

## O SOLO DA AMAZÔNIA

*Prof. S. Fróis Abreu*

Da Comissão de Redação da REVISTA  
BRASILEIRA DE GEOGRAFIA

A planície amazônica constitui uma feição fisiográfica da mais alta expressão na América do Sul. É uma vasta planície situada entre as elevações do Brasil Central e o maciço guianense e limitada a O. pelos enrugamentos andinos. A declividade é insignificante ao longo do rio Amazonas, entre a fronteira do Brasil e a foz. No sentido perpendicular ao eixo do rio, as ascensões se fazem mais rapidamente, sobretudo do rio Madeira e rio Negro para E. onde as chapadas do Brasil Central avançam muito para o N. e a peneplanície arqueana chega mais próximo ao rio.

O rio Amazonas, que em seu curso alto (Solimões) corre apertado entre as terras firmes do terciário, estende-se no curso baixo por uma planície aluvial de largura da ordem de dezenas de quilômetros sem outros relevos além das serras do Ererê, Almeirim e Corurú, reveladoras de sedimentos protegidos da erosão e de dobramentos das camadas do paleozóico.

A planície amazônica pode ser caracterizada por dois planos mergulhando de S. para N. e de N. para S. em cuja intersecção se acha a calha do grande rio. O vale amazônico, muito pouco pronunciado, tem pois a direção geral W. E.

Há vales de grandes rios, como os do Negro, Branco, Purús, Madeira, Tapajoz e Xingú, que ocupam depressões muito pouco acentuadas e resultantes da erosão dos cursos d'água.

A topografia no vale oferece poucos contrastes e não apresenta pontos salientes. Nos limites do Brasil, ao N., a Pedra de Cucuí se eleva como acidente significativo; o maciço guiano apresenta enorme massa de eruptivas, que suportam espessas camadas de arenitos, chegando a quase 3 000 metros e as serras que separam as águas guianenses se apresentam com cotas inferiores a 800 metros.

No mais são simples colinas argilosas, elevações de arenitos ou chapadinhas arenosas que escaparam à erosão e assinalam divisores de águas ou simples acidentes topográficos de pequena monta. Tal aspecto condiz com a natureza geológica do solo — uma peneplanície arqueana, numa capa terciária horizontal e camadas de rochas sedimentárias antigas inclinando-se suavemente de N. para S. e de S. para N. para a depressão máxima ocupada pelas águas do grande rio.

“A geologia das vizinhanças do Amazonas é monótona como sua paisagem ribeirinha. O solo pouco movimentado apresenta sempre a mesma formação em grandes extensões; de outro lado, rochas de idades diferentes tem o mesmo aspecto, de forma que temos necessidade de fazer grandes percursos para notar diferenças e tirar poucas conclusões.

As correlações são assim difíceis, tanto mais quanto, pela ausência de fósseis, temo-las de fazer sob bases litológicas, o que requer muita prudência e grandes reservas em formular conclusões generalizadas”, pondera muito sensatamente ODORICO DE ALBUQUERQUE.

Os estudos geológicos, embora ainda muito pouco desenvolvidos, mostram que estruturalmente o vale amazônico se constitui, pelo menos em certa parte, por um grande sinclinal coberto pelas argilas pliocênicas e pelos aluviões quaternários.

As rochas afloram somente nas cachoeiras dos rios ou nas barrancas, em certos pontos privilegiados que permitem constatar-se a natureza do sub-solo. Somente generalizações de grande arrôjo podem criar uma concepção da estrutura geológica do vale amazônico.

Os grandes observadores, de argúcia acima do comum, como HARTT, DERBY, GONZAGA DE CAMPOS, baseados em afloramentos de significação regional, generalizaram a geologia do vale amazônico, mostrando em seus traços gerais um aspecto que certamente terá muitas particularidades notáveis quando for estudado minuciosamente.

Abrangendo uma área que não está longe de representar a metade do Brasil, a Amazônia está quase completamente recoberta por extensa floresta, sem povoamento, sem acidentes que mostrem claramente o sub-solo. É pois, muito natural que o desconhecimento acêrca da geologia amazônica seja quase absoluto.

Dada sua grandiosidade como região natural de expressão mundial, muitos espíritos brilhantes se atiraram ao seu estudo, porém muito pouco pôde ser observado sôbre o solo amazônico.

HARTT, DERBY e KATZER, principalmente, avançaram muito os conhecimentos sôbre a idade das camadas e mais modernamente GONZAGA DE CAMPOS, ODORICO ALBUQUERQUE, AVELINO OLIVEIRA, PAULINO CARVALHO, GLYCON DE PAIVA e PEDRO DE MOURA realizaram expedições que colheram numerosos dados permitindo criar a concepção atual acêrca do solo da Amazônia.

Um reconhecimento dirigido pelos professores americanos MARRUTT e MANIFOLD, como elementos duma investigação levada a efeito pelo Governo dos Estados Unidos para conhecimento das condições de produção de borracha na Amazônia, focalizou especialmente o solo agrícola.

Em muitos trechos a planície está coberta por aluviões modernos que as enchentes depositam em grandes áreas e que vão formando camadas sucessivas, dum solo mais rico em humus, pouco consistente, e ainda sujeito às transformações microbianas resultantes da alteração da matéria orgânica que nele entra em grande proporção.

Esse tipo de solo — solo das várzeas — que cobre tôda a parte baixa, durante certa parte do ano fica submerso e constitui o fundo dos igapós, dos campos alagados, e dos lagos temporários. A matéria depositada é um material composto de colóides argilosos, de partículas

de areia fina e argila, transportadas pelas águas em movimento, de ácidos húmicos em solução e de matéria orgânica vegetal em suspensão. Todo êsse complexo argilo-arenoso-húmico sedimentado periodicamente, desde tempos imemoriais, forma o solo amazônico em grande extensão e cresce de espessura de ano para ano, de acôrdo com o regime de enchentes.

Bem se apercebeu do fenômeno EUCLIDES DA CUNHA quando definiu a Amazônia como terra ainda em formação.

O solo dos grandes seringais é constituído por camadas de terra escura superficial, areias finas, onde o humus já não entra em grande proporção, e as argilas vermelhas e mosqueadas da formação terciária.

AVELINO DE OLIVEIRA que acompanhou a Missão Marbut referindo-se ao solo no vale do rio Madeira, assim se expressa:

“O rio Madeira, da atual geração de geólogos brasileiros, foi visitado pelos Drs. GONZAGA DE CAMPOS e EUSÉBIO DE OLIVEIRA.

“De sua foz às proximidades da cidade de Pôrto Velho, as terras firmes são de formações terciárias e as várzeas recentes.

Em todos os portos em que a Missão tocou, procuramos com maior ou menor rapidez, ver os afloramentos das camadas nas barrancas.

Entre essas, damos aquí o perfil das terras firmes de Capanã:

De	0,	a	0,30 m	de profundidade	— solo castanho
”	0,30	a	2,10 m	— sub-solo	amarelo
”	2,10	a	2,15 m	— leito de argila	vermelha
”	2,15	a	3,95 m	— argila mosqueada	
”	3,95	a	4,95 m	— areia vermelha	
”	4,95	a	5,60 m	— areia amarela	
”	5,60	a	14,60 m	— areia branca	
”	14,60	a	15,60 m	— argila branca.	

O traço predominante dêsses perfís em tôda a bacia terciária do rio Amazonas é a universal existência da argila mosqueada nos horizontes logo abaixo do solo e a predominância do material *silt* nas formações, isto é, material intermediário entre a argila e a areia, cujas partículas minerais medem 0,05 a 0,005 mm de tamanho.

Em geral, abaixo do solo superficial aparece um horizonte amarelo, cuja espessura depende da maior ou menor percentagem de areia.

Onde o solo superficial é arenoso, diz o Dr. MARBUT, desenvolve-se abaixo, um horizonte amarelo espêsso, habitualmente com 0,30 m de espessura, se bem não haja uniformidade a êsse respeito nos horizontes logo abaixo do solo e a predominância do material dá porosidade ao solo.

Abaixo do horizonte amarelo, onde existe, ou em seu lugar se não existe, tem-se um horizonte avermelhado variando do vermelho vivo para o alaranjado. Êste horizonte é uniformemente mais compacto que

a superfície, podendo ter muitos metros de espessura. É por baixo desse horizonte avermelhado que jazem as argilas mosqueadas. . .”

Esse aspecto local colhido na barranca do rio Madeira, com pequenas variações se repete por tôda a zona terciária.

Chegamos aqui ao detalhe dum perfil para pôr em evidência que a maior parte do solo do vale amazônico não é formada por uma grande espessura de humus como geralmente se imagina.

A matéria vegetal arrancada às margens, nas enchentes, dilue-se de tal modo no imenso volume d'água em movimento que não dá para formar acumulações que possam traduzir, mesmo em pequena escala, os fenômenos que noutras épocas geológicas criaram as grandes jazidas de carvão de pedra.

São os aluviões que predominam numa larga faixa que acompanha o baixo Amazonas e que no alto Amazonas se acha mais restringido, porque o terreno terciário foi menos erodido e aparece logo junto às margens dos rios formando barrancas altas.

Diretamente abaixo das camadas argilo-arenosas de formação muito recente, assentam as argilas vermelhas e amarelas do plioceno, que constituem as elevações de alguns metros acima do nível superior das águas e ocupam uma área muito grande, penetrando pelo vale amazônico até fora dos limites do Brasil.

São argilas variegadas da formação das barreiras, e encerram leitos arenosos e às vêzes seixos rolados. Geralmente não apresentam fósseis, porém, no alto Solimões, encerram camadas com fósseis de água salobra; sua assemelhação às argilas da formação das barreiras do litoral se faz apenas por caracteres litológicos.

Essa formação é descrita por todos os observadores da bacia amazônica.

GLYCON referindo-se ao que viu no vale do rio Negro assim descreve, “côres vivas, natureza mais argilosa que silicosa, presença de vagos leitos endurecidos por concentrações ferruginosas, fornecendo quando erodidas placas corrugadas à semelhança de montes de ferro velho; por cima dêste sistema, vamos dizer estratificado, existe uma barreira de terra vermelha, porosa, cuja camada superior é vegetal”.

Conquanto tenha aspectos diferentes e variações sensíveis na composição mineralógica, quer no sentido vertical quer horizontal, como bem acentua PEDRO DE MOURA, os sedimentos das barreiras na bacia amazônica, pelas côres vivas das argilas, se distinguem pela presença de quantidades sensíveis de ferro nos arenitos e pelas concreções devidas à laterização.

ODORICO DE ALBUQUERQUE, em suas minuciosas descrições, frequentemente se refere às argilas da formação terciária a cuja idade êle se refere mais pela norma já estabelecida, que por absoluta convicção própria, conforme se depreende de suas palavras.

“As formações tidas pelos geólogos como terciárias são bem visíveis do barranco do Amazonas até a segunda cachoeira Iracema, formando um manto, que aqui repousa sobre as formações paleozóicas, ligeiramente inclinadas para o S.. Essas formações terciárias não apresentam fósseis e aqui nenhum fundamento foi encontrado para atribuir-lhes essa idade. São construídas geralmente de argilas brancas ou coradas, apresentando quase sempre manchas ferrugíneas, dando-lhes um aspecto mosqueado”.

A formação das barreiras é de origem francamente continental, demonstrando sedimentação eólica ou sub-aérea, em condições de aridez um tanto acentuadas.

Essa formação outrora ocupou muito maior extensão na bacia amazônica. A erosão destruiu grande parte desse manto terciário, deixando, contudo, testemunhos sob a forma de pequenas elevações que, na monotonia da planície, assumem as proporções de serras.

Assim, no centro da bacia amazônica o solo é constituído principalmente pelas argilas do terciário das barreiras, que recebe um manto de limos (*silt*) e argilas arenosas nas partes sujeitas às enchentes periódicas.

Partindo do rio Amazonas quer para o N. quer para o S. através dos vales dos grandes afluentes, vai-se gradativamente encontrando terrenos mais antigos que formam como que faixas paralelas ao grande rio. Esse aspecto é típico entre Almeirim e Manaus.

De acôrdo com os estudos efetuados por HARTT, DERBY, KATZER e os geólogos brasileiros, no trecho mencionado quando se afasta do rio Amazonas, depois das formações terciárias aparece logo o terreno carbonífero, faltando por completo as formações indiscutivelmente mesozóicas.

Em seguida à faixa carbonífera vem a formação devoniana e, a seguir, o complexo cristalino. Nalguns pontos antes desse, aparecem formações algonquianas como mostra GLYCON DE PAIVA na região do Rio Branco.

Esta sequência foi estudada e cartografada por PEDRO DE MOURA, no Rio Tapajoz, que assinala terciário, de Santarém até Aveiro; carbonífero, de Aveiro até pouco além de Itaituba; devoniano, dali até Vila Braga; e acima aparece o arqueano.

Para o N. ao longo do Erepecurú, AVELINO DE OLIVEIRA reconheceu aluviões recentes na confluência do Trombetas, a seguir uma faixa do carbonífero até pouco acima do igarapé Jurunas, depois o devoniano até a cachoeira do Tronco, entrando logo no arqueano que se prolonga até os limites com as Guianas, sem acidentes topográficos de grande relêvo.

O mapa geológico mostra a distribuição do embasamento arqueano ao N. e ao S. do rio Amazonas, constituindo uma peneplanície super-

tando as camadas paleozóicas que, mais para o centro da bacia, são cobertas pelas argilas terciárias e pelos aluviões modernos. A proporção das áreas de afloramento das rochas paleozóicas é relativamente pequena. Predominam os solos dos aluviões numa faixa de muitos quilômetros ao lado do rio Amazonas, seguindo-se uma faixa mais extensa de camadas terciárias, que se estende para o sul, tomando um notável desenvolvimento entre os rios Madeira e Javari.

O cristalino ocupa grande área ao N. e ao S. da calha amazônica, como se vê no mapa. Como sofreu um intenso processo de peneplanização, já se apresenta sem relêvo sensível, apenas ligeiramente ondulado e recoberto por camadas pouco profundas de materiais argilosos e arenosos.

Os estudos do Prof. ODORICO DE ALBUQUERQUE em 1918 e 1919 nos afluentes da margem esquerda do Amazonas (Urubú, Uatumã, Jatapú, afluentes do Uatumã, e Trombetas), visando o melhor conhecimento dos terrenos carboníferos, mostraram que afóra os terrenos de aluvião recente e do terciário que cobrem as grandes extensões, encontram-se faixas do paleozóico representado pelo carbonífero e devoniano, à medida que se afasta do rio Amazonas. Esses terrenos constituídos por camadas de arenitos, folhelhos e ardósias acham-se ligeiramente inclinados para o S. e nalguns pontos foram perturbados por falhas de pequena amplitude que demonstram fraturas *grosso modo* paralelas à calha amazônica.

O carbonífero da bacia amazônica já fora mencionado pelos geólogos do século passado e muitas observações já havia, devidas a SILVA COUTINHO, HARTT, DERBY e KATZER. Graças aos fósseis colhidos nos calcáreos pôde-se atribuir, com segurança, a idade carbonífera àqueles sedimentos que são bem expostos no Tapajoz, estendendo-se para o rumo de O. até o rio Maueassú e para L. até o Xingú. Na margem N. do Amazonas são conhecidas exposições do carbonífero desde a região de Alenquer e no Urubú. estando noutros trechos encoberto pelas capas terciárias. As rochas carboníferas na bacia amazônica são constituídas por camadas moles, muito desnudadas e de pequena inclinação, de arenitos, folhelhos calcíferos e calcáreos altamente fossilíferos. Os fósseis indicam formação marinha e os caracteres litológicos denunciam deposição em águas rasas, enquanto se precisava um movimento gradual de submersão. Os estudos de ORVILLE DERBY sobre o carbonífero do Amazonas foram a base dos conhecimentos sobre esse terreno e constituem ainda hoje subsídio de relevante importância para o conhecimento da geologia amazônica.

O devoniano se apresenta numa faixa ao N. e ao S. do rio Amazonas, em seguida à faixa carbonífera. Geralmente as rochas desse sistema acham-se também muito erodidas e perturbadas por falhas e intrusões de rochas eruptivas, que se apresentam, com frequência, formando pequenas saliências nas cachoeiras. As rochas formadoras são arenitos micáceos, ardósias e folhelhos escuros contendo matéria orgânica. Geral-

mente a inclinação das camadas é pequena, como a de todos sedimentos paleozóicos da Amazônia.

A formação devoniana da Amazônia foi magistralmente estudada por CLARKE e DERBY e recentemente os reconhecimentos geológicos de ODORICO ALBUQUERQUE, PEDRO MOURA, AVELINO OLIVEIRA e PAULINO CARVALHO localizaram bem as áreas de afloramentos das camadas dessa idade. Grande parte, contudo, está oculta sob os sedimentos do carbonífero e do terciário.

O siluriano é conhecido formando uma faixa ao N. do rio Amazonas, aflorando além das formações devonianas. Na parte sul do rio, sua existência não está ainda bem determinada. Ao N. segue do Trombetas até a borda do Atlântico e já é conhecido desde as pesquisas de HARTT, DERBY e FERREIRA PENA. São bem visíveis nas primeiras cachoeiras do rio Trombetas, e se constituem de arenitos argilosos, duros, de granulação fina, assentando sobre felsitos e sienitos. As camadas mergulham suavemente para o S., como os demais sedimentos paleozóicos da parte setentrional do vale amazônico.

Partindo do rio Amazonas para o N., depois de atravessar os terrenos silurianos, entra-se na região arqueana representada pelo solo gnáissico, também aplainado pelo intenso ciclo de erosão que sofreu o solo amazônico em época pré-terciária. Essa região arqueana se estende desnudada no Estado do Pará até os limites setentrionais do Brasil, ao passo que no Estado do Amazonas, muito ao N., cede lugar a um planalto de rocha eruptiva ácida, sobre que assentam as camadas formadoras do Roroimã.

A região do vale do rio Branco foi bem descrita por GLYCON DE PAIVA que a palmilhou em excursão científica até o cume do Roroimã. Até a região dos campos de São Marcos o terreno passa de aluviões e argilas terciárias a afloramentos gnáissicos, e a altitude da planície vai se elevando gradativamente até cotas da ordem de 250 a 300 m, onde se dá a transição brusca para a zona planáltica. Enquanto a altitude passava de 25 a 250 m numa extensão de 400 km, ou seja uma ascensão de meio metro por quilômetro, repentinamente passa de 300 a 1000 m, manifestando uma elevação da ordem de quase 100 metros por quilômetro. Essa rampa forma a lombada do grande planalto rochoso de pórfiro, que se estende para o N. por mais de 120 quilômetros até o pé do Roroimã.

Esse planalto de pórfiro, cujas feições geológicas e geográficas foram bem descritas por GLYCON DE PAIVA, ocupa uma área de pelo menos cerca de 8 000 km<sup>2</sup>, apresentando-se sob a forma dum solo pedregoso, estéril, que se estende em parte da bacia do rio Cotingo até receber as camadas areníticas do Roroimã.

Vale a pena citar algumas passagens do melhor observador da região. "A serra começa bruscamente onde termina a planície, isto é, na linha duas vezes referida, correndo 65° SE, da Venezuela à Guiana

Inglêsa. Esse limite tem uma importância maior: significa também o extremo N. da vastíssima planície amazônica, cujo talvegue indeciso é o do grande rio, que lhe dá o nome. A passagem da planície para a serra se faz de uma maneira súbita; o viajante partindo do S., depara na sua frente um altíssimo paredão com algumas brechas por onde poderá arriscar uma incursão nas terras altas situadas ao N. São elas as bocainas por onde descem os raros rios que lá têm suas cabeceiras; entre êles destacam-se o Cotingo, a mais longa corrente da região estudada, e o Maú ou Ireng River, que atualmente nos separa do território inglês.

Ingressando por uma delas, atinge-se depois de poucos quilômetros, a cota de 1 000 m, em contínua progressão daí por diante, quando a poucos quilômetros atrás fica a cota de 250 m referente ao bordo N. da extensa planície gnáissica estudada.

Da serra, a cota mais alta é a do monte Roroimã, gigantesco monumento paralelepípedo, com 20 quilômetros de comprimento, 4 de largura e que, colocado horizontalmente sôbre um *plateau* de 1 750 m de altitude tem a sua face superior estupendamente esculpida pelo vento, na cota 2 850 m. Irmão gêmeo do Roroimã, aparece, ombreando com êle, o monte Kukenam. Outros menores, com uma altitude semelhante, constituem, em resumo, a saliência mais elevada entre a cuba amazônica e o oceano (Mar das Caraibas)".

No divisor de águas entre rios da bacia do Juruá e do Ucaiali esboçam-se alguns enrugamentos das camadas argilosas areníticas e calcáreas, denunciando a passagem para as zonas profusamente dobradas da cordilheira andina.

VÍTOR OPPENHEIM sugeriu essa idéia que teve confirmação nos estudos mais detalhados de PEDRO DE MOURA e seus auxiliares. Êste considerou as rochas do Acre diversificadas nos seguintes tipos: conglomerados com dicotiledôneas fósseis e ossadas de mamíferos (*Toxodon*) do pleistoceno e recente. Argilas com gasteropódos e fôlhas dicotiledôneas do plioceno; arenitos com intercalação de folhelhos argilosos e calcáreos pertencentes a andar incerto do terciário; arenitos brancos, de grã fina, com leitos de conglomerados e lentes de material argiloso, do cretáceo; quartzitos e arenitos quartzíferos do carbonífero e intrusões de rochas graníticas do tópo do paleozóico.

No alto Madeira, Tapajoz, Xingú e Tocantins, em rumo para o sul, depois das zonas arqueanas, voltam os terrenos sedimentares representativos dos chapadões do Brasil Central.

Aparecem camadas de arenitos, geralmente horizontais, de pouco relêvo que balizam os limites setentrionais dos chapadões do Norte de Mato Grosso. São as formações do cretáceo, já muito erodidas, que vão continuamente sendo desgastadas e fornecendo areias para a planície.

A descida do planalto central para a planície amazônica faz-se em sucessivos e pequenos degraus, em patamares de muito pequena inclinação, de modo que não há uma brusca separação entre aquela e esta:

\*

O solo da Amazônia é ainda um campo quase virgem para estudos, porém as dificuldades que apresenta ao seu devassamento fazem relegar para dias futuros uma pesquisa pormenorizada. Fundado em concepções de ordem científica, o Serviço Geológico empreendeu uma campanha em busca de carvão de pedra.

O conhecimento duma faixa de terreno de idade carbonífera levou o eminente GONZAGA DE CAMPOS a focalizar a questão do carvão na Amazônia. Foram feitos vários reconhecimentos geológicos, detalhados ao longo de alguns rios e executadas algumas sondagens que deram resultados negativos. Tanto quanto se pôde deduzir dos trabalhos e estudos feitos, firmou-se o critério de que as camadas do terreno carbonífero na Amazônia revelam um *facies* marinho e não apresentam as condições propícias à acumulação de detritos que dessem origem a camadas de carvão de pedra.

Entretanto trouxeram muita luz sobre as possibilidades de petróleo nas camadas abaixo do carbonífero, e as sondagens na zona do Tapajoz revelaram a presença de gás natural.

Os estudos de OPPENHEIM, PEDRO DE MOURA e seus auxiliares na bacia do Moa vieram contribuir muito para fortalecer a tese das possibilidades de petróleo na bacia amazônica, que em território peruano, na região do Pachitéia, já é uma realidade.

Dêsse modo, não obstante o tão pequeno conhecimento da geologia sub superficial da Amazônia, é lícito esperar algum dia daquela região uma valiosa contribuição para a riqueza mineral do Brasil.

Apesar de contrariar a tradição, propriamente na calha amazônica em território brasileiro, ou no curso baixo de seus grandes afluentes, não se tem encontrado ouro. As rochas que os rios cortam e desagregam, via de regra não são portadoras de filões mineralizados.

Na região do Amapá, existe ouro em certa abundância, extraído dos aluviões resultantes da desagregação de rochas que contêm o metal em fraca proporção.

Todos os rios contêm aluviões, mais ou menos ricos, provenientes do ouro disseminado nas rochas cristalinas que formam o *bedrock* das terras que vão se elevando até as encostas do Tumucumaque. Também as "cangas" originárias das rochas lateríticas dão ouro, em vista duma concentração que se processa no fenômeno de lateralização.

O diamante tem sido encontrado só no extremo N., nas zonas já mais elevadas e não longe dos arenitos do Roroimã e das rochas eruptivas básicas, que lá ocorrem e que são consideradas como provável

matriz dessas gemas. Também o ouro tem sido garimpado por essas paragens, onde o trabalho não é regular nem é feito sob as vistas diretas da administração nacional.

Um produto que já foi encontrado e que provavelmente será abundantíssimo na Amazônia é o diatomito (*Kieselguhr*) formado pela acumulação de carapaças de algas diatomáceas de água doce, que vivem nas águas tranquilas dos lagos amazônicos. Foi descoberto há poucos anos um grande depósito na bacia do Rio Branco e certamente muitos outros ocorrerão na planície amazônica.

O cauchí, que provoca moléstias de pele aos que se banham em certas águas dos lagos amazônicos, nada mais é que espículas silicosas de espongiários do plancton límnic. Completado o período de evolução, tais seres caem ao fundo e formam sedimentos de natureza semelhante ao diatomito, de modo que devem ser encontrados depósitos de tal natureza nas zonas de lagos temporários e no fundo dos lagos da Amazônia, de um modo geral. Os depósitos de diatomitos, desconhecidos no Brasil há poucos anos, já são apontados com frequência nas baixadas litorâneas do Nordeste e certamente se revelarão com uma abundância notável na planície amazônica onde há condições favoráveis para o desenvolvimento do micro plancton vegetal.

Sendo o solo da Amazônia em sua maior extensão coberto por formações terciárias, não são contudo tão abundantes os depósitos de lignitos. Conhecem-se camadas em Tabatinga e Quixito na fronteira com o Perú e outros depósitos na região do Amapá.

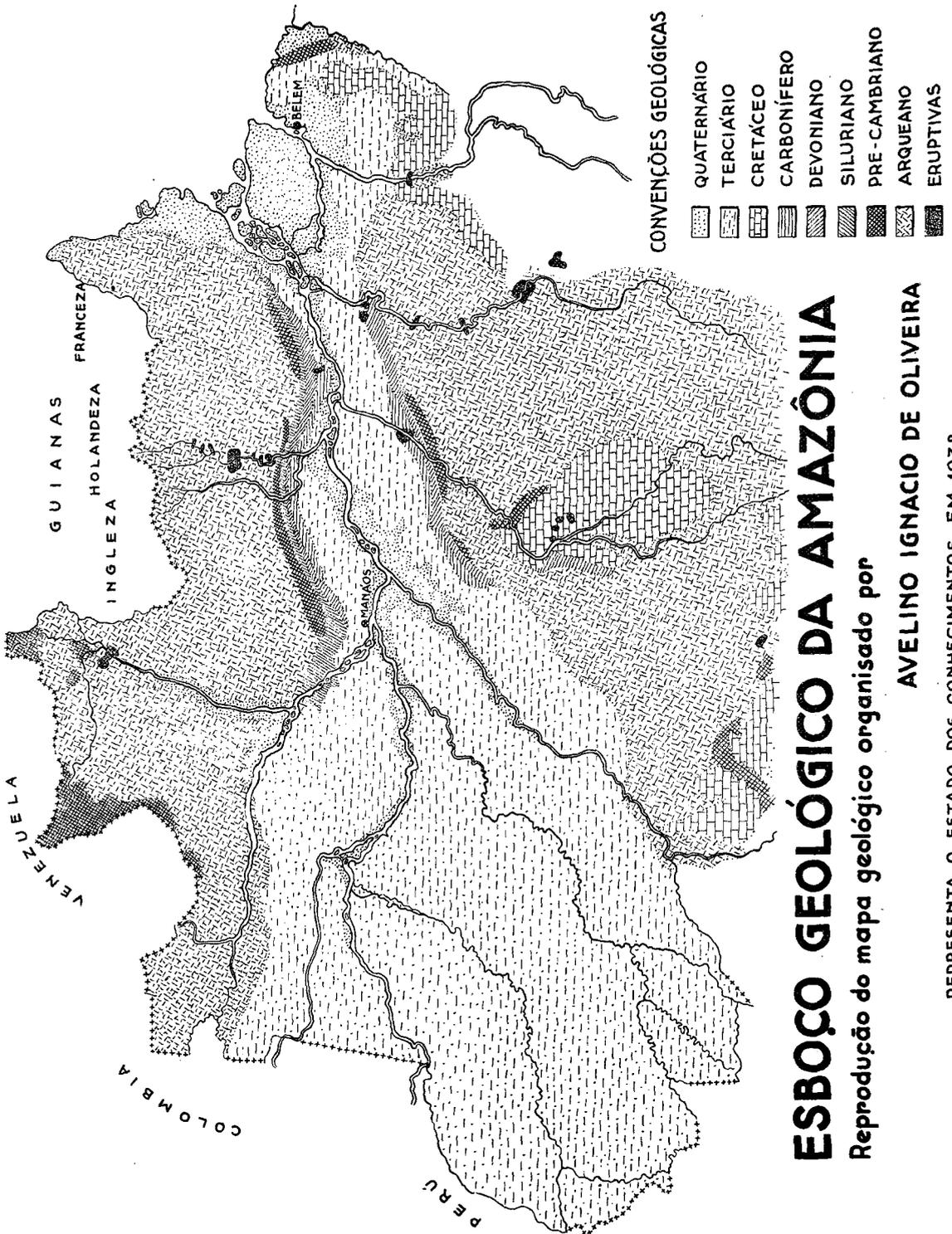
A cobertura dos aluviões e argilas terciárias, a mata que dificulta o trânsito, a ausência dum relêvo que ponha a descoberto as camadas do sub-solo, tornam extremamente difícil qualquer pesquisa geológica na Amazônia.

Contudo, dois problemas por sua importância, nunca devem ser desprezados: — o do petróleo e o do carvão.

Aquele só será possível quando puderem ser aplicados extensivamente os métodos de prospeção geofísica, de jeito a determinar as grandes estruturas mascaradas pelas capas terciárias e quaternárias. Dada a natureza da maior parte da área da Amazônia, a pesquisa geológica, visando as questões estruturais, não poderia ser feita antes da geofísica; com o auxílio desta, agora já se poderá perscrutar as camadas profundas que encerram talvez grandes surpresas às futuras gerações.

O problema do carvão há muitos anos preocupou os espíritos arrojados, e notícias infundadas, conduziram à Amazônia técnicos de valor que a realidade dos fatos fez regressar desalentados. Os lignitos foram tomados por carvão de pedra, outras vezes foram os folhelhos negros do terreno devoniano que deram aos leigos a impressão de carvão.

O estudo dos fósseis do carbonífero amazônico indicam a existência dum mar, ao fim do paleozóico, onde se precipitaram as camadas calcáreas sem vestígios de acumulação de matéria vegetal, ao passo que as



sondagens executadas no Piauí revelam camadas do carbonífero, indicadoras duma borda de bacia onde são abundantes os fósseis vegetais indicadores duma flora pujante. A distância entre esses pontos de referência é da ordem de 1 600 km, porém entre eles, no alto Xingú,

há indicações da presença de xistos carbonosos e de verdadeiro carvão antracitoso. Há portanto um grande programa a desenvolver na Amazônia — o da pesquisa de carvão mineral, problema, entretanto, que ainda não cabe no âmbito dos empreendimentos que se veem executando na pesquisa do solo do Brasil.

Tanto a pesquisa de petróleo, quanto a de carvão, na Amazônia, são questões de alta envergadura que, além de recursos financeiros de grande vulto, necessitam de métodos de pesquisa que só nestes últimos tempos estão sendo desenvolvidos. Não será com profissionais percorrendo os rios em canoas e batelões e varando as cachoeiras em busca de afloramentos, que se poderá levar a efeito tais pesquisas, mas unicamente com equipes empregando métodos geofísicos e geoquímicos abrangendo áreas imensas, dentro daquelas já selecionadas pelos pioneiros da geologia da Amazônia.

#### RESUMÉ

L'auteur discourt, d'une façon générale, sur le sol de l'Amazonie. Il en montre les aspects les plus caractéristiques, suivant les descriptions de ceux qui ont observé cette région.

Si l'on considère la plaine de l'Amazonie comme deux plans doucement inclinés du nord vers le sud et du sud vers le nord, au point d'intersection de ces plans se trouve la vallée du grand fleuve, large de plusieurs kilomètres et bordée d'une suite de lacs. La plaine est limitée, au nord, par une série d'élevations constituées d'un grand plateau de porphyre qui supporte les couches d'arénites et des formations granito-gneissiques des "serras" qui séparent le Brésil des Guyanes. Au sud, les limites sont moins précises: les terres s'y élèvent graduellement et presque insensiblement jusqu'aux "chapadas" du nord de Mato Grosso.

C'est dans la zone ouest, de l'Acre, que commencent les premiers plis du système andin, mais la plaine pénètre encore dans le Pérou et dans la Colombie, sans présenter des accidents notables.

Ce qu'il y a de plus caractéristique dans le sol de l'Amazonie, c'est l'existence d'une énorme couverture de roches tertiaires et d'alluvions quaternaires qui s'étend sur la plaine. Ce qu'on appelle les "terres fermes", formant un horizon plus haut et pas sujet aux inondations normales, sont constituées généralement par les couches tertiaires horizontales et, par des argiles "mosqueadas" (bruns), rouges et jaunes, appartenant à la formation bien connue des "barreiras". Les terres plus basses des "várzeas", les zones occupées par les "igapós" et les lacs sont généralement formées par les alluvions quaternaires et récentes, constituées d'argiles sablonneuses et de "silt". Au nord et au sud de l'Amazonie, émergent des terrains paléozoïque, qui se révèle plus ancien, à mesure qu'il s'éloigne de l'axe du fleuve. Ainsi, on voit d'abord le carbonifère, puis, le dévonien, puis, le silurien; on voit aussi, à certains endroits, des roches qui, possiblement, appartiennent à l'algonkien. Au nord et au sud des terrains paléozoïque, émerge l'archéen très érodé et recouvert d'alluvions sur une grande extension. Ce qu'il y a de remarquable, c'est une région au nord de l'Amazonie où l'on voit un grand déversement d'éruptives acides, formant le champ de porphyre feldspatique, qui couvre des grandes extensions de terre dans la zone du plateau, du côté du nord.

Lorsqu'il se rapporte aux ressources minérales du sol de l'Amazonie, l'auteur mentionne l'existence de l'or dans les fleuves qui limitent la Guyane Anglaise, ainsi que celle des diamants et du "diatomito" dans la vallée du Rio Branco. Il aborde rapidement la question de la possibilité d'existence du charbon de pierre et du pétrole. Il fait remarquer que la région de l'Amazonie présente de grandes difficultés au point de vue de l'étude du sous sol et il dit que seuls les procédés modernes de la géophysique et de la géochimie peuvent être employés avec succès dans la solution des graves problèmes concernant le sous-sol de l'Amazonie.

#### RESUMEN

El autor discurre en líneas generales acerca del suelo de Amazonia, mostrando las facciones más características segun las descripciones de los principales observadores de la región.

Considerando la llanura amazónica constituída por dos planos inclinados suavemente del norte hacia el sur y del sur hacia el norte, en la intersección de ellos se encuentra el valle del gran río, ancho de muchos quilómetros y en gran parte ladeado por una faja de lagos.

La llanura es limitada al norte por una serie de elevaciones constituídas por una gran mesa de pórfido que sostiene estratos de areniscas y por las formaciones granito-gneissicas de las sierras que apartan el Brasil de las Guayanas. Al sur el limite es menos preciso y a los pocos las tierras se van alzando por escalones poco sensibles hasta las mesetas de areniscas de Mato Grosso.

Al oeste, en el Acre, comienzan los primeros pliegues del sistema andino, pero la llanura penetra aun en el Perú y en la Colombia sin accidntes notables.

Lo que hay de más característico en el suelo de Amazonia es la existencia de un enorme manto de rocas terciarias y aluviones cuaternarias cubriendo la llanura. Las llamadas tierras firmes, que forman un horizonte más alto y no sujeto a las inundaciones normales, son en general constituidas por los estratos terciarios, horizontales y por arcillas mosqueadas, rojas y amarillas, pertenecientes a la conocida formación de barreras. Las tierras más bajas, de los llanos, las zonas ocupadas por los "igapós" (bosques sujetos a inundaciones) y lagos, son en general formados por las aluviones cuaternarias y recientes constituidas de arcillas arenosas y "silt".

Al norte y al sur del río Amazonas afloran fajas del terreno paleozoico que se muestran más antiguas a la proporción que se alejan del eje del río. Así aparece primeramente el carbonífero, después el devónico, el siluriano, y rocas posiblemente del algonquino en algunos puntos. Al norte y al sur de la faja paleozoica aflora el arqueano, muy erosionado, con el aspecto de penillanura y recubierto por aluviones en gran extensión. Notable es una área al norte del Amazonas adonde se encuentra un gran manto de eruptivas ácidas formando un campo de pórfido felsítico, que cubre grandes extensiones de tierra en la zona del altiplano que queda al norte.

Estudiando los recursos minerales del suelo amazónico, el autor se refiere a la existencia de oro en los ríos limítrofes con la Guayana Inglesa, diamantes y diatomito, en el valle del río Branco, y discute en pocas líneas la cuestión de la posibilidad de carbón de piedra y petróleo. Explica que la región amazónica presenta grandes dificultades a la pesquía del suelo y que solo los modernos procesos de geofísica y geoquímica pueden ser usados con eficiencia para la resolución de los grandes problemas del subsuelo de la Amazonia.

#### RIASSUNTO

L'autore tratta del suolo dell'Amazonia e ne mostra gli aspetti più caratteristici, secondo le descrizioni dei principali osservatori della regione.

Considera la pianura amazónica costituita da due piani di dolce inclinazione: uno che scende da Sud a Nord, e uno da Nord a Sud; nell'intersezione di essi corre il fiume in un talweg largo molti chilometri e orlato in gran parte di laghi. La pianura è limitata a Nord da una serie di alture costituite da un grande altopiano di porfido, ricoverto da strati di arenaria e dalle formazioni granitico gneissiche dei monti che separano il Brasile dalle Guiane. A Sud il limite è meno ben definito e il terreno si va alzando per gradini poco sensibili, fino agli altipiani di arenarie del Nord di Mato Grosso. A Ovest, nell'Acre, s'incontrano le prime elevazioni del sistema andino, ma la pianura penetra anche nel Perù e nella Colombia senza accidenti degni di nota.

La più notevole caratteristica del terreno amazónico consiste nell'esistenza di un immenso manto di rocce terziarie e di alluvioni quaternarie, che costituiscono un orizzonte più elevato e non sottoposto alle inondazioni normali, formato da strati terziari, orizzontali, e da argille macchiettate, rosse e gialle, che appartengono a formazioni argillose.

I bassopiani, le zone periodicamente inondate, e i laghi, sono costituiti generalmente da alluvioni quaternarie e recenti, di argille arenose e "silt".

A Nord e a Sud del Rio delle Amazzoni affiorano fasce di terreno paleozoico, tanto più antico quanto più lontano dall'asse del fiume. S'incontrano così successivamente il carbonifero, il devoniano, il siluriano, e in alcuni punti rocce che appartengono forse all'algonchiano. A Nord e a Sud della fascia paleozoica affiora l'archeano, molto eroso, ridotto a quasi-pianura, e coperto di alluvioni per grandi tratti. È degna di nota una zona al Nord del Rio delle Amazzoni, dove si osserva un grande versamento di rocce eruttive acide, che forma il campo di porfido felsitico il quale copre grande estensione di terre nell'altopiano settentrionale.

Trattando delle ricchezze minerali dell'Amazonia, l'autore accenna all'esistenza di oro nei fiumi limítrofi con la Guiana Inglese, di diamanti e diatomito nella valle del Rio Branco, e discute brevemente la possibile esistenza di carbon fossile e petrolio. Egli avverte che la regione amazónica presenta grandi difficoltà per le ricerche minerarie e che soltanto i moderni processi geofisici e geochimici potranno risolvere gli ardui problemi dell'esplorazione del sottosuolo in quella regione.

#### SUMMARY

The author discourses in a general manner upon the soil of the Amazon region — Amazonia —, showing its most characteristic features, in accordance with the descriptions of the principal observers of that region.

If we look upon the Amazonian plain as consisting of two gently sloping surfaces, one from the North towards the South and the other from South to North, we shall find at their intersection the valley of the great river, many kilometres wide, and beaded to a large extent by a chain of lakes. The plain is bounded in the North by a series of elevations made up of a plateau of porphyry-bearing sand layers, and by formations of gneissic granite from the mountains which separate Brazil from the Guianas. The Southern boundary is less precise and the ground gradually slopes almost unnoticed up to the sandy flat-topped hills of the North of Mato Grosso.

To the West of the Acre Territory begin the first undulations of the Andine system, though the plains reach into Perù and Colombia without any noticeable elevations.

The most characteristic feature of the Amazon soil is the existence of an enormous covering of tertiary rocks and quaternary alluvial soil over the plains. The so-called firm lands, which form a higher level and are free from the usual floods, are generally formed of tertiary horizontal layers and of red and stained clays belonging to the well-known formation of embankments. The lower lands of the marshes, those occupied by *igapós* (recent alluvials) and lakes, are generally formed of recent and quaternary alluvion, made up of sandy clays and silt.

North and South of the Amazon River appear strips of paleozoic terrain, becoming older as they recede from the axis of the river. Thus, first appears the carno niferous soil, then the Devonian, the Silurian and, finally, rocks, possibly Algonkian, at some points. To the North and South of the Paleozoic strip the Archæan comes to the surface greatly eroded and peneplanated and covered with alluvium to a great extent. There is a remarkable area to the North of the Amazon River where may be noted a vast overflow of acid eruptive soil, forming the field of felsitic porphyry, which covers large tracts of ground in the high table-lands Northwards.

When dealing with the mineral resources of the Amazon soil the author refers to the presence of gold in the rivers of the frontier with British Guiana, diamonds and diatomite in the valley of the Rio Branco. He briefly discourses the question of the possibility of the existence of coal and petroleum and ponders upon the great difficulties which the Amazon Rivers offers to soil-prospecting and that only modern geophysic and geochemical processes can be efficiently used for the solution of the great problems of the Amazonian sub-soil.

### ZUSAMMENFASSUNG

Der Verfasser behandelt in grossen Linien den Boden des Amazonasgebiet, indem er die charakteristischsten Formenbildungen auseinandersetzt im Zusammenklang mit den Hauptbeobachtungen dieses Gebietes.

Seiner Ansicht nach ist die amazonische Hochebene aus zwei langsam von Norden nach Sueden, bezw. von Sueden nach Norden abfallenden Hochflaechen gebildet, in deren Einschnitt das Tal des grossen Flusses liege, viele Kilometer breit und in grossen Teilen begleitet von einem Guertel von Seen. Die Hochebene ist im Norden begrenzt durch eine Reihe von Erhebungen, die durch einen gewaltigen Porphyrkamm gebildet werden, der arenitische Lagen in sich verbirgt, und durch die Granitformationen aus der Gnaisszeit der Sierra, die Brasilien von den Guianas trennt. Im Sueden ist die Begrenzung weniger genau und das Land steigt in kaum wahrnehmbarem Gefaelle an bis zu den sandigen Ebene im Norden von Mato Grosso.

Im Westen im Acre beginnen die ersten Auslaeuer des Andensystems, aber die Hochebene geht bis nach Columbien und Peru hinein ohne besonderer Merkmale.

Das Charakteristischste Merkmal fuer den amazonischen Boden ist das Vorhandensein einer enormen terzaeren Felsdecke und quaternarische Anschwemmungen, die die Hochebene bedecken. Die sogenannten festen Boeden, die hoehere gelegen sind und nicht den normalen Ueberflutungen ausgesetzt sind, werden im allgemeinen durch horizontal gelegene Terz-Schichten, die von rotem und gelben Ton gebildet werden und zur bekannten Formation der Tongruben (barrelras) gehoeren, formiert. Die niedriger gelegenen Erdstriche der Niederungen, die mit Suempfen und Seen durchsetzten Zonen sind in der Hauptsache durch quaternale Anschwemmungen gebildet und in spaeterer Zeit durch sandige Tonerde und "Silt" gefestigt worden.

Von Norden und Sueden begrenzen den Amazonas Guertel von palaeozoischem Gelaende, welche immer aelter werden, je weiter man vom Flusse fort misst. So erscheint zuerst das kohlenhaltige Gebiet, dann das devonische, das silurische und an einigen Stellen Felsen, die wahrscheinlich aus dem Algonquium stammen. Noerdlich und suedlich dieses palaeozoischen Guertels grenzt das Arqueanum an, ziemlich abgeflacht und wiederbedeckt von Anschwemmungen in grosser Ausdehnung. Bemerkenswert ist im Norden des Amazonas ein Gelaende von grossen aciden Lavaausbruechen, die ein felsiges Porphyrfeld bilden, das grosse Landstriche der Hochebene bedeckt, die im Norden liegt.

Der Autor behandelt dann die Mineralien-Suche im Boden des Amazonasgebiet und bezieht sich auf das Vorhandensein von Gold in den Grenzfluessen mit englisch Guiana, Diamanten und Diatomiten von Steinkohle und Petroleum. Er legt dar, dass das Amazonasgebiet der Bodendurchforschung gewaltige Schwierigkeiten bietet und dass nur anhand der moderneren geophysischen und geochemischen Entdeckungen wirklich Wirksames errungen werden koenne fuer die Loesung der Probleme des Unterbodens im Amazonasgebiet.

### RESUMO

La aŭtoro parolas en ĝeneralaj trajtoj pri la grundo de Amazonio, montrante la ties plej karakterizajn aspektojn, laŭ la priskribo de la ĉefaj observintoj de la regiono.

Se ni konsideros, ke la amazonasa plataĵo konsistas el du ebenoj malkrute klinitaj de Nordo al Sudo kaj de Sudo al Nordo, ĉe ilia interkruciĝo troviĝas la valo de granda rivero, multkilometrojn larĝa kaj grandparte randfaldita per strio da lagoj. La plataĵo estas limigita norde per serio da altaĵoj konsistantaj el granda porfira altebenaĵo, kiu subtenas grejsajn tavolojn, kaj per la gnejs-granitaj formacioj de la montaroj, kiuj disigas Brazilon de la Gujanoj. Sude la limo estas malpli preciza kaj la teroj laŭgrade plialtiĝadas per malmulte sentebaj ŝtupoj ĝis la grejsaj ebenaĵoj ĉe la nordo de ŝtato Mato Grosso.

Okcidente en Teritorio Acre komenciĝas la unuaj altaĵoj de la anda sistemo, sed la plataĵoj trapenetras Peruan kaj Kolombion sen notindaj sulkigoj.

La plej karakteriza aĵo ĉe la grundo de Amazonio estas la ekzisto de grandega kovraĵo el terciaraj rokoj kaj kvartenaraj aluvioj, kiuj kovras la plataĵon. La nomataj firmaĵoj, kiuj formas plej altan horizonton kaj ne submetitan al la normalaj inundoj, estas ĝenerale formitaj per tavoloj terciaraj, horizontaj kaj per argiloj punktmakulitaj, ruĝaj kaj flavaj apartenantaj al la konata formacio de la barajoj. La plej malaltaj teroj, ĉe la ebenaĵoj kamparoj, la zonoj okupitaj de la "igapós" (arboroj in akvo) kaj lagoj estas ĝenerale formitaj per kvartenaraj kaj ĵusaj aluvioj konsistantaj el sabiaj argiloj kaj "silt".

Norde kaj sude de riverigo Amazonaso emerĝas zonoj de la paleozoa tereno, kiuj montriĝas pli antikvaj laŭmezure kiam ĝi malaproximiĝas de la riverakso. Tiel aperas unue la karbonhava kaj poste la devona kaj la silura terenoj kaj rokoj, eble el la algonkia, en kelkaj punktoj. Norde kaj sude de la paleozoa zono emerĝas la arkea, tre koroda, duonplanigita kaj kovrita per aluvioj, tra longa etendo. Notinda estas areo norde de Amazonaso, kie montriĝas granda etendo de acidaĵoj erupcioj, kiuj formas la kampon de falsa porfiro, kiu kovras grandajn terpecojn ĉe la nordo lokita plataĵa zono.

Traktante la mineralajn naturdotojn de la amazonasa grundo la aŭtoro parolas pri la ekzisto de oro ĉe la riveroj samlimaj kun la Angla Gujano, de diamantoj kaj diatomito ĉe la valo de Rio Branco, kaj sendetale li diskutas la demandojn pri la ebleco de ekzisto de ŝtonkarbo kaj petrolo. Li atentigas, ke amazonasa regiono prezentas grandajn malfacilaĵojn por la serĉesplorado de l' grundo kaj ke nur la modernaj procedoj pri geofiziko kaj geokemio povas esti efike uzataj por la solvo de la grandaj problemoj de la subgrundo de Amazonio.