

TERIO DA AGRICULTURA, INDUSTRIA E COMMERCIO
Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil
LUIZ FELIPPE GONZAGA DE CAMPOS — Director

BOLETIM N. 1

ROCHAS PETROLIFERAS DO BRASIL

TRABALHOS RELATIVOS AO ANNO DE 1918

SOB A DIRECÇÃO DO GEOLOGO

EUZEBIO PAULO DE OLIVEIRA



RIO DE JANEIRO
IMPrensa NACIONAL
1920



PREFACIO

A lei de orçamento para 1918 autorizou o Governo a mandar estudar, pelo Serviço Geologico, as jazidas de petroleo do Estado de Alagôas e outras do Paiz, com o intuito de o Congresso votar as providencias necessarias para o desenvolvimento da industria do petroleo. O nosso director, Dr. Luiz F. Gonzaga de Campos, encarregou-nos de proceder a esses estudos, dando-nos como auxiliares os geologos-ajudantes contractados, engenheiros Gerson de Faria Alvim, Eugenio Bourdot Dutra e Julio da Silva Porto. A commissão seguiu para Maceió em principio de junho e terminou os trabalhos em outubro.

Com o Dr. Gerson fizemos o reconhecimento da costa alagôana desde Maceió até os morros de Camaragibe, ao norte, e as barreiras do Jequiá, ao sul; um reconhecimento á região de Viçosa e de União e outro a S. Miguel dos Campos, através dos taboleiros arenosos que formam o baixo planalto que existe entre a costa e o sertão, foram sufficientes para que ficassemos conhecendo quasi totalmente as feições topographicas e geologicas do territorio alagôano.

A maior parte do tempo foi, porém, empregada no estudo topographico e estratigraphico das camadas terciarias que contém folhelhos bituminosos entre os riachos

Garça Torta e Doce, onde a firma Andrade, Auto & Cia. montou uma pequena usina para a distillação desta substancia.

Nesse estudo fizemo-nos acompanhar de todos os ajudantes, que por isso ficaram em condições de proceder a trabalhos semelhantes nas demais regiões que se apresentam em situações identicas ás do Riacho Doce.

Terminados estes trabalhos, encarregamos o Dr. Bourdot de proceder ao estudo do districto de Maragogy; e o Dr. Gerson, depois de outras viagens que fez conosco na lagôa Manguaba, de estudar o districto de Camaragibe.

O Dr. Porto ficou encarregado de levantar a transito toda a costa a partir dos limites de Pernambuco até Maceió e de executar todos os trabalhos topographicos que fossem necessários para o melhor esclarecimento das observações geologicas.

Nos demais affloramentos os Drs. Gerson e Bourdot alternaram os estudos geologicos da formação dos folhelhos bituminosos com o levantamento, á bussola de algibeira e podometro, da região em que occorrem as camadas que constituem os taboleiros arenosos, afim de delimitar melhor a área occupada por taes camadas.

Nossa missão foi muito facilitada pela benevola attenção que nos dispensou o Exm. Sr. Dr. José Fernandes de Barros Lima, digno governador do Estado, recomendendo-nos ás autoridades locais e outras pessoas prestimosas das zonas em que trabalhamos; pelas uteis informações que nos prestou o Dr. Gilberto de Andrade, um dos directores da empresa que explora os folhelhos bituminosos em Riacho Doce; pelos valiosos favores que nos prestaram os Srs. Iona & Cia., proprietarios da fabrica da Pedra e o Dr. Luiz Moreira de Mendonça, clinico em Camaragibe; bem como por todas as pessoas a que tivemos de recorrer para qualquer serviço ou informação.

Terminados os estudos da costa, o Dr. Gerson fez uma excursão ao baixo S. Francisco, Laranjeiras e Paulo Affonso, afim de colleccionar fosseis cretaceos já ha muito tempo conhecidos nas duas primeiras regiões e rochas nos arredores da cataracta.

O Dr. Bourdot fez um exame pericial da usina de distillação das substancias bituminosas de Marahú, Estado da Bahia, e nós procedemos ao estudo dos arenitos bituminosos de Alambary, Estado de S. Paulo e das rochas petroliferas da Serra da Balisa, municipio de Palmas, Estado do Paraná ; sendo que todos estes estudos quadram na autorização do Congresso de que resultou a missão de que estavamos incumbidos.

Somos muito gratos ao Dr. Mario Saraiva, director do Instituto de Chimica do Ministerio da Agricultura, pelo valioso auxilio que nos prestou realizando as analyses industriaes dos folhelhos bituminosos, que serão publicadas no proximo boletim.

Serviço Geologico e Mineralogico, 14 de janeiro de 1919.

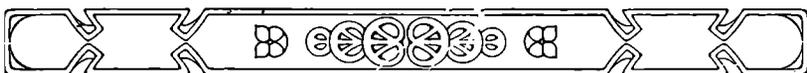
Euzebio Paulo de Oliveira,

Geologo.

FOLHELHOS BITUMINOSOS DO ESTADO DE ALAGOAS

PELO GEOLOGO

Euzebio Paulo de Oliveira



CAPITULO I

Geographia

§ I

Topographia

As feições topographicas do Estado de Alagôas são bastante simples e facilmente comprehensíveis, achando-se em estreita relação com a sua estructura geologica.

O esboço topographico e geologico annexo foi organizado aproveitando-se todos os dados fidedignos apropriados para a sua confecção e os limites do Estado de Pernambuco com Alagôas estão figurados de accôrdo com as publicações officiaes da Directoria de Estatica do Ministerio da Agricultura, Industria e Commercio.

No territorio do Estado de Alagôas reconhecem-se tres fôrmas topographicas bem caracterizadas. A primeira constitue a estreita zona do littoral, na qual predominam depositos arenosos e vegetam os coqueiraes ; a segunda compõe-se de um baixo planalto que, começando a leste do primeiro, e em alguns pontos na propria praia, estende-se longitudinalmente desde a barra do rio S. Francisco até a do Persinunga, no limite de Alagôas e Pernambuco, e transversalmente para o interior com largura variavel, mas de ordinario inferior a 30 kilometros em linha recta. A borda do planalto que acompanha o mar constitue as barreiras ; para o interior, o planalto está dividido pelos valles em massiços quasi sem ondulações, denominados taboleiros. A terceira fôrma topographica, que é a mais importante pela area de occorrença, prosegue a leste da borda occidental da segunda

e occupa o resto do estado. E' uma região em grande parte montanhosa, cortada por numerosos rios de regimen torrencial, cujos leitos foram cavados em rochas duras.

A primeira fôrma topographica abrange uma estreita faixa de terrenos arenosos, baixos, cortados por diversos rios cujas embocaduras se apresentam demasiadamente largas e estão em grande numero de casos protegidas pelos recifes. Sua largura é reduzida; em geral é inferior a um kilometro, augmentando nas proximidades das embocaduras dos rios ou extinguindo-se, como ao norte de Jequiá e nos morros de Camaragibe, em que as barreiras são batidas pelo mar. Constitue a faixa littoral com altitude média de 2 metros acima do nivel médio do mar e maxima de 6; as margens dos rios são inundadas durante as prea-mares e nellas se desenvolve a vegetação peculiar aos mangues. A importancia economica dessa faixa procede de se achar nella uma das maiores riquezas agricolas de Alagôas — os coqueiros — que são todos cultivados e não nativos, como de ordinario se suppõe. E' bastante povoada, mas os habitantes são na maioria muito pobres, vivendo quasi exclusivamente da pesca rudimentar, sem a minima noção de hygiene e de conforto, soffrendo constantemente prejuizos na saude causados pela acção destruidora do impaludismo e da opilação.

A segunda fôrma topographica é representada por um planalto pouco ondulado, com altitude média de 60 metros, que, começando na costa em seguimento á primeira, se estende para o interior por 30 ou 40 kilometros e entesta com a terceira. E' a região dos taboleiros.

Maceió está edificada sobre a margem oriental de um dos taboleiros e do alto em que está construido o pharol, avista-se a baixada de Jaraguá coberta de extenso coqueiral. Este planalto está dividido pelos rios que o atravessam em blócos que apresentam as suas margens septentrional, meridional e oriental com as faces mais ou menos abruptas e frequentemente desnudadas, constituindo barrocaes. Nos confins da primeira e segunda fôrma topographica existem, entre Maceió e Corurupe, varias lagoas cavadas nas rochas da segunda. As mais importantes são: a do Norte, a Manguaba e Jequiá, que se communicam com o mar por meio de canaes pouco profundos; outras, como a Azeda, situadas ao norte de Jequiá, acham-se, porém, com as bocas de communicação com o mar obstruidas, formando açudes naturaes que, ás vezes, se rompem despejando-se impetuosamente no Oceano.

As grandes lagoas se estão entulhando rapidamente com os detritos que lhes trazem os rios torrencias que percorrem a região montanhosa do estado, e têm pequena profundidade; faz excepção a esta regra a lagoa de Jequiá, que dizem ter até 18 braças de fundo e cujo entulho é muito mais moroso por não desaguar nella nenhum rio importante.

Os taboleiros mostram por toda a parte uma vegetação baixa, entremeada aqui e ali de campos cerrados e por vezes de florestas.

Os altos dos taboleiros são um tanto productivos, mas nas suas encostas a fertilidade é maior por existir mais humidade e humus na terra.

Nas barrocas a cultura é impossivel devido á desnudação constante a que estão sujeitas. Na flora dos taboleiros vimos as seguintes plantas: cajueiro bravo, mangabeira, cajú, sucupira, muricy, sabacum, ouricury, capim-assú, páo-viola, muricy-bravo, cabaçú, sapucaia, embiriba, joão-molle, massaranduba, banana de papagaio, caroba, embaubas, jitahy, coração de negro, cabotau, bom-nome, ingá-ussú, ingaporco, langorana, que indicam a occorrença de campos cerrados ou mattas mediocres.

A terceira fôrma topographica demora a leste da segunda e abrange o resto da area do estado. Embora sua constituição geologica seja uma unica, deve, porém, ser dividida em duas zonas: a região propriamente montanhosa e taboleiros, ambas drenadas por numerosos rios que correm em leitos pedregosos e seccam totalmente na época do verão. E' sabido que no nordeste brasileiro só ha de facto duas estações — inverno e verão — caracterisadas pela quéda ou não das chuvas. Em Alagôas as chuvas começam em fevereiro ou março e vão até agosto ou setembro; de outubro em diante quasi não chove, salvo alguma chuva local acompanhada de trovoadas. O verão é quente e secco; no inverno a temperatura é mais branda; os ventos de nordeste dominam no verão.

Na região montanhosa, em cujas zonas caracteristicas estão edificadas as cidades de União e Viçosa, os rios correm em leitos constituídos de rapidos e corredeiras e mesmo cachoeiras, sendo raros os estirões em que a declividade se approxima da dos rios de planicie; nas margens ha porém planicies alluvionaes de fertilidade proverbial. Na época das enchentes todo o material resultante da decomposição e erosão das rochas é arrastado pelas aguas, ficando descobertas as rochas

que constituem os leitos dos rios, o que muito facilitará o estudo minucioso da intrincada formação geologica a que taes rochas pertencem.

As serras desta região são constituídas por uma serie de massiços montanhosos de rochas *crystallinas*, mais ou menos alinhados segundo certas direcções, predominando a nordeste ; suas encostas têm declividades variaveis, predominando em muitas dellas as de 50-80°, constituindo escarpas despidas de vegetação, e nos altos existem chapadas ou chans apropriadas para a criação de gado. E' a região mais importante do estado sob o ponto de vista agricola, pois as suas terras são as melhores para a cultura do algodoeiro e da canna de assucar, as duas principaes fontes de riqueza do estado ; além disso, nella existem admiraveis florestas, em grande parte devastadas, e suas terras produzem muito bem o milho, o arroz e o feijão, bases da alimentação do povo.

O caracter francamente montanhoso dessa região desaparece mais para o interior do estado, embora sejam ainda as mesmas rochas *crystallinas* que *affloram*. Póde-se ter uma confirmação perfeita desta transição topographica e tambem vegetativa viajando-se de Quebrangúlo para a cachoeira de Paulo Affonso. O relevo do sólo torna-se muito mais suave, indicando a existencia de um velho *penepleine* no meio do qual despontam um ou outro massiço montanhoso. E' o sertão propriamente dito, sujeito a todas as calamidades das seccas. Será a zona criadora por excellencia do estado, quando os serviços de açudagem, já projectados, estiverem executados.

A topographia tão singular desta região, em tamanho desaccôrdo com a que costumam produzir as rochas que a constituem, parece indicar que a sua origem deve ser procurada nas condições climatericas semi-áridas ha longos seculos existentes no nordeste brasileiro.

Nos limites occidentaes de Alagôas e Pernambuco existem alguns massiços montanhosos de rochas *crystallinas* capeados por depositos *cretaceos* pouco inclinados. Isto parece indicar que o rio S. Francisco teve que executar uma poderosa desnudação destas camadas, antes de cavar as rochas *crystallinas* que formam o canõn que se segue á cachoeira.

A drenagem do rio S. Francisco é então « *superimposed* », isto é, que elle correu em rochas mais novas durante muito tempo antes de attingir áquellas em que corre actualmente.

§ II

Relação de altitudes

| | Metros |
|--------------------------------|--------|
| Agua Vermelha | 384,0 |
| Atalaia | 58,0 |
| Agua Branca | 350,0 |
| Anadia | 130,0 |
| Atalaia | 35,0 |
| Bebedouro | 3,0 |
| Bom Jardim | 65,5 |
| Branquinha | 103,0 |
| Bittencourt | 148,0 |
| Barra do Canhoto | 110,0 |
| Branquinha | 105,0 |
| Cachoeira | 13,0 |
| Capella | 78,6 |
| Cajueiro | 108,0 |
| Camaragibe | 10,0 |
| Campeche | 115,0 |
| Capiá | 280,0 |
| Cururipe | 10,0 |
| Estrada Branca | 65,0 |
| Fernão Velho | 4,65 |
| Flexeiras | 90,0 |
| Glycerio | 529,0 |
| Gamella | 214,0 |
| Itamaracá | 71,0 |
| Jaraguá | 3,3 |
| Lourenço Albuquerque | 46,0 |
| Leopoldina | 155,0 |
| Limoeiro | 150,0 |
| Maceió | 4,5 |
| Muricy | 83,0 |
| Maravilha | 340,0 |

| | Metros |
|--------------------------------|--------|
| Mar Vermelho | 505,0 |
| Moxotó | 260,0 |
| Mandahú-mirim | 240,0 |
| Muricy | 85,0 |
| Moxotó | 277,6 |
| Nicho. | 89,0 |
| Olho d'Agua | 250,0 |
| Piranhas | 46,5 |
| Pedra. | 254,0 |
| Palmeira dos Indios | 290,0 |
| Paulo Affonso. | 635,0 |
| Poço das Tribus | 255,0 |
| Porto Calvo | 35,0 |
| Rio Claro. | 42,0 |
| Satuba | 5,5 |
| Serra Grande. | 275,0 |
| Sinimbú | 299,6 |
| Sant'Anna | 205,0 |
| S. Luiz Quitunde | 15,0 |
| S. Miguel dos Campos | 40,0 |
| Talhado | 235,0 |
| Triumpho. | 35,0 |
| Utinga | 12,0 |
| União. | 146,7 |
| Urupema. | 108,6 |
| União. | 155,0 |
| Varzea do Pico | 310,0 |
| Viçosa | 190,0 |
| Victoria | 300,0 |

§ III

Coordenadas geographicas

| LOCALIDADES | LATITUDES SUL | LONGITUDES | AUTORES |
|--|---------------|--------------|-----------------|
| Baixio D. Rodrigo | 10° 12' 0'' | 70° 2' 48'' | Vital Oliveira. |
| Baixio Japú. | 10° 18' 0'' | 60° 57' 48'' | » » |
| Cururipe. | 10° 7' 31'' | 60° 59' 41'' | C. Kraus. |
| Engenho Novo. | 9° 53' 19'' | 70° 45' 0'' | ? |
| Imperatriz | 9° 9' 37'' | 70° 10' 47'' | Carlos Kraus. |
| Jaraguá, bateria | 9° 40' 34'' | 70° 26' 12'' | Vital Oliveira. |
| Macció | 9° 39' 18'' | 30° 27' 49'' | Ann. Obs. 1883. |
| Muricy | 9° 19' 4'' | 70° 11' 40'' | » » 1883. |
| Palmeira dos Indios | 9° 22' 39'' | 60° 37' 30'' | » » 1883. |
| Penedo | 10° 17' 04'' | 60° 39' 15'' | » » 1919. |
| Piranhas | 9° 37' 6'' | 50° 25' 9'' | » » 1919. |
| Pióca | 9° 32' 15'' | 70° 30' 36'' | Vital Oliveira. |
| Ponta Verde. | 9° 40' 12'' | 70° 27' 36'' | » » |
| Porto Francez | 9° 45' 0'' | 70° 20' 55'' | » » |
| Porto S. Miguel | 9° 51' 25'' | 70° 17' 36'' | » » |
| Porto Jequiá | 10° 3' 0'' | 70° 8' 12'' | » » |
| Porto Cururipe. | 10° 10' 12'' | 70° 9' 48'' | » » |
| Ponta do Pebá | 10° 20' 15'' | 60° 52' 20'' | » » |
| Pontal do Norte, rio S. Francisco. | 10° 27' 48'' | 60° 44' 42'' | » » |
| Pontal do Sul, rio S. Francisco | 10° 28' 50'' | 60° 43' 5'' | » » |
| Porto Calvo. | 9° 2' 45'' | 70° 41' 35'' | » » |
| Rio Camaragibo, porto | 9° 21' 40'' | 70° 41' 42'' | » » |
| S. José Lage | 9° 9' 37'' | 70° 9' 24'' | Ann. Obs. 1886. |
| S. Miguel dos Campos | 9° 46' 52'' | 70° 4' 48'' | » » 1886. |
| Sítio da Paixão. | 9° 5' 23'' | 70° 7' 17'' | Carlos Kraus. |
| Serra do Timbó. | 9° 4' 45'' | 70° 7' 17'' | » » |
| Serra do Penedo, matriz | 10° 17' 54'' | 60° 32' 59'' | » » |
| S. Miguel, ponte | 9° 46' 52'' | 70° 6' 11'' | ? |
| Villa do Passo | 9° 14' 48'' | 70° 40' 23'' | |

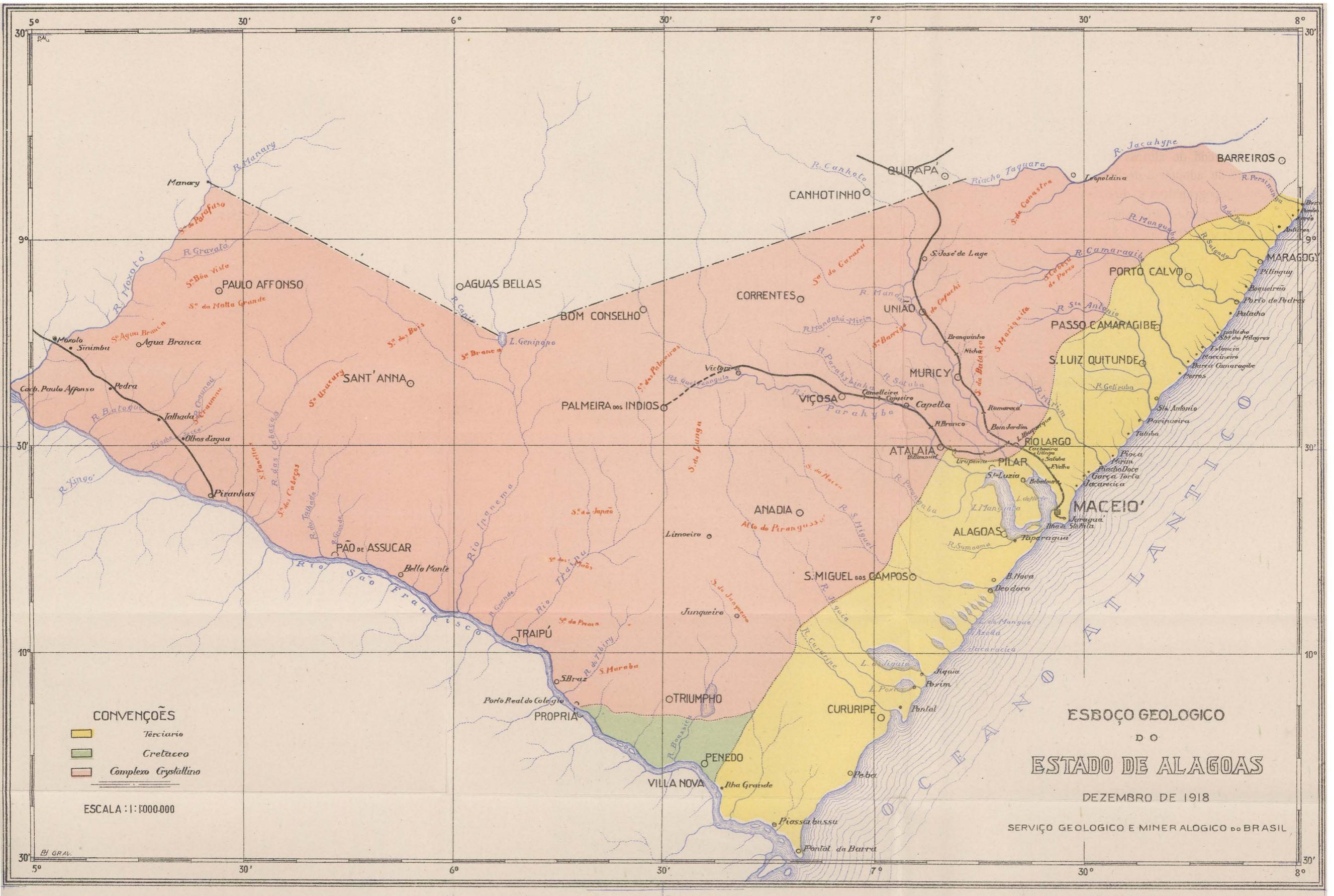
§ IV

Declinação magnetica

Sendo a bussola o instrumento utilizado pelo geologo para tomar as direcções das camadas, resolvemos determinar a declinação della, afim de, quando houver necessidade, referir todas as direcções ao norte verdadeiro.

Determinações feitas em Riacho Doce em 24 de junho e em S. Bento de Maragogy, no dia 21 de julho, pelo Dr. Bourdot, empregando o methodo de alturas correspondentes do sol, mostraram a conveniencia de adoptar a declinação de 17° 30' NO para todos os levantamentos topographicos e direcções de camadas.

Em Penedo a declinação encontrada pelos astronomicos do Observatorio Nacional em 1911 foi de 15° 26' NO.



CONVENÇÕES

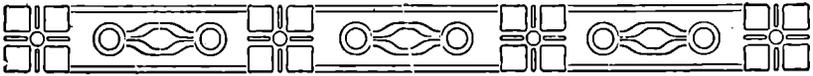
- Terciário
- Cretáceo
- Complexo Crystallino

ESCALA : 1 : 1.000.000

**ESBOÇO GEOLOGICO
DO
ESTADO DE ALAGOAS**

DEZEMBRO DE 1918

SERVIÇO GEOLOGICO E MINERALOGICO DO BRASIL



CAPITULO II

Geologia

As feições topographicas acima descriptas concordam com a constituição geologica do territorio alagoano. As memorias dos professores Orville Derby, J. C. Branner e Charles Hartt, constantes da lista bibliographica, foram as melhores fontes de informações que podemos consultar sobre a geologia do estado. Vamos fazer um resumo destas memorias de modo a tornar os seus conteúdos mais accessiveis aos que se interessarem pelo conhecimento da geologia de Alagoas, procurando ao mesmo tempo ampliar e rectificar os pontos que as nossas observações mostraram haver necessidade.

O quadro synoptico das formações geologicas até agora reconhecidas no estado de Alagoas é o constante da tabella abaixo, organizada segundo a ordem descendente das series, isto é, das mais novas para as mais velhas.

| ERA | SYSTEMA | SERIE | NATURESA DAS ROCHAS |
|----------------------|-----------------|--|--|
| Psychosoica . | Recente . . . | Alluviões | Areias, argillas e cascalhos |
| Psychosoica . | Pleistocenico . | Recifes | Arenito e coral. |
| Psychosoica . | Pleistocenico . | Camadas com mastodontes | Areias e argillas. |
| Cenozoica . | ?. . | Formação das barreiras | Arenitos, argillas e conglomeratos. |
| Cenozoica . | Eocenio . . . | Alagoas | Arenitos, folhelhos bituminosos, calcareo e conglomeratos. |
| Mesosoica . | Cretaceo . . . | S. Francisco | Arenitos, argillas e calcareos. |
| Eozoica e Azoica . . | Precambriano . | Complexo crystalino brasileiro | Granito, syenito, gneiss, calcareo e schistos crystalinos. |

PRECAMBRIANO

Complexo crystallino brasileiro

Van Hise e Leith (6) dividem o Precambriano em dois periodos: Algonkiano em cima e Archeano em baixo, separados por discordancia. No Brasil temos duas series de rochas crystallinas e metamorphicas que pôdem ser correlacionadas, pelos seus caracteres petrographicos, com os periodos americanos acima indicados. O superior é a *serie de Minas* cuja área de occorrença typica está nos arredores de Ouro Preto; o inferior, discordante com o primeiro, constituido de rochas altamente crystallinas, ocorre em todos os estados do Brasil e por isso o professor Branner o denominou «*Complexo crystallino brasileiro*». Rochas representativas deste complexo occorrem no estado de Alagôas, mostrando muitas dobras, falhas e forte inclinação, tendo composição e aspecto aparentemente variado, porém, bastante uniforme quando as comparamos em conjuncto com as rochas semelhantes das outras regiões do paiz.

Encontram-se na zona montanhosa do estado, isto é, formam a terceira feição topographica descripta, de que podemos tomar para typo a Serra dos Dois Irmãos.

Iniciando-se o estudo de Sul para Norte, vamos encontrar rochas crystallinas na cachoeira de Paulo Affonso, a qual foi descripta por Derby, cujas notas transcrevemos na integra.

«O valle do Rio S. Francisco acha-se naturalmente dividido em duas partes por um systema de cachoeiras que, começando na de Itaparica, logo abaixo de Jatotá, estende-se até a cidade de Pão de Assucar. A parte superior do valle, que abrange a sua quasi totalidade, tem altura de 300 metros ou mais, acima do nivel do mar e pertence ao grande e elevado planalto brasileiro. Preso nesse planalto e obrigado por uma alta cadeia de montanhas (Serra do Espinhaço e Chapada Diamantina) que corre na margem oriental, parallelamente á costa, o rio acha afinal uma sahida e chegando á margem septentrional da Chapada Diamantina, desce bruscamente a um nivel muito inferior, entrando logo depois no oceano Atlantico, depois de um percurso de 14 leguas.

Abaixo da cachoeira de Paulo Affonso, o leito do rio aprofunda-se em um grande canõn que vem ter á margem do planalto, ali composto de rochas graniticas e gneissicas.

Abaixo da barra do Moxotó, o S. Francisco é limite de Alagôas com Bahia e Sergipe.

As rochas graníticas estendem-se de cada lado abaixo da cachoeira de modo que a verdadeira margem do planalto, geologicamente fallando, fica a algumas leguas á leste da cachoeira, na cidade de Propriá, onde desaparecem as rochas *crystallinas* que caracterisam a base do planalto e começam as da zona mais baixa no littoral.

Resulta que a divisão geologica em alto e baixo valle não corresponde á topographica.

Na cachoeira de Paulo Affonso os phenomenos geologicos mais importantes são os que se prendem á formação do canõn e a gruta chamada «Furna dos Morcegos». O rio, que acima da cachoeira corre quasi ao nivel geral das terras adjacentes, precipita-se em estreito canõn com paredes talhadas a prumo, cuja altura junto á cachoeira é de cerca de 50 metros. Logo abaixo da queda principal e inferior, vemos que este canõn faz uma volta quasi em angulo recto, e do cotovello assim formado estende-se uma especie de braço que termina na gruta, em fundo de sacco. Neste braço do canõn a agua penetra até a gruta no tempo das cheias, mas só entra na bocca por occasião das seccas, sendo esta differença devida ao declive de fundo que desce de cerca de 15 metros da bocca da furna até o nivel do baixo rio.

A furna é um prolongamento subterraneo do braço na parede terminal e tem 100 metros de comprimento, 20 de altura e 9 de largura, sendo na entrada dividido em duas partes deseguaes por um pilar de pedra estendendo-se do chão ao tecto. A bocca é de fórma rectangular, o eixo vertical do rectangulo sendo o maiór e representado por uma ligeira inclinação para Norte. Interiormente o chão e o tecto da furna se approximam até que se encontram. A direcção da furna como a do braço do canõn abaixo do cotovello é E. N. E. A rocha em que a furna se acha excavada é um syenito roxo, que está muito fracturado, com as fendas cheias de calcito. Não só na furna como em toda a circumvisinhança, as rochas estão muito cortadas por fendas quasi verticaes, entre as quaes as mais pronunciadas são as que correm no rumo E. N. E. Estas fendas que correspondem ás que os inglezes chamam *joints* e Daubrée deu ultimamente o nome de lithoclastes parecem ter determinado a for-

mação não só da furna e do braço, como também do canõn. A direcção daquelles corresponde com a de um dos systemas de lithoclastes e comprehende-se facilmente que estas estabelecem linhas de menor resistencia. As aguas correndo abaixo da queda com grande velocidade e encontrando a volta abrupta de que já fallei, tendem a recuar no lado convexo da volta e reagem sobre a rocha, que, fracturada pelas lithoclastes, cede facilmente. Na entrada do sacco ha um movimento continuo de vae e vem que actualmente pouco influe sobre as rochas na epoca das aguas baixas, mas que nas enchentes, quando as aguas chegam até a furna e se movem com mais força, devem produzir bastante effeito. Ao desmoronamento da rocha pela acção mecanica das aguas, devemos ajuntar a sua decomposição que ahi é activa em virtude da accumulacão das materias vegetaes no remanso do sacco, materiaes que apodrecendo, desprendem gazes que reagem sobre os silicatos alcalinos da rocha.

As consideraveis accumulacões de estrume de morcegos em fermentacão da furna, contribuem provavelmente para mais rapida decomposiçãõ da rocha. Seja esta razãõ ou outra qualquer, o certo é que a decomposiçãõ se manifesta mais rapida na furna do que em outros pontos: as paredes e o tecto estão sempre se desfazendo em argilla e assim a gruta vac alargando-se gradualmente. Nas paredes e no tecto da gruta vêm-se muitas cavidades irregulares geralmente em fórma de funil, que são claramente devidas á decomposiçãõ e mostram como esta e a acção mecanica da agua influiram para a formaçãõ da gruta.

Sob a acção dos mesmos agentes, favorecidos sempre pelas lithoclastes, o tecto na entrada é solapado e cahe, estendendo-se assim o cóрте aberto no sacco á custa da gruta. O character que esta apresenta, de uma perfuraçãõ na rocha, da qual deixa em cima uma enorme massa continua, mostra de uma maneira concludente que o sacco não pôde ser uma grande fenda aberta como parece á primeira vista. Estas consideracões lançam alguma luz sobre o modo e origem do grande canõn que se estende de Paulo Affonso até perto do Pão de Assucar. Parece inverosimil attribuil-o á desnudaçãõ causada pelo rio, e, á primeira vista, somos levados a acreditar em alguma grande convulsãõ da natureza, abrindo uma enorme fenda em que o rio se precipitou. Attendendo porém ao braço do canõn que vae ter á furna, parece mais razoavel suppôr que o canõn foi excavado pelo rio seguindo as linhas de menor resistencia produzida pela intersecçãõ dos diversos

A terceira fracção accusou a seguinte composição :

| | % |
|---------------------------------|---------|
| Carbono | 81.668 |
| Hydrogenio | 9.929 |
| Enxofre | 1.628 |
| | <hr/> |
| | 93.215 |
| Oxygenio e nitrogenio | 6.785 |
| | <hr/> |
| | 100.000 |

As aguas da distillação encerravam 0,408 % de ammoniaco.

Amostra n. 2448.

Folhelho petrolifero de "MARAGOGY"

A quantidade de amostra remettida foi, infelizmente, demasiado restricta, só permittindo as poucas determinações que abaixo se encontram.

A quantidade total de amostra submettida á distillação secca, foi de 2.125 grs. Os resultados dessa operação são os seguintes:

| | % |
|-------------------------------------|--------|
| Agua | 0.28 |
| Petroleo | 4.07 |
| Coke | 81.45 |
| | <hr/> |
| | 97.80 |
| Productos não condensados | 2.20 |
| | <hr/> |
| | 100.00 |

A quantidade de distillado obtido não permittiu nenhuma tentativa util de rectificação. Sua densidade foi de 0,9987; sua composição elemental correspondia a:

| | % |
|---------------------------------|----------|
| Carbono | 84.0477 |
| Hydrogenio | 8.2929 |
| Enxofre | 2.6495 |
| | <hr/> |
| | 95.8901 |
| Oxygenio e nitrogenio | 4.1099 |
| | <hr/> |
| | 100.0000 |

A amostra do folhelho, tal como a recebeu este Instituto, accusou a seguinte composição:

| | % |
|---------------------------------|---------|
| Carbono | 7.815 |
| Hydrogenio | 1.802 |
| Enxofre | 0.336 |
| Cinzas | 82.348 |
| | <hr/> |
| | 92.501 |
| Oxygenio e nitrogenio | 7.499 |
| | <hr/> |
| | 100.000 |

incluindo 5,552 % de humidade, determinada a 105°C.

O coke tinha a seguinte composição:

| | % |
|----------------------|--------|
| Carbono | 4.870 |
| Hydrogenio | 0.530 |
| Enxofre | 0.493 |
| Cinzas | 94.035 |
| | <hr/> |
| | 99.930 |

As aguas da distillação continham 1,05 % de ammonia co.

systemas de lithoclases, que cortaram as rochas em blócos promptos a serem deslocados e levados pelas aguas. As voltas do rio na cachoeira e um pouco abaixo, favorecem esta theoria. O rio desce até a quéda principal correndo em rumo ENE que é um dos systemas principaes de lithoclases.

Perto da quéda elle faz um angulo recto para Noroeste, direcção do outro systema, e algúmas centenas de metros abaixo faz outra volta, egualmente em angulo recto, retomando a direcção primitiva.

Parece, pois, que o rio excavou o seu leito, na direcção das lithoclases, seguindo um ou outro systema, conforme maior ou menor gráo de fraccionamento que estas apresentam. E' provavel, porém, que em certas partes o canón siga a direcção da estratificação, o rio tendo excavado uma camada mais molle entre duas mais duras.»

O Dr. Gerson na visita que fez á cachoeira de Paulo Affonso tomou as seguintes notas.

Acima de Piranhas o rio não é mais navegavel senão depois de passar a cachoeira de Itaparica. Piranhas é o ponto inicial da E. F. Paulo Affonso que liga o baixo ao alto S. Francisco, e se desenvolve sobre um leito rochoso, as vizes em grandes córtes, apresentando um gypsito em uma grande veia, cuja origem não é conhecida mas que não está longe de ser um enchimento posterior de uma grande fenda na rocha. A 55 kilometros de Piranhas fica a villa da Pedra, ponto mais proximo da cachoeira de Paulo Affonso.

Nesta villa, em pleno sertão, existe uma importante fabrica de linha que aproveita energia da cachoeira, de propriedade dos Srs. Iona & C.. Utilisa a fabrica, actualmente, 1.500 cavallos, mas ha um projecto em vias de execução para o aproveitamento de 10.000 cavallos.

A photographia junto representa a quéda em parte, e a installação hydro-electrica cravada no paredão de granito.

O accesso á casa das machinas se faz por tres escadas inclinadas de 40, 52 e 35 degráos e uma quarta em parafuso com 75 degráos.

A fabrica de Pedra primorosamente installada, possui 300 casas de operarios com todos os requisitos á uma vida sadia. Farta illuminação electrica, boa agua potavel e rêde de exgotos, servem uma população de mais de 5.000 habitantes. Como tributo de muita admiração registramos aqui esta pallida noticia, uma singela homenagem á memoria do grande creador deste monumento — Delmiro Gouvêa

A cachoeira e a fabrica, duas maravilhas que se confrontam, uma natural e outra criação do homem, são duas admirações erguidas em pleno sertão quasi inhospito.

A villa por tres estradas de rodagem se communica com a cachoeira, com Garanhuns em Pernambuco e com Quebrangulo em Alagôas, facilitando assim a communicação entre estes tres pontos.

Essas estradas se desenvolvem em um grande taboleiro e só nas visinhanças de Pernambuco é que, subindo a Serra de S. Pedro em fortes rampas, attingem uma altitude de 920 metros, ficando Garanhuns a uma altitude de 866 metros (côta da Estação da Great Western).

Em automovel, gentilmente cedido pelos Srs. Iona & C., viajamos da Pedra a Garanhuns, n'uma extensão de 64 leguas approximadamente, gastando 11 horas na viagem.

* * *

De Propriá até a cidade de Pão de Assucar, segundo as notas de Derby e Hartt n'uma distancia de 20 leguas, as rochas são, pela maior parte, gneiss schistoso, passando a micaschisto, geralmente com granadas, as quaes em algumas camadas constituem uma grande parte da rocha. Em Bello Monte ha uma grande exposição de micaschisto com mergulho de 36° e N de 52° O direcção.

Na Lagôa Funda, quatro leguas abaixo do Pão de Assucar, apresenta-se, junto com o micaschisto granadifero, uma camada de marmore branco. As camadas inclinam-se de 25 a 40 grãos, sendo a immersão para nordeste ou sudoeste, quando a direcção é para noroeste, porém, quando esta é para N. E., aquella é então para N. O. ou S. E.

Em Propriá, a direcção é 85° N. O., mas 2, 1/2 leguas acima é N. 30-40° E, pouco adiante voltando a ser N. O.; assim continuando as camadas apresentam direcções que variam entre N. O. e N. E. Em um logar chamado « Morro dos Defuntos » sul, a direcção é para N. O. e a inclinação é para S. O. no Curral da Pedra, do lado opposto do rio. Estas variações na posição das camadas, indicam dobras relativamente pequenas e bastante complicadas, que difficultam muito a determinação das relações das diferentes camadas. De Pão de Assucar para cima as rochas são massiças, consistindo em gneiss pouco schistosos, granitos e syenitos. Com a differença no character das rochas, o valle tambem muda de character, ficando mais apertado e limitado de cada lado por paredões quasi a pique, e assumindo assim, cada vez mais, a fôrma de

um canõn, á medida que sóbe para o porto de Piranhas. Ao mesmo tempo começam a apparecer no meio do rio ilhas rochosas e bancos de rochas, tornando-se esses tão abundantes acima de Piranhas, que impedem a navegação. Devido ao character massiço das rochas é difficil vêr a posição das camadas cuja direcção nesta parte parece ser quasi para norte, sendo a inclinação para o norte superior a 50°. Nos córtes da estrada de ferro abertos na rampa que partindo de Piranhas sóbe por um lado do canõn, vêm-se bem as rochas que se apresentam nesta parte. O primeiro córte, perto da estação é de gneiss porphyritico semelhante ao do Rio de Janeiro, characterizado por grandes crystaes de feldspatho côr de carne. Nesta rocha, como em todas as outras da região, apresentam-se diques de rochas amphibolicas e veias de quartzo.

Em outros córtes apparece o syenito composto de feldspatho roxo em grandes crystaes, amphibolio e uma pequena porção de quartzo.

Em algumas partes o feldspatho desaparece, deixando uma rocha composta exclusivamente de amphibolio. São muito communs veios ou diques de amphibolio, apresentando cavidades cheias de calcito transparente. Em outros ainda apparece associado com estas rochas um porphyro quartzoso de uma brilhante colloração rôxa, constituido quasi exclusivamente de feldspatho amorpho. Na parte superior da rampa, abunda mais um gneiss granitico preto, composto de mica preta e feldspatho branco, finamente granular e uma pequena proporção de quartzo sendo a massa atravessada por veios de feldspatho roxo. Apparece gneiss schistosos no valle de um pequeno correjo secco, logo abaixo de Piranhas, onde é penetrado pela rocha amphibolica. No mesmo valle encontram-se rochas com finas agulhas de turmalina preta. As mesmas varicdades de rochas se mostram em toda a região entre Piranhas e a cachoeira de Paulo Affonso, ou antes, até a cachoeira de Itaparica, onde as rochas metamorphicas desaparecem por baixo do arenito cretacco.

Calcareos crystallinos

Entre as rochas sedimentarias metamorphicas, as calcareas são as mais importantes, porque a sua associação com os paragneiss prova a equivalencia da idade dessas rochas. Nas visinhanças de Paulo Affonso existe um interessante deposito de marmore ao pé da Serra de Crauman, perto da estação do Talhado. Esta serra, uma das do grupo que fica ao nordeste de Paulo Affonso, conforme descreve Derby, é uma

estreita e isolada lombada que, elevando-se cerca de 250 metros acima da planície, parece ser pela maior parte formada de syenito. Cerca de dois kilometros ao norte da extremidade oriental da serra, encontra-se o calcareo associado com o gneiss. Elle apresenta-se em uma camada tendo 20 ou 30 metros de espessura com uma inclinação de 30° para noroeste. A rocha é branca, grosseira e crystallina, muito semelhante ao marmore da Barra do Pirahy e outros pontos no valle do Parahyba. Em certas partes tem uma mistura de serpentina que se apresenta em laminas finas e granulos disseminados no calcareo. Tendo estas partes serpentinosas muita semelhança com o calcareo do *Canadá*, contendo Eozoon Canadense, enviamos algumas amostras ao descobridor deste fossil, Dr. J. W. Mawson, que fez sobre elle a seguinte communicacão publicada no *American Journal of Science*, de Abril de 1880 :

« O exame, tratando as amostras pelo acido nitrico diluido, mostrou em alguns pontos grupos de canaes semelhantes aos do Eozoon Canadense cheios de dolomia. Estes canaes representam provavelmente fragmentos daquelle fossil.

Não existe aspecto de laminação e a rocha parece consistir de calcareo e dolomia, inteiramente misturados, contendo grão de serpentina còr de azeitona pallida. Não tenho duvida que este calcareo é laurenciano.»

Calcareos desta natureza existem no municipio de Viçosa ; em varios pontos perto da cidade já trabalharam n'uma pedreira para extrahir marmore.

Todos estão intercalados no gneiss ; são mais ou menos magnesianos e têm character lithologico semelhante. O Dr. Alberto Paes Leme, do Museu Nacional, fez um interessante estudo espectographico do calcareo laurenciano de Cachoeiro de Itapemirim, Estado do Espirito Santo, que ocorre em concordancia com o gneiss. Tal estudo mostrou que o metamorphismo dos calcareos foi produzido pelas erupções de granito. Esta conclusão concorda com as observações directas feitas pelo Dr. Francisco de Paula Oliveira e por nós, nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catharina, Paraná, Rio de Janeiro, Alagoas e Ceará e foi adoptada pelo professor Branner na segunda edição da sua Geologia (3). Convem dizer que nesta obra não só a distribuiçáo como a idade dos calcareos brasileiros predevonianos estão mencionadas de modo bastante confuso, havendo deslocaçáo nos horizontes geologicos dos differentes calcareos. Rochas crystallinas foram assignaladas pelo

Dr. Branner em uma excursão feita seguindo o valle do rio Panema desde S. Francisco até Aguas Bellas. Foram vistos gneiss de varios typos, calcareos e intrusões de granito.

Rochas semelhantes a estas occorrem nos trechos de estrada de ferro entre Albuquerque, União e Viçosa. Em Bom Jesus os massiços graniticos são relativamente baixos, compridos, com encostas suavês. Em Muricy os moradores deixaram o terço superior das montanhas coberto de florestas para serem exploradas como combustivel para os engenhos de assucar, concorrendo desta fôrma, talvez inconscientemente, para a conservação das fontes. A rocha predominante em Muricy compõe-se de quartzo, biotita, feldspatho branco, amphibolio, pyrite e granada almandina. Em União as rochas são todas crystallinas. O gneiss é cinzento, de granulação media, composto especialmente de quartzo leitoso e biotita disposta em palhetas, mais ou menos isoladas, parallelamente ao quartzo e algum feldspatho branco. Os elementos accessorios são pyrites cubicas e graphito em palhetas hexagonaes brilhantes. Estas rochas são caracterisadas pela pobreza de feldspatho e abundancia de quartzo e mica. A direcção do gneiss é S 65 E., porém o mergulho e o gráo de inclinação variam bastante. Em União, o leito do rio Mandahú é perpendicular á direcção das camadas, parecendo que foi excavado segundo as linhas de menor resistencia das rochas, originadas por um systema de juntas conjugadas.

De Pão de Assucar, sobre o rio S. Francisco, para Aguas Bellas, no interior de Pernambuco, o gneiss é a rocha predominante e os boulders de decomposição são abundantes e variam em diametros desde poucos centimetros até 4,5 a 5^m, ou mais.

O rio S. Francisco, entre as cachoeiros de Paulo Affonso e Pão de Assucar, corre através de um estreito canal aberto em uma planicie do rochas crystallinas — schistos, gneiss e granitos. A planice é montanhosa, estando, em média, de 50, 60 metros acima do rio, apparentemente em baselevel. Rio acima a planice estende-se até perto de Piranhas, começo de navegação do baixo S. Francisco. As rochas da região de Pão de Assucar todas crystallinas e provavelmente archeanas. No lado sul do rio existe uma serie de morros semelhantes seguindo a direcção das camadas. As rochas porém, não são sedimentarias mas micaschistos duros, alternando com gneiss porphyritico vermelho. A laminação é S. E. N. O. Dois ou tres kilometros rio acima ha massiços de granito expostos na margem do rio.

ERA MESOZOICA

Systema cretaceo

Este systema é representado no Estado de Alagoás por duas series rochosas que occorrem no baixo e alto S. Francisco, estudadas por Hartt e Derby. Não se conhece ainda a idade relativa dessas series.

Serie do baixo S. Francisco

Começa a apparecer a juzante de Propriá, correndo o rio em uma região de arenito que constitue nas margens, morros de 50 a 100 metros de altura, até a cidade de Penedo ou um pouco abaixo em uma distancia de seis ou sete leguas. O arenito é de côr amarella, de grão fino e angular, circumstancia que o torna muito apreciado como pedra de amolar, e em geral é um tanto molle e friavel.

No morro do Chaves, perto de Propriá, apresentam-se camadas de conglomeratos e calcareos associadas com a do arenito. Nesta interessante localidade a camada é um calcareo argilloso de côr cinzenta, cheio de grão de areia e seixos de quartzo leitoso e de folhelho azulado, os quaes são, ás vezes, de tamanho consideravel e tão numerosos que a rocha pôde ser considerada como conglomerato. Abundam nesse calcareo pequenas conchas bivalves, aparentemente do genero *Nucula*. Sobre elle assenta uma camada de arenito molle, vermelho, sem fosseis o qual é succedido por uma serie de camadas mal expostas, sendo algumas compostas de folhelhos calcareo micaceos, esverdeados, cheios de pequenas conchas e ossos de peixes teleosteos. Segue-se depois uma camada de calcareo vermelho, duro, de granulação grosseira e poroso, tendo acima camadas de folhelhos e arenitos molles.

Na visinhança de Propriá, tambem apparecem, em um arenito grosseiro avermelhado, escama de peixes do genero *Lepidotus*. Perto de Villa Nova, em frente a Penedo, foram encontradas conchas bivalves em um arenito folheado micaceo em estado de conservação impropria para a diagnose.

Em Penedo apparecem restos de plantas mal conservadas. Estes fosseis indicam que as camadas pertencem ao systema cretaceo, mas não são sufficientes para determinar a relação destas camadas com as de Sergipe e Bahia. As camadas cretaceas do baixo S. Francisco, estão ligeiramente perturbadas apresentando uma inclinação de 10-20°. No morro do Chaves a inclinação é de 20° para N. E. e a direcção é

E. 15° S. No Morro Vermelho, entre Propriá e Penedo, a inclinação é para N. O. ; nas visinças de Penedo ella é geralmente para S. E., tendo uma observação em Villa Nova dado de 15 a 20° S. E. e N. 40° E. para direcção. Estes dados demonstram que as camadas cretaceas apresentam ligeiras dobras anticlinaes e sinclinaes. Abaixo de Penedo o cretaceo está encoberto pelas formações das barreiras.

Serie do alto S. Francisco

A serie cretacea do alto S. Francisco ocorre em morros e serras destacados que existem entre Propriá e a barra do Rio Moxotó.

Taes morros, que têm uma altitude quasi uniforme de cerca de 600 metros, apresentam na parte inferior as rochas crystallinas do complexo brasileiro e superiormente uma camada de arenito branco, avermelhado ou amarellado. Esta rocha em geral é friavel e um tanto argillosa, contendo ás vezes camadas pouco consideraveis de argilla ou folhelhos. E' ordinariamente grosseira, encerrando muitos seixos misturados com areia constituinte e passando, ás vezes, ao conglomerato. Á primeira vista as camadas parecem horizontaes, porém têm frequentemente inclinação de 5-10° para N. No córte grande de Curralinho, perto de Olho d'Agua a inclinação é de 50° N. N. E., direcção N. 80° O.

A bem desenvolvida laminação obliqua do arenito occasiona muitas vezes uma falsa apparencia de inclinação com angulo muito maior. A espessura desta serie varia nos diversos morros conforme a extensão das rochas crystallinas que estão por baixo. Os morros destacados do arenito são os remanescentes do antigo planalto arenoso, que foi quasi totalmente destruido pela erosão, deixando-os como testemunhos de que a formação cretacea occupava no Estado uma área muito mais consideravel.

O Dr. Gerson escreveu as seguintes notas a respeito do cretaceo de S. Francisco a Sergipe:

« A jusante do « Morro Vermelho » todo o terreno é terciario e a cidade de Penedo que fica a tres leguas de Morro Vermelho está sobre um grande banco de arenito, de grão fino, muito resistente e por isso mesmo muito procurado para construcção. Devido á sua porosidade é tambem aproveitado no fabrico de filtros. Tem um mergulho de 9° N. 82° O. em Penedo. Pouco acima de Penedo, na direcção do Morro Vermelho este arenito é de cimento calcareo e por isto muito duro.

Em frente ao Collegio, á margem direita do S. Francisco, levanta-se a cidade de Propriá, no Estado de Sergipe, situada na zona de contacto do crystallino e do cretaceo: gneiss e micaschisto decompostos a montante e cretaceo a jusante da cidade. E' uma zona que parece ter soffrido grandes perturbações.

Para o Sul de Propriá na direcção de Maroim, o cretaceo attinge um desenvolvimento extraordinario, ás vezes se mostrando bastante schistoso, indicando certo gráo de decomposição. Alguns fosséis foram por mim colleccionados e remettidos para o Serviço Geologico. Pouco além de Maroim fica a cidade de Laranjeiras, tambem no cretaceo. Ahi a acção corrosiva das aguas fez um trabalho interessante em um banco de calcareo. Perfurando-o de lado a lado deu a fórma de um arco de ponte com 25 metros de comprimento e 15 metros de largura, com quatro a seis de altura de oeste para leste.

No intradorso se destacam as estalactites. Esta pedra é vulgarmente conhecida por Pedra Funda.

Em Pindoba, a seis kilometros desta cidade, o calcareo se apresenta em affloramentos de grandes lages utilizadas para calçamento e construcções em geral. Ahi mergulha de 23° N. 49° O. a 15° N. 58° O.

Laranjeiras é banhada pelo rio Sergipe, que, reunindo-se ao Cotinguiba, que banha Riachuelo, e ao Ganhamoroba, que passa em Maroim, vai formar a bahia de Cotinguiba, hoje Sergipe, proxima á capital do Estado de Sergipe.

Todas estas cidades se communicam com Aracajú com muita facilidade, por agua. De Maroim até a praia, toda a formação é terciaria.»

O professor Branner refere a existencia das camadas vermelhas de Estancia no Estado de Alagóas nos trabalhos «The geology of the coast of state Alagóas, Am. Carnegie Museum, VII, pag. 5-22, Pittsburgh 1910» e «Estancia beds of Bahia, Sergipe and Alagóas Brasil». Não tendo nós conhecimento pessoal das camadas de Estancia e nada tendo visto que nos suggerisse diversidade de idade nas camadas, além das indicadas no quadro synoptico, limitamo-nos a esta referencia, que servirá de ponto de partida para os futuros estudantes da geologia de Alagóas. Os calcareos de Sergipe ainda não foram identificados em Alagóas.

SERVIÇO GEOLOGICO E MINERALOGICO DO BRASIL

PLANTA

DO LITORAL ALAGÃO DO NORTE MACEIÓ

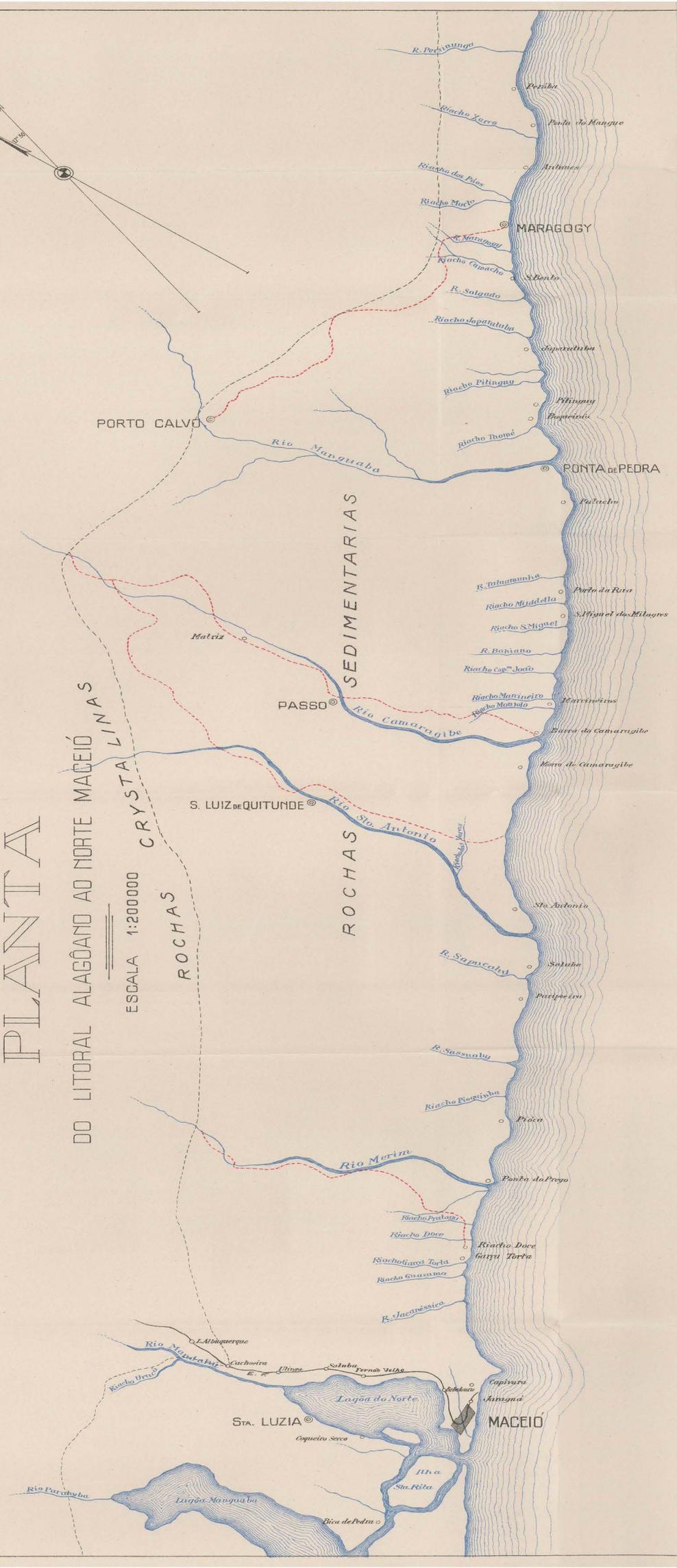
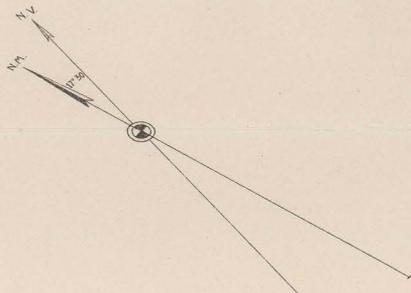
CRYSTA LINAS

ESCALA 1:200000

ROCHAS

SEDIMENTARIAS

ROCHAS



Systema Eocenicó

SERIE DE ALAGÓAS

As camadas representativas da serie de Alagóas acham-se expostas descontinuadamente na costa alagóana, desde a barra do riacho Garça Torta a 14 kilometros a N. E. da cidade de Maceió até o rio Maragogy, a 30 kilometros ao Sul da embocadura do rio Persinunga, limite de Alagóas com Pernambuco. Tambem existem affloramentos obscuros dessa serie ao Sul de Maceió, nas margens do canal que liga a lagóa do Norte á Manguaba, no logar denominado «Bica da Pedra». Já ha muitos annos que as camadas da serie de Alagóas foram perfunctoriamente estudadas sob o ponto de vista industrial, pois uma das suas rochas constituintes é um folhelho bituminoso que pela distillação destructiva produz bastante petroleo. Trabalhos de pesquisa foram feitos por uma companhia ingleza em 1891 e ultimamente alguns curiosos retiraram folhelhos bituminosos da região para serem analysados no Rio de Janeiro e um delles executou uma sondagem perto de Maragogy, que attingiu, segundo informações, a pouco mais 100 metros. Sob o ponto de vista geologico, o unico trabalho digno de menção é o do professor Branner «The oil bearing — shale of the coast of Alagóas, Brasil», que trata da estrátigraphia da região e fornece alguns dados economicos sobre os folhelhos.

O Dr. Branner é de opinião que todos os affloramentos pertencem a camadas de uma unica idade — eocénica — e que a sedimentação foi iniciada pela desnudação das rochas crystallinas que forneceram os materiaes da massa e os blocos do conglomerato que afflora em Riacho Doce, morros de Camaragibe e Maragogy. Por cima do conglomerato formaram-se as camadas bituminosas e cobrindo tudo encontra-se a formação das barreiras. As nossas observações e dos nossos auxiliares mostraram a existencia de conglomerato ora por cima das camadas bituminosas, ora por baixo.

Em Riacho Doce o conglomerato está por cima dos sedimentos finos; em Camaragibe por baixo; em Maragogy por cima. Nas entradas que fizemos para o interior verificamos a occorrença de uma camada de conglomerato entre as rochas crystallinas e a formação das barreiras.

Na Bica da Pedra occorrem blócos de granito por cima dos folhelhos bituminosos e por baixo da formação das barreiras. Assim é muito possivel que exista mais de uma camada de conglomerato na serie de Alagóas. A « Formação das Barreiras » tem um conglomerato de blócos de rochas crystallinas, predominando o granito, na sua base.

O conglomerato compõe-se de uma matriz arenosa, micacea, friavel na qual estão espalhados indistinctamente numerosos blócos de rochas crystallinas, predominando as graniticas, tendo um volume de um terço ou mais de metro cubico. A occorrença de tão volumosos blócos de taes rochas no conglomerato suggere a idéa de que ellas não devem estar *in situ* muito longe dos sedimentos, mais isto não significa que uma sondagem iniciada na serie de Alagóas logo as encontre, porque sendo fórte o mergulho das camadas estas attingem a grande profundidade a pouca distancia dos affloramentos.

Os conglomeratos indicam condições de sedimentação muitissimo differentes daquellas em que se formaram os sedimentos finos, sendo possivel que a phases de depositos em aguas tranquillias succediam-se os de depositos torrencias. Não encontramos nenhuma substancia bituminosa, nem traços de fosséis nos conglomeratos.

Os outros sedimentos constituintes da serie de Alagóas são de natureza bastante variavel, apresentando-se os tres typos de rochas sedimentarias: arenito, folhelho e calcareo, e typos de passagem de umas para outras. No tocante ao volume, o arenito predomina sobre o folhelho e este sobre o calcareo. Estas rochas apresentam-se ordinariamente em camadas de pequena espessura, indicando mudanças de nivel da bacia ou bacias lacustres em que se depositaram e influíram na natureza das rochas em sedimentação. Em todos os pontos em que foi examinada, a serie de Alagóas apresenta-se bastante perturbada por dobras e provavelmente falhas; acham-se levantadas, mergulhando do mar para a terra. O estudo minucioso dos folhelhos bituminosos será feito mais adiante quando tratarmos do seu valor commercial. Todas as rochas da serie de Alagóas ficam encobertas pelo mar na maré enchente, o que difficulta muito o estudo além da circumstancia de se apresentarem em superficie quasi horizontal, em affloramentos pouco extensos.

Os folhelhos alternam com calcareo e arenito e contém com frequencia nodulos de pyrites de ferro.

A decomposição da pyrite de ferro dá sulfato de ferro ou depois limonito que enchem as fendas das rochas, quando não são transportados pelas aguas circulantes. Tambem os calcareos contêm pyrite. Nos folhelhos existe uma substancia preta, com aspecto de madeira carbonisada, ardendo com chamma fuliginosa, disposta em massas concordantes com os extractos, indicando que sua formação é contemporanea da sedimentação dos folhelhos. A composição chimica desta substancia, pelo chimico T. H. Lee, é a seguinte :

| | |
|---------------------|---------|
| Agua hygrometrica. | 6,37 |
| Materias volateis . | 51,73 |
| Carbono fixo . | 35,60 |
| Cinzas . . . | 6,30 |
| | <hr/> |
| | 100,00 |
| | <hr/> |
| Enxofre. | 2,52 %. |

Tambem se encontra com frequencia enchendo as juntas dos folhelhos e calcareos, em Riacho Doce, uma substancia com aspecto de azeviche, mais brilhante que a precedente, da qual tambem differe por fundir e arder sob a acção do calor da chamma de uma vela, que, pela composição abaixo, determinada no laboratorio do Serviço Geologico e outras propriedades deve ser tida como uma variedade de asphalto :

| | |
|---------------------|--------|
| Agua hygrometrica. | 1.02 |
| Materias volateis . | 58.50 |
| Carbono fixo . | 38.63 |
| Cinzas . . . | 1.85 |
| | <hr/> |
| | 100.00 |
| | <hr/> |
| Enxofre. | 2.4 %. |

Nos folhelhos existem numerosos peixes fosseis bem conservados, tanto em Riacho Doce, como em Camaragibe e Maragogy. Apesar de pesquisas demoradas não descobrimos nenhuma planta fossil caracterisada ; a substancia preta acima descripta, o carvão, revela entretanto a existencia de uma flora na época da deposição dos folhelhos. Os peixes até agora estudados pertencem aos generos Ellipes, Dastilbe,

Chiomystus e Arius (?). Na mesma collecção existem peixes de outros generos e encontramos tambem Estherias. Dr. Bourdot achou Estherias em Maragogy e o Dr. Gerson, um tronco de madeira silicificada na mesma localidade. O mergulho e a direcção das camadas são bastante variaveis; em média o mergulho é inferior a 20° no Riacho Doce e inferior a 10° nos Morros de Camaragibe e Maragogy; varias camadas são conglomeraticas por conterem pedaços de folhelhos pretos.

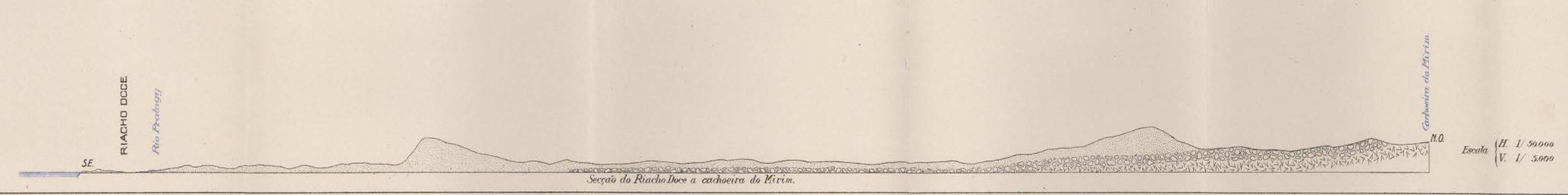
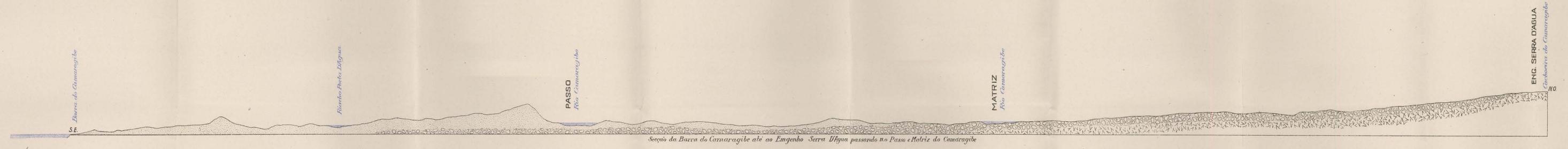
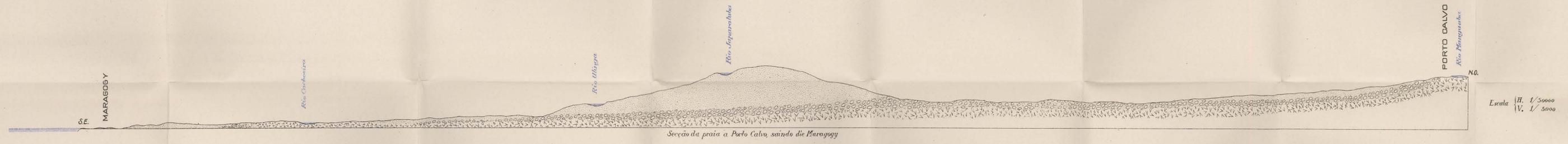
A grande accumulacção de blócos de granito nos affloramentos do conglomerato, não deve ser interpretada como tendo igual distribuicção na rocha mãe. Com certeza os blócos estão assim accumulados pela crósão da matriz, não tendo soffrido quasi transporte devido ao seu peso. Acima da serie de Alagóas apparece uma serie de camadas multicores dispostas horizontalmente que constituem as barreiras.

FORMAÇÃO DAS BARREIRAS

A idade desta formaçção é incerta; por toda a parte ocorre acima das camadas que têm sido referidas ao cretaceo e ao eocenio e é talvez uma das mais novas formaçções do Brasil. Os geologos que primeiro estudaram a constituicção geologica da costa do Brasil acostumaram a referir ao cretaceo as camadas perturbadas e ao terciario as que se apresentam mais ou menos horizontaes e discordantes com aquellas.

Parece verificado agora que este criterio muito concorreu para a desordem que se nota nos escriptos dos geologos que têm estudado a costa do Brasil. A serie de Alagóas, está tão perturbada como qualquer das series cretaceas. A distincção ou separaçção das camadas cretaceas e terciarias baseada sómente na discordancia é um criterio falso e que deve ser definitivamente abandonado; só a paleontologia poderá certamente fazer a determinaçção das idades das camadas da costa brasileira. A formaçção das barreiras apparece na região do baixo S. Francisco. As rochas cretaceas do baixo S. Francisco desapparecem por baixo de um extenso deposito de arenito friavel argilloso, mais commummente ferruginoso, disposto em camadas horizontaes. Ha, portanto, discordancia das duas series, mas a idade terciaria das camadas das barreiras foi determinada não pela discordancia, mas pelo facto de em outras regiões se acharem taes camadas superpostas á camadas positivamente terciarias. Nestes depositos apparecem leitos de argilla que, como o arenito, é de côres vivas e variadas; ahí não se tem encontrado calcareo.

PERFIS GEOLOGICOS DO ESTADO DE ALAGOAS



| CONVENÇÕES | |
|------------|--------------------|
| | Barrois |
| | Conglomerato |
| | Serie de Alagoas |
| | Rochas cristalinas |

Um outro ponto em que as camadas das barreiras se apresentam por cima de depositos francamente terciarios é Areia Branca, costa do Ceará onde a formação das barreiras se acha por cima do calcareo que, constituindo a chapada do Apody, mergulha para o mar e ahí se apresenta no nivel da maré coberto pelas formações arenosas multicoloridas que formam as barreiras.

No interior da Bahia em Ouriçanguinhas têm-se encontrado camadas coloridas molles contendo plantas que foram referidas ao pliocenio.

De Maranhú o Dr. Bourdot trouxe plantas fosseis provenientes das barreiras que depois de estudadas fornecerão dados positivos sobre a idade daquella formação.

De cada lado do rio S. Francisco as barreiras margeiam a costa formando um baixo planalto nivelado, cuja altura é de cerca de 60 metros nas partes não desnudadas. E' nesta formação que se acham excavadas as bacias dos numerosos lagos caracteristicos do Estado de Alagóas.

A formação das barreiras constitue uma faixa estreita ao longo da costa, de cada lado da fóz do rio S. Francisco, entrando pelo valle, ainda que não appareça no rio em parte alguma, por causa da extensão das terras baixas de alluviões situadas abaixo de Penedo. Consta de uma serie de arenitos argillicos, molles e argillas, jazendo em camadas horizontaes. A rocha é geralmente de um colorido brilhante e fórma em muitos logares os penhascos de côr vermelha viva, caracteristicos da costa norte brasileira. Esta formação das barreiras está exposta ao longo da costa alagôana desde a barra do rio S. Francisco até a do Persinunga, limites com Pernambuco. Em certos pontos como ao norte de Jequiá e nos morros de Camaragibe as barreiras attingem a praia molhada, de sorte que nas preamares o transito nessas partes fica impedido.

O professor Branner referiu ao Mesozoico as camadas das barreiras do Jequiá; nenhuma prova favoravel a esta idade encontramos no estudo dessas barreiras que não differem absolutamente das outras.

No esboço geologico, os contactos do terciario com o archeano e com o cretaceo e deste com o archeano, no sul do Estado, são um tanto hypotheticos por não ter tido a Commissão tempo de estudar com detalhe a região ao sul de Macció.

Nas proximidades de S. Miguel dos Campos o contacto acha-se na cachoeira de Góes, no rio S. Miguel a tres kilometros ao N. E. da villa.

Um facto digno de registo é que os rios que vêm das regiões archeanas, ao penetrarem na formação das barreiras, o fazem por meio de pequenas cachoeiras formadas de rochas crystallinas, tendo as aguas desnudado grande espessura das rochas terciarias. O taboleiro que vae da cidade de Alagôas a S. Miguel dos Campos tem altura média de 80 metros e ponto mais elevado 110.

A natureza e a côr das rochas das barreiras é muito variavel. Afim de dar uma idéa dessa variação, tomamos as seguintes medidas na barreira situada ao este do povoado Garça-Torta, a 14 kilometros a N. E. de Maceió.

A medida feita de cima para baixo até ao sopé das barreiras mostrou a seguinte disposição das camadas :

| | Metros |
|---|--------|
| 1. Terra vegetal | 4,0 |
| 2. Paredão de arenito avermelhado. | 10,0 |
| 3. Folhelho variegado | 0,40 |
| 4. Arenito claro | 1,50 |
| 5. Folhelho avermelhado. | 0,50 |
| 6. Arenito | 1,10 |
| 7. Folhelho | 0,40 |
| 8. Arenito | 0,50 |
| 9. Folhelho | 0,80 |
| 10. Arenito variegado. | 3,00 |
| 11. Folhelho variegado, roxo. | 0,50 |
| 12. Arenito variegado. | 1,00 |
| 13. Folhelho variegado, roxo. | 0,15 |
| 14. Arenito amarello, grosseiro | 0,50 |
| 15. Arenito branco, amarello, granulação grosseira. | 1,20 |
| | 25.55 |

Estas camadas apresentam um mergulho muito pequeno para N. 70°0. e jazem discordantemente sobre a serie de Alagôas.

Os arenitos são tão friaveis que podem ser considerados como areias pouco consolidadas e os folhelhos estão tão decompostos que podem ser considerados argillas. Nestas camadas predomina a côr vermelha sobre a amarella e esta sobre a branca; ha tambem tons roxos. Concreções ferruginosas e areia ligada por oxydo de ferro ou arenito

ferruginoso (verdadeira canga prequaternaria?) são communs. Nas barreiras de Jequiá e Camaragibe ha bancos de arenito vermelho conglomeratico duro, composto de seixos de quartzo na formação arenosa friavel.

Tambem são communs as estratificações concentricas de côres avermelhadas. As barreiras formam a borda oriental de um planalto pouco ondulado que constitue os taboleiros arenosos; suas camadas descansam para oeste sobre as rochas crystallinas em toda sua extensão, excepto no valle do S. Francisco onde estão superpostas ás camadas cretaceas. Tambem estão superpostas discordantemente sobre as camadas eocenicas da serie de Alagôas, não tendo participado dos movimentos orogenicos que perturbaram as camadas desta serie, provando assim sua idade mais nova. As erosões marinhas têm concorrido para afastar as barreiras da linha da preamar, trabalho que é muito facilitado pela friabilidade das camadas que constituem as barreiras, as quaes, quando desnudadas pelo mar, se apresentam talhadas a pique. Quando a erosão é produzida pelas aguas das chuvas ou das fontes, a face de desnudação das barreiras transforma-se em barrócaes.

A determinação dos pontos de passagem da formação das barreiras para o terreno archeano, ao norte de Maceió, foi feita por meio de levantamentos rapidos partindo da praia para o interior.

As secções feitas pelo Dr. Gerson foram assim por elle descriptas :

« A primeira foi feita partindo da cidade de Maragogy, em direcção ao engenho da cachoeira. A 6.200 metros daquella cidade o pequeno rio Cachoeira se desenvolve em um leito de granito com um desnivelamento de pouco mais de 20 metros.

O granito se apresenta ora roseo, ora sem feldspatho, assemelhando-se ás vezes ao gneiss por estar muito laminado. Como mineral accidental encontra-se turmalina. A quêda pôde fornecer uma energia approximada de 20 H.P. Em outra secção, pouco mais ao sul, partindo ainda de Maragogy com direcção a Porto Calvo atravessa-se o riacho Aquidaban que, nas proximidades do engenho do mesmo nome, fórma uma quêda igual á precedente cujo leito é ainda de granito.

O caminho para Porto Calvo tem uma particularidade interessante: acompanha sensivelmente o contacto das duas zonas, o que se verifica pela natureza do terreno e aspecto da vegetação. Pouco ao norte de Porto Calvo é que se encontra a primeira cachoeira no mesmo rio.

A volta de Porto Calvo, fizemol-a marginando o rio Manguaba, passando pelo Caxangá, pequeno povoado, e saindo na praia ao sul de S. Bento no lugar denominado Boqueirão.

A terceira secção acompanhou sensivelmente o rio Camaragibe que tem perto de sua fôz, defronte do povoado da Barra, uma largura de 300 metros. A 17.100 metros da Barra, a secção atravessa esse rio passando para a margem direita dentro da cidade do Passo. Continuando pela margem direita a 25.800 metros do ponto de partida encontram-se blócos arredondados de granito.

Depois de atravessar novamente para a margem esquerda a 26.500 metros proseguiu-se o caminhamento até a villa da Matriz de Camaragibe.

Atravessando novamente o rio a 31 kls. continuamos pela margem direita até o engenho Serra d'Água, ponto terminal dessa secção. Este engenho de propriedade do Dr. Luiz Moreira Mendonça, distincto medico que muito nos captivou pelo seu acolhimento franco e cordial, fica a margem direita do rio Camaragibe que serve de linha divisoria á referida propriedade.

Este rio que tem as suas cabeceiras no municipio de União, precipita-se por sobre um leito de granito em tres saltos successivos, formando uma bonita quéda que póde fornecer uma energia de 5.000 cavallos nominaes calculado pelo engenheiro Ermelindo de Barros Luz, correndo suavemente dahi até a praia. O granito ali exposto é roseo de gran grosseira ; ás vezes muito laminado assemelhando-se ao gneiss. E' atravessado por veios de pegmatita.

A volta do engenho Serra d'Água foi feita passando por S. Luiz do Quitunde já no valle do rio Santo Antonio que foi atravessado, passando para a margem direita a 20.900 metros do engenho Serra d'Água.

Na cidade de S. Luiz do Quitunde passamos nóvamente para a margem esquerda e por ella seguimos até a praia, saindo ao sul das barreiras no Riacho das Varas.

A ultima secção foi feita no valle do Mirim, partindo do Riacho Doce.

A 20 kilometros da praia encontram-se os primeiros blócos de granito rolados. A 24 kilometros, o rio Mirim desce por um leito encachoeirado em uma extensão de 500^m, podendo fornecer uma energia superior a 800 cavallos. O granito que ahi afflora compõe-se de or-

those, biotita, amphibolio e quartzo e como accessorio, granada almandina.

Em côrtes da Estrada de Ferro Norte de Alagôas observa-se que as barreiras capcam blócos rolados de granito e este em seguida vem afflorar nas visinhanças da estação da Cachoeira.

Para este mesmo fim o Dr. Bourdot fez diversas excursões e escreveu as seguintes notas:

« Procurando limitar a extensão desses terrenos terciarios no sentido de sua penetração para o interior do Estado, conseguimos determinar, por meio de secções geologicas, diferentes pontos que convenientemente ligados nos deram a sua linha de contacto com os terrenos crystallinos sobre que assentam.

Conforme se vê no esboço geologico traçado com auxilio dos dados colhidos pela Comissão, a faixa terciaria vae-se estreitando para o norte, chegando mesmo a se annullar nas proximidades do cabo de Santo Agostinho, no visinho Estado de Pernambuco, onde se interrompe, afflorando o granito, para reaparecer mais adiante.

A seis kilometros para o interior de Maragogy já se encontram as rochas crystallinas representadas pelo granito das cachoeiras do riacho Aquidaban e rib. Cachoeira, ambos affluentes do rio Cachoeira. Este, no trecho em que encontra a quédia, corre de norte para sul (magnético) ou então para 17°30' SE verdadeiro.

O granito do riacho Aquidaban se encontra não só na citada cachoeira que fica proxima ao « Engenho », tambem denominado Aquidaban, de propriedade do ex-Governador do Estado o Exm. Sr. Dr. Netto Accioly, como tambem nos outeiros da visinhança.

E' um granito de granulação fina com muitos nodulos de biotita; um outro typo de granito desta localidade é um tanto porphyritico contendo grandes crystaes de orthose, muita mica, o quartzo sendo relativamente escasso. Em uma volta da estrada para o Porto Calvo, entre o engenho Samba e uma ponte sobre o ribeirão Utunga, a uma distancia de cerca de seis kilometros do Engenho Aquidaban, se encontram conglomeratos expostos em um pequeno regato que atravessa a estrada.

A cidade de Porto Calvo, que dista cerca de 30 kilometros da costa, está construida sobre uma barreira ou tabolciro á margem esquerda do rio Manguaba; seu ponto mais elevado está a cerca de 80 metros acima do nivel do mar. A variação no nivel do rio, ocasionada

pela influencia das marés, se faz sentir até 12 kilometros a montante desta cidade.

Em todo esse trecho, os diferentes transportes entre os engenhos de assucar e a cidade e entre esta e Maceió, se fazem pelo rio por meio de canôas, jangadas e pequenas embarcações a véla, chamadas barcaças. Estas ultimas só viajam em favor da corrente que se estabelece no rio influenciado pelas marés.

Acima de Porto Calvo a navegação só é feita em canôas e jangadas até proximo a primeira cachoeira do rio que fica cerca de 15 kilometros a montante da cidade.

ERA PSYCHOSOICA

Systema pleistocenicó

a) CAMADAS COM MASTODONTES

Em diversos pontos do interior de Pernambuco, Alagôas, Ceará, etc. existem depressões que indicam ter sido pequenas lagôas que foram entulhadas com o correr dos tempos.

Taes depressões são frequentemente bons reservatorios de accumulção de agua subterranea e por isso, em toda essa região, sujeita a calamidade das seccas, os moradores abrem nessas lagôas entulhadas, pequenos poços ou cacimbas para obter agua.

Varias vezes tem succedido que no excavar os poços, encontram ossadas de mamiferos gigantescos, predominando as de mastodontes.

No Estado de Alagôas, em Anadia e perto do rio S. Francisco, foram achados restos de mastodontes em semelhantes jazigos. Os depositos pleitocenicos não são continuos; constituem areas ou bacias isoladas no meio das rochas do complexo crystallino.

b) RECIFES DE ARENITO E CORAL

Os recifes encontram-se ao longo de toda a costa alagoana e foram minuciosamente estudados pelo professor John C. Branner (7). Os recifes de coral, conhecidos vulgarmente pelo nome de « cabeças de carneiro » são explorados pelos moradores para fabricaçção de cal em mé-

das muito rudimentares; os de arenito chamados «pedra de encantaria» são utilizados como pedra de construcção. Os recifes de arenito constituem quebra-mares naturaes, sendo o mais notavel o da Capital de Pernambuco. Foram perfeitamente estudados pelo professor Branner, de cujo trabalho damos o seguinte resumo:

« Os recifes de arenito são proxima, mas não completamente retilineos. A sedimentação do material inclina-se para o mar com o mesmo mergulho das praias communs de areia. A rocha endurecida do recife só tem tres a quatro metros de espessura. Os materiaes que os sustem são areias conchas e argillas sem successão regular. O processo de sua formação, bem como o seu character e a sua estrutura mostra que elles são antigas praias consolidadas pelo carbonato de calcio, ao passo que as suas direcções indicam que elles são formas de uma linha de praia fixada e tornada permanente pelo processo adeante referido.

Os recifes de arenito não são metamorphoseados, não têm dobras e nem ultrapassam o nivel das marés. Os fosseis e a fauna costeira existentes são insufficientemente conhecidos para trazer luz sobre a questão da idade dos recifes. Os de arenito assentam-se em rochas de todas as idades, desde o archeano até as recentes. As unicas rochas em que elles parecem estar intercalados são de idade pliocenica e recentes. Dahi se conclue que a formação dos recifes começou no principio do pliocenico e continua até nossos dias. Quanto aos recifes de coral existem diversos na costa alagoana associados com os de arenito. Dr. Branner é de opinião que na costa do Brasil houve recifes de coral durante o cretaceo, bem como durante o eocenico e o pliocenico. Devem ser considerados como vivendo pelo menos até o pliocenico. São encontrados, tanto em baixo como em cima dos de arenito, com os quaes são contemporaneos.

A fauna dos recifes coralleiros do Brasil contém 28 especies conhecidas e está de preferencia mais em relação com a da India Occidental do que com qualquer outra. As rochas dos recifes de coral mortos estão se transformando em dolomita pela substituição de uma parte do calcio pelo magnesio da agua do mar. Não se conhecem recifes de coral acima do nivel da maré, apesar da satisfactoria evidencia de um recente levantamento da costa de cerca de 2 metros. Os recifes foram e são um factor importante na construcção e protecção da linha littoral do Brasil.

O problema mais difficil que apresentam esses recifes é o da sua consolidação por meio da deposição do carbonato de calcio. A hypothese do endurecimento das praias de areia pela acção da agua de chuva e pelo escapamento do bioxydo de carbono contido na agua do mar é admittida como possível, porém posta de lado como insufficiente para explicar todas as phases do phenomeno. Dr. Branner pensa que uma causa das mais efficientes está na passagem da agua doce carregada de acidos organicos provenientes da decomposição de materias vegetaes accumuladas nas lagôas e correntes reprezadas, por traz das elevações das praias. Os recifes occorrem ao longo de uma secção da costa batida por ventos e correntes mais ou menos constantes e em condições geologicas e climatericas taes que muitos dos riachos são temporaria ou permanentemente fechados pelas areias accumuladas que se formam em suas boccas. Deste modo o unico caminho que as aguas têm para atingir o oceano é a percolação através das barreiras de areias das praias. Em conclusão o Dr. Branner observa : « Parece provavel que a consolidação dos recifes de arenito não teria logar caso a quêda da agua da chuva fosse sufficientemente abundante e constante, de modo a manter as boccas dos riachos abertas e as suas aguas puras ».

Os coraes dos recifes já foram estudados por A. W. Greeley (14). Um resumo desse trabalho dado no numero 9 dos Annaes da Escola de Minas, pag. 27-27, pelo Dr. Miguel Arrojado Lisbôa, diz :

« Os coraes recolhidos pela expedição Branner, 1899, se dividem em dois grupos :

Os recolhidos nos recifes de arenito de Pernambuco e Natal e os colleccionados no recife de coral de Maceió. Nos recifes de arenitos encontraram-se quatro especies : *Porites verrilli*, *Porites branneri*, *Favia gravida* e *Millepora alcicornis*. O primeiro é o mais abundante na costa e o mais endurecido formando cabeças arredondadas não maiores de um pé de diametro. Juntamente com *Porites verrilli* encontra-se, não tão commumente *Favia gravida* formando estas duas especies nove decimos da vida coralliana dos recifes de arenito. *Porites branneri* é um coral raro e só foi encontrado no recife de Natal. *Millepora alcicornis* é o unico malliporo encontrado nos recifes e só foi no recife de Pernambuco. No recife de coral de Maceio encontram-se as seguintes especies : *Porites branneri*, *Favia gravida*, *Porites verrilli*, *Millepora alcicornis*, *Millepora brasiliensis*, *Ostricella aperta*, *Mussa hartii*, *Dympdylbia hartii* e uma especie de *Agaricia*.

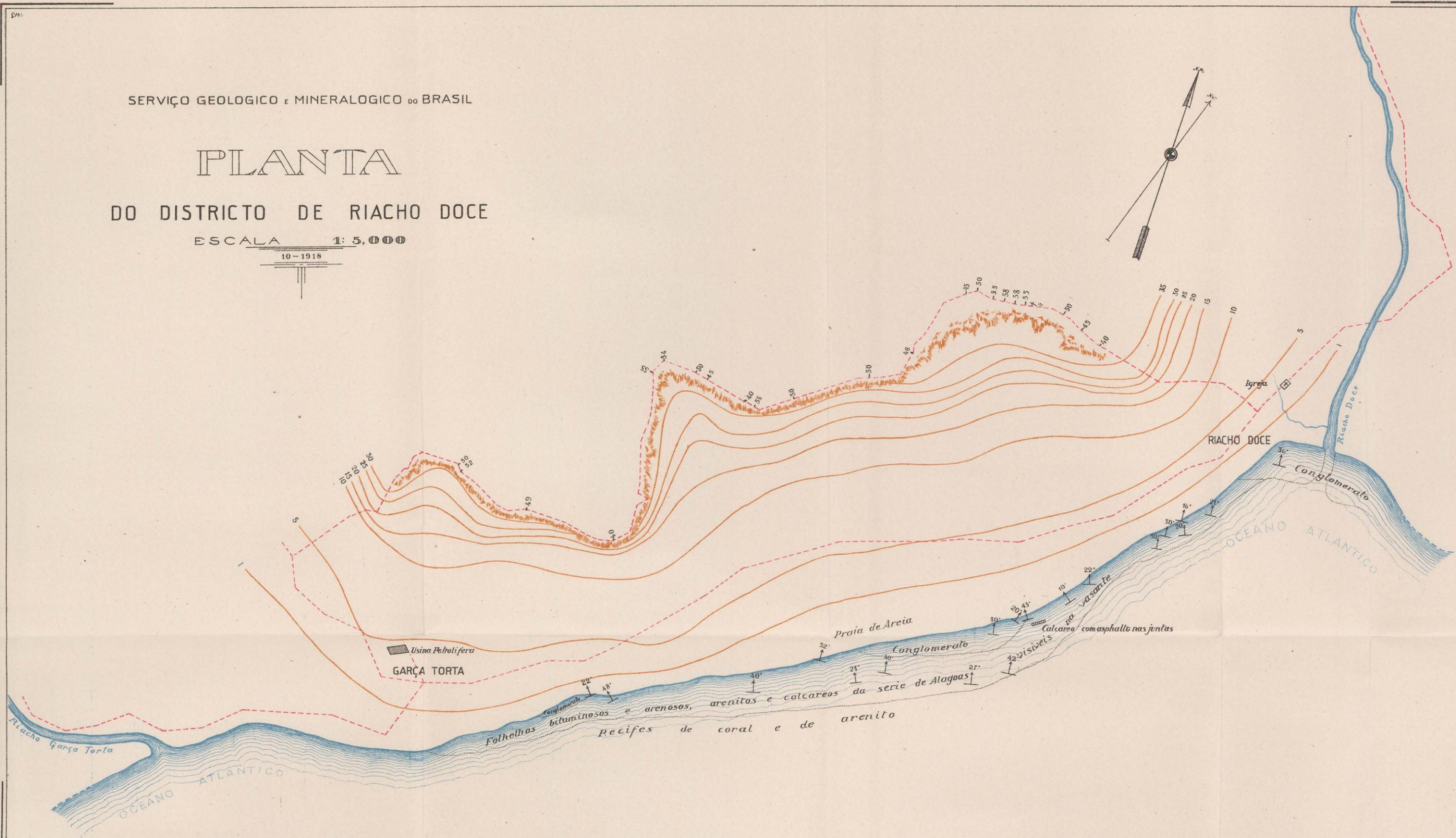
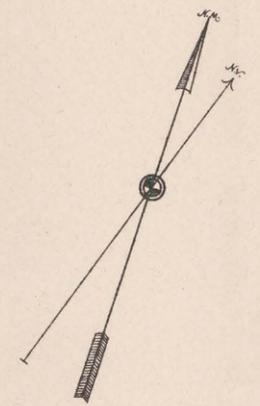
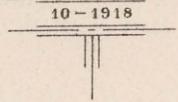
* * *

As formações recentes são constituídas pelos alluviões de várias naturezas que, em geral, só têm valor economico pela excellencia das terras que originam. Actualmente as unicas formações recentes de valor industrial são as argillas que são exploradas para fabricação de louças de barro em Penedo e fabricação de tijolos communs em varias localidades

SERVIÇO GEOLOGICO E MINERALOGICO DO BRASIL

PLANTA DO DISTRICTO DE RIACHO DOCE

ESCALA 1:5,000





CAPITULO III

Estudo economico dos folhelhos bituminosos

I

Estratigraphia

A serie de Alagôas é de idade eocenica e os folhelhos bituminosos são dos seus constituintes os que têm maior valor economico. Ao contrario do que se poderia julgar, pelas descripções até agora feitas, os affloramentos dessa serie ao longo da costa não são continuos, seja porque haja diversas bacias eocenicas, seja porque a maior parte das camadas esteja encoberta pela formação das barreiras, dando assim a apparencia de existirem diversas bacias. Esta duvida só poderá ser desfeita com sondagens.

Districto de Riacho Doce

Seguindo-se pela praia de Maceió, em rumo norte, os primeiros affloramentos da serie de Alagôas encontram-se entre as embocaduras dos riachos Garça Torta e Doce, a 14 kilometros a NE de Maceió.

Os folhelhos e rochas associadas ficam expostas na praia unicamente durante a baixa-mar e parte de maré de enchente, ficando totalmente encobertos na preamar. Nesta localidade não existem affloramentos a Oeste da linha da preamar media, de sorte que toda a jazida se acha em terrenos de marinha e é de propriedade da União. A planta annexa dá uma ideia satisfactoria da distribuição, direcção e mergulhos das rochas. As áreas de occurrencias do conglomerato estão marcadas

na planta. Neste districto, em linha recta, as rochas eocenicis apresentam-se ao longo da costa em uma extensão de 1.200 metros, a partir da embocadura do Riacho Doce para o sul. Na direcção do mar a exposição é muito variavel; a baixa mar de aguas vivas de 24 de junho descobriu o maximo de 180 metros. Na barra do Riacho Doce existem centenas de volumosos blócos de granito em uma área relativamente pequena; os blócos apparecem entre a préa e baixa mar em uma área de 150 metros de comprimento e 15 a 20 de largura. A matriz do conglomerato é arenosa, verde, micacca, friavel e grosseira, contendo nodulos de pyrite de ferro, cubicas. O granito dos blócos compõe-se de orthosc, microclina, oligoclasio e quartzo; ha um pouco de muscovita e grãos de oxydo de ferro.

A direcção approximada do conglomerato é EO. magnetico; não foi possivel determinar o mergulho em vista da má posição do affloramento e natureza massiça da matriz. Ao norte da barra do Riacho Doce ha ainda exposição de conglomerato e depois só praia de areia e recifes. Ao sul, a exposição, seguindo a linha da praia, continúa até 150 metros, onde affloram as camadas não conglomeraticas. O conglomerato, na baixa-mar, descobre-se primeiro que os sedimentos finos e na matriz foram vistos muitos blócos *in situ*. O primeiro affloramento de rocha não conglomeraticas que apparece ao sul é constituido por uma grande variedade de rochas entre as quaes predominam os folhelhos arenosos esverdeados e arenitos. Os mergulhos e direcções das camadas de folhelhos estão indicados na planta. Um systema de juntas nos folhelhos tem a seguinte direcção:

80° SE

8° SO

Os folhelhos estão contorcidos e alternam com camadas arenosas esverdeadas e delgados leitos de calcareo arenoso. Nesta porção dos affloramentos a quantidade de folhelho bituminoso visivel é relativamente pequena, sendo predominantemente as camadas arenosas.

O folhelho mais rico em oleo nesta porção é de côr preta. Proximo ao segundo affloramento de conglomerato, os folhelhos tornam-se menos arenosos, augmentando o volume das rochas bituminosas utilisaveis, sendo pretos, com palhetinhas de mica e contendo pyrite de ferrô. Alternam com delgados leitos de calcareo; destes leitos, um dos

mais espessos com 18 c/m, está intercalado em calcareo claro impregnado de asphalto nas juntas que têm as seguintes direcções :

40° SE

40° NE magneticos.

Tambem ha asphalto nas juntas dos folhelhos.

O folhelho inferior ao calcareo é bem escuro, quasi negro, contém pedaços de um outro folhelho, dispostos contra a estratificação e pedaços de carvão cuja analyse já demos. Estas camadas de folhelhos têm pequena espessura e em baixo vem um outro bastante arenoso contendo tantos pedaços de folhelho bituminoso preto que se assemelha a um conglomerato de pedaços de folhelho bituminoso. Nesta altura os folhelhos mostram claramente uma dobra indicada na planta pela mudança brusca das direcções.

Logo ao sul desta dobra os folhelhos mostram-se altamente torcidos, apresentando tambem uma das camadas o aspecto de um verdadeiro conglomerato de rochas terciarias. Não encontro na bibliographia a mim accessivel explicação para esta fórma especial de conglomerato, mas tudo parece indicar que durante a deposição das camadas eocenicas houve mudanças no estado de equilibrio das aguas das lagôas a ponto tal de poderem produzir-se desnudações das proprias camadas eocenicas. O conglomerato de rochas eocenicas tem uma matriz arenosa, verde, porém de granulação mais fina do que o conglomerato de rochas crystallinas. Os blocos de rochas sedimentarias eocenicas são um calcareo semelhante ao do affloramento figurado na planta e folhelhos pretos. Em certos pontos a matriz tem listas arenosas brancas. Acima desta camada conglomeratica, apresentam-se calcareos alternando com leitos arenosos esverdeados listados. O conglomerato de folhelhos tem meio metro de espessura.

Pelo exame minucioso dos affloramentos pareceu-nos que até este ponto, desde a barra do Riacho Doce ha muito pouco folhelho aproveitavel.

Poucos metros ao sul desta secção apparece o folhelho mais rico em substancia bituminosa do districto. Ainda são vistos affloramentos do conglomerato de rochas sedimentarias associadas aos calcareos e arenitos.

Alternando com arenitos e calcareos está o folhelho papyraceo conhecido vulgarmente por — schisto sola — As suas camadas acham-se

muito dobradas e torcidas com inclinação e direcção muito variáveis, parecendo-nos que nesse ponto está o alto de um anticlinal.

As camadas de folhelho papyraceo não são continuas, passam bruscamente ao folhelho preto mais argiloso e até ao folhelho arenoso esverdeado. Formam especie de lentes no meio da massa sedimentaria. A côr do folhelho papyraceo é cinzenta. Neste ponto ha uma camada de calcareo contendo a substancia asphaltica, cuja analyse já demos.

A direcção das juntas principaes do calcareo é :

50° NE.

45° NO magnetico.

Ha tambem uma junta secundaria importante cuja direcção é 10° NE magnetico. A importancia dessas juntas é que sómente nellas se encontra o material asphaltico que, em nosso conceito, provém da distillação natural do folhelho papyraceo subjacente. A exposição deste folhelho chega até ao affloramento de conglomerato indicado na planta. Uma secção tomada perto da margem septentrional do affloramento do conglomerato mostra a seguinte disposição das camadas ; de cima para baixo :

| | |
|--|-------|
| Areia da praia molhada | m |
| Folhelho papyraceo | 0,16 |
| » arenoso escuro | 0,05 |
| » preto | 0,09 |
| » papyraceo | faixa |
| » preto, faixa de papyraceo | 0,09 |
| » calcarifero | 0,08 |
| Calcareo arenoso | 0,02 |
| Folhelho arenoso riscado | 0,10 |
| » » claro | 0,09 |
| » » escuro. | 0,27 |
| » preto | 0,05 |
| » arenoso riscado | 0,24 |
| » papyraceo | 0,09 |
| » arenoso preto | 0,08 |
| » » | 0,15 |
| » preto | 0,24 |
| » arenoso. | 0,24 |
| » » com intercal de bituminoso | 0,30 |
| Calcareo » | 0,05 |
| Folhelho » e bituminoso preto | 0,12 |
| Conglomerato de rochas sedimentarias eocenicas | — |

Todas as camadas acham-se perturbadas, dificultado o estudo pela má posição dos affloramentos. Verifica se, porém, que o volume do folhelho papyraceo, o mais rico em substancia bituminosa geratriz de petroleo, é bastante reduzido em relação ao dos folhelhos bituminosos mais pobres.

E' nestes folhelhos papyraceos que se encontram os especimens de peixes mais bem conservados; os folhelhos pretos contêm abundantes restos de escamas, e os mais argillosos boas impressões de Éstherias. Na extremidade sul destes affloramentos, proximo á parte mais perturbada, indicadas na planta por duas direcções de camadas fazendo entre si um angulo bastante sensivel, existem blocos de rochas crystallinas, a maior parte granito, isolados ou imbutidos em uma matriz arenosa micacea, semelhante á do affloramento da barra do Riacho Doce. Muitos desses blócos estão *in situ* na matriz e a posição stratigraphica do conglomerato é por cima das camadas bituminosas, o que se vê facilmente no local, e concorda bem com o sentido do mergulho das camadas. A cerca de 50 metros ao sul deste affloramento, os sedimentos finos acham-se em grande extensão encobertos pelos recifes de arenito e coral, que ahi se acham mais proximos da terra.

Nota-se que a exposição tem uns 15 a 20 metros de largura, sendo a maior parte dos sedimentos arenosos ou argillo-arenosos, contendo baixa porcentagem de substancia bituminosa, sendo mais ricos os leitos mais finos. Aqui predomina um folhelho preto, duro, com muitas escamas de peixe. Até o novo affloramento de conglomerato os sedimentos finos apresentam-se com essa feição variada na composição mineralogica e em substancias bituminosas, estando ainda muito perturbados e fortemente inclinados.

Depois do ultimo affloramento do conglomerato não ha mais exposições; todos os sedimentos estão encobertos pelos recifes de coral que são explorados para a fabricação de cal em médas rudimentares.

Nenhum affloramento de rocha existe na pequena enseada ao norte do riacho Garça Torta. A planta annexa dá idéa da disposição das barreiras que se acham aqui um tanto afastadas do mar.

Districto dos morros de Camaragibe

Este districto foi estudado pelo geologo-ajudante Gerson de Faria Alvim, que escreveu a seguinte nota :

« A descripção geral do Estado de Alagôas sob o ponto de vista mineralogico, stratigraphico e economico foi feita pelo geologo Euzebio Paulo de Oliveira, chefe da Commissão do Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil em Alagôas, mas não serão inúteis as observações que se seguem, colhidas pessoalmente das zonas que foram por mim percorridas.

A zona litoranea do Estado, baixa e alagadiça, apresenta todos os inconvenientes dos terrenos encharcados, pantanosos. Os rios tributarios directos do oceano, profundamente influenciados pelas marés, que se fazem sentir em alguns pontos, até cinco leguas para o interior inundando os terrenos visinhos, vão alimentar os fôcos de duas terriveis endemias, flagellos dessas regiões, poderosos inimigos da população : a anquilostomiose e a malária. O desanimo, a indolencia augmentada pelos rigores da temperatura, o depauperamento geral do organismo são os legados desses perigosos males que infelizmente assolam grande extensão do territorio nacional, perturbando o progresso pelo aniquilamento da população.

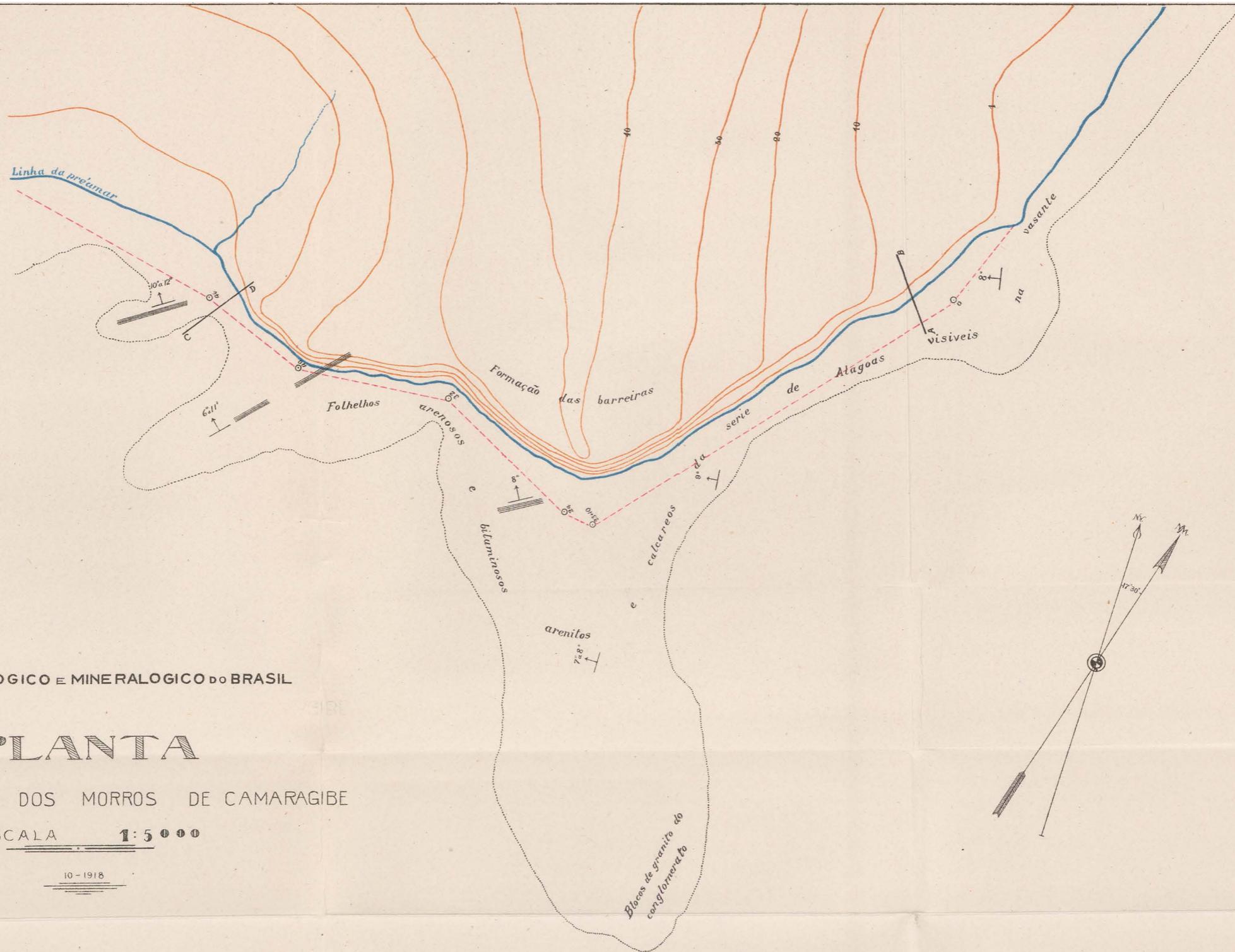
Magnificos estudos sobre o saneamento geral do nosso paiz têm sido publicados ; só actualmente estão sendo aproveitados com grande successo e com interesse geral da população.

Alteando os terrenos para o interior, taes endemias, principalmente o impaludismo, vão diminuindo de intensidade, o que se verifica pelo aspecto mais saudavel da população.

Assim como o sólo e a população, a vegetação tambem se transfigura para o centro do Estado.

Emquanto o littoral todo, com pequenas falhas, é coberto por extensos coqueiraes e uma vegetação rachitica ou por um matto baixo e entrelaçado, pelo interior vão-se extendendo lindas florestas onde ainda se encontram arvores fructíferas, essencias diversas, excellentes madeiras de construcção como o *amarello*, o *ipé*, a *peroba* e tantos outros. Constituindo verdadeiros adornos destacam-se diversas variedades de palmeiras que, com as suas palmas arqueadas, perturbam o aspecto monotono das florestas, tornando-o agradavel á vista.

Não é, porém, constante este aspecto para o interior. O sertão do Estado nas visinhanças do S. Francisco, apresenta um quadro bastante



SERVIÇO GEOLOGICO E MINERALOGICO DO BRASIL

PLANTA

DO DISTRICTO DOS MORROS DE CAMARAGIBE

ESCALA 1:5000

10-1918

desalentador. Emquanto que na estação invernos, que se prolonga de março a agosto, o sólo é coberto por uma vegetação pobre, nas seccas os cactus diversos *mandacariú*, *xique-xique*, *coróa de frade* etc., nomes por que são geralmente conhecidos no sertão, são os unicos resistentes e que constituem o principal alimento do gado.

O litoral do Estado, com uma extensão approximada de cerca de 220 kilometros, apresenta-se, como todo o Nordeste do Brasil, protegido por uma muralha ou cács natural com pequenas soluções de continuidade, constituido de recifes de arenito ou de coral assentados sobre um espesso banco de arenito mais ou menos resistente de cimento argilloso e de côr escura, variando para o cinzento mais claro.

Os recifes coralineos apresentam duas estruturas differentes conforme a natureza dos coraes constructores; pôdem ser arborecentes ou globulares que constituem as estruturas typicas. São largamente explorados para a fabricação do cal, sendo para isto queimados em grandes *médas*. E' uma das poucas industrias desta zona.

E' nesta linha de praia, principalmente, que affloram os já conhecidos folhelhos bituminosos, uma das principaes, senão a principal riqueza mineral do Estado, das até hoje conhecidas.

O estudo desta occorrecia foi o principal objectivo da Commissão. Os trabalhos foram iniciados entre os povoados Garça Torta e Riacho Doce e continuados até o rio Persinunga, limites com estado de Pernambuco. Para ligar todos os affloramentos foi levantada a transito toda a costa do Estado, desde o rio Persinunga até Maceió.

Estudando a zona comprehendida entre o rio Manguaba e Riacho Doce, dispensamos especial interesse aos pontos referidos em um memorial do nosso illustrado mestre e director Dr. Gonzaga de Campos, organizado com dados provenientes de varias fontes.

A' margem do rio Manguaba, proximo a sua embocadura onde fica situada a Villa de Porto de Pedras, a maré vasante expõe um grande banco de arenito cinzento mais ou menos escuro de grãos grosseiros e que se prolonga para o Sul, com pequenas interrupções.

As barreiras, formações terciarias que em varios pontos da praia se elevam a uma altura de 50 a 90 metros, têm ahi uma altitude pouco superior ao nivel do mar. Ao contrario do que diz o memorial que acima referimos, os folhelhos bituminosos não affloram ahi.

Acompanhando o littoral para o sul continuam os affloramentos de arenito, ora quasi uma argilla silicosa, ora folhelhos arenosos com mica, muito se approximando do arenito psamítico.

Na fóz do rio Tatuamunha a 11 kilometros ao Sul de Porto de Pedras, nas visinhanças do povoado do mesmo nome, a baixa-mar expõe grandes blócos arredondados de arenito duro, talvez de cimento calcareo, sobre uma areia atoladiça que tórna impossivel a travessia a vau do mesmo rio, na praia.

Entre este povoado e a villa de Porto de Pedras fica situado o do Patacho, proximo do riacho do mesmo nome, de nenhum interesse sob o ponto de vista que consideramos.

Continuando-se a marcha para o sul pelo littoral, encontram-se os seguintes povoados : Porto da Rua, Toque, São Miguel dos Milagres, Riacho, Oiteiro, todos á beira mar, onde nada se nota de particular.

A fóz do riacho Antonio Dias, ao norte dos Marcineiros, na maré vasante ha um arenito cinzento escuro, bastante argilloso, capeado por um delgado leito de calcareo coralíneo. Ao sul deste povoado, numa pequena enseada, o mesmo affloramento de arenito apresenta uma direcção media de 48° NE, mergulhando de 8° N 42° O.

Em Estancia que contém uma dezena de casas apenas, separada do precedente pelo riacho do mesmo nome, a praia apresenta-se coberta de grandes blócos de arenito ferruginoso, ahi lançados pela desagregação das barreiras, produzida pelo trabalho continuo de excavação resultante do fluxo e refluxo das ondas na preamar.

Este arenito faz parte da formação das barreiras como se vê nos morros de Camaragibe, onde um arenito semelhante está intercalado nos sedimentos constitutivos das barreiras.

O arenito da fóz do riacho Monjolo ao Sul de Estancia tem um mergulho de 8° N 38° O.

Proximo á margem esquerda do rio Camaragibe, nas visinhanças do povoado denominado Barra, distante do Porto de Pedras cerca de 26 kilometros, existe tambem um affloramento de arenito, só descoberto na maré vasante, com direcção variando de 22° a 38° N E e mergulhando de 8° a 10° N 48° O.

Entre as camadas de arenito encontramos um tronco de madeira carbonisada, que devido á sua posição e á resistencia das camadas encaixotantes, só poude ser extrahido em fragmentos; como particularidade, apresentava nodulos de pyrites.

Não se vê ainda neste affloraemento o folhelho oleifero, porém uma das camadas de arenito apresenta-se com placas pequenas do mesmo folhelho. Esse affloraemento tem juntas na direcção — 12° S.E.

Essas juntas, como todas as outras que forem encontradas daqui por deante têm ainda uma origem duvidosa. Póde-se admittir que ellas tenham sido produzidas por dobramentos do terreno, porque ellas têm em geral o mesmo sentido.

Desde o rio Manguaba até o Camaragibe, como se vê do exposto, o affloraemento de folhelhos bituminosos é puramente ideal.

A quatro kilometros ao sul da Barra fica o povoado dos Morros com cerca de 500 habitantes.

E' nas visinhanças deste que existem os melhores affloraementos de folhelhos oleiferos depois dos de Riacho Doce.

As barreiras que até então se conservavam afastadas da praia attingem-na ahi e acompanham-na, para o sul, a uma distancia de mais de 10 kilometros.

Avançando-se contra o oceano ellas ficam sujeitas à sua acção altamente destruidora pelo bater intermittente, mas constante, de suas vagas, provocando profundos esboroamentos. Esses esboroamentos tornando patentes os extractos das barreiras, vêm damnificar a unica estrada de rodagem ahi existente, a praia, cobrindo-a de grandes blócos de arenito ferruginoso muito duro, identico ao já referido e que torna difficil o transito mesmo para pedestres. Este trecho da praia ladeado pelo oceano e pelas barreiras só é accessivel da meia maré vasante a meia enchente, isto é, no pequeno intervallo de seis horas, durante o dia.

Todo o affloraemento de folhelho bituminoso e arenito fica, nesse trecho, submerso nas preamares. Na vasante a exposição é tanto maior quanto maior é o recuo, o que se verifica nas marés de aguas vivas.

Com o fim de dar dados mais exactos para provaveis trabalhos futuros de sondagens e para estudos da disposição das camadas, fizemos um levantamento mais minucioso desta zona, determinando por processos tacheometricos as alturas das barreiras por ser difficil o accesso. O perfil annexo dá ideia dessas alturas.

Iniciados os trabalhos de levantamento ao norte das barreiras, onde ellas, abandonando a praia, penetram para o interior formando uma grande baixada que se prolonga além do rio Camaragibe para o norte, estendemol-os até a estaca 142, ao sul.

Por esse trabalho topographico foram limitadas as aréas de afflora-
mento do arenito bituminoso conforme a planta junta.

Proximo á estaca zero, a vasante expõe, nas marés de aguas vivas,
uma grande superficie coberta de blócos de granito roseo e de outras
côres provenientes de uma camada de conglomerato situada por baixo
das camadas da serie de Alagóas que ahi affloram.

A disposição e mergulho das fiadas nas barreiras a isto nos leva a
crêr porque, no caso contrario, obrigaria a occorrença de blócos do
conglomerato em outros pontos das barreiras, no trecho em questão, o
que se não verifica.

Por cima desse conglomerato apparecem as differentes camadas ou
fiadas de arenitos variaveis com intercalações calcareas e folhelhos.

Esse arenito apresenta-se de tal modo folhetado e algumas vezes
tão argilloso que mais acertadamente poderia ser chamado folhelho
arenoso.

Uma secção em frente á estaca zero, secção AB do desenho, mostra
a seguinte disposição de cima para baixo :

| | |
|---|---------------------|
| Terra vegetal silicosa variavel | 0 ^m ,500 |
| Arenito friavel de côres variegadas com leitos de 0,02 e 0,08. | 1,000 |
| Arenito friavel mais escuro. | 0,050 |
| » ferruginoso. | 0,230 |
| » com pequenas placas de folhelho bi- tuminoso. | 0,250 |
| » ferruginoso em camadas variando de 0,02 e 0,025 | 0,320 |
| Folhelho arenoso | 0,010 |
| Calcarea | 0,020 |
| Folhelho arenoso. | 0,100 |
| Calcarea | 0,005 |
| Arenito de grãos grosseiros. | 0,020 |
| » e calcarea. | 0,070 |
| » muito friavel | 0,055 |
| Leitos de arenito de grãos grosseiros. | 0,350 |
| Arenito com substancia negra parecendo bi- tuminosa | 0,040 |
| Folhelho arenoso | 0,020 |
| » » muito friavel | 0,200 |

Segue a areia da praia que cobre as outras camadas até o conglomerato.

No ponto onde fizemos a secção anterior existe um junta vertical com um desnivelamento de 0,03, phenomeno puramente local.

Entre as estacas 0 e 23+10 as barreiras estão cobertas por uma vegetação rasteira, porém densa e muito entrelaçada, apenas com uma porção esboroada de pouco mais de dois metros onde se vê o arenito friavel, mais claro.

Na praia todo o affloramento coberto ou não de areia movediça é de arenito mais ou menos escuro, com delgados leitos de calcareos, mergulhando de 6°NS a 8°N 44°E e com juntas na direcção S.18°E.

Pouco além da estaca 23+10 apparece á primeira camada de folhelho bituminoso com uma espessura variavel de 8 a 12 c/m. Esta camada penetra por baixo das barreiras com uma direcção sensivelmente normal a ellas. O folhelho é compacto e de côr negra. A oito metros desta, existe uma outra mais ou menos parallelá á primeira com uma espessura de 0,06, de aspecto pouco differente, mas muito quebradiço, da qual retiramos amostras para serem analysadas.

Os leitos de estratificação, que, na estaca zero, são bem visiveis, soffrem uma solução de continuidade devida ao esboroamento das barreiras, e se tornam novamente patentes em frente á estaca 40 onde mergulham em sentido contrario, formando assim uma anticlinal cujo ponto mais alto ou vertice, parece estar nas visinhanças da estaca 23+10.

As camadas mergulham de 4° N 38° O e 8° N 26° O, penetrando todas por baixo das barreiras. Uma secção no ponto onde ellas penetram dá o seguinte quadro:

| | |
|--|-------|
| Abaixo de uma camada de terra vegetal, variando de 0,400 a | 0,800 |
| Arenito de grãos grosseiros com fiadas ferruginosas. | 0,800 |
| Arenito cinzento claro | 0,012 |
| » de grãos finos | 0,230 |
| Folhelho de côr parda | 0,010 |
| Arenito ferruginoso | 0,170 |
| Folhelho pardo | 0,020 |
| Arenito ferruginoso | 0,040 |
| Folhelho pardo | 0,020 |

| | |
|---|-------|
| Arenito cinzento | 0,140 |
| Folhelho escuro | 0,020 |
| Arenito de grãos grossciros | 0,200 |
| Folhelho pardo | 0,004 |
| » arenoso | 0,065 |
| » bituminoso | 0,015 |
| » arenoso | 0,150 |
| » bituminoso | 0,040 |
| » arenoso | 0,200 |
| » bituminoso | 0,070 |
| Arenito em camadas bem estratificadas | 0,350 |
| » | 0,200 |
| » e folhelho bituminoso | 0,010 |
| Folhelho arenoso | 0,120 |
| Arenito | 0,020 |
| » com intercalações de folhelhos bitumi- nosos | 0,100 |
| Arenitos variegados | 0,425 |
| Fiadas de arenito ferruginoso | 0,350 |
| Arenitos de grãos grosseiros | 0,340 |
| » com grãos calcareos | 0,110 |
| » argillosos | 0,150 |
| » de grãos grossciros | 3,500 |

As camadas de arenito são, em geral, separadas por delgados leitos de calcareo.

Na estaca 46 existe o melhor affloramento de folhelho bituminoso abrangendo uma area de exposição proximamente igual a $9^m \times 120^m = 1080^m^2$ e que está representada na planta. Este folhelho é o que mais se approxima do papyraceo encontrado no Riacho Doce; embora mais duro e compacto deixa-se folhear com relativa facilidade, contendo as impressões dos mesmos peixes, porém menos abundantes e em máo estado de conservação.

Junto á mesma estaca existe um poço que foi aberto em 1891 por uma companhia ingleza que ahi esteve em estudos de exploração.

Mandando reabril-o, verificámos que a camada de folhelho bituminoso que acima nos referimos têm uma espessura approximada de $0^m,60$, mostrando uma diminuição gradual no teor da substancia bituminosa de cima para baixo, passando insensivelmente ao arenito.

EM

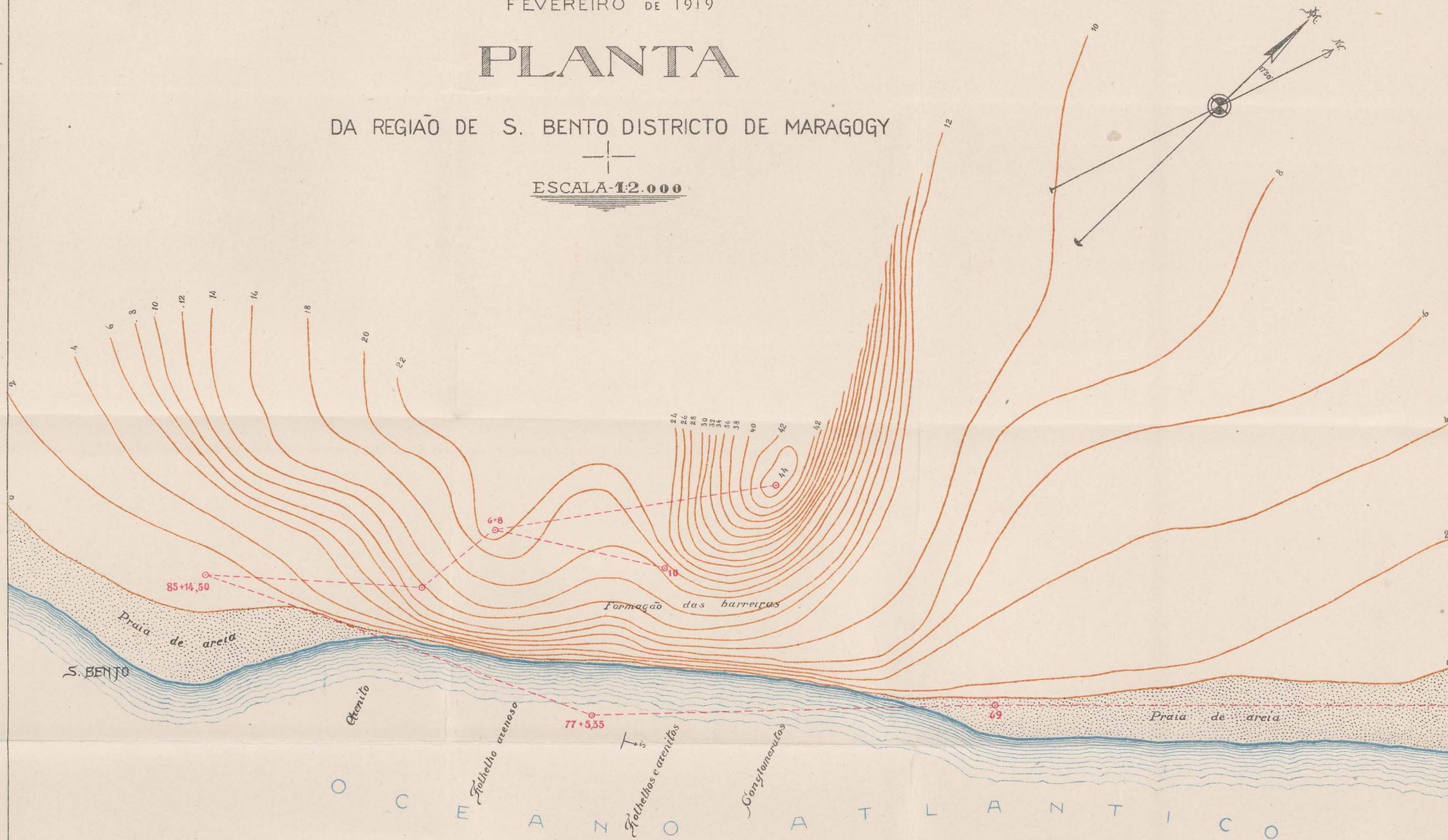
SERVIÇO GEOLOGICO E MINERALOGICO DO BRASIL

FEVEREIRO DE 1919

PLANTA

DA REGIÃO DE S. BENTO DISTRICTO DE MARAGOGY

ESCALA 1:2.000



Para baixo seguem camadas de arenito argiloso, verdadeiro folhelho, parecendo impregnado de substancias bituminosas com uma espessura de 0^m,30. Inferiormente apparecem outras camadas de arenito mais escuro indicando talvez existencia de outras camadas de folhelho bituminoso, porque se verifica sempre a occorrença desses folhelhos entre camadas de arenito escuro. Outros poços foram ahi abertos: um no lugar denominado Curral das Pedras, proximo á estaca 23 + 10; outro perto do riacho Gamella. Do primeiro não ha mais vestigios; o segundo, por exigir revestimento devido á pouca resistencia do terreno não mandamos reabril-o.

Do referido affloramento extrahiram e depositaram em um re-concavo das barreiras junto á estaca 142 cerca de 90 m. c. de folhelho.

As amostras que trouxemos para o Serviço Geologico, foram entregues ao Dr. Lee, para serem analysadas.

Na estaca 69 existe um outro pequeno affloramento de folhelho bituminoso de pouca importancia, mergulhando de 10° N 68° N a 12° N 88° O.

Dahi por diante não apparece mais o folhelho bituminoso. As barreiras se prolongam pela praia mais de uma legua para o sul, mostrando as camadas de arenito mais ou menos sinuosas e de côres variegadas.

Mais para o sul, na barra do rio Santo Antonio, existe um grande affloramento de arenito muito argiloso sem o menor indicio de folhelho bituminoso.

Do povoado Santo Antonio na margem esquerda do rio do mesmo nome ao Riacho Doce, num percurso de seis leguas, nada mais se observa senão blócos grandes de arenito ferruginoso e as barreiras mais ou menos recuadas para o interior.

Districto de Maragogy

Este districto foi estudado pelo geologo ajudante contractado Engenio Bourdot Dutra, que escreveu a seguinte nota:

« A serie a que pertencem os folhelhos bituminosos de Alagóas está exposta em diversos logares ao longo da costa desse Estado, sendo porém dignas de especial menção as exposições que se encontram nas praias do Riacho Doce e Garça Torta, morros de Camaragibe e Maragogy (Çamacho), pela presença ahi dos referidos folhelhos.

Trataremos aqui apenas de estudar as exposições desse ultimo lugar, extendendo as nossas vistas por toda a faixa littoral comprehendida entre o rio Manguada ou Porto Calvo e o riacho Persinunga, nos limites com Pernambuco. Em todo esse trecho, os folhelhos são encontrados na praia, onde podem ser estudados durante o tempo em que a baixa-mar os descobre. Cerca de dois kilometros ao sul da cidade de Maragogy e proximo á fóz do rio do mesmo nome, se encontra um blóco rochoso bastante corroido pelo mar, accessivel sómente na baixa-mar de aguas vivas.

E' elle constituido, principalmente, de folhelhos arenosos contendo mica que se encontra nas superficies planas de separação das laminas em que a rocha, facilmente, se divide.

Sotoposta a estas camadas vêm a mesma rocha com concreções de pyrite de ferro, cobrindo um arenito muito ferruginoso.

Por baixo desse arenito póde-se vêr ainda um folhelho argilloso de côr negra. O conjunto mede, horizontalmente, 65 metros de espessura, mergulhando as camadas de 9°, 10° e 12° para 14° NO magnetico.

Mais para o sul, entre Maragogy e o povoado de S. Bento, no lugar denominado « Camacho », é que se encontram os verdadeiros folhelhos bituminosos em camadas interpostas nos folhelhos arenosos acima descriptos. Estes apresentam ahi os seguintes mergulhos: 6° N 50° O; 8°, N 70° O e 4° N 50° O; veem-se na superficie diversos systemas de juntas cujas direcções são as seguintes: 8° NE, 8° NO e ainda 6°, 10°, 23° NO e 60°, 70° NE em uma exposição em que as camadas têm mergulhos 5° N 80° O e 5° N 10° O, figurados na planta.

Os folhelhos bituminosos, onde os fosseis encontrados são peixes e estherias, contêm, em alguns dos seus extractos, concreções calcareas. Encontram-se tambem fragmentos de madeira carbonizada. Os extractos contendo concreções calcareas têm a direcção 34° NE e o mergulho de 7° para 60° NO. Os folhelhos bituminosos apresentam ainda o seguinte mergulho 6° N 70° O. Notam-se ainda leitos de um calcarco amarellado, bastante argilloso, inclinando-se de 8° para oeste magnetico.

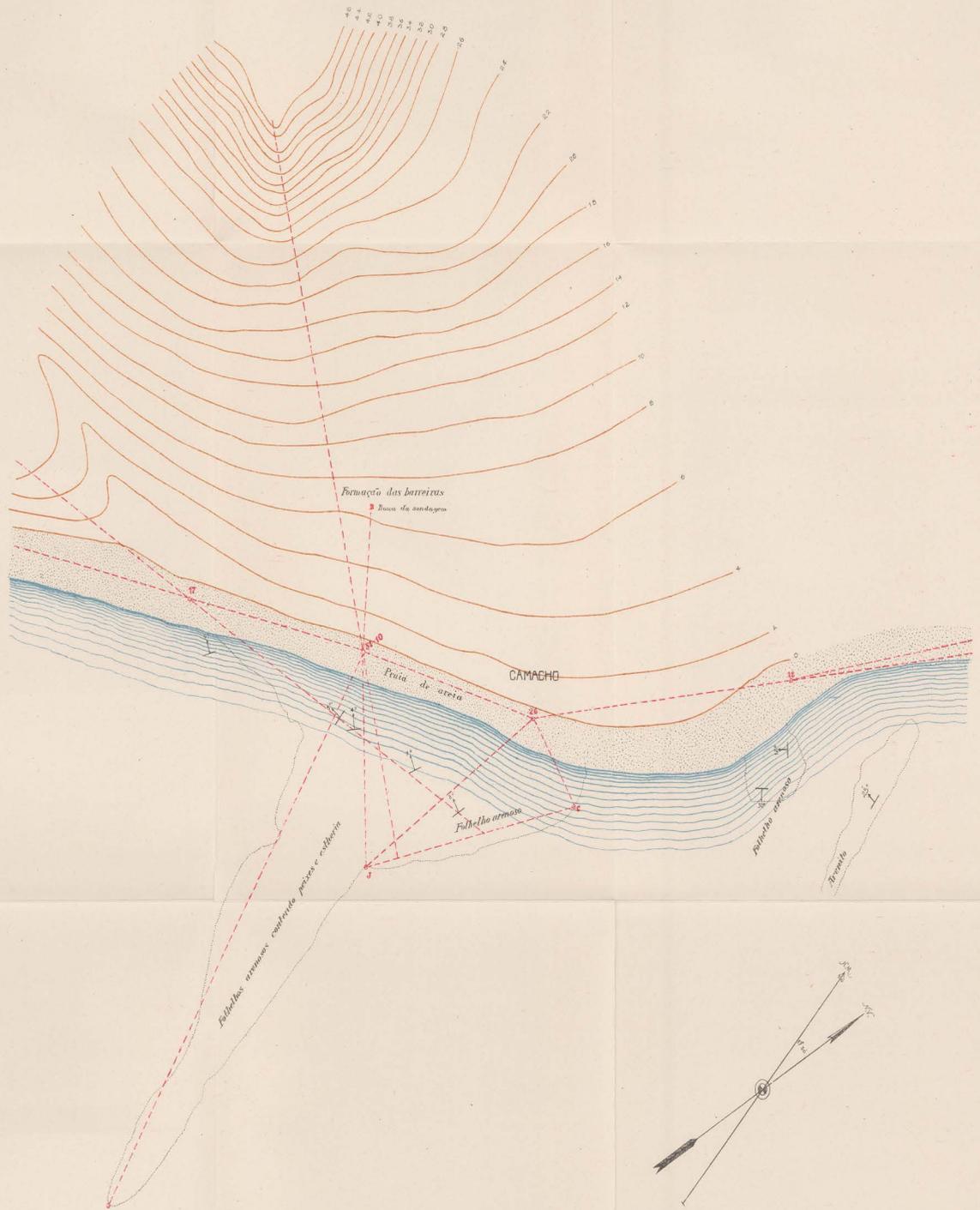
A secção, por nós medida, mostra em ordem descendente a estrutura geologica desse lugar; eil-a:

| | |
|---------------------|------|
| | m. |
| Arenito | 0,83 |
| Folhelhos | 0,12 |

PLANTA DA REGIÃO DE CAMACHO

DISTRITO DE MARABOY

ESCALA 1:2000



| | |
|--|------|
| Arenito cinzento com manchas ferruginosas | 3,05 |
| Folhelho arenoso micaceo | 5,85 |
| Calcareo amarellado | 0,05 |
| Folhelho arenoso micaceo. | 1,26 |
| Calcarco. | 0,03 |
| Folhelho arenoso cinzento. | 0,37 |
| » » molle | 1,39 |
| » » micaceo. | 0,11 |
| » » bituminoso | 2,20 |
| » » » com fragmentos de madeira carbonizada | 1,57 |
| Folhelhos com concreções calcareas | 0,15 |
| » bituminosos com estherias | 0,38 |
| » arenoso micacec. | 3,36 |
| Calcareo. | 0,05 |
| Folhelho arenoso micaceo | |

Tanto aqui como nos outros afloramentos por nós estudados e sobre os quaes teremos occasião de falar, não encontramos aquellas impregnações de asphalto que se vêem com certa frequencia nos folhelhos amarrotados de Riacho Doce e Garça Torta. Tambem os fosseis não são encontrados com tanta abundancia como nestes logares onde, de outro lado, afflora a melhor qualidade de folhelho oleifero. Mais para o sul e proximo ao povoado de S. Bento se encontra uma outra exposição de folhelhos arenosos com finas intercalações de folhelhos bituminosos. Ahi as camadas se inclinam de 5° para 62° NE, guardando de cima para baixo a ordem de successão seguinte :

1°) Conglomerato da base da « formação das barreiras » que ahi se expõe, junto da praia, á acção altamente destructiva das aguas.

2°) Arenito grosseiro cinzento escuro.

3°) Folhelhos arenosos com intercalações de folhelhos bituminosos.

4°) Arenito grosseiro, em parte coberto pela areia da praia.

Espalhados na praia ahi se encontram grandes e pequenos blócos arredondados do granito roseo dos conglomeratos. A dois kilometros mais ou menos ao sul desse afloramento, na embocadura do rio Salgado, se vêem dispersos enormes blócos de um arenito grosseiro muito ferruginoso. E' a unica rocha ahi encontrada.

Em Japaratuba apparecem novamente os folhelhos, arenitos etc. que a maré descobre por occasião da baixa-mar de aguas vivas. Aproveitando um ensejo desses, pudemos vêr o seguinte:

1º) Occupando a base, os conglomeratos de arenito grosseiro com pequenos blócos de granito roseo. Os grandes blócos, tambem arredondados que, a certa distancia, pôdem ser tomados como o granito do conglomerato, nada mais são que o resultado da desaggregação parcial de um arenito grosseiro de cimento calcareo reduzido ás suas partes mais resistentes com aquella fórma.

2º) Por cima dos conglomerados vêem um folhelho cinzento escuro contendo fragmentos de madeira carbonisada. As suas camadas guardam sensivelmente as direcções 16º SE e mergulham de 8º para 10º NO.

3º) Folhelho arenoso micaceo, apresentando um systema de juntas com as direcções 24º e 26º SO.

4º) Folhelho arenoso com finas intercalações do bituminoso e com o mergulho de 5º para 10º NO.

5º) Um arenito ferruginoso entremeado com um folhelho arenoso com uma serie de juntas dirigidas segundo 43º SO.

6º) Finalmente vêem de novo os conglomeratos.

No logar Pedra Preta, assignalado na carta junto, existe uma grande exposição de arenitos e conglomeratos bem visiveis na baixa-mar de aguas vivas. Ahi os conglomeratos estão *in situ*.

Em Pitinguy a 100 metros da linha do littoral, a baixa-mar descobre um grande banco de arenito ferruginoso repousando sobre camadas de folhelhos arenosos que mergulham de 10º para 60º NO. Não constatamos ahi a presença do folhelho bituminoso. Em Barreiras do Boqueirão, duas leguas a norte da villa de Porto de Pedras, as rochas expostas na praia são folhelhos arenosos e conglomeratos. Os folhelhos mergulham de 14º para 50º NO com a direcção de suas camadas para 10º NE. Sobre elles repousam os conglomeratos ligados ás barreiras que ahi se elevam de 20 metros acima do nivel do mar. O granito do conglomerato se apresenta em blócos muito pequenos arredondados com a sua superficie bastante aspera devido ao arrastamento, pelas aguas, do feldspatho kaolinizado.

Um fragmento, recentemente destacado da rocha, deixa vêr claramente os seus tres constituintes essenciaes: quartzo, mica e feldspatho decomposto.

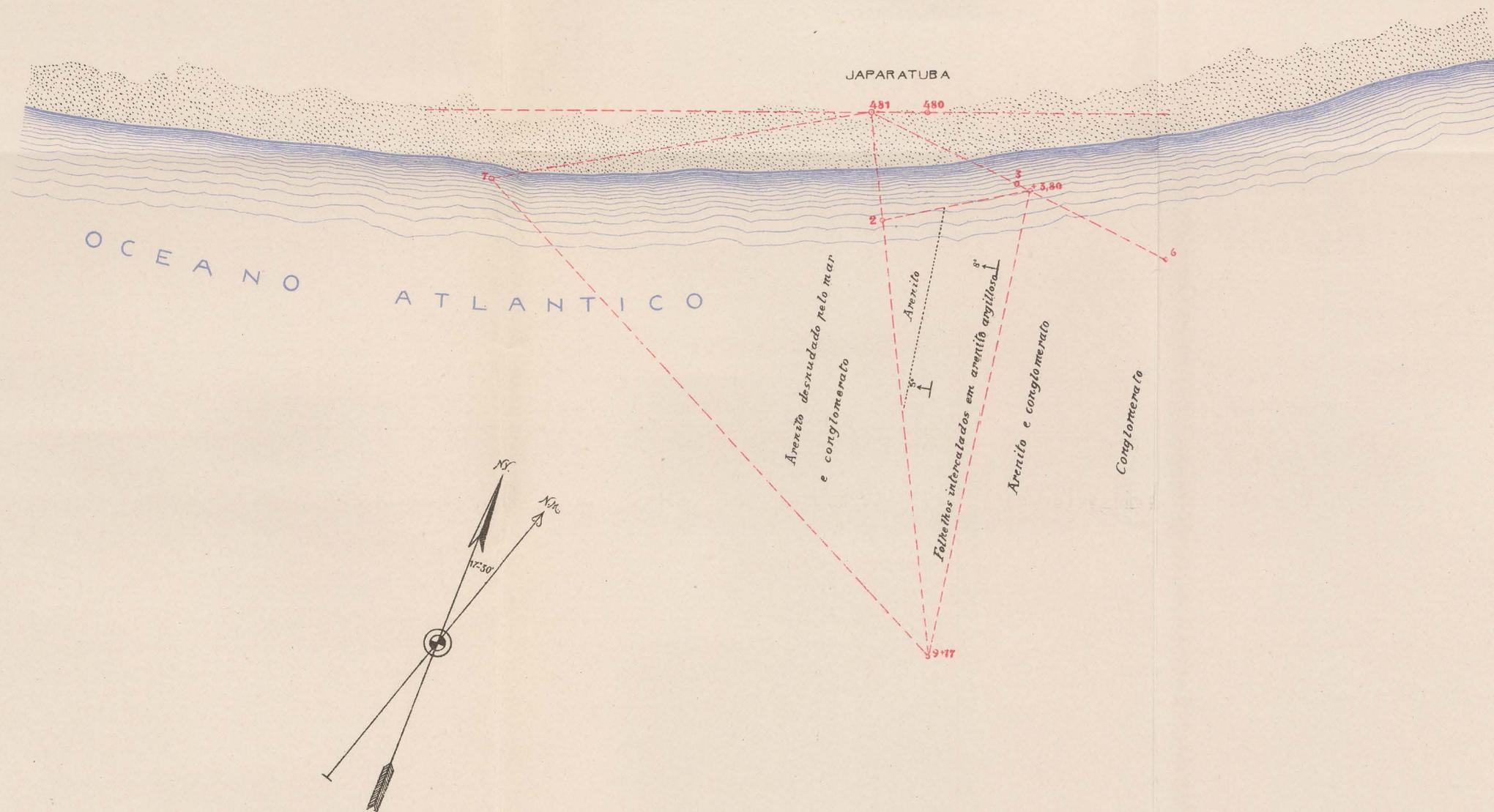
SEM

SERVIÇO GEOLOGICO E MINERALOGICO DO BRASIL

AFFLORAMENTOS DA SERIE DE ALAGOAS EM JAPARATUBA

FEVEREIRO 1919

ESCALA 1:2000



As barreiras ahí se acham ao alcance das vagas que, na preamar, vêm se quebrar de encontro a ellas produzindo o seu esboroa-mento. Finalmente em Porto de Pedras, na 'embocadura do rio Manguaba, se encontra na margem direita um banco de folhelho arenoso muito resistente ao trabalho das aguas e no qual se vêm duas series de juntas dirigidas segundo as linhas NS e 50° NO magneticos. Não existem ahí affloramentos dos folhelhos bituminosos».

Districto da Bica da Pedra

Na região da Bica da Pedra, na margem do canal que liga a lagôa do Norte e Manguaba, existem affloramentos obscuros de folhelhos papyraceos intercalados em rochas argilosas muito decompostas. O folhelho está coberto por terra contendo blócos de granito provenientes sem duvida da camada de conglomerato que existe na base da formação das barreiras.

Dr. Gerson não pôde fazer o estudo minucioso deste districto por ter sido atacado pela gripe e exigir esse estudo grandes excavações que serão feitas na proxima campanha. Comtudo trouxe amostras do folhelho papyraceo que foram analysadas no laboratorio de chimica do Serviço Geologico.

§ II

Mineração dos folhelhos bituminosos

Os folhelhos bituminosos são lavrados ou explorados do mesmo modo que o carvão de pedra, necessitando, pela sua posição proxima ao mar e a rios sujeitos á acção das marés, que os poços de extracção sejam localisados em pontos que evitem a invasão das aguas e as fortes pressões produzidas nas paredes pelas sobrecargas das aguas da preamar.

Abertos dois poços, para melhor garantia do pessoal, o methodo de exploração por camaras e pilares, poderá ser empregado com vantagens economicas. A marcha da mineração é igual á das minas de carvão.

Escolha e preparação do folhelho

Dentro da mina, o minerio é submettido a uma escolha para separar as partes positivamente estereis e depois de extrahido é levado a um estaleiro onde é quebrado, por meio mecanico, em pequenos pedaços, ordinariamente 6", e depois levado para as retortas de distillação.

§ III

Propriedades phísicas e chimicas dos folhelhos bituminosos

Ao estudar as propriedades phísicas e chimicas dos folhelhos bituminosos verifica-se, a simples vista, a existencia de tres typos bem caracterizados pelo aspecto: folhelho papyraceo, negro laminado, e negro compacto.

O papyraceo tem as seguintes propriedades: brilho moderado, fractura irregular, sem linha natural de clivagem, solido um tanto elastico, côr cinzenta escura, dividindo-se em numerosas laminas entre as quaes existem, com frequencia, restos de peixes mais ou menos conservados. Pouco decomponivel pela acção das intemperies; granulação fina, com algum calcarco e ás vezes bastante areia. Amostras delgadas queimam com chama fuliginosa; corta-se facilmente com a ponta de canivete, apresentando as laminas planas ou mais ou menos torcidas. As finissimas laminas que o constituem tornam-se claramente visiveis quando se examina o coke proveniente de sua distillação destructiva.

O folhelho negro laminado é um tanto abundante em Riacho Doce; é duro, quebradiço, formado de muitas laminas resistentes, mas com pouca elasticidade; contém muitos restos de escamas, costellas e nadadeiras de peixes, mas raramente apparece um peixe mais ou menos completo. Decompõe-se sob a acção das intemperies, perdendo a côr negra.

O folhelho preto compacto é o mais pobre em substancia bituminosa; é antes uma massa de argilla impregnada de substancia bituminosa, por isso, desaggrega-se facilmente em pequenos pedaços quando sujeitos ás acções alternantes da chuva e do calor, acabando por transformar-se em argilla. Este typo é predominante nas regiões de Maragogy e Morros de Camaragibe. E' bastante arenoso e ás vezes contém palhetas de mica e pyrite. Ha typos de passagem de uns para os outros.

Todos esses folhelhos quando submettidos a distillação destructiva dão origem a oleos pesados de petroleo, aguas ammoniacaes, gazes permanentes, ficando na retorta um residuo composto de materia mineral e de uma parte do carbonio fixo que é conhecido por—côke de folhelho.

As analyses immediatas dos folhelhos, colleccionados pela Commissão, foram executadas no laboratorio de chimica do Serviço Geologico pelo chimico T. H. Lee, auxiliado pelo engenheiro Moraes Rego.

Eis os resultados :

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Agua hygrometrica.. | 5.55 | 4.63 | 5.80 | 6.01 | 4.29 | 4.47 |
| Mat. combust. volateis | 36.96 | 33.28 | 12.77 | 8.48 | 18.46 | 30.98 |
| Carbono fixo..... | 12.00 | 13.71 | 7.68 | 5.34 | 9.70 | 10.43 |
| Mat. mineral..... | 43.49 | 48.38 | 73.75 | 80.17 | 67.55 | 54.12 |
| | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| Euxofre por %..... | 4.83 | 4.34 | 1.73 | 1.66 | 4.58 | 4.58 |
| Densidades..... | 1.43 | 1.54 | 1.60 | 1.47 | 1.47 | 1.43 |

1 — Riacho Doce, papyraceo.

2 — » » , duro laminado.

3 — Maragogy, negro massiço, um pouco laminado.

4 — Camaragibe, negro massiço.

5 — » » laminado.

6 — Bica da Pedra, papyraceo.

A composiçãõ das cinzas do folhelho papyraceo do Riacho Doce (n. 1) segundo analyses feitas no laboratorio de chimica do Serviço Geologico é a seguinte:

| | |
|--|---------------|
| CaO | 10.83 |
| MgO | 2.18 |
| Al ₂ O ₃ | 19.21 |
| Fe ₂ O ₃ | 11.32 |
| P ₂ O ₅ | 0.38 |
| SO ₃ | 6.49 |
| TiO ₂ | — |
| SiO ₂ | 47.23 |
| Alcalis, perdas e não dosados (diff.) . | 2.36 |
| | <u>100.00</u> |

§ IV

Origem da substancia bituminosa dos folhelhos

E' assumpto muito discutido e controverso a origem dos petroleos naturaes e da substancia bituminosa dos folhelhos. Certos geologos são partidarios da origem inorganica, outros da organica. Esta reúne hoje maior numero de proselytos e parece-nos ter fundamentos muito mais seguros. Si ha um producto hydrocarbonaceo para o qual a origem organica seja sustentada por serios raciocinios é o dos folhelhos bituminosos.

A observação nos mostra que as jazidas de folhelhos bituminosos são claramente sedimentarias, sendo a impregnação da materia carbonacea contemporanea da sedimentação e estendendo-se com bastante regularidade a grande distancia com tal homogenidade que é preciso admitir uma disseminação previa dos productos hydrocarbonaceos na extensão da bacia em formação que, no nosso caso, eram lagunas ou estuarios de um mar calmo e pouco profundo nas quaes depositavam as vasas.

Admittimos com muitos geologos que a substancia hydrocarbonacea não é mais do que o producto da decomposição de materias vegetaes ou animaes que, por circumstancias especiaes, tomaram fôrma distincta e ficaram retidas pelo lodo quando se depositou.

Pelas analyses dadas atraz, verifica-se que os folhelhos bituminosos se compõem de 45 a 80% de materia mineral e de 15 a 50% de carbono fixo e materia combustivel volatil de que a maior parte provém da materia hydrocarbonacea. Esta é insolúvel na benzina, therebentina, sulfureto de carbono e essencias de petroleo, não sendo, portanto, da mesma natureza deste embora dê petroleo quando submettida a distillação destructiva.

Renault pensa que a materia hydrocarbonacea dos folhelhos resulta da alteração de massas de algas gelatinosas das quaes o oxygeno foi eliminado e contém numerosos bacterios, predominando *micrococi*. Steuart suppõe que a materia organica foi sujeita a maceração e acção microbiana em pantanos ou lagos de aguas tranquillias.

Outros admittem que a maior parte de substancias hydrocarbonaceas provém da decomposição das materias animaes sob condições especiaes. Parece-nos que a substancia bituminosa dos folhelhos de Alagóas provém parte de alteração de algas segundo a theoria de

Renault e Steuart e que outra parte deve sua existencia á decomposição da materia organica dos peixes, que, como vimos, são abundantes nas localidades citadas. A maior parte da substancia bituminosa do folhelho papyraceo deve provir de materias vegetaes, com uma certa quantidade originada de materias animaes, ao passo que na do folhelho negro quebradiço predominará a de origem animal visto ser muitissimo abundante em escamas, espinhas e outros restos de peixes. O que *nos parece porém fóra de duvida* é a origem organica da substancia bituminosa dos folhelhos.

§ V

Occorrecia de lenções de petroleo na serie de Alagóas

E' muito vulgar a ideia de que a occorrecia de rochas bituminosas implica a de lenções de petroleo, especialmente quando, com aquellas, se encontram associados residuos de petroleo, como sejam as diversas variedades de asphalto. E' o que acontece na região alagóana; a opinião corrente é que uma sondagem profunda encontrará lenções de petroleo. Petroleo genuino existiu e talvez ainda exista na serie de Alagóas como prova a presença de asphalto em certas camadas do districto de Riacho Doce. O ponto principal a elucidar é si o asphalto provém de lençol de petroleo ou das rochas bituminosas. No capitulo precedente expuzemos a theoria corrente sobre a origem da substancia bituminosa dos folhelhos, cujo resumo é o seguinte: «Nos folhelhos bituminosos o petroleo não existe de facto, mas sim a sua geratriz — materia hydrocarbonacea — sobre a qual o calor tem o poder de provocar certas reacções chimicas das quaes resultam diversas substancias de valor commercial, entre as quaes avulta o petroleo».

Pelo estudo que fizemos das occorrecias de asphalto chegamos á conclusão de que elle se originou da distillação natural dos folhelhos. Essa distillação exige calor. Qual a origem desse calor ?

Aqui é claro que não provém de rochas eruptivas, porque não houve nenhuma erupção depois da deposição das camadas da serie de Alagóas. Só nos resta recorrer ao calor proveniente do attrito mutuo das rochas, attrito proveniente dos movimentos orogenicos que levantaram e dobraram as camadas; ou das acções metamorphicas

profundas. Examinemos a primeira hypothese. Um dos effeitos mais importantes dos movimentos orogenicos consiste em fracturar as rochas em direcções mais ou menos constantes. Estas fracturas, conhecidas pelo nome de juntas, são planos de divisão, differentes da estratificação, clivagem ou folheamento, que occorrem em rochas de qualquer natureza. Ha dois typos principaes de juntas: as que são produzidas pelas contracções naturaes das rochas e as que são originadas pelos movimentos orogénicos da crôsta terrestre. Nas rochas da serie de Alagôas, verificamos a existencia de systemas de juntas que se podem referir aos tres typos definidos por Daubrée: sinclases, piesoclases e paraclases. Nos folhelhos de Riacho Doce determinamos um systema de juntas conjugadas com as seguintes direcções: E 80° E e S 10° O magneticos e nos calcareos S 40° E e N 40° E.

O asphalto encontra-se irregularmente disseminado nos planos de estratificação dos folhelhos papyraceos, mas sempre em commuicação com uma fenda visinha cheia de asphalto; ou então enchendo as juntas do calcareo. Os folhelhos papyraceos são bastante flexiveis; quando o esforço a que foram submettidos ultrapassou o seu limile de elasticidade, deu-se a ruptura e produziram-se fendas que foram cheias de petroleo distillado da propria rocha pelo calor desenvolvido pela pressão. Isto é confirmado pelo exame de varios especimens de folhelhos tão dobrados que uma extremidade quasi toca a outra, nos quaes verificamos a existencia de asphalto em fendas que se produziram sómente no interior da amostra. E' digno de registo que sómente na região do Riacho Doce, onde as camadas se acham muito mais perturbadas do que nas outras, é que se encontra asphalto; nós outros districtos nenhum indicio deste material se encontrou, o que se poderá explicar pela moderação dos movimentos orogenicos a que foram submettidos. Quanto ao calcareo, o asphalto só foi encontrado nas juntas.

Pensamos que o calor provém do attrito mutuo das rochas e ao que parece o petroleo distillado dos folhelhos por este processo o foi em pequena quantidade e transformou-se em asphalto quando sujeito ás acções athmosphericas. Por estas e outras considerações já expendidas, ha poucas probabillidades de se encontrar petroleo commercial na serie de Alagôas originado por tal processo. Quanto á existencia de lenções de petroleo originaes ou originados por acções metamorphicas do calor proprio da terra sobre a materia hydrocarbonacea dos folhelhos, só poderá ser verificada por mcio de sondagens que tambem elucidarão

definitivamente a estratigraphia da região e indicarão o numero e a espessura das camadas de folhelhos bituminosos exploraveis.

A região do Riacho Doce é a mais apropriada para attingirmos a estes fins, não só por ser a mais perturbada, como também pela menor despeza no transporte da sonda e estar perto de Maceió, onde existem officinas aptas para executar os diversos serviços complementares que a sondagem exige.



CAPITULO IV

Descripção de uma usina de distillação de folhelho bituminoso

Este capitulo foi organizado compilando-se diversas memorias sobre o tratamento dos folhelhos bituminosos da Escossia.

Os folhelhos bituminosos são pyro-oleiferos porque só produzem oleo ou petroleo quando submettidos em vaso fechado á distillação destructiva.

Uma usina completa de tratamento industrial de folhelhos bituminosos compõe-se de quatro secções ou sub-usinas.

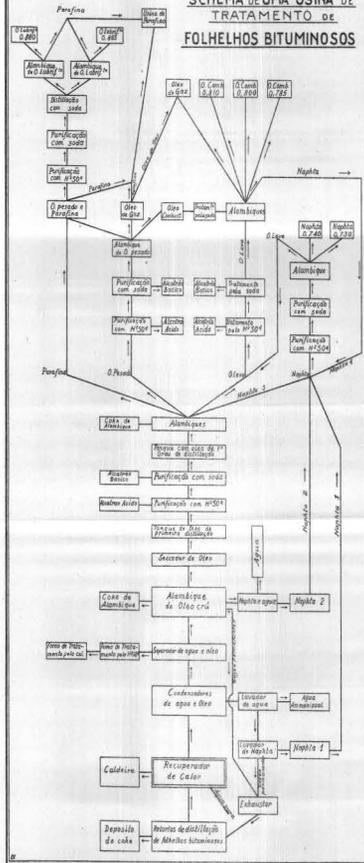
1ª) distillação dos folhelhos e os necessarios condensadores e purificadores ou lavadores ; 2ª) fraccionamento do oleo pesado ; 3ª) tratamento das aguas ammoniacaes ; 4ª) separação da paraffina.

Além dessas, outras usinas complementares, como a de fabricaçãõ de acido sulfurico, podem ser installadas.

Distillação dos folhelhos.

A distillação dos folhelhos faz-se em retortas verticaes de varios typos, todos baseados no processo empregado por Young e Beilbg na retorta que construíram em 1881. E' uma retorta vertical constituída de duas partes : a superior é de ferro e nella o folhelho soffre uma distillação em baixa temperatura, cerca de 400°C, de sorte a ser practicamente na totalidade destruído e produzir todo o oleo possivel. Isto realizado o folhelho desce para a parte inferior da retorta, construída de tijolo refractario, onde é submettido a alta temperatura (cerca de 600°C) em presença do vapor d'agua super-aquecido, produzindo-se reacções em virtude das quaes o carbonõ fixo dos folhelhos é transfor-

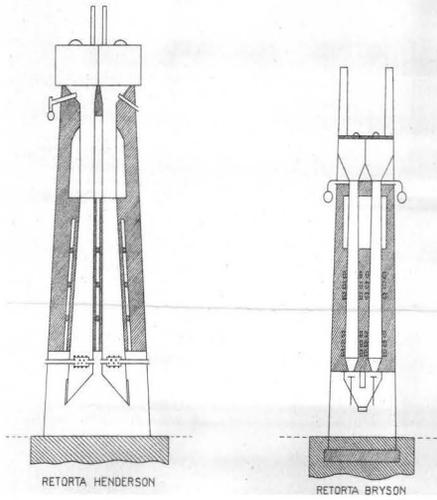
SCHEMA DE UMA USINA DE
TRATAMENTO DE
FOLHELHOS BITUMINOSOS



mado em uma mistura de oxydo e bioxydo de carbono e o azoto em ammoniaco. O consumo de vapor d'agua é de kilo e meio por metro cubico de minerio e a distillação exige oito horas para ser completa. As retortas são reunidas na parte superior em grupos de quatro por uma tremonha commum de carregamento. Os typos de retortas mais empregados na Escossia são: Henderson, Bryson.

O typo Henderson tem 18 metros de altura dos alicerces até a tremonha superior e sua secção é oblonga. A parte metallica tem secção 70 c/m \times 30 c/m no tope e a alvenaria de tijolo refractario 4^m \times 40 c/m na base. A parte metallica têm de 5^m,5 a 4^m,5 de comprimento ou altura e a refractaria perto de cinco metros. Nos typos de construcção recente, a retorta tem dois cylindros com rolos dentados installados na base com o fim de supportar o peso do minerio, manter a sua descida e regularisar a descarga pela tremonha inferior. Cada retorta tem no alto uma tremonha de ferro com capacidade para alimentação de folhelhos durante 48 horas. Os productos volateis sahem pela parte superior da retorta por meio de dois conductores de ferro de 60 c/m de diametro installados na base da tremonha. Cada grupo de quatro retortas é installado em um forno e 16 fornos constituem uma bateria. E' de trabalho continuo.

A retorta Bryson, de secção circular, consiste tambem de duas partes, a superior de ferro tem 4^m,5 de altura, 2^m,60 de diametro no tope; 0^m,70 de diametro na base. A parte inferior de tijolo refractario tem seis metros de altura; no tope tem o mesmo diametro que a base da parte metallica e tem 0^m,90 de diametro na base. Na extremidade inferior da parte de tijolo refractario ha um disco suporte ou mesa, que sustem a columna de minerio; está mesa é provida de um quadrante giratorio que retira o minerio queimado e regularisa o movimento da columna de minerio pelo quadrante em intervallos regulares. No tope da retorta ha uma tremonha de ferro, com quatro toneladas de capacidade, dentro da qual cerca de uma tonelada de minerio britado é descarregado de hora em hora. A porção de ferro da retorta é aquecida ao rubro externamente, e numa parte da retorta tem logar a distillação destructiva do minerio, sabindo os vapores por baixo da tremonha superior por um conductor de ferro de 75 c/m de diametro. Na parte inferior de tijolo refractario, o minerio é submettido a uma temperatura sufficientemente alta em presença do vapor d'agua para queimar todo o carbono do minerio que se transforma em CO e CO₂ e o azoto das



materias azotadas é transformado em ammoniaco. Na base da retorta, ha tremonhas, dispostas de tal fórma que uma simples linha ferrea no centro da bateria de retortas recebe o minerio queimado. Estas retortas pôdem distillar de quatro a cinco toneladas de folhelhos bituminosos por dia.

Condensadores.

Os productos gazosos da distillação dos folhelhos — vapor d'agua ammoniacal, oleo crú e gazes permanentes — sahem da retorta por um conducto de 8" de diametro, situado na base da tremonha de carregamento, e entram em um conducto principal commum com cerca de 30" de diametro. Tal conducto leva os gazes para uma estufa, uma torre na qual a agua de alimentação das caldeiras da usina é aquecida em tubos pelo calor abandonado pelos gazes que vão, em seguida, directamente a grandes condensadores formados de varios tubos de ferro em serpentina, que na parte inferior communicam-se uns com outros por meio de caixas de ferro. São necessarios 60 metros de tubos de condensação para cada tonelada de folhelho distillado em 24 horas.

O oleo crú e as aguas ammoniacaes que se condensam são conduzidos para um separador, em quanto que os gazes permanentes são exhaustados por bombas que tambem mantêm uma pressão constantemente baixa na retorta, com o fim de facilitar a distillação. Os gazes exhaustados passam primeiro em um lavador vertical de agua onde os ultimos traços de ammoniaco são abandonados; e depois em um lavador, scrubber de naphta, onde os gazes são lavados com oleo mineral que absorve a naphta. Estes lavadores têm geralmente 1^m,5 de diametro e nove metros de altura.

A eficiencia dos lavadores para remover o ammoniaco e os hydro-carburetos leves dos gazes incandescentes das retortas, depende de tres condições: altura dos lavadores; superficie na qual o vapor é dividido na sua passagem atravéz dos vãos; e a regular distribuição do material absorvente que é actualmente a serragem de madeira em-bóra o coke tenha sido usado por muitos annos.

O rendimento theorico da purificação nunca é attingido nos lavadores de ammoniaco e recupera-se cerca de kilo e meio de sulfato de ammoniaco por tonelada de minerio.

Nos lavadores de naphta é possivel reduzir o poder illuminante dos gazes incondensaveis em cerca de metade de uma vela pela elimi-

nação da naphtha. Uza-se para esta purificação um oleo intermediario com peso especifico de 0.840 a 0.850.

O oleo intermediario purificador é depois isolado da naphtha por aquecimento em recipientes apropriados.

O oleo mineral assim purificado é empregado continuamente, depois de frio. Depois dos gazes permanentes estarem livres de todas as substancias condensaveis e absorventes, são aspirados por um exhaustor que os lança, em baixa pressão, no tubo principal que os conduz ás fôrnalhas das retortas.

Os resultados da distillação dos folhelhos bituminosos são : 1º) folhelho queimado ou coke de folhelho, que é retirado do forno pela tremonha inferior de descarga e vae aos depositos; não tem valor, embora seja ás vezes usado como tijolo, construcção de estradas e manufactura do aluminio, sendo essencialmente um silicato de aluminio; contém cerca de 2 a 3 % de carbono fixo e corresponde a 80 a 85 % do folhelho crú; 2º) gazes permanentes que são usados como combustivel nas fôrnalhas; 3º) oleo crú que é exhaustado por meio de bombas e levado a tanques para esfriar; 4º) naphtha que é recuperada, como já descrevemos; 5º) agua ammoniacal que é tratada para manufactura do sulfato de ammonio.

Tratamento das aguas ammoniacaes

O methodo primitivo consistia em expellir o ammoniaco das aguas mães fervendo-as em caldeiras horisontaes e levando os gazes para vasos contendo acido sulfurico. Verificou-se, porém, que occorriam perdas consideraveis de ammoniaco e em 1882 foram introduzidas as torres de distillação — Stills Tower. Quasi todas as torres actualmente usadas são bascadas no principio de Henderson: a agua é levada para o alto da torre e desce de celha em celha onde se põe em contacto com o vapor d'agua a 30 pol. de pressão, introduzido na base.

A agua ammoniacal ferve e os compostos volateis são expellidos em estado gazoso.

Uma torre de agua ammoniacal tem 6^m,5 de altura, 1^m,5 de diametro e 11 celhas.

Os compostos gazosos ammoniacaes passam para o acido sulfurico; primeiro, no acido sulfurico recuperado da purificação do

alcatrão, sendo obtido o sulfato de ammonio assim produzido pela ebulição da solução; depois, os gases restantes passam em tanques ou caixas cylindricas de ferro contendo acido sulfurico puro.

O acido sulfurico chega continuamente a essas caixas por tubos de chumbo com orificios na porção que está no fundo dos tanques, onde encontra os gases ammoniacaes. As tampas são cylindricas de ferro com 1/4" de espessura e tudo forrado com folhas de chumbo. O sulfato de ammonia, formado pela combinação do acido sulfurico com os gases ammoniacaes, desce ao longo do fundo inclinado do tanque para um compartimento do qual é retirado por um injector de vapor e levado a uma caixa de recepção. Os crystacs são depois conduzidos para mesas enxugadoras e em seguida para estufas onde são sujeitos a temperaturas de 55° — 65° por varios dias.

Em algumas installações, usam-se com vantagens seccadores centrifugos.

Diluindo o acido empregado, a solução de sulfato de ammonio obtida do acido recuperado é ordinariamente lançada nelle, economizando-se uma evaporação distincta para elle.

O ammoniaco fixo não volatil que existe nas aguas ammoniacaes das retortas é recuperado pela distillação com cal, executada collocando-se cal dentro das torres.

Fraccionamento do oleo crú

O oleo crú gerado pela distillação destructiva dos folhelhos bituminosos é um liquido viscoso, de côr escura carregada, quasi negra, de densidade 0,95.

E' uma mistura de compostos carbonosos das series paraffina e oleinas, com pequena quantidade de naphtenos, bases alcaloides e azoto. A qualidade e a quantidade do oleo crú depende muito da temperatura na qual é realizada a destruição da materia hydrocarbonacea.

O oleo crú é primeiro distillado a secco desdobrando-se em naphta e oleo de primeira distillação, que é então refinado ou fraccionado. O oleo crú não é tratado directamente pelo acido sulfurico e sôda, porque as perdas seriam grandes, mas é sujeito a uma distillação destructiva pela qual as substancias asphalticas são transfor-

madas nos hydrocarboretos desejados. A distillação é feita em alambiques (Pot Stills) de quatro a cinco metros cubicos de capacidade, construidos de ferro, tendo 1^m e 1^m,20 de profundidade, 2^m,50 de diametro no alto; a parte superior é de aço; tem 2^m de diametro e 1^m,30 de altura. Cada alambique está em relação com um condensador com 60 a 70 metros de tubos de ferro em serpentina immersos n'agua de um tanque. Antes do distillado passar do condensador ao receptor elle é levado a uma caixa separadora, que é provida de uma torneira d'agua no fundo e uma de oleo na parte mais alta. Nessas caixas a agua resultante da condensação do vapor empregado na distillação é separada do oleo distillado. Os alambiques são primeiro aquecidos durante 10 horas para expellir toda a agua contida no oleo e isto obtido introduz-se o vapor d'aguas gradualmente. O vapor deve ser super-aquecido, serve para impedir a decomposição, carrega os vapores de oleo e abaixa o ponto da ebulição do oleo. A quantidade de vapor necessario é variavel, mas quando se distillam oleos pesados, o distillado está commummente acompanhado de 20 % da agua condensada.

O oleo crú é retirado para seccar durante um dia e o vapor só é supprimido tres horas depois de concluida a distillação.

Deixa-se o alambique resfriar durante um dia e depois se retira o coke, representa cerca de 3 % do oleo crú.

Os alambiques são exgotados tres vezes por semana. A *naphtha* obtida desta primeira distillação, tem um peso especifico de cerca de 0.740; e o resultado do distillado é conduzido para um tanque denominando-se *oleo de primeira distillação*. Produzem-se tambem *gazes permanentes* nesta distillação que são usados como combustiveis.

A *naphtha* é distillada conjunctamente com as aguas e sahe com esta pelo tubo principal hydraulico, sendo separada em um separador commum e recolhida aos tanques.

Na distillação dos folhelhos bituminosos produzem-se *gazes nocivos*. Dos condensadores em relação com as caldeiras ou alambiques de oleo crú se escapa o hydrogeneo sulfurado e durante as consequentes purificações e fraccionamentos tambem se produzem *gazes* contendo hydrogeneo sulfurado.

Usa-se com vantagem o oxydo de ferro, como purificador de oleo, porque absorve o hydrogeneo sulfurado. O systema Henderson para

esta primeira destillação é continua e geralmente usado hoje ; as caldeiras têm 5^m,7 de comprimento e 2^m,1 de diametro.

O *oleo de primeira destillação* é primeiro livre de toda a humidade e depois exaustado para um agitador onde é tratado pelo acido sulfurico para retirar o alcatrão acido.

Carrega-se o agitador primeiro com o oleo e iniciada a agitação, junta-se o acido, continuando a agitar durante 15 minutos a uma hora, conforme o gráo do oleo. Deixa-se depois a mistura repousar durante um dia ; o alcatrão deposita-se no fundo.

O oleo é então exaustado para um agitador de sódá, onde é tratado por esta base. Deixa-se repousar durante oito horas, depois do que, feito segundo tratamento pela sódá, é exaustado para um tanque de deposito, constituindo os *oleos distillados de primeiro gráo*. A agitação é feita por meio do ar em um agitador de 2 a 2^m,5 de diametro e 3 a 3^m,5 de profundidade. O ar é soprado sob pressão de 1/3 a 1/2 atmospheras e serve para misturar intimamente o oleo e o acido, o oleo e a sódá.

O oleo distillado do primeiro gráo tambem chamado *oleo verde* na Escossia é fraccionado em *naphtha*, *oleo leve*, *oleo pesado* e *paraffina*. O residuo é tratado em alambiques — pot stills — para se obter coke. O *oleo leve* e o *pesado* são aspirados para agitadores distinctos e tratados pelo acido sulfurico e sódá para eliminar os alcatrões acidos e basicos.

O *oleo pesado* resultante deste tratamento é distillado em alambiques fraccionando-se em *oleo combustivel*, *oleo de gaz* e *oleo pesado*. Este é adicionado ao oleo pesado e a paraffina do primeiro gráo de destillação, enquanto que o oleo de gaz é resfriado e comprimido na usina de paraffina separando se em paraffina molle e oleo de gaz com densidade de 0.850.

O oleo combustivel é tratado pelo acido sulfurico e sódá caustica e em seguida distillado com o oleo leve obtido do oleo de primeiro gráo de destillação fraccionando-se em *naphtha*, *oleo combustivel* (0.785), *oleo combustivel* (0.800), *oleo combustivel* (0.810) e *oleo de gaz*.

Este reunido com o oleo de gaz da destillação do oleo pesado.

O oleo pesado e a paraffina são resfriados e comprimidos na usina de paraffina produzindo-se oleo azul e escamas duras de paraffina. O primeiro — oleo azul — é purificado pelo acido sulfurico e sódá caustica e em seguida distillado em alambiques contendo soda, fraccionan-

do-se em oleos lubrificantes. O primeiro oleo lubrificante distillado é resfriado e comprimido, resultando um oleo de 0.865 de densidade e paraffina molle; com o segundo faz-se o mesmo trabalho resultando oleo lubrificante de densidade 0.885 e paraffina molle.

O oleo lubrificante é depois distillado em grandes alambiques e as escamas de paraffina molle são adicionadas aos exsudados das escamas de paraffina dura provenientes dos oleos pesados e paraffina e são então submettidas ao tratamento adequado.

A naphta das torres, que se acham em relação com os condensadores das retortas, é misturada com a naphta proveniente da primeira distillação do oleo crú e a mistura é tratada com acido sulfurico e sôda, em agitadores mecanicos. E' então distillada dando naphta de 0.730 e 0.740 de densidade e um residuo de oleo leve que é ordinariamente resfriado com o oleo verde ou de primeira distillação.

Separação da paraffina

A separação da paraffina de varios pontos de fusão é feita actualmente do modo seguinte :

O oleo pesado é primeiro resfriado em tanques installados em alpendres e depois resfriado em machinas que são ordinariamente de solução ammoniacal, nas quaes uma solução de chlorureto de cal é resfriada e posta em um tanque dividido em compartimentos alternadamente largos para o oleo e a paraffina e estreitos para a solução salina. No fim de um certo numero de horas a paraffina crystallisa. Das machinas a paraffina é quebrada por meio de machinismos e depois submettida á acção de um pequeno filtro. A paraffina fica na prensa e o oleo escoá-se para um tanque.

Resfriando-se por meio de ammoniaco, sem empregar a solução salina, é necessario um maior numero de filtros por causa da paraffina amorphá. A paraffina recolhida nos filtros é posta em saccos e comprimida em prensa hydraulica resultando as escamas de paraffina. O oleo pesado separado da paraffina é conficido por oleo azul; o fraccionamento e purificação desse oleo já foram indicados. A paraffina crúa era outr'ora purificada por crystallizações successivas na naphta, mas hoje usa-se o processo das *exsudações* no qual a paraffina é unicamente submettida a temperaturas convenientes, de modo que a mais molle funde-se e escoá-se com o oleo.

Neste processo, a paraffina crúa era primeiro fundida e aquecida a cerca de 85°C com o fim de separar a agua e outras impurezas, e isto realizado era conduzida para tachos de cinco a dez litros onde se solidificava. A massa era depois posta em esteiras de fibras de palmeiras e collocada com certa inclinação em um forno, que era aquecido por tubos de vapor a uma temperatura de cerca de 15°C abaixo do ponto de fuzão que o producto final deveria ter. A porção que se separava era tratada do mesmo modo a temperatura mais baixa e a porção separada neste segundo tratamento era resfriada e comprimida produzindo escamas e oleo, sendo então a paraffina fervida com paraffina crúa misturada com uma porção paraffina intermediaria, ou tratada só.

No processo de exsudação de Henderson, que é hoje universalmente empregado, existe uma camara com cerca de 15^m,5 × 4^m × 3^m,5 tendo tubos de vapor para aquecimento da camara, portas amplas e ventiladores que pódem ser utilizados para resfriar a camara, dividida em um certo numero de celhas superpostas com 6^m × 1^m,90 de fundo, apoiadas sobre tubos de vapor, transversaes. Cada uma dessas celhas tem um coador de tela de ferro de 16 malhas por pollegada disposto horizontalmente.

Os fundos das celhas communicam-se com tubos curtos com bicos e installados para trabalhar com rodas dentadas em um eixo vertical. Antes de carregar as celhas, o diaphragma ou coador é coberto com cerca de 10 c/m de agua para evitar a paraffina fundida de correr atravez do diaphragma. A paraffina crúa solida proveniente do filtro-prensa, depois de ser fundida nos tanque ou caixas, é esgotada por meio de bombas atravez dos tubos verticaes de carregamento e atravez das pequenas torneiras na superficie d'agua para encher as celhas; e quando está solidificada, a agua é corrida, a bola de paraffina ficando sobre o coador, a porta e ventiladores sendo então fechados. O forno é então aquecido por longo tempo a 45°C e finalmente á temperatura na qual a exsudação deve ter logar; as impurezas liquefeitas são esgotadas até que a paraffina que sobrenada marque no thermometro a temperatura de 60°C.

Os varios liquidos separados na refinação da paraffina são esgotados pelas torneiras para tremonhas ou tubos que os conduzem a depositos apropriados.

Quando a exsudação termina, a paraffina que fica é fundida, por augmentos de temperatura, e corrida atravez dos mesmos tubos para um tanque do qual é esgotado por bombas para o tratamento com car-

vão de madeira como no velho processo. Os fornos empregados neste processo são construídos de tijolo e têm dupla parede de ferro e madeira, geralmente com serragem de madeira entre ellas. Cada forno é apropriado com duas séries de nove caldeirões que podem receber duas a tres cargas de 14 toneladas por semana.

Productos da manufactura dos folhelhos

1. *Gazes permanentes*, produzidos na distillação destructiva dos folhelhos usados como combustível e na illuminação das usinas.

2. *Naphtas*, contem geralmente 60 a 70 % de oleinas ou outros hydrocarbonos atacados pelo acido azotico, sendo o resto formado principalmente de compostos da série paraffina. São volateis nas temperaturas ordinarias e obtêm-se com diferentes pontos de ebulição e peso especifico ; a de densidade 0,560 é gasolina. As naphtas communs têm peso especifico variando de 0,72 a 0,75, são usadas para illuminação, como dissolvente, etc.

3. *Oleos combustiveis*. São transparentes e quasi incolores, tendo peso especifico 0,78 a 0,83.

Oleos intermediarios. O peso especifico destes oleos varia de 0,84 a 0,87 ; são usados na fabricação do gaz.

5. *Oleos lubrificantes*. Tem peso especifico de 0,865 a 0,910, são usados como lubrificantes isoladamente ou misturados com oleos vegetaes ou mineraes.

6. *Paraffina*. Usada para confecção de vellas, protecção de metaes, isolantes, etc.

7. *Graxa de alambique*. E' um residuo amorpho da distillação final do oleo crú e do oleo pesado. E' empregado como graxa.

8. *Coke de alambique*. E' o residuo que fica no alambique quando se distilla o oleo crú a secco. Usado como combustível, para usos electricos, etc.

9. *Sulfato de ammonia*. E' usado como adubo para a agricultura e em solução na preparação de extinctores de incendio.

10. *Combustivel liquido*. O alcatrão acido e o basico obtidos na purificação do oleo de primeira distillação são usados como combustível liquido. E' provavel que estes alcatrões possam ser empregados na conservação das madeiras, como revestimento de tubos de ferro para impedir a formação da ferrugem.

Nota. O folhelho petrolifero de Alagôas não dá vaselina.

Conclusão :

A industria de exploração dos folhelhos bituminosos é um tanto semelhante á dos petroleos ; nesta porém o oleo crú é obtido do subsólo por meio de sondagens e emprego de bombas de exhaustação quando necessarias, em quanto que naquella os folhelhos bituminosos têm de ser minerados segundo o processo commum de exploração de minas e distillados para obter o oleo crú. O processo rapido e bastante violento de distillação do folhelho dá um oleo crú mais grosseiro do que os processos lentos e seculares usados pela natureza para a creação do petroleo; de modo que, além das despezas com a mineração e distillação dos folhelhos devemos accrescentar outras necessarias á refinação ou fraccionamento. Certos petroleos, por vezes, exigem sómente uma distillação para se obter um producto commercial, como por exemplo, quando se deseja obter kerozene que é producto de uma unica distillação purificado pelo tratamento com acido sulfurico e sódá. O oleo combustivel dos folhelhos exige tres ou quatro distillações e tratamento chimico para obter um bom producto ; as respectivas distillações têm a vantagem de produzir o melhor fraccionamento e dar oleos mais homogeneos.

A industria da distillação de folhelhos bituminosos exige, por tanto, um grande capital de primeira installação e deve ser dirigida por especialistas — engenheiros de minas e chimicos — encarregados respectivamente da mineração dos folhelhos e distillação.

Devido á situação topographica das jazidas de Alagóas o primeiro passo a dar para o seu aproveitamento será execução de sondagens que permittirão determinar o numero das camadas de folhelhos exploraveis e sua espessura, base indispensavel para um projecto de exploração e esta industria consumindo grande quantidade de sódá e acido sulfurico providencias especiaes são necessarias para a creação da industria destas substancias.

Pelos estudos feitos em Alagóas e outras regiões do paiz está verificado que a quantidade de petroleo latente no estado de substancia hydrocarbonacca dos folhelhos é enorme, devendo ser tomadas providencias para effectivar a creação da industria de distillação dos nossos folhelhos.

Estudos completos das jazidas e execução de sondagens são as primeiras providencias que devemos tornar para attingir tal fim.

Relatorio da visita á usina de João Branco em Marahú, Estado da Bahia
Setembro e outubro de 1918

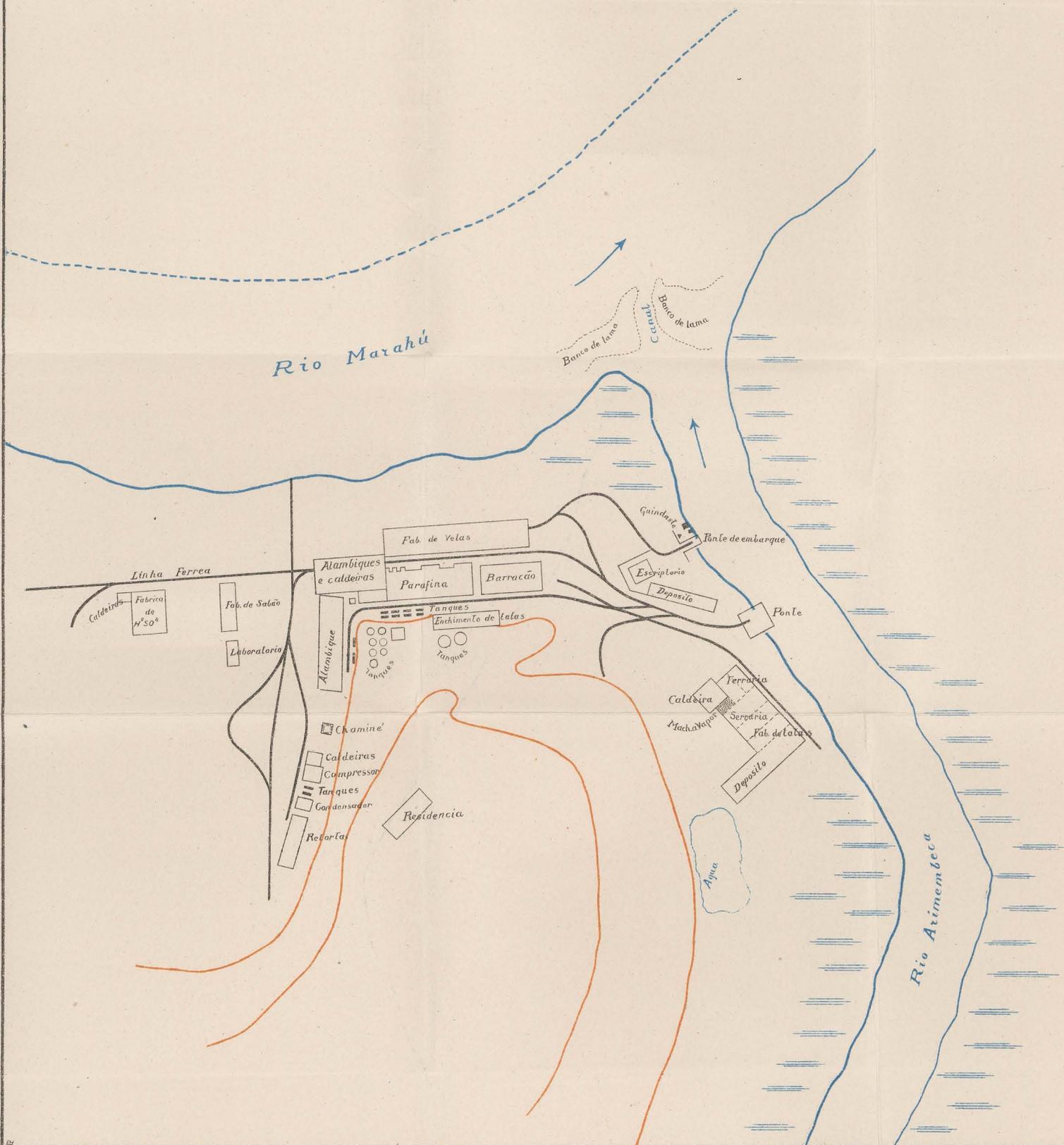
PELO GEOLOGO-AJUDANTE, CONTRACTADO,

Eugenio Bourdot Dutra

PLANTA

DA USINA DE JOÃO BRANCO NA VILLA DE MARAHÚ

ESCALA 1:3.000





Relatorio da visita á usina de João Branco em Marahú, Estado da Bahia, setembro e outubro de 1918

Situação, communicações, etc.

A usina de João Branco, de propriedade da Companhia Extractiva Mineral Brasileira, está situada numa estreita faixa de terreno apertado entre o Oceano Atlantico e o braço de mar que se denomina rio Marahú.

Fica proxima da villa deste nome e dista cerca de 80 milhas — (148 kms.), para sul, da cidade de S. Salvador.

Numerosas ilhas, algumas das quaes bem importantes como Campinho, Grande e Pequena de Camamú, Guayó, Taipú-mirim, etc., povoam o rio Marahú que offerece, até á villa de seu nome, uma largura nunca inferior a 800 metros.

Por elle pódem chegar até Marahú os pequenos vapores de navegação costeira. Actualmente ahi toca uma vez por mez o pequeno vapor « Porto Seguro », da Companhia Costeira de Navegação Bahiana.

Com permissão do tempo, os transportes se fazem tambem em pequenas embarcações de véla (barcaças) de 30 a 40 toneladas. Estas costumam levar tambem passageiros e correio.

Não ha estação telegraphica na villa de Marahú; a mais proxima se acha em Santa Cruz de Barcellos onde se póde chegar depois de uma viagem de tres a quatro horas, de canôa.

Traços historicos e descripção da usina

Contam que em 1859 um official da marinha mercante portugueza, o Sr. capitão José Antonio do Nascimento, tendo verificado a existencia da turfa no sitio em que hoje se encontra a usina, dirigiu-se ao então Governo Imperial, d'elle supplicando e obtendo o privilegio

para exploração daquelle combustivel. Tal privilegio foi depois transferido ao Sr. Eduardo Pelew Wilson que por sua vez o poz nas mãos dos Srs. John Grant & Comp.

Construíram estes uma usina, que passou logo a funcionar dispondo, então, dos aparelhamentos necessarios á fabricação de vellas, oleos illuminantes, paraffina, sabão e acido sulfurico.

Incluindo as retortas para distillação da turfa, que foram montadas mais tarde, a installação montou em cerca de 550.000 libras esterlinas.

A materia prima necessaria vinha do estrangeiro.

As retortas Henderson, para a distillação da turfa de Marahú, foram montadas oito annos depois da inauguração da usina.

No mesmo anno em que foram inauguradas, isto é, em 1891, a usina passou a pertencer á Companhia Internacional de Marahú.

Esta abandonou as retortas, continuando a mandar vir do estrangeiro o oleo que poderia ser obtido dentro da propria usina.

Em 1893 deu-se a paralisação definitiva de todos os trabalhos; cinco annos mais tarde foi feita a liquidação, ficando com o acervo da Companhia a Empreza Industrial Brasileira. Finalmente, tudo passou a pertencer á Companhia Extractiva Mineral Brasileira que ainda é, actualmente, a proprietaria de todas as installações e dependencias de « João Branco ».

O estado em que se encontra, hoje, a usina bem denuncia o seu abandono completo durante cerca de 25 annos. Os estragos causados pelo tempo são enormes.

Caldeiras, tanques metallicos, wagonetes, peças de machinas, etc., que sem a protecção sequer duma coberta, ficaram expostos ás intempéries, se acham inutilizados ou destruidos pela ferrugem.

Outros aparelhos mais ou menos protegidos, ainda se conservam em estado de poderem ser aproveitados. Dos edificios, restam ainda em bom estado os que foram construidos, exclusivamente, com material metallico.

Emfim, daremos abaixo uma ligeira descripção do que ainda resta da usina construida pelos Srs. John Grant & Comp., insistindo em descrever com mais detalhes a parte relativa á distillação, a unica que contém aparelhos ainda em estado de poderem ser aproveitados.

Exceptuando a casa de habitação, um magnifico sobrado que fica numa elevação do terreno, as demais construcções da usina se

acham mais ou menos, no mesmo nivel, cerca de 1^m,50 acima do nivel do rio.

Para a distillação da turfa foram montadas 52 retortas Henderson dispostas em duas series paralelas, num mesmo massiço de alvenaria de tijolos. Cada grupo formado por quatro retortas constitue um apparelho completamente independente; são portanto 13 grupos. As retortas tem 4^m,50 de comprimento, com capacidade de cerca de um metro cubico cada uma. A fornhalha tem o tecto em arco, onde se encontram aberturas ou orificios, através dos quaes os gazes resultantes da combustão pôdem passar para a camara superior que contém as retortas.

Um dispositivo da construcção obriga os gazes a envolver as retortas, que são por elles aquecidas, antes de se escaparem pelas chaminés, cujos orificios de entrada estão situados inferiormente.

O coke resultante da distillação da turfa é descarregado directamente na fornhalha de que previamente se fez a descarga dos residuos da combustão anterior. A combustão do coke é auxiliada pela dos gazes incondensaveis que são lançados sobre a grelha por meio de um conductor.

Para facilitar a descarga do conteúdo da retorta e da fornhalha, o fundo de ambos receptaculos é constituido de verdadeiras portas que se abrem para baixo. Os residuos de combustão são recebidos directamente em wagonetes que os transportam pela linha ferrea para os pontos onde têm de ser depositados.

O carregamento se faz pela bocca superior da retorta, como auxilio de wagonetes de capacidade igual á da retorta. Uma plataforma ao nivel da bocca superior das retortas e situada num dos extremos da contrucção de alvenaria, recebia o material que ahi era levado por meio de um guincho. Actualmente não existe mais a installação desse guincho.

As plataformas para os foguistas e para lenha não existem mais: apodrecida a madeira do estrado, só restam, assim mesmo carcomidos pela ferrugem, os trilhos que lhe serviram de suporte.

Os gazes resultantes da distillação da turfa são conduzidos ao condensador onde atravessam uma serie de tubos verticaes de 4" de diametro. Estes tubos estão quasi todos inutilizados com as bolsas partidas e apresentando fendas por onde se escapam os gazes.

Os productos condensados, consistindo em aguas ammoniacas e oleo, eram recebidos numa cuba onde se separavam, indo o oleo se accumular em dois tanques cylindricos de folha de ferro de seis metros

de comprimento por dois de diametro, collocados inferiormente numa pequena area de cimento.

Por meio da compressão obtida por uma machina installada junto desses tanques, era o oleo remettido em tubos de ferro para os alambiques de distillação.

O vapor para mover a machina compressora e o que se fornecia ás retortas, era gerado por tres caldeiras tubulares ou de « tubos de fumaça » que se acham montadas ao lado da casa de compressão.

Além destas estavam sendo montadas duas outras do mesmo typó e dimensões das primeiras.

Tanto umas como outras estão profundamente corroidas pela ferrugem não podendo mais trabalhar.

As caldeiras trabalhavam com agua salgada que lhes era fornecida do rio Marahú por uma pequena bomba.

Sob um barracão coberto de zinco estão installados os alambiques (pot-stills) para distillação do oleo bruto.

São em numero de 12, offercendo cada uma capacidade de cerca de 14.000 litros. A elles vêm ter os conductos de oleo e de vapor, terminando este no fundo do alambique. Além da bocca superior, que é fechada por um tampão, ha uma abertura ou porta lateral pela qual se póde penetrar no interior do alambique onde uma escada de ferro permite descer-se até o fundo.

Como parte complementar dos alambiques, cada um delles é munido do seu respectivo condensador, de fôrma quadrangular, descoberto na parte superior e construido de chapas de ferro galvanizado, com as dimensões seguintes: 3^m,66 de comprimento, por 1,53 de largura e 1,22 de altura.

Apoiam-se os condensadores de um lado sobre a construcção de alvenaria dos alambiques, e de outro sobre vigas metallicas sustentadas por columnas de ferro.

Munida de uma valvula de segurança, a linha de distillação, que parte dos alambiques, entra na caixa de condensadores pela sua parte superior, dá nove voltas parallelamente ás suas paredes e vae terminar em um conducto inferior que recolhe o condensado para os tanques de deposito.

A condensação dos gazes procedentes dos alambiques é facilitada pela circulação d'agua fria nos condensadores.

Proximo aos alambiques está um outro barracão, coberto tambem de zinco, sob o qual estão as caldeiras cylindricas horizontaes de distillação do typo Henderson (Boiler Still), com 6^m,20 de comprimento e 2^m,30 de diametro.

Das seis caldeiras, duas estavam ainda sendo montadas quando paralyzaram todos os serviços e obras da usina. Achem-se em bom estado devido a estarem abrigadas no barracão.

As quatro que estão completamente montadas se relacionam com os respectivos condensadores que apenas differem dos primeiros pelo seu maior tamanho: 3^m,60 de comprimento, por 1,52 de largura e 1,67 de altura. A linha de distillação dá 12 voltas no interior das caixas.

Cinco caldeiras tubulares, eguaes ás que já nos referimos acima, installadas sob o mesmo barracão e junto dos « Boiler Stills » forneciam o vapor para estes e para os alambiques, machina compressora, fabrica de sabão, velas, etc.

Estes geradores estão completamente estragados, tendo tambem sido alimentados com a agua salgada do rio Marahú, por meio de uma bomba accionada por um « burrinho ».

Na parte posterior dos geradores e caldeiras de distribuição estão installados os 12 tanques lavadores, de fórmula cylindrica, tendo 4^m,32 de comprimento e 2^m,0 de diametro. Mais para traz ficam oito tanques de armazenamento, assentes sobre construcção de alvenaria de pedra. São cylindricos, dispostos horizontalmente, tendo seis metros em comprimento por dois de diametro.

Numa casa visinha se encontram: uma machina compressora de ar com seu respectivo reservatorio cylindrico de 3,45 de altura por 1,48 de diametro e uma refrigeradora. Ambas não funcçionam mais.

Na casa de paraffina restam ainda 10 filtros prensas e diversos tanques metallicos em bom estado de conservaço. A installação constava de mais tres filtros prensas e quatro prensas hydraulicas que já foram retiradas e vendidas.

Num barracão fechado « paraffin cooling shed », com as paredes longitudinaes providas de venezianas, estão dois tanques de cimento do mesmo comprimento e de 32^m,85 e profundidade de 0,38, mas tendo um 7^m,70 e outro 4^m,70 de largura. Esse barracão está actual-mente servindo de deposito de material.

A fabrica de velas que occupa um edificio ao lado, tem as suas 108 machinas, já muito velhas, completamente inutilizadas num saque em que foram subtrahidas todas as suas fôrmas de estanho, em numero de 96 para cada machina.

Em nivel superior e repousando sobre construcções de alvenaria de pedra estão nove tanques cylindricos, dois dos quaes com 7^m,60 de diametro e 5^m,20 de altura, eram destinados ao armazenamento do kerozene que ahi se distribuia para os conductos e torneiras da casa de enchimento de latas que fica logo abaixo. (V. planta.)

Os sete restantes, dois já desmontados, têm 4^m,15 de altura e 4^m,86 de diametro.

Tanto uns como outros, bastante estragados pela ferrugem, só poderão ser utilizados como ferro velho.

Num edificio á parte ficam as antigas officinas onde se fabricavam as latas para acondicionamento do kerozene e se procedia o reparo das ferramentas, etc.

Nos depositos existe uma grande quantidade de material metallico em completa desordem: carros, tubos para caldeiras, chapas, vigas, parafusos, porcas, etc.

Dois guindastes em perfeito estado, um dos quaes movido a vapor, facilitam o embarque e desembarque de material no porto do rio Arimembeca.

Uma linha ferrea com o desenvolvimento de mais de 1.500 metros, bitola de 0^m,75, liga entre si os diversos departamentos da usina. Nella podiam circular trens de wagonetes cuja tracção era feita por pequenas locomotivas a vapor. Destas existem ainda duas, estando uma dellas em condição que nos parece poder prestar serviço.

Os wagonetes em numero de 72 se acham espalhados por toda a usina; são de diferentes typos e muitos delles estão bastante damnificados pela ferrugem.

A fabrica de acido sulfurico está reduzida a seu edificio. Este mesmo já ameaça ruir.

Na fabrica de sabão, além de outros apparatus já estragados, conservam-se em bom estado as fôrmas que foram construidas de alvenaria de tijolos com revestimento de argamassa de cimento. São em numero de 16 distribuidas em tres grupos: um constituido pelas seis maiores, tendo cada uma 3^m,35 de comprimento, 1^m,152 de altura e 0^m,51 de largura; os outros dois, compostos cada um de cinco fôr-

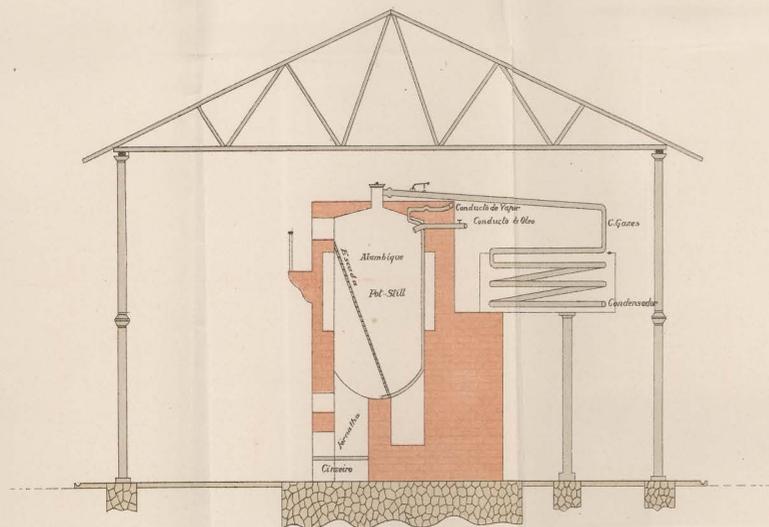
SERVIÇO GEOLOGICO E MINERALOGICO DO BRASIL

FEVEREIRO 1919

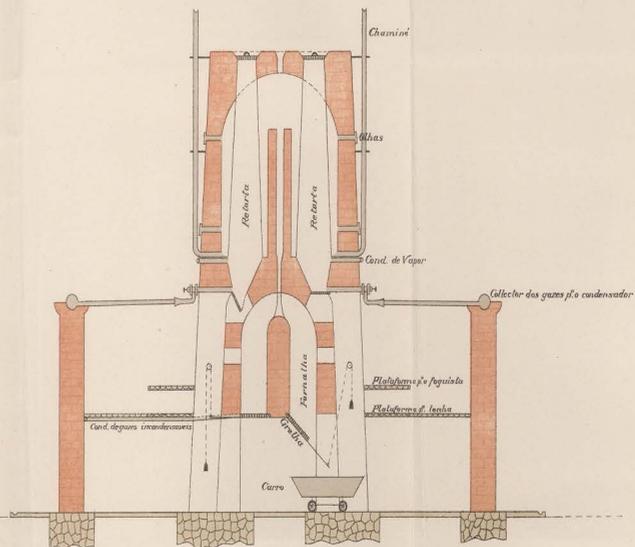
UZINA DE JOÃO BRANCO

MARAHU - BAHIA

ESCALA - 1/100



Secção Transversal - Alambiques



Secção Transversal interessando as Retortas

mas com 0^m,38 de largura, 2^m,68 de comprimento e respectivamente 1^m,52 e 0^m,92 de altura.

Finalmente, em cima do outeiro fica o magnifico sobrado, onde nos hospedamos e que foi outr'ora a residencia dos dirigentes da usina.

Notas complementares

O reconhecimento geologico da bacia do rio Marahú foi realisado em 1902 pelo eminente geologo e nosso prezado director Dr. Gonzaga de Campos, distincto ex-alumno da Escola de Minas de Ouro Preto.

O resultado desses estudos e observações constitue objecto do seu magnifico trabalho intitulado « Reconhecimento Geologico e Estudo de Substancias Bituminosas na Bacia do Rio Marahú ».

Foram ahi estabelecidas, para os terrenos dessa bacia, tres divisões correspondendo a tres differentes éras ou periodos geologicos, a saber:

1. Zona montanhosa, afastada de alguns kilometros para dentro da costa, referida ao periodo *azoico* ou *archeano*, tendo por base as rochas que affloram nas cachoeiras dos Ambubas, Tremembé, Quitungo, Santa Cruz, Camamú, Santarém, etc., constituidas de gneiss, quartzitos, etc. (1)

II. Zona baixa ou das planicies, onde os sedimentos cretaceos de suas formações marinha e d'agua doce, representam a era *mesozoica*.

III. As formações de barreiras referidas ao *cenozoico* ou *terciario*; ahi se encontram os depositos de materia combustivel denominada « Turfa de Marahú ».

Com a incumbencia da visita á usina de João Branco nos foi dada tambem a de colleccionar fosseis; no desempenho dessa tarefa tivemos oportunidade de conhecer uma parte dessa região e tomar algumas notas que despretenciosamente incluimos no presente relatório.

Os depositos conhecidos da camada de turfa de Marahú (*bog-head*) se acham localisados, quasi que exclusivamente, no sitio de João Branco; ahi, pelo menos, elles attingem a sua maior importancia. Com o fim, exclusivamente, de avaliar a extensão e possança desses depositos, realisou-se uma série de sondagens attingindo a camada de turfa; desta fôrma chegou-se a concluir que elles occupam uma area

de 12 acres (aproximadamente 476 ares), possuindo cerca de 450.000 toneladas de turfa aproveitavel. (2)

Encontram-se ahí duas qualidades de turfa : uma bastante rica de côr amarella clara ; outra, cinzenta, muito pobre, perfeitamente estratificada. Nos planos de estratificação se accumulam finos grãos de area quartzosa, formando delgadas laminas, onde se encontram impressões de folhas de plantas phanerogamas. Na colleção do Serviço Geologico figuram os bons exemplares que tivemos a fortuna de encontrar muito perfeitos : são impressões de folhas de plantas dicotyledoneas.

As amostras que trouxemos, dessa turfa cinzenta, foram analysadas pelo Dr. T. H. Lee, chimico do Laboratorio do Serviço Geologico, dando os resultados abaixo :

| | |
|---|----------------|
| Agua hygrometrica. | 6,33 |
| Materias volateis combustiveis. | 16,18 |
| » carb. não volateis. | 8,56 |
| Cinzas | 68,93 |
| | <u>100,000</u> |
| Enxofre | 0,94 % |

Em outro ensaio, excluida a agua :

| | |
|------------------------------------|---------------|
| Hydro carburetos volateis. | 17,27 |
| Carbono fixo. | 9,14 |
| Cinzas | 73,59 |
| | <u>100,00</u> |
| Enxofre | 1,00 % |

Para termo de comparação reproduzimos abaixo os resultados da analyse da turfa amarella, feita, ha annos, pelo mesmo Dr. Lee, e constante do Relatorio do Dr. Gonzaga :

| | |
|---|---------------|
| Agua hygrometrica. | 2,58 |
| Materias volateis combustiveis. | 70,09 |
| Materias combustiveis | 10,20 |
| Cinzas. | 17,13 |
| | <u>100,00</u> |

Procedendo á distillação secca de marcha lenta, o Dr. Gonzaga obteve 430 litros de oleo bruto por tonelada de turfa amarella.

A « Companhia Extractiva Mineral Brasileira » pretende aproveitar as retortas Henderson, iniciando a distillação da turfa para obtenção do oleo bruto que será assim entregue ao commercio.

Com a substituição dos tubos da serpentina do condensador e uma reparação nas retortas, acreditamos poder funcçãoar essa parte da antiga usina de João Branco.

Em Barreiras de Barcellos retiramos amostras de uma substancia negra cujas camadas cobrem o calcareo que afflora ahi no nivel do rio; sua analyse deu os seguintes resultados :

| | |
|---|--------|
| Agua hygrometrica. | 14,38 |
| Materias volateis combustiveis. | 19,92 |
| Carbono fixo. | 14,96 |
| Cinzas | 50,74 |
| | <hr/> |
| | 100,00 |
| Enxofre | 5,59 % |

Em outro ensaio, excluida a agua :

| | |
|---|--------|
| Materias volateis combustiveis. | 23,27 |
| Carbono fixo. | 17,47 |
| Cinzas | 59,26 |
| | <hr/> |
| | 100,00 |
| Enxofre | 6,76 % |

Na margem direita do rio Algodões, no logar denominado Porto das Pedras, se encontra um grande lageado de calcareo amarello cujas camadas mergulham de 8° S 18° W, verdadeiro; dentro do leito do rio, que é ahi atravessado por essas camadas, medimos na baixa-mar o mergulho 8° S 30° E. verdadeiro.

Vêm-se tambem varias series de juntas cujas direcções são: 24° SW 76° SE, 2° SE e 34° SW, verdadeiras.

O calcareo desse logar é bastante arenoso e resistente, tendo sido empregado, outr'ora, nas construcções de « João Branco »

Pouco adiante, no logar denominado os « Frades », é que o calcareo se apresenta bastante fossilifero. A collecção de fosseis que trouxemos para o Serviço Geologico procede desse logar, tendo sido ahi encontrados tanto nas camadas superiores dos pilares (frades) que justificam a denominação dada a esse logar, como tambem, e em maior abundancia, nas camadas desaggregadas, ao nivel do sólo, sujeitos ás inundações periodicas produzidas pelo fluxo e refluxo das marés.

Mais para leste se encontra novamente outra grande área coberta de arenito calcareo ; ahi não encontramos fosseis. Nesse lugar foi começada uma sondagem que attingiu uma camada de argilla azul (blue-clay) depois de ter atravessado 32 pés do arenito calcareo (2).

Na ilha de Taipú-mirim encontramos pedaços de bitume negro occupando os intersticios e fendas de um calcareo amarello que se expõe na costa occidental da ilha. Os pescadores do lugar aproveitam esse bitume natural para calafetar as suas embarcações.

A presença do asphalto e bitume no calcareo dessa ilha é um dos indicios da existencia do petroleo, cuja verificação só se fará com segurança por meio de sondagens.

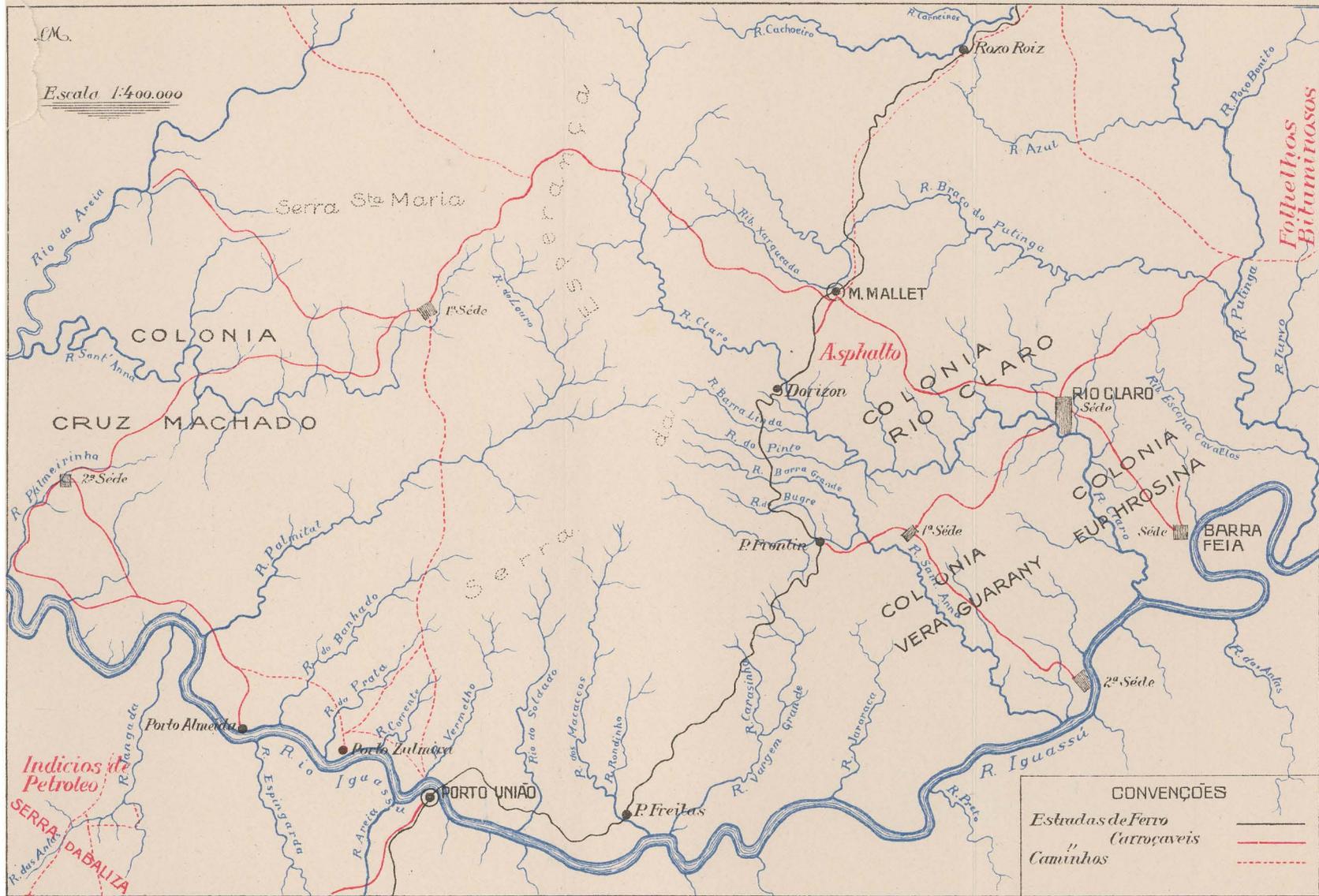
A esse respeito, assim se exprime o Dr. Gonzaga de Campos, concluindo o seu citado relatorio : « A occorrença generalizada do asphalto e outros bitumes nos calcareos e nos gres, e alguns dados da estrutura geologica e da stratigraphia estabelecem a possibilidade e mesmo a probabilidade da existencia de depositos de petroleo. E' portanto indispensavel executar sondagens nos pontos mais convenientes pesquisando petroleo, e tambem sobre as jazidas do carvão bituminoso para definir-lhes a possança ».

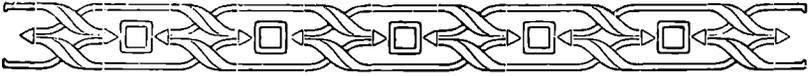
E' ainda nessa ilha de Taipú-mirim onde se observa o interessante facto « que demonstra o levantamento gradual da lingua de terra baixa posta entre o rio Marahú e o Oceano : á pequena distancia da margem do rio estão enormes blócos de calcareo onde se vêm os signaes do antigo nivel da preamar, ahi registrados pelas cintas de ataque das maretas e pelas ostras agarradas á rocha ».

Sobre a occorrença de rochas petrolíferas na serra da Balisa, município
de Palmas — Estado do Paraná

PELO GEOLOGO

Euzebio Paulo de Oliveira





Sobre a occorrecia de rochas petroliferas na serra da Balisa, municipio de Palmas — Estado de Paraná

Em uma partida de amostras de rochas da serra da Balisa, situada na margem esquerda do rio Jangada, affluente do rio Iguassú, verificamos a existencia de asphalto e de oleo pesado escuro enchendo fendas e cavidades de uma das amostras que, embora muito decomposta, mostrou ser uma eruptiva, pardo avermelhada, com geodos cheios de calcito e zeolithos. Pessoas que trabalharam na construcção da linha ferrea de Porto da União ao Uruguay, mostraram-me asphalto proveniente das rochas eruptivas que affloram ao longo de todo o curso do rio do Peixe.

A occorrecia de asphalto nas rochas eruptivas triassicas do sul do Brasil, é aliás, um factó conhecido ha muito tempo, segundo nos informou o Dr. Gonzaga de Campos e em 1912 tivemos occasião de colleccionar eruptivas com asphalto na serra de Botucatú, em S. Paulo.

Sendo fóra de duvida que a occorrecia do Jangada tinha grande importancia, resolvemos fazer uma ligeira prospecção na localidade, afim de verificar se havia vantagem de se executarem trabalhos de pesquisas mais demorados. O itinerario seguido foi : de Porto da União (altitude 759^m, na estação) pela estrada de rodagem para Palmas, até pouco além do passo do rio Espingarda (altitude 825 m.); tomando, ahi, por uma encruzilhada, á direita, seguimos em rumo NO, atravessamos o rio Jangada, em uma forte e perigosa corredeira e depois de passarmos tres serras — divisores de aguas — atravessamos o rio das Antas, duas vezes e attingimos á base da serra da Balisa, alto espigão entre os rios das Antas e Iratim, indo fazer acampamento na margem do arroio dos Anjos, affluente da margem direita do rio das

Antes. O percurso a partir do Espingarda será de 20 kilometros. Antes de descrevermos a occorrença de petroleo, daremos os traços geologicos de todo o itinerario.

A cidade de Porto da União (alt. 759^m, na estação) está situada á margem esquerda do rio Iguassú, entre este rio e uma alta serra que a contorna de noroeste para sudeste, serra que não é mais do que a continuação da serra da Esperança. Conforme já descrevemos (5, pagina 138), nesta cidade affloram camadas friaveis de arenito de Botucatú apresentando côres amarellada, avermelhada ou rosea, de granulação fina, com algum cimento feldapathico. E' opinião muito corrente que o arenito de Botucatú está sempre endurecido ou vitrificado pelas acções metamorphicas de contacto resultantes do calor das rochas eruptivas que sobre elle se derramaram.

Nesta região, porém, o metamorphismo de contacto dessas rochas é quasi nullo; o arenito está fracamente endurecido em uma faixa muito estreita, ordinariamente de 20 a 30 c/ms. de espessura. Este facto é perfeitamente verificavel na subida da serra da Bôa Vista depois de atravessado o rio da Areia e nos córtes da estrada de ferro. Tambem na serra da Esperanca, na estrada para Guarapuava, o arenito pouco soffreu pela acção metamorphica de contacto das rochas eruptivas.

Tanto em um, como em outro lugar, é tão friavel que facilmente se desaggrega em areia, a qual é transportada respectivamente para os planaltos de Palmas e Guarapuava, affim de ser utilizada na confecção de argamassas. Ao sul e oeste de Porto da União, todo o banco de arenito, que tem espessura proxima de 50 metros, acha-se capeado por um grosso e extenso derrame de rochas eruptivas basicas, muitas dellas amygdaloides. Na estrada de ferro, entre Porto da União e S. João, ha uma exposição vertical de 400 metros dessas rochas (6, pag. 140). Apesar de grande variedade de aspecto que apresentam, todas ellas são originarias de um mesmo magma e têm composição bastante semelhante.

O Dr. Geo P. Merrill (1, pag. 220), estudando as rochas eruptivas triassicas colleccionadas pela « Commissão de Carvão », chegou á seguinte conclusão : « Todas as rochas são do typo basalto-diabase, não apresentando nenhuma differença essencial a não ser na estrutura. A feição mineralogica mais interessante é a sua pobreza em olvína que em muitos casos falta completamente. »

O professor Hussak, que tão cuidadosamente estudou estas rochas e os seus mineraes accessorios, é de opinião que nos diques ellas são granulares (diabase) e nos lenções, porphyriticas (augito-porphyrito ou melaphyro) e que os augito-porphyritos passam evidentemente ás diabases normaes e são sempre rochas effusivas typicas. Diversas laminas de rochas eruptivas provenientes de diques e lenções, examinadas ao microscopio, conduziram-nos a considerar a opinião de Hussak como a mais exacta de todas; as rochas dos diques são diabases de estructura francamente ophitica; ao passo que nos lenções ellas mostram grande variedade na estructura que pôde ir desde a quasi granular até a basaltica.

A grande pobreza dessas rochas em olivina já havia sido notada por Hussak e este refere ao melaphyro as rochas porphyriticas triassiccas do Brasil que contêm olivina.

No percurso de Porto da União á serra da Balisa, todas as rochas apresentam-se, tanto quanto foi possivel verificar, sob a fórma de lenções, isto é, são todas de typo porphyritico, contendo plagioclasio, augito, mineraes de ferro e base em proporção variavel, bem como diversos productos de decomposição.

A rocha predominante é preta ou preta esverdeada de granulação tão fina que não se distingue, mesmo com auxilio de uma lupa, nenhum dos seus constituintes essenciaes; contêm, porém, cavidades ou amygdalas, vasias ou cheias de diversos mineraes accessorios, productos de sua decomposição, entre os quaes predominam o quartzo-amethysta, zeolithos, chalcedonias e calcito; examinada ao microscopio mostra logo crystaes porphyriticos de plagioclasio e os demais constituintes ordinarios destas rochas. E' o typo dominante na serra da Boa Vista (altitude 1.050 m., ponto culminante na estrada de rodagem).

Um outro typo é uma rocha côr de chocolate, de estructura cavernosa por conter muitos geodos cheios de mineraes accessorios. Esta rocha acha-se intercalada no meio da porphyrita preta, em um corte que fizemos na serra da Balisa. Apesar da grande uniformidade na constituição geologica do sólo, comtudo são muito variaveis as qualidades das terras, no ponto de vista agricola. De accôrdo com as informações dos moradores, os padrões para conhecer as qualidades da terra nesta região são: nas terras ruins encontram-se pinheiro, imbuia, herva-matte, ipê açoita-cavallo, cabiuva, caróba, araçá, miguel pintado, timbó, sapopemba, maria preta, maria molle, angico, quina

branca, putinga; nas terras superiores encontram-se louro, cedro, guabiróba, cereja, pitanga, sete capotes, urtiga brava, japecanga, salsa moira, páo summo. Toda a região é muito bem drenada.

Em um córte feito na serra da Balisa observamos abaixo da terra vegetal, uma camada de cascalho grosso formado de seixos e blocos espheroidaes de porphyrita decomposta e arenito metamorphisado; logo abaixo vem o lençól d'agua e por baixo a rocha eruptiva, mais ou menos decomposta, *in situ*. A serra da Balisa (alt. 1.040 m.) não é mais do que um alto espigão resultante de erosão, situado entre os rios Jangada e Iratim e os affluentes daquelle, Antas e Jangadinha. No ponto de vista geologico é constituída essencialmente dos dois typos de rochas eruptivas já referidas associadas com rochas sedimentarias, arenitos metamorphisados pelo calor das eruptivas. E' o que verificamos não só pelo estudo *in loco*, como tambem pelo exame microscopico de 10 laminas dessas rochas.

Todas as amostras de arenito têm, quando recentemente quebradas, pronunciado cheiro de petroleo e muitas dellas mostram cavidades de pequeno volume, donde exsuda oleo pesado escuro.

Diversas amostras do typo eruptivo negro compacto continham asphalto nas suas fendas; ao passo que a rocha côr de chocolate mostrou não só asphalto, como tambem oleo pesado que se desprendia da rocha com effervescencia, quando esta era submettida á acção do calor.

Em um pedaço de quartzo, quasi hyalino, encontramos uma cavidade cheia de asphalto.

Tendo feito excavações em diversos logares e descido, de alto a baixo, todas as sangas e ribeirões que nascem na serra, chegamos á conclusão de que o arenito não forma camada continua; provavelmente a camada pouco espessa foi quebrada e levada a niveis diferentes durante a época da erupção das prophyritas. O estudo de parte destas rochas, feito pelo Dr. Gonzaga de Campos, levou-o á conclusão de que a occorrença de petroleo fica nos sedimentos no contacto e tambem nas eruptivas no contacto, onde ellas estão completamente modificadas por endomorphose.

Estes indicios de petroleo da serra da Balisa são indubitavelmente os mais importantes conhecidos no sul do Brasil, pois até agora maior parte dellas consta de impregnações encontradas nas camadas argilosas e calcareas do grupo Iraty ou de asphalto

ou suas variedades em diversos pontos do Paraná, S. Paulo e Santa Catharina.

Tambem existem rochas de horizontes superiores ao grupo Iraty, que têm cheiro de petroleo. Uma destas occurrencias foi encontrada no Estado de S. Paulo, em S. Pedro, pelo Dr. Gonzaga de Campos, que teve a gentileza de nos mostrar alguns exemplares. Mas nenhuma dessas rochas *revela immediatamente petroleo, quando quebradas*, como as da serra da Balisa. Devido á natureza das rochas da região, não é aconselhavel proceder-se aqui a sondagens para pesquisas de petroleo; pensamos que será de toda conveniencia fazer um estudo mais minucioso da região rebentando a rocha methodicamente de alto a baixo da serra, assim de se conhecer melhor o modo de occurrencia do mineral e obter orientação para sondagens; ao mesmo tempo deve-se desenvolver o reconhecimento até a barra do Jangada porque, si ocorrerem indicios de petroleo no valle do Iguassú, será muito mais facil o serviço de sondagens.

Até hoje todas as manifestações petrolíferas que conhecemos acham-se em camadas pertencentes ao grupo Iraty ou superiores a elle.

Nenhum indicio de petroleo temos visto nas series subjacentes, Tubarão e Itararé (terreno permiano), nem tão pouco no terreno devoniano, salvo uma ligeira impregnação no tope dos folhelhos fossilíferos de Ponta Grossa (em Ponta Grossa e nos córtices do ramal de Jacarézinho, na subida de Jaguariahyva para os campos). Portanto é possivel que os horizontes petrolíferos do sul do Brasil sejam encontrados no grupo Iraty ou em camadas que estão superpostas a este grupo. Donde se conclue que não é absolutamente acertado começar as sondagens para petroleo no horizonte do grupo Iraty ou abaixo d'elle. As sondagens para este fim devem ser localizadas em horizontes geologicos superiores ao do grupo Iraty.

Certo é que, no perfil da sondagem do Bofete, registrado no relatório do Dr. White (1, pag. 34), encontramos o n. 17 como horizonte petrolífero, abaixo das camadas do grupo Iraty. Mas é muito possivel que o oleo pesado dado como proveniente deste horizonte, seja originado do grupo Iraty, cujas rochas só depois de quebradas ou perfuradas e passado um certo tempo é que deixam sahir o oleo que ordinariamente contém, havendo mesmo casos em que o oleo só se desprende submettendo-se as rochas á acção do calor.

Além dos estudos a fazer na região do Jangada, pensamos que seria vantajoso executar uma sondagem na Colonia Rio Claro, onde já ha tempos verificamos a existencia de veios de albertite, que atravessam as camadas da Estrada Nova e Rio do Rasto, perto de seu contacto. Albertite, um dos melhores indicios de petroleo do sul do Brasil, é o resultado da oxydção incompleta do petroleo, como prova o seguinte trecho de um trabalho do Dr. White (7, pag. 62).

« That this was the origin Grahamite, Albertite, Uintaite, or Gilonite, is certain, since recent drilling near the Ritchie Mine in West Virginia has revealed a productive oil sand (Salt Sand) at 1.500 feet below the valley, and what is most significant is the fact that only a little oil is found in the underlying sand until the wells are located from 500 to 800 feet distant from the fissure, thus showing that the rock has been *drained* in the immediate vicinity of the latte latter ».

A' pag. 441 deste mesmo trabalho encontramos o seguinte trecho:

« Record of a well drilled within 300 feet of the Ritchie Mine (fissure holding grahamite) on Macfarlan run, was published in vol. I, pages 308-9.

In this well only a small quantity of oil was found. This *Sand* was good but the « well acted as though the san been drained » Other wells drilled farther away the fissure however, secured good producing sand as shown by the following records. »

Portanto, uma sondagem para petroleo na região do asphalto do Rio Claro tem inteiro cabimento e deve ser localisada um tanto afastada das veias de albertite, afim de evitar que o furo atravesse as fendas pelas quaes se escoou o petroleo.

Tambem em S. Paulo convém fazer nova sondagem para petroleo na região do Bofete. O proprio Dr. White era desta opinião, antes de formular as suas conclusões baseadas, como já provamos (2), em observações falsas feitas na região de Iraty.

Em um relatorio do Dr. White (8, pag. 3.988) encontramos as seguintes considerações a respeito da sondagem procedida ha tempos no Bofete :

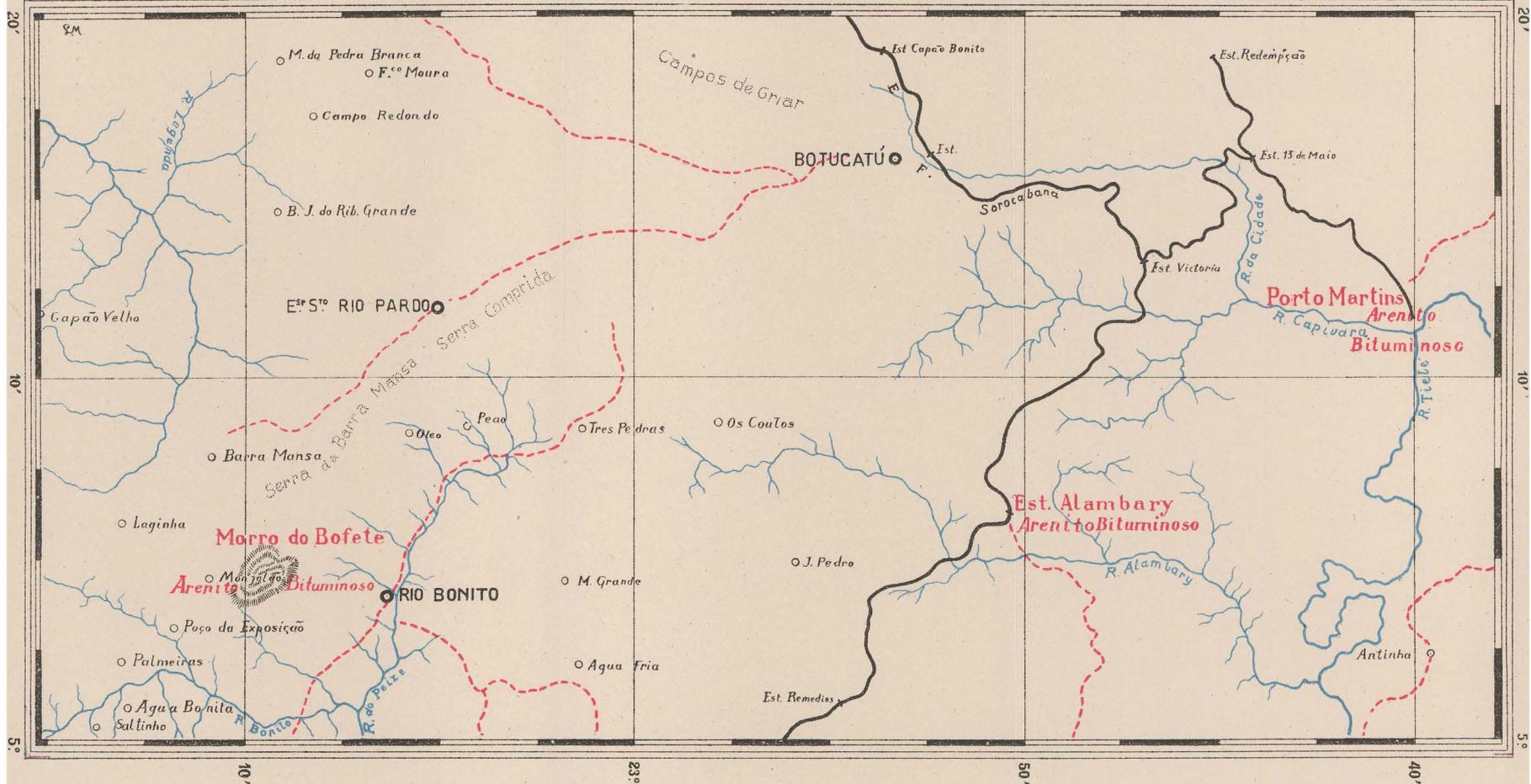
« Quando tive conhecimento que em uma sondagem perto do rio Bonito, em S. Paulo, tinha sido achado algum petroleo genuino não fiquei surprehendido ; mas como a sondagem foi feita perto de uma fenda das rochas, que permittiu grande quantidade de petroleo escapar-se para a superficie e saturar o grez superficial com os seus

resíduos (asfalto etc.) nenhum petróleo poderia, razoavelmente, ser encontrado em quantidade commercial nesta sondagem.

O poço deveria ser perfurado longe da fenda, onde o derrame da rocha cruptiva não tivesse exgottado os depositos da rocha subjacente ».

Estas considerações e nossos actuaes conhecimentos das jazidas petrolíferas são sufficientes para aconselhamos uma nova sondagem para petróleo nesta região.

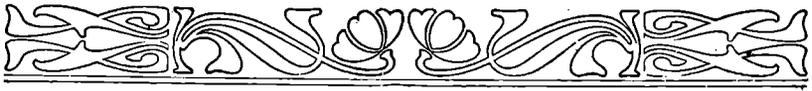
SERVIÇO GEOLOGICO E MINERALOGICO DO BRASIL



ARENITOS BITUMINOSOS DO ESTADO DE S. PAULO

PELO GEOLOGO

Euzebio Paulo de Oliveira



ARENITOS BITUMINOSOS DO ESTADO DE S. PAULO

Desde os tempos imperiaes que existe em S. Paulo um serviço publico encarregado do levantamento da carta geographica e do estudo da constituição geologica do seu territorio. Já ha alguns annos que o esboço da estrutura geologica está conhecido pelos trabalhos de Orville Derby, Gonzaga de Campos, Paula Oliveira, G. Florence e Joviniano Pacheco.

Para o fim que temos agora em vista, ha unicamente interesse em estudar com certa minucia os grupos rochosos em que tem sido verificada a occorrença de substancias bituminosas. Estas apresentam-se em affloramentos notaveis no terreno permiano, no horizonte dos folhelhos e calcareos de Piracicaba, cujas rochas, quando em fractura fresca, têm um pronunciado cheiro bituminoso e geram petroleo quando submetidas á distillação destructiva pela acção do calor. Em certas pedreiras de calcareos tem apparecido, nas juntas e nos leitos de estratificação dessas rochas, uma certa quantidade de oleo pesado escuro que exsuda naturalmente dellas. A area de occorrença destas rochas bituminosas é bastante extensa e já foi descripta nos trabalhos dos Drs. Gonzaga de Campos e Paula Oliveira. Segundo os relatorios desses geologos, existem affloramentos de taes rochas em Rio Claro, Piracicaba, rio Tieté, Itapetininga, serra do Espirito Santo e Santo Antonio do Avaré e nós mesmo verificamos uma bella exposição dellas na face oriental da serra da Fartura, entre a villa desse nome e Itaporanga. Das rochas constituintes do grupo Piracicaba, são os folhelhos os que têm maior importancia industrial, não só pela abundancia como tambem pela sua maior riqueza em materia bituminosa. E' sabido que, sujeitos á distillação em vaso fechado, geram petroleo, agua ammoniacal e gazes permanentes,

ficando um residuo solido, sem valor, constituído quasi exclusivamente de materia argillosa com 1 a 2% de carbono. Devido porém ao teor relativamente baixo em petroleo esses folhelhos não foram até hoje sujeitos a nenhum tratamento industrial, mas o serão futuramente, quando o povoamento do Estado trazer, como consequencia, maior desenvolvimento das zonas em que existem taes rochas bituminosas, que poderão no começo ser então distilladas para o consumo local.

No valle do rio Parahyba, e especialmente no municipio de Tremembé, são encontradas rochas contendo substancias bituminosas, originadas por processo identico ao que produziu a impregnação das de Piracicaba. Diferem, porém, destas pela sua idade que é a terciaria e pela muito maior riqueza em substancias petrolíferas. Já foram feitas diversas tentativas para exploração industrial dos folhelhos bituminosos de Tremembé, e a crise de combustivel provocada pelo estado de guerra mundial, originou maior desenvolvimento na exploração dessa substancia, existindo em actividade, em Tremembé, uma usina de distillação dos folhelhos e estando a companhia de gaz e as fabricas de vidro do Estado de S. Paulo utilizando-se dessas rochas para a extracção dos gazes combustiveis permanentes e de petroleo.

As rochas de Piracicaba e Tremembé têm a desvantagem de não conterem petroleo livre e de exigirem a distillação destructiva das suas substancias bituminosas, afim de se obter o petroleo e os gazes permanentes.

O outro grupo de rochas do terreno permiano, que tambem contem substancias bituminosas, é o arenito de Pyramboia, mais conhecido pelos geologos pela denominação de camadas vermelhas, denominação esta que lembra a côr predominante. A substancia bituminosa deste grupo existe em deposito secundario, isto é, penetrou nas rochas posteriormente á deposição dellas, ao passo que a das rochas do grupo Piracicaba formou-se no mesmo tempo em que ellas se iam constituindo. Donde se conclue que neste caso a substancia bituminosa poderá ser encontrada em grandes áreas, ao passo que no outro, somente nas zonas em que a permeabilidade das rochas e outras condições forem favoraveis á impregnação, é que é possivel encontrar taes substancias bituminosas. Uma outra conclusão, obtida pelo estudo local das occurrencias, é que no caso de rochas que contêm substancias bituminosas contemporaneas de sua formação, o teor dellas em bitume é de ordinario muito constante em grandes áreas, ao passo que no caso de deposito secun-

dario a impregnação é bastante variada e depende muito da permeabilidade da rocha.

O estado de guerra mundial produziu uma enorme escassez de combustível que se fez sentir especialmente nas industrias que utilizavam os motores de explosão que exigem o uso de combustível liquido de que não existia nenhuma jazida em exploração no paiz. Em consequencia, foram iniciadas algumas pesquisas para descoberta de jazida de petroleo como a sondagem executada no Rio Claro, com sonda emprestada pelo Serviço Geologico, e montaram-se usinas para a distillação dos arenitos bituminosos de Porto Martins, na margem do rio Tietê.

No Estado de S. Paulo são conhecidos tambem arenitos impregnados de material asphaltico na região do Bofete, onde ha muito tempo executaram uma sondagem que attingiu a 410 metros de profundidade e encontrou uma pequena quantidade de petroleo a 365 metros.

O valor commercial destes arenitos depende muito das condições economicas dos mercados e do fim a que são destinados — calçamento de ruas ou distillação de oleo.

Os tres pontos acima indicados apresentam as camadas de arenitos impregnados de asphalto com espessura commercial e o material visivel é sufficiente para o inicio da exploração industrial. Alguns dos affloramentos representam porções de depositos que têm sem duvida valor commercial ; mas ha outros em que a porção de asphalto é insufficiente para uma exploração remuneradora. Os dados que se seguem relativos aos affloramentos, bem como ás espessuras das camadas e da capa esteril são baseados em observações superficiaes e em ligeiros cortes, devendo ser completados pelo estudo minucioso das camadas petroliferas e por sondagens que indiquem a espessura da capa esteril e do minerio afim de bem orientar o explorador. Os arenitos bituminosos de Alambary, Porto Martins e Bofete apresentam-se tão friaveis nos seus affloramentos que podem ser considerados como arcia impregnada de asphalto ; mas fóra da acção das intemperies, são bastante resistentes e num projecto de exploração devem ser considerados como rocha embora não muito dura. O estudo geologico desses districtos nos indica que o asphalto é de origem secundaria e existiu originalmente em uma matriz situada em horizonte geologico inferior ao de Pyramboia. Tem-se verificado que esses depositos impregnados de asphalto acham-se sempre nas proximidades de diques de rochas eruptivas—diabasc—sendo a impregnação mais abundante perto dos diques e diminuindo á medida

que delles se afasta. Parece certo que o petroleo veio de camadas profundas, por intermedio das fendas que se abriram na crosta terrestre na epocha triassica, e foram posteriormente cheias pelas rochas eruptivas. Si o petroleo já existia livre na matriz e subiu pelas fendas até as camadas porosas para impregnal-as, ou si o calor da rocha eruptiva foi a causa da libertação do petroleo pela distillação destructiva da substancia carbonacea das rochas bituminosas, não se têm ainda elementos para affirmar.

A natureza do petroleo que originou o asphalto contribuiu para variações no seu character physico e na sua composição chimica, variações que nos dão a conhecer as possibilidades de sua utilização industrial.

Assim é que uma areia bituminosa para ser empregada em calçamentos deve possuir uma certa granulação e uma porcentagem conveniente de asphalto. E' sempre possivel dar ás areias a granulação exigida pela pratica, quer pelo addicionamento de uma certa porção de areia de granulação adequada, quer pelo emprego de areias bituminosas provenientes de jazidas diferentes, que pela mistura intima dê uma areia de proporções apropriadas. O character e a espessura da capa esteril deve ser determinada nos diversos affloramentos utilizando-se de boas plantas com curvas de nivel, afim de cubar o esteril. As camadas bituminosas podem ser consideradas horizontaes na extensão em que de ordinario são exploradas. Sendo pouco espessa a capa esteril, que é commumente formada de arenito molle, areia e terra vegetal, pôde ser facilmente removida e a jazida preparada para a exploração a céu aberto. Como já dissemos, a proporção do conteudo bituminoso diminue á medida que se afasta dos diques eruptivos até tornar-se praticamente nulla a uma distancia variavel com o gráo de porosidade da rocha. Dentro de certos limites, a intensidade da impregnação depende da granulação do arenito. As camadas moderadamente compactas e de granulação media são de ordinario as mais ricas em asphalto; enquanto que as de granulação fina difficultam ou mesmo impedem a penetração da substancia petrolifera. Tambem influe bastante o estado de rolamento dos grãos de areia constituintes do arenito. As argillas impedem quasi totalmente a penetração do asphalto. Apesar destas circumstancias, é possivel comtudo encontrarem-se camadas de arenito bituminoso que apresentam composição chimica e character physico uniformes em grandos áreas.

Quando as analyses revelam que a proporção de asphalto de uma areia é inferior á exigida na mistura padrão, pôde-se obter o teor apropriado ajuntando-lhe areia bituminosa de alto teor.

Alguns asphaltes produzem maior quantidade de oleos leves do que outros e exigem por isso aquecimento mais demorado.

As areias bituminosas contêm proporções variaveis de bitume ; um teor de 10 % é considerado bom.

O arenito bituminoso do Bofete foi analysado pelo professor Hite do Serviço Geologico da Virginia Occidental que obteve o seguinte resultado :

A rocha é um arenito impregnado de asphalto.

| | |
|--|---------|
| Petroleno | 9,82 |
| Asphaleno | 3,18 |
| Materia organica não bituminosa. | 3,54 |
| Cinzas (a maior parte areia) | 83,46 |
| | <hr/> |
| | 100,00 |
| | <hr/> |
| Enxofre | 5,20 % |
| Azoto | 0,51 % |
| C. fixo | 13,00 % |
| Perda ao seccar a 50°. | 0,25 % |

Amostra deste material analysada no Laboratorio de Ensaios de Nova York pelo Sr. C. N. Forrest, deu o seguinte resultado :

| | |
|----------------------------------|--------|
| Bitume | 9,8 % |
| Passando por malha 200 | 9,2 % |
| » » » 100 | 12,0 % |
| » » » 80 | 26,0 % |
| » » » 5 | 43,9 % |

Bitume extrahido penetra 12° — machina Bowen.

Bitume solúvel em naphtha de 80°, temperatura de ar, 54 %.

Carbono fixo, 13 %.

Os asphaltes sobre a acção dos dissolventes dão tres substancias de natureza complexa que foram denominadas por Boussingoult e outros chimicos, petroleno, asphaleno e retina. Os caracteristicos destes compostos de accordo com os nossos conhecimentos actuaes são os seguintes :

Petroleno é o composto que dá viscosidade ao asphalto ; é a porção do asphalto que é solúvel no ether de petroleo ; é mais leve

que a agua, muito combustivel, tem elevado ponto de ebulição, cõr pallida-amarella e cheiro peculiar. Dissolvido no ether de petroleo e evaporada a solução fica como residuo uma resina com cõr preta-parda, que dissolve facilmente nos oleos volateis; sua composição é carbono, hydrogenio e enxofre. A quantidade presente no asphalto é variavel, indo de 3-80 % do peso do asphalto. E' sabido que o asphalto proprio para calçadas, deve conter ao menos 70 % de petroloeno.

Asphalteno é o composto que dá dureza ao asphalto. Contém os elementos de petroloeno, com um pouco de oxygenio e resulta da oxydação do petroloeno. E' a porção do bitume insolúvel no ether.

Dissolvido pelo bisulfureto de carbono, chloroformio e benzina. Cõr preta brilhante. Densidade maior que a da agua; queima como as resinas, deixando mais coke. E' composto de carbono, oxygenio e hydrogenio. A sua proporção nos asphaltos varia de 1 a 60 %.

Retina é a porção do asphalto que se dissolve no alcool e não é soluvel nos outros dissolventes. E' uma resina amarella composta de carbono, hydrogenio e enxofre. Sua acção sobre o asphalto é desconhecida. Alguns chimicos pensam que é nociva.

O arenito de Alambary é semelhante ao de Bofete e afflora em duas localidades distantes de cerca de um kilometro, uma da outra, apresentando espessura superior a dous metros. A amostra que colhemos passada em malhas deu o seguinte resultado:

| | |
|-------------------------------|------|
| Passando em malha de 20 . . . | Tudo |
| » » » » 40 . . . | 92,5 |
| » » » » 50 . . . | 7,5 |
| » » » » 100 . . . | 4,4 |

Ou então :

| | |
|---------------------------------|-------|
| Retido por malha de 40 . . . | 7,5 |
| » » » » 50 . . . | 85,0 |
| » » » » 100 . . . | 3,2 |
| Passando por malha de 100 . . . | 4,3 |
| | 100,0 |

Considerando-se na analyse precedente do professor Hite que os tres constituintes petroloeno, asphalteno e materia organica não bituminosa, são unicamente do asphalto e desprezando-se a proporção de cinza do asphalto, que as analyses mostram não ultrapassar de 3 %, temos a

seguinte composição centesimal approximada para o asphalto livre da materia mineral :

| | |
|-------------------------------------|-------|
| Petroleno | 59,4 |
| Asphalteno | 19,2 |
| Materia organica não bituminosa . . | 21,4 |
| | <hr/> |
| | 100,0 |
| | <hr/> |

Resulta que contendo o asphalto menos de 70 % de petroleno é impróprio para calçamentos por não fazer liga com os materiaes esotericis. Esta deficiencia de asphalteno poderá ser preenchida addicionando-se ao material brasileiro asphaltos ricos em petroleno, como os da Trindade.

Os arenitos bituminosos quebram facilmente com uma ligeira pancada. Para empregal-os na industria é necessario reduzil-os a pó e mistural-os intimamente. O calor é o melhor agente para fazer a mistura. O arenito como é extrahido da pedreira em geral não tem a composição mais apropriada para um calçamento duravel. Contém quasi todos os ingredientes necessarios para um calçamento, mas não nas proporções adequadas. A mistura mais satisfactoria de asphalto e mineral agglutinante para calçamentos foi determinada por numerosos ensaios e pôde ser fixada de modo seguinte quando se trata de um lençol de asphalto :

| | |
|--|--------|
| Asphalto soluvel em bisulfureto de carbono . | 10,5 % |
| Mineral aggregado : | |
| Pó de pedra passando em tela de 200 . . . | 43,0 % |
| Areia passando em 80 e rejeitada por 200 . . | 26,0 % |
| » » » 50 » » » 80 . . | 23,5 % |
| » » » 30 » » » 50 . . | 19,0 % |
| » » » 20 » » » 30 . . | 5,0 % |
| » » » 10 » » » 20 . . | 3,0 % |

Nesta mistura o vasió fica reduzido ao minimo e a massa do lençol do asphalto é a mais compacta possivel. Comtudo, como a natureza do asphalto é variavel e influe na liga, convem deixar uma certa margem para se obter a mistura mais apropriada. O asphalto deve ser ductil, coherente e adhesivo na temperatura ordinaria. O methodo de distillação do asphalto tem grande influencia sobre as suas qualidades. Quando distillado sob calor lento e temperatura mo-

derada, as suas qualidades são vantajosas quando usado nos calçamentos; um alto gráo de calor altera os hydrocarburetos, produzindo um excesso de asphalteno.

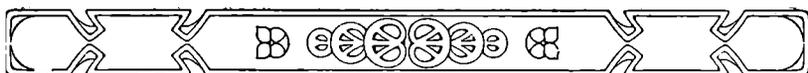
Certos arenitos ricos de bitume são utilizados para extracção dos oleos que contêm. Outr'ora fazia-se essa extracção utilizando-se de um dissolvente, ordinariamente o bisulphureto de carbono ou as naphtas.

O bisulfureto de carbono além de ser uma substancia relativamente cara, tem ainda a desvantagem de ser nocivo á saúde dos operarios por causa da sua volatibilidade; além disso, os seus vapores provocam explosões e é impossível recuperal-o totalmente do bitume extrahido, de sorte que as perdas podem attingir a 15 %. Por isso os industriaes abandonaram o uso dos dissolventes compostos de carbono e actualmente empregam com algum successo a agua quente e o vapor d'agua, mas só obtêm 60 % do bitume existente na rocha.

* * *

Até aqui temos tratado das applicações industriaes dos arenitos bituminosos. A occorrecia destas rochas talvez nos conduzirá a uma das mais uteis descobertas para o rapido desenvolvimento das industrias brasileiras.

Taes rochas bituminosas são um dos melhores indicios da provavel existencia de profúndos e valiosos lençoes de petroleo no estado de S. Paulo e não só o governo como os industriaes devem empregar todos os esforços para tornar real essa possibilidade. Para isso são necessarias muitas sondagens; em Alambary uma poderosa firma do Rio de Janeiro iniciou profunda sondagem para petroleo com machinismos fornecidos pelo Serviço Geologico, sendo de esperar que outras firmas procedam semelhantemente.



BIBLIOGRAPHIA

I. Sobre « OS FOLHELHOS BITUMINOSOS DO ESTADO DE ALAGOAS ».

Geologia pura

- 1) Derby, Orville A. — Contribuição para a Geologia do valle do rio S. Francisco.
Archivos do Museu Nacional, pags. 87-119, Rio de Janeiro — 1879.
- 2) Derby, Orville A. — The sedimentary belt of the coast of Brasil. Journ. of Geology XV, pags. 218-237, 1 map., Chicago — 1907.
- 3) Branner, John C. — Geologia elementar — 2ª edição.
Francisco Alves & Cia. — Rio de Janeiro — 1915.
- 4) Branner, John C. — Geology of the northeast coast of Brasil.
Bulletin of the Geological Society of America, vol. 13, pags. 41-98, Rochester — 1904.
- 5) Branner, John C. — The occurrence of fossil remains in the states of Pernambuco and Alagoas — Brasil.
American Journal of Science, vol. XIII, pags. 133-137, New Haven — 1902.
- 6) Van Heise and Leith — Precambrian Geology of north America.
Bulletin 360, U. S. Geological Survey — 1909.
- 7) Branner, John C. — The stone reefs of Brasil, their geological and geographical relations, with a chapter on the coral reefs.
Cambridge Mass. U. S. A. Printed for the Museum — May — 1904.
- 8) Murray, Carlota Joaquina — A contribution to the paleontology of Trinidad.
Journal Academy Natural Science, Philadelphia, XV, pags. 32-33 — 1912.
- 9) Branner, John C. — The oil bearing shales of the coast of Brasil.
Transactions American Institute Mining Eng. XXX, 537-554, New York — 1900.

- 10) Jordan, David Star — Fossil fishes from the bituminous shales at Riacho Doce, State of Alagoas, Brasil.
Annals Carnegie Museum, Vol. VII, pags. 23-24 — 1910.
- 11) Dana, J. — A text — book of Geology 3th edition — 1903.
- 12) Oliveira, Euzebio Paulo — Pesquisa de petroleo.
Annaes da Escola de Minas, n. 15, pags. 105-116.
- 13) Harth, Ch. F. — Geology and physical geography of Brasil, pag. 620, Boston — 1870.
- 14) Greley, B. W. — Notes on the corals collected on the northeast coast of Brasil.
Annexo ao n. 7 desta bibliographia.

Geologia economica

- 1) Hamor, W. A. — The technology of the scottish shale oil industry.
Bulletin n. 55, Canadá Geological Survey, pags. 37-57, 1909 — Ottawa — Governement Printing Bureau.
- 2) Ells, R. W. — Geological position and character of the oil shale deposits of Canadá.
Bulletin n. 1.107 — Ottawa — Governement Printing Bureau — 1909, pag. 75.
- 3) Winchester, Dean A. — Oil shale in northwestern Colorado and Adjacent States.
Bulletin n. 641 F — Unites States Geological Survey.
- 4) Woolruff E. G. and Day, David T. — Oil shale northwestern Colorado and northeast Utah.
Bulletin n. 581 A — Unites States Geological Survey.
- 5) Steuart, D. R. — The shale oil industry of Scotland.
Economic Geology — vol. III, Oct., Nov. — 1908 — n. 7.
- 6) Redwood, Sir Boverton — A treatise of petroleum.
- 7) Baskerville, Prof. Chas. — Economic possibilities of American oil Shales.
Engineering and Mining Journal — July 24, 1909, pags. 149-154; July 31, 1909, pags. 195-199.

Geologia pura e economica

II. Sobre « REGIÃO DE MARAHU' »

- 1) Campos, Luiz F. Gonzaga — Reconhecimento geologico e estudo de substancias bituminosas, na bacia do rio Marahú, Estado da Bahia. S. Paulo, 21, pag. 1902, com um mappa geologico.
- 2) Williamson, Miller and Robertson — Report upon the properties belonging to the « Extrativa Mineral Cy of Brasil » and « The sul Bahiana Cy » — London, 1915 — Civil and Mining Engineers.