camada areno-argilosa subjacente. Sobre esta camada relativamente impermeável forma-se uma circulação subterrânea, surgindo fontes na borda dos vales. Este processo produz o solapamento das paredes e erosão remontante com retrocesso das nascentes dos vales. Como resultado final, o alargamento dos vales é mais intenso que o seu aprofundamento resultando um vale de fundo chato, entulhado com até 2,5 m de sedimentos, com paredes abruptas e dimensões exageradas em relação ao volume de água das correntes que o entalham (ver fig. 4).

Vann (1963) descreve: duas linhas de fontes nas encostas dos vales originando localmente dois terraços, um no

contacto inferior do horizonte laterítico e outro na camada areno-argilosa subjacente.

Concluindo, em parte concordando com a opinião de Vann, o processo de ravinamento produzido pelo solapamento de áreas laterizadas explica por si só a morfologia típica da zona de savana do Amapá. Isto naturalmente não exclue a possível peneplanização e levantamento que resultou no rejuvenescimento das áreas próximas aos rios de maior porte. Na seção A-B da figura 5 foram coletadas oito amostras e feita descrição macroscópica dos componentes do perfil laterítico desde a rocha sã na base até o solo superficial.

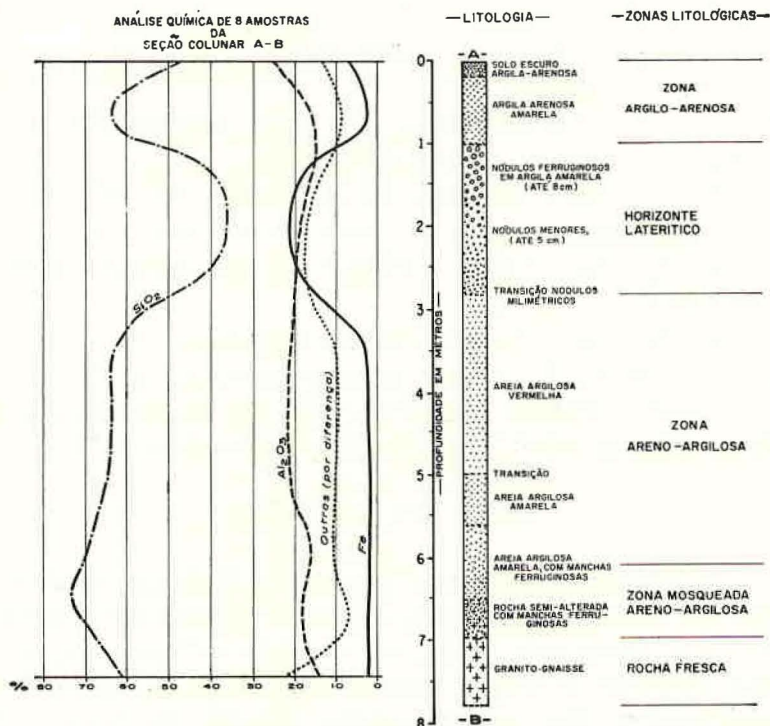


Fig. 6 — Seção Colunar A-B — km 107 da E. F. Amapá (Vide fig. 4).

É de se notar no gráfico acima o enriquecimento e empobrecimento proporcionais de ferro e sílica no horizonte

laterítico. Merece atenção também o fato da sílica localizada acima do horizonte laterítico ter sido pouco lixiviada.

Não parece também ter sido êste material transportado de áreas próximas e acumulado sôbre o horizonte laterítico.

Resta então concluir que a lixiviação da sílica não ocorre desde a base do horizonte laterítico até a superfície topográfica, mas restringe-se à zona de precipitação do ferro. A lixiviação da sílica e precipitação do ferro deve estar ligada a um processo comum, e talvez mais relacionada à migração de correntes horizontais.

Segundo se pode notar na secção colunar A-B, os nódulos acham-se permeados por argila arenosa amarela. Nas proximidades do contacto inferior do horizonte, que as concreções tornam-se gradualmente menores, a argila arenosa torna-se avermelhada.

As concreções permeadas por argila arenosa avermelhada são menores e de coesão mais baixa.

Esta seqüência litológica foi encontrada em mais de trezentas trincheiras abertas. Quando o horizonte nodular está ausente, há uma simples gradação da zona amarela para a vermelhada.

A coluna descrita como Zonas Litológicas dá os termos litológicos gerais incluindo a zona mosqueada, "mottled zone" descrita na literatura geológica. Não foi encontrada a zona pálida ("pallid zone") descrita por Whitehouse (1940).

TIPOS DE LATERITA

Os trabalhos de campo levaram à distinção de quatro tipos de laterita, baseando-se em suas propriedades físicas e em parte composição química. Os três primeiros tipos às vezes compõem o mesmo horizonte laterítico ou ocorrem separadamente. Sua gênese embora comum nos termos gerais, distingue-se em alguns detalhes menores.

O primeiro tipo, denominado *laterita nodular*, o mais comum no território compõem-se de nódulos ferruginosos de dimensões variáveis entre alguns milímetros e dez centíme-

tros, envoltos em matriz argilo-arenosa. Apresentam coloração marron avermelha, com manchas alaranjadas, friáveis, muito pouco endurecidas pela limonita (*). A estrutura não é concrecionária, mas assemelha-se a um nódulo ora homogêneo ora heterogêneo em manchas com maior ou menor limonitização. Uma película delgada de limonita cobre algumas cavidades ou preenche fraturas.

A coesão decresce com o aumento da porcentagem de quartzo, e também com o número de manchas argilosas alaranjadas.

Os grãos de quartzo angulosos ocorrem dispersos no nódulo. Em geral quanto maior a porcentagem de quartzo, maior a porosidade do nódulo. Isto decorre da solubilização e formação de uma cavidade ao redor do cristal, que posteriormente é preenchida pela limonita.

Dentre os nódulos coletados em áreas de cristalino, alguns têm forma alongada e estrutura interna xistosa fazendo supor um xisto intemperizado substituído por limonita.

Com a diminuição da dimensão dos nódulos nota-se aumento da coesão, com tendência para a forma esférica, diminuição da porcentagem de quartzo e porosidade, e a estrutura interna vez ou outra torna-se pouco concrecionária.

Laterita do tipo nodular ocorre em horizontes com grande extensão horizontal sendo o tipo mais representativo no território.

O segundo tipo, denominado *laterita cavernosa* apresenta-se sob a forma de blocos que atingem até alguns metros dentro do horizonte de laterita nodular ou então constituindo uma crosta de espessura variável de alguns centímetros até cinco metros

A foto representa uma crosta de laterita cavernosa de aproximadamente 5 m de altura às margens do Canal Norte do Rio Amazonas, junto à Fortaleza de Macapá.

(*) O termo limonita será usado no sentido genérico para óxidos de ferro hidratados finamente cristalizados, de composição específica desconhecida.

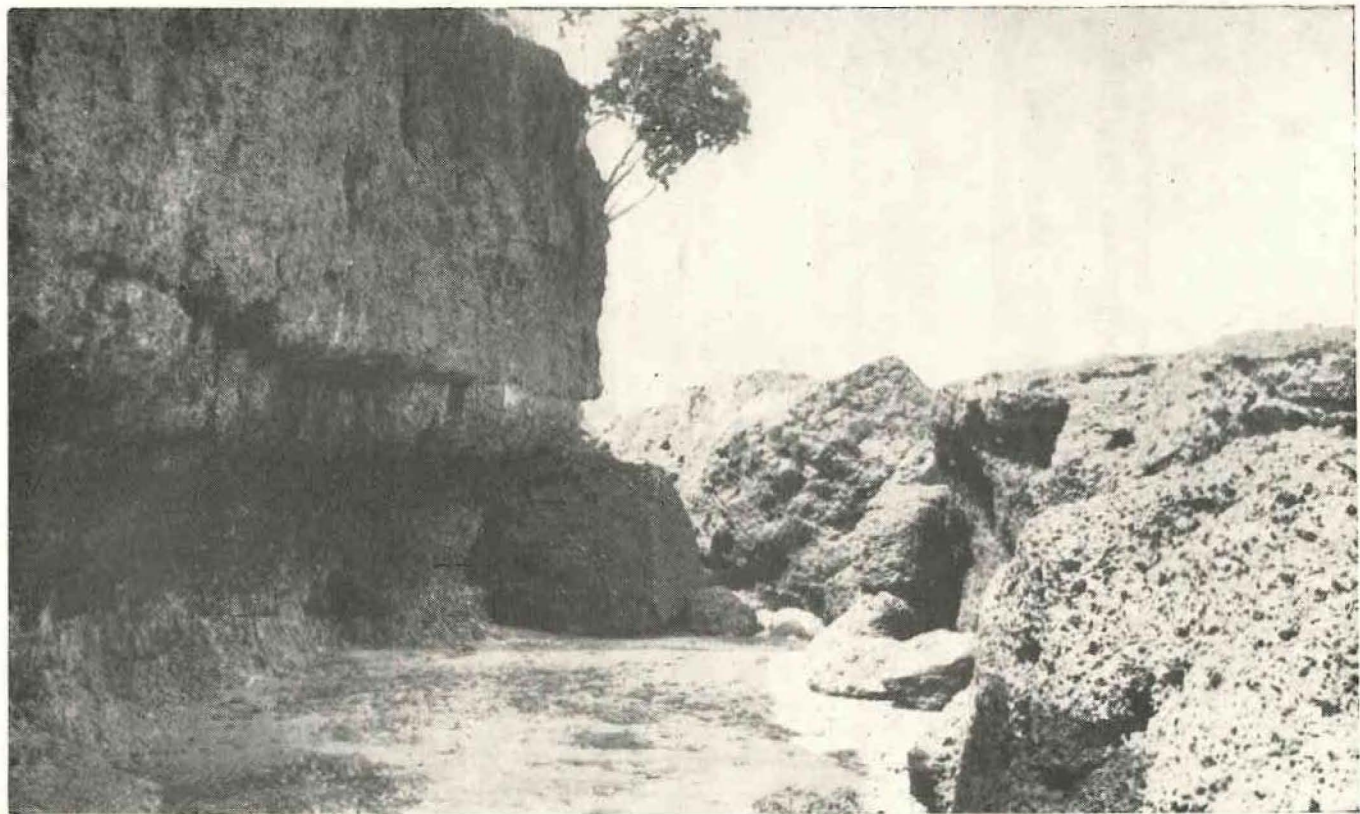


Fig. 7 — Laterita cavernosa.

Esta crosta tem sido referida na literatura como “canga”, raramente apresentando parte de origem clástica. Às lateritas ferruginosas constituídas por uma parte de origem clástica preferimos denominar conglomerados ou brechas lateríticas.

Mabesoone (1965) faz um histórico dos termos “laterita” e “canga” e conclue lançando uma nova nomenclatura para êstes tipos de depósitos ferruginosos.

Dada a variação tão grande nas características físicas e propriedades químicas das ocorrências, o autor houve por bem manter a distinção (Dorr, 1958), sem com isto lançar uma nova classificação.

A laterita cavernosa origina-se pela cimentação irregular de material areno-argiloso. Mesmo após a cimentação restam manchas irregulares de argila caulínica branca ou pouco ferruginosa. Com a exposição dos blocos de laterita aos agentes de intempérie, a argila é lavada formando-se cavidades que dão aspecto escoriáceo à superfície dos blocos (fig. 8).



Fig. 8 — Laterita cavernosa.

Numa fase mais adiantada do processo superficial de lixiviação desenvolvido na zona de florestas tropicais, formam-se canais sinuosos, ramificados às vêzes, com diâmetro médio de 0,5 cm, semelhantes a canais de vermes. As paredes dos canais são lisas, evidenciando processo química de dissolução. A matéria vegetal fornecida pelas florestas torna ácidas as águas superficiais possibilitando o desenvolvimento dos canais ao longo das manchas argilosas.

As amostras superficiais de laterita cavernosa das savanas, cuja vegetação é rasteira e de menor porte, não apresentam êstes canais, provàvelmente pela pequena quantidade de matéria orgânica acumulada no solo e menor acidez das águas superficiais.

As cavidades e canais formam-se apenas na superfície dos blocos ou crostas lateríticas atingindo até uma profundidade máxima de 40 cm, dependendo da proximidade que o bloco está da superfície topográfica. Além desta profundidade as manchas argilosas permanecem intactas.

Na superfície de algumas crostas lateríticas, o processo de laterização é mais intenso, sendo cimentadas por limonita também as manchas argilosas, formando um agregado irregularmente compacto, com manchas mais friáveis.

A porcentagem de grãos de quartzo dispersos neste tipo é comum encontrar-se uma película escura de limonita cobrindo as cavidades.

O terceiro tipo de laterita, denominado *laterita maciça*, caracteriza-se pela homogeneidade na cimentação pela limonita, compactação e coloração marron avermelhada homogênea. Apresenta fratura concoidal, localmente com fraturas geométricas cruzadas, provàvelmente formadas por desidratação da camada. Em algumas áreas como o km 61 da EFA, êste tipo de laterita apresenta uma coloração rítmica com lâminas mais claras intercaladas com a côr escura de amostra, dando uma estrutura estratiforme. A alta porcentagem de ferro (48%) sugeriu identificação da verdade mineraló-

gica por raio X*, acusando Goethita em sua composição. A porcentagem de quartzo é pequena estando às vezes mesmo ausente. Nos pontos onde há cristais milimétricos angulosos de quartzo a coloração rítmica é interrompida, tornando-se a amostra um pouco porosa. Os pequenos blocos de laterita maciça do km 61 apresentam superfície brilhante, polida, com vértices arredondados. Originaram-se da degradação de um horizonte laterítico localizado acima da superfície atual.

A laterita maciça não é um tipo muito representativo e ocorre na forma de camadas com espessura variável de alguns cm até pouco mais de um metro.

Quando na forma de camadas com algumas dezenas de cm, a porcentagem de quartzo aumenta consideravelmente, imprimindo um acamamento às amostras, como se pode notar no Igarapé da Pedreira, a nordeste de Macapá. Laterita maciça ocorre também próximo à cidade do Macapá.

Finalmente o quarto tipo de laterita, que se caracteriza por parte de origem clástica, sendo denominado *conglomerado ou brecha laterítico*.

É o tipo que mais se aproxima da canga. Compõem-se da fração clástica que inclui blocos ou seixos arredondados de quartzito, quartzo, anfibolitos, xistos ou ainda nódulos ferruginosos cimentados por limonita. Este tipo foi classificado à parte pela sua composição e idade mais recente. Divide-se em duas categorias:

a) Conglomerados e brechas fósseis, cujo estágio de laterização é incompleto. A limonita que cimenta os grãos de quartzo, fragmentos e seixos é pouco resistente, distinguindo-se dos demais tipos pela sua estrutura porosa e incipiente cimentação.

Foram localizados apenas na zona de floresta equatorial ocorrendo em depósitos de cascalhos dos antigos leitos dos rios Amápari e Araguari, próximo ao km 116 da estrada de ferro.

(*) Determinação feita por J. V. Valarelli, no Departamento de Mineralogia e Petrografia da F. F. C. L.



Fig. 9 — Conglomerado laterítico.

b) Conglomerados e brechas lateríticos recentes ainda em processo de laterização. Este tipo também foi encontrado apenas na zona de floresta equatorial. Distingue-se do anterior apenas pelo seu cimento limonítico mole, bastante hidratado. Não representa ainda o estágio final de laterização. Ocorrem nas proximidades da jazida de manganês de Serra do Navio.

CONSIDERAÇÕES SÔBRE A GÊNESE

O estudo de quase quatrocentas trincheiras em área onde ocorre laterita nodular (km 61 e 108 da E. F. Amapá) demonstrou que os nódulos de granulação maior e coesão alta estão no tópo da camada e são permeados por argila arenosa amarela. Para a base da camada as dimensões e dureza dos nódulos diminuem, passando a argila a ser mais quartzosa e de coloração avermelhada. Indica que na base da camada o processo de laterização foi parcial, incompleto.

Para o desenvolvimento do processo de laterização, e principalmente do horizonte de nódulos, é condição indispensável a presença de quartzo em certa porcentagem. A dissolução do quartzo aumenta a permeabilidade da rocha. Em área de composição argilosa predominante o processo é im-

pedido, ou pelo menos retardado devido à menor permeabilidade. No km 60,3 da E. F. Amapá, uma faixa de algumas dezenas de metros constituída de argila caulínica clara, maciça, macroscopicamente sem quartzo, não sofreu laterização mantendo a argila sua cor original. O sedimento quartzoso ao redor foi laterizado desenvolvendo mesmo os nódulos lateríticos.

Via de regra a espessura do horizonte laterítico é maior no topo e bordas das colinas, que corresponde à maior amplitude de variação do nível hidrostático.

É de se supor que a localização de nódulos com maior dureza na porção superior do horizonte laterítico e especialmente nos horizontes localizados em topos de colinas, relaciona-se à mais fácil exposição destes nódulos ao ar facilitando sobremaneira sua desidratação. A este respeito verifica-se que os nódulos expostos ao ar na superfície topográfica têm coloração mais pálida e maior coesão em relação àqueles permeados pela argila arenosa. Deve processar-se na superfície, a lavagem dos traços residuais de argila e desidratação.

Há uma relação mais ou menos direta entre a topografia e o tamanho dos nódulos. Das 349 amostras coletadas foram selecionadas cinco localizadas em topos de colinas e seis localizadas em áreas planas, ou espigões. Após submeter estas amostras à lavagem, peneiramento e lançar os dados em curvas acumulativas, verificou-se que os nódulos formados no topo de colinas têm granulação menor e coesão maior, distribuindo-se em grande porcentagem entre as malhas de 8,4 e 12,7 mm.

A ordenada da curva acumulativa é dada em volume real ao invés de massa pela necessidade do cálculo da estimativa de reserva dos nódulos em m³.

A granulometria da laterita localizada em áreas planas é maior e mais homogênea. Conclue-se que há uma estreita ligação entre a coesão, a granulometria dos nódulos, espessura do horizonte laterítico e a topografia. Esta relação está estatisticamente expressa na tabela abaixo.

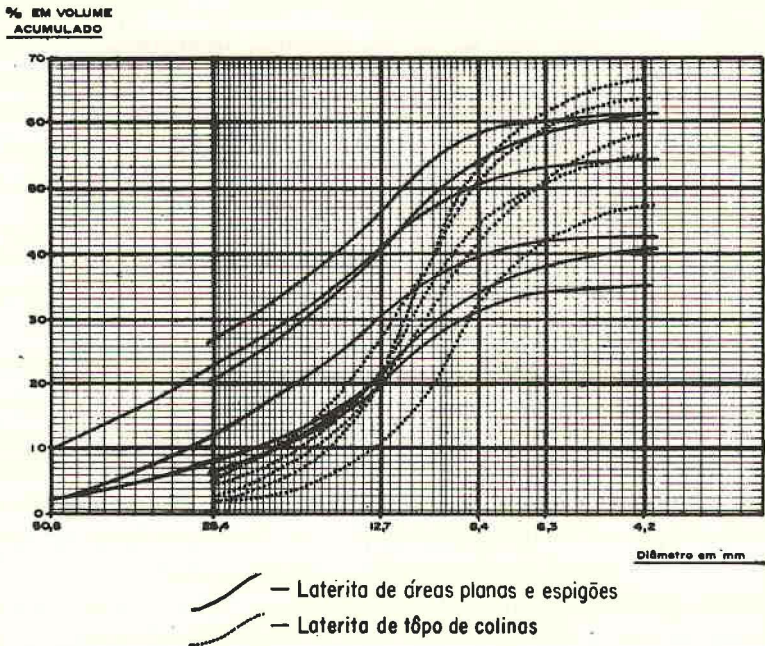


Fig. 10 — Curvas acumulativas granulométricas de laterita nodular — km 61 da Estrada de Ferro Amapá.

LATERITA NODULAR

		ESPES- SURA HORI- ZONTE	GRANU- LOME- TRIA DOS NÓDULOS	COESÃO DOS NÓDULOS
HORIZONTE LATERÍTICO	TÓPO	— — —	menor	maior
	MEIO E BASE	— — —	maior	menor
TOPOGRAFIA	TÓPO DAS COLINAS	maior	menor	maior
	ÁREAS PLANAS E ESPIGÕES	menor	maior	menor

Nas áreas mais altas, onde se encontra ainda o horizonte laterítico relacionado ao antigo nível de erosão, a laterização foi interrompida pelo *abaixamento definitivo do nível hidrostático* e início da fase erosiva atual. Disto resultou que as lateritas do tipo nodular, cavernosa e maciça são fósseis.

Vários autores concordam na hipótese da formação do horizonte laterítico na zona de flutuação sazonal do nível hidrostático. Segundo Whitehouse (1940) e Teakle (1950), o local de permanente ou semipermanente saturação pelo lençol freático é a zona mosqueada (ver fig. 6). Opinam ainda que as flutuações sazonais do lençol freático chegam até o nível do horizonte laterítico.

Ainda segundo Teakle (1950) “a deposição naturalmente ocorreria sobre ou próximo à franja capilar onde a erosão intermitente promoveria oxidação do carbonato ferroso ao ácido férrico”. A franja capilar é a faixa sobreposta à zona de saturação, da qual é uma continuação.

Na zona do cristalino onde a topografia é bastante acidentada, com desníveis superiores a 200 m, a penetração das águas superficiais e erosão são mais profundas, mesmo a despeito da vegetação densa. A degradação do horizonte laterítico processa-se com maior rapidez, deixando apenas remanescentes do horizonte na forma de blocos esparsos.

O horizonte de laterita nodular muitas vezes contém blocos cavernosos com dimensões que atingem alguns metros. Estes blocos formaram-se pela cimentação dos nódulos e da argila que os envolvia. Quando o processo é contínuo formam-se crostas com espessura de alguns metros e extensão variável, denominada lateria cavernosa.

Assim conclui-se que este último tipo pode formar-se pela recorrência do processo de limonitização, com um mecanismo semelhante ao da laterita nodular.

Ackermann (1962) sugere como fatôr importante para recorrência ou continuidade do processo de laterização a umidade constante conservada pelo solo em certos locais.

Com respeito à laterização recente alguns fatos devem ser lembrados. Este tipo de laterização foi encontrado ape-

nas na zona de florestas equatoriais com ocorrências raras, essencialmente locais, levando-nos a concluir que as condições atuais não são favoráveis à laterização regional principalmente pelo seu caráter erosivo. Mesmo assim prevalecem na zona de florestas equatoriais condições locais, restritas, que permitem laterização incompleta com formação de crostas e conglomerados limonítico. Ocorrências deste tipo foram verificadas principalmente nos igarapés da encosta W de espigão do Veado e no flanco E da sela que separa as jazidas de manganês T - 4 e T - 6 no Distrito de Serra do Navio.

Nêste distrito o horizonte de nódulos ferruginosos associa-se irregularmente a concreções de manganês denominadas "granzon". Estas acham-se permeadas pelo mesmo tipo de argila laterítica avermelhada que envolve os nódulos ferruginosos.

A associação da laterita ferruginosa e o "granzon" indica que o enriquecimento secundário destas jazidas de manganês deve ligar-se predominante a esta fase de laterização regional.

IDADE

Pelo menos duas fases de laterização no Território Federal do Amapá são indicadas pelas características das ocorrências de laterita. Uma mais antiga (Terciária) de amplitude regional, que originou o horizonte de laterita nodular, cavernosa e maciça.

Vann (1963) atribui no mínimo idade terciária a êstes depósitos pela presença de perfis lateríticos maduros, localmente com 5 m de espessura. Sakamoto (1960) atribuiu também esta idade.

Outra de idade Quarternária recente que resultou na formação de conglomerados e brechas lateríticas. A fase de laterização recente deu-se num período em parte erosivo, restringindo a formação de conglomerados e brechas lateríticas e áreas pequenas e esparsas, predominantemente em depósitos fluviais próximos aos grandes rios.

Na zona de cristalino formou-se pelo menos uma superfície de erosão. Esta observação é feita pelo fato das elevações de certas áreas como de Serra do Navio apresentarem uma concordância geral em suas altitudes.

Seria difícil admitir que a erosão continental pudesse nivelar elevações constituídas de rochas diferentes mantendo-as em cotas próximas após um largo período erosivo.

Na região de cristalino da Guiana Francesa que é uma extensão do cristalino do Amapá, Choubert (1957) descreveu várias superfícies de erosão. A falta de dados não permitiu distingui-las em nosso território.

Se uma cronologia dos eventos que atingiram o território pudesse ser estabelecida sem precisar sua datação segura, esta seria:

1 — Desenvolvimento de pelo menos uma superfície de erosão antiga inferida pela concordância geral de certas elevações de área de cristalino.

2 — Levantamento desta área de cristalino e início de uma segunda fase erosiva que levou à formação de um relevo mais suave que o atual.

3 — Formação de uma superfície de erosão (peneplano) na área de sedimentos cenozóicos, laterização destes sedimentos e das rochas do cristalino.

A laterização na área de cristalino desenvolveu-se no relevo anteriormente dissecado (item 2), e também na área de sedimentos cenozóicos.

A esta fase deve estar ligado predominantemente o enriquecimento secundário das jazidas de manganês de Serra do Navio.

4 — Rejuvenescimento por mudança do nível de base e degradação do horizonte laterítico, tanto na zona de sedimentos cenozóicos quanto na área de cristalino.

Formação de vales de fundo chato e paredes íngremes nas áreas de sedimentos cenozóicos intensamente laterizados. Foram citados apenas os eventos que refletem na morfologia e que dizem respeito à laterização.

O quadro abaixo resume os eventos com sua cronologia aproximada:

	<i>Eventos Geológicos</i>	<i>Rochas atingidas</i>	<i>Tipo later. formada</i>	<i>Observação</i>
QUATERNÁRIA	Erosão e Laterização	Embasamento Cristalino	Conglomerados e brechas lateríticos recentes	Laterização local incompleta
	Intemperismo e Erosão	Sedimentos Cenozóicos e Embasamento Cristalino	-----	Degradação do horizonte laterítico Vales de fundo chato
	Erosão e Laterização		Conglomerados e brechas lateríticos fósseis	Laterização local incompleta
PRÉ-QUATERNÁRIA (?)	Laterização	Sedimentos Cenozóicos	Laterita nodular cavernosa, maciça fóssil	Laterização regional completa
	Erosão		-----	Penepalano
	Levantamento do Cristalino	Embasamento Cristalino	-----	Relêvo mais suave que o atual
	Fase erosiva (pelo menos uma)		-----	Concordância de certas elevações

BIBLIOGRAFIA

- ACKERMANN, F. L. — 1962 — *Laterito e Laterização* — Engenharia Miner. e Metal, vol. XXXVI, nº 216, pp. 301-306.
- ANDRADE, G. O. de — 1964 — *Os climas*. In: AZEVEDO, A. de — *Brasil, a terra e o homem*, vol. I: As bases físicas; Com. Edit. Nac., São Paulo, pp. 444-452.
- BRYAN, W. H. — 1952 — *Soil Nodules and Their significance*, The University of Queensland, Department of Geology, New Series, nº 45.
- CHOUBERT, B. — 1957 — *Essai sur la morphologie de la Guyane* — Mémoires — Carte Géologique Détaillée de la France: Département de la Guyane Française, Paris, pp. 28-31.
- DORR, J. VAN N. II — 1958 — *Ocorrências minerais* — Guia Geológico e Roteiro das Excursões para o XII Congresso Anual da S.B.G., p. 37.
- GUERRA, A. T. — 1953 — *Contribuição ao Estudo da Geologia do Território Federal do Amapá* — Separata Revista Brasileira de Geografia nº 1 — Ano XIV — Rio de Janeiro.
- GUERRA, A. T. — 1954 — *Estudo Geográfico do Território do Amapá* — Bol. do Inst. Bras. de Geog. e Estat. — Série A — nº 10 — pp. 67-73.
- GUILD, P. W. — 1957 — *Geology and mineral resources of the Congonhas district, Minas Gerais, Brazil, Brazil*: U.S. Geol. Survey, Paper 290, pp. 45-46, 59.
- KATZER, F. — 1933 — *Geologia do Estado do Pará* — Trad. Frei Hugo Mense — Bol. do Museu Paranaense Emilio Goldi de H. Nat. e Etnog., vol. IX, Belém, pp. 94-103.
- MABESONE, J. M. — 1965 — *Composition and Origin of "Pedra Canga" and Related Ironstones in Northeastern Brazil* — Geologie en Mijnbouw, nummer 7, pp. 231-241.
- MAGNANINI, A. — 1952 — *As regiões Naturais do Amapá*: Revista Brasileira de Geografia, Ano XIV, nº 3, p. 245.
- SIMMONS, G. C. — 1960 — *Origin of certain cangas of the "Quadrilátero Ferrífero" of Minas Gerais, Brazil*, Bol. Soc. Bras. Geol., vol. 9, nº 2.
- TEAKLE, L. J. H. — 1950 — *Notes on the Sols of Coastal Queensland*, Univ. Queensland, Papers, Faculty of Agricultura, 1, 1.
- TODD, J. E. — 1903 — *Concretions and their geological effects*, Bull. Geol. Soc. Am., nº 14, pp. 353-360.
- VANN, J. H. — 1963 — *Developmental Processes in Laterite Terrains in Amapá*, Geographical Review, July 1963, pp. 406-417.
- WHITEHOUSE, F. M. — 1940 — *Studies in the Late Geological History of Queensland*, Univ. Queensland, Papers, Dept. Geology, 2, 1.
- SAKAMOTO, T. — 1960 — *Rock Weathering on "Terras Firmes" and deposition on "Varzeas" in the Amazon*, Jour. of the Fac. of Sci., Univ. of Tokio, sect. II, vol. 12, p. 194.