

OPORTA

PROVINCIA DE MOÇAMBIQUE

BOLETIM

DOS

SERVIÇOS DE INDÚSTRIA E GEOLOGIA

N.º 15


SÉRIE DE GEOLOGIA E MINAS

MEMÓRIAS E COMUNICAÇÕES



1955

IMPRESA NACIONAL DE MOÇAMBIQUE
LOURENÇO MARQUES



É este o primeiro boletim publicado depois do falecimento do Chefe dos Serviços de Indústria e Geologia, engenheiro de minas Alexandre Borges, geólogo dos mais distintos nascidos em terra portuguesa e que ao Ultramar dedicou toda a sua vida.


Angola, Índia Portuguesa e, principalmente, Moçambique, que durante quase um quarto de século palmilhou de sul a norte, devem-lhe muito no conhecimento do seu subsolo.

Em próximo número do boletim dedicado inteiramente à memória do engenheiro Alexandre Borges, e já superiormente autorizado, serão publicados alguns dos seus trabalhos inéditos, mas não quer quem, por dever do cargo, redige estas apressadas linhas e o teve por primeiro mestre na vida colonial, deixar de registar, já, um sentido preito de homenagem e saudade ao que foi cientista respeitado, chefe estimado e homem bom.

Luiz Marques, Maio de 1955.

A. RAMALHO CORREIA

Chefe, substituto, dos Serviços de Indústria e Geologia



Abastecimento de água

à Estação de Transmissão

DO

Caminho de Ferro do Vale do Limpopo

Fronteira com a Rodésia — marco 14

CONDIÇÕES HIDROGEOLÓGICAS

ERRATA

Na pág. 32, na 5.^a linha, onde se lê: «grés siliciosos», deve ler-se: «grés calco-siliciosos».
Na mesma página, na 8.^a linha, onde se lê: «os grés tornam-se porosos», deve ler-se:
«os grés tornam-se mais permeáveis».

PREFÁCIO

O assunto deste Boletim constituiu matéria de relatório apresentado à Direcção dos Serviços dos Portos, Caminhos de Ferro e Transportes, visto o estudo hidrogeológico a que se refere ter sido feito a seu pedido.

A presente publicação não visa portanto informar aquela Direcção, antes se destina aos colegas que tenham de resolver problemas de águas nas mesmas formações geológicas e, ainda, a preencher lacuna que parece importante para o público em Moçambique: dar ideia de como devem ser encarados os problemas de águas subterrâneas, à base de certo conjunto de elementos de trabalho.

A base geográfica foi colhida de mosaico aerofotogramétrico levantado e executado pela Brigada Aérea da Missão Geográfica de Moçambique.

I

ESTUDO PRELIMINAR

POR

FERNANDO FREITAS
ENGENHEIRO DE MINAS (I. S. T.)

Introdução

Posição do problema

O problema do abastecimento de água ao caminho de ferro do Limpopo foi posto pela Divisão de Estudos e Construção da Direcção dos Serviços dos Portos, Caminhos de Ferro e Transportes, nos seguintes termos: «A localização exacta da estação de transmissão da linha actualmente em construção do Guijá à fronteira da Rodésia do Sul está dependente da possibilidade de obtenção de água para abastecimento de locomotivas e da estação e povoação que será necessário estabelecer . . . As necessidades que se prevêem são de 800 m³ de água diários . . . Se nesse local, ou noutro próximo, não se conseguir obter caudal suficiente, terá de se proceder a pesquisas na região, inclusivamente no rio Nuanetze».

Entende-se, portanto, que só depois de esgotadas as possibilidades em águas subterrâneas a distância que as torne mais economicamente exploráveis e transportáveis é que se irá para a solução de as ir buscar ao rio Nuanetze.

Entende-se ainda que o traçado é definitivo e que portanto não se modificará em sentido de se aproximar do caudal de que necessita.

Localização e meios de acesso

Pretende-se que a estação de transmissão fique tão perto quanto possível da fronteira, no marco 14, situado 55 km, por estrada, a nordeste de Domela (margem esquerda do Limpopo).

Os meios de acesso ao marco 14 são actualmente os seguintes:

- 1) Vindo do Caniçado até ao Mapai; daqui podem seguir-se três caminhos: via Pafúri e depois estrada ao longo da fronteira; via Chicualacuála até Domela e depois a mesma estrada; via picada do caminho de ferro, que se encontra 19 km a caminho da Maxafla;
- 2) Via Transval até ao Pafúri Inglês, que dista cerca de 2,5 km do português, e depois estrada da fronteira;
- 3) Via Rodésia do Sul até à povoação Spraeager, e depois ainda pela mesma estrada da fronteira.

No tempo seco qualquer destas vias de acesso é boa, no sentido de que se chega sempre ao destino. Com as chuvas, enchendo o Limpopo e o Nuanetze, não se pode fazer uso das estradas do Pafúri e Chicualacuála. Restam portanto as vias Caniçado-Mapai-estrada da Maxafla-picada do caminho de ferro, e Beitbridge-Nuanetzi-Spraeager-estrada da fronteira. Ainda assim será necessário esperar uns dias de sol, após chuvadas fortes, para se poder passar por estas últimas.

Geografia

A região apresenta o aspecto duma planície, com alguns planaltos de cota pouco elevada.

Assim, partindo do rio Limpopo para nordeste, pela estrada que segue ao longo da fronteira, passa-se da cota 200 à 275 m ao fim de cerca de 5 km; depois a subida torna-se mais forte até próximo do marco 4, de cota 333 m, situado sobre uma escarpa orientada NO-SE e de 15 a 20 m de altura. Deste marco desce-se suavemente para o Nuanetze (cota 207 m) depois de se atravessar um pequeno planalto. Do Nuanetze para o marco 14 sobe-se à cota 372 m ao fim de 22 km; aqui há uma escarpa paralela à anterior, de 30 m de desnível, que limita um planalto, sobre o qual se sobe muito suavemente até ao marco 14 (veja cortes A-B e C-D).

A região é cortada pelo Limpopo e seus afluentes da margem esquerda: o Nuanetze, entre o Limpopo e o marco 14, e o Chefu, 25 km para nordeste do mesmo marco, são os principais. Correm todos para sudeste.

Geomorfologia

Afloram na região dois grupos de rochas:

- a) Basaltos, que ocupam pequena extensão em ambas as margens do Limpopo;
- b) Rochas sedimentares detríticas — grés e conglomerados —, assentando sobre os anteriores.

Os basaltos constituem planície com alguns picos de pequena altitude, dão origem a solos negros ou castanhos muito escuros, quando secos, e são bastante impermeáveis.

As áreas cobertas pelas formações sedimentares apresentam aspecto completamente diferente. São em socacos, com pequenos planaltos limitados por escarpas; a drenagem superficial é fraca por os terrenos serem permeáveis; e os rios principais há muito que abriram os seus vales, pois a erosão lateral avançou bastante.

Os planaltos são devidos à existência de camadas gresosas mais resistentes à erosão que as super e subjacentes, de forma que constituem planícies estruturais. As linhas de água, sobre estes planaltos, atingiram estado avançado de maturidade, considerando o nível de base definido pelas camadas que provocam o escarpado: isto é-nos revelado pela existência de leitos largos e mal definidos e pelas ondulações suaves do terreno.

As linhas de água abaixo das escarpas têm perfil característico destas regiões sedimentares de camadas pouco inclinadas; gradiente elevado junto à escarpa e próximo, a jusante, gradiente muitíssimo mais baixo.

Clima

Os *Anuários Estatísticos* de 1947 a 1950 fornecem elementos climatológicos, interessantes sob o ponto de vista da sua influência nas reservas de águas subterrâneas.

O quadro da p. 13, com os elementos no Pafúri, e em que os referentes a Lourenço Marques estão entre parêntesis e servem de termo de comparação, diz-nos o seguinte:

1.º A temperatura média anual é bastante elevada e anda por 3-4º mais que em Lourenço Marques;

2.º A mínima média é pouco mais baixa que aqui, donde resulta que a máxima média é bastante mais elevada (cerca de 5º). É portanto clima de maiores extremos, o que pode ver-se ainda pelos valores dos máximos e dos mínimos absolutos;

3.º A humidade relativa média anual apresenta valores bastante baixos — 10-20 por cento menos que em Lourenço Marques;

4.º A pluviosidade é bastante baixa, provavelmente devido à regularidade do vento nordeste.

As características apontadas (clima quente, seco e pouco chuvoso), aliadas a regime torrencial, são pouco propícias a elevadas percentagens de infiltração. No entanto este inconveniente é compensado pela natureza das formações sedimentares, que dão origem a solos bastante permeáveis.

Todos os factores concorrem para a aridez do terreno, que é coberto de vegetação de porte fraco, adensando-se somente próximo das linhas de água e dos depósitos de vertente das escarpas, onde se conserva por mais tempo uma certa humidade e onde há pequenas nascentes temporárias.

Trabalhos hidrogeológicos prévios

Não são conhecidos quaisquer trabalhos hidrogeológicos a respeito da região. Não há assim possibilidades de previsão com algum rigor no que diz respeito a estruturas, permeabilidades, camadas aquíferas, qualidades de água, caudais, artesianismo, etc.

A sua geologia está somente conhecida em traços muito gerais, o que é alguma coisa, mas muito pouco. O terreno, como veremos adiante, também se presta muito mal à colheita de dados de superfície.

Os elementos sobre a geologia que conseguimos reunir foram os dos relatórios semestrais da Mozambique Gulf Oil Company e os dos «Depósitos Conglomeráticos do Alto Limpopo», do engenheiro Alexandre Borges.

Do território vizinho unicamente possuímos o Geological Map of Southern Rhodesia de 1936, que na região contígua à que estudámos não põe qualquer cor e tem escrito o seguinte: «calhaus rolados assentando sobre conglomerados e grés possivelmente de idade jurássica ou cretácica». Os basaltos, no mesmo mapa, vão ao longo da margem direita do rio Nuanetze até à confluência do Tshikambedzi. Esta é outra imprecisão do mapa no que diz respeito ao contacto dos basaltos com as formações sedimentares, junto à nossa fronteira; este contacto está entre o Nuanetze e o Limpopo, num ponto que pode ser visto no mapa que apresentamos.

As formações sedimentares cretácicas — presume-se pelo mapa — continuarão contactando com os basaltos ao longo do rio Tshingwesi até à sua confluência com o Lundi, para depois passarem a contactar com granitos e gneísses, ao longo deste para jusante.

A única indicação prática que conseguimos na região sobre águas subterrâneas foi-nos dada por um poço que estava na altura a ser aberto em Spraeper. Este poço cortou grés grosseiros um pouco ferruginosos e aquíferos, a cerca de 18 m de profundidade; estava a dar 9 m³/24h e o proprietário tinha começado a abrir uma galeria para tentar os 16 m³/24h. Estes números não nos dizem muito acerca de caudal porque as possibilidades de o aumentar estão longe de se esgotarem. A água é potável, pelas boas qualidades filtrantes da camada, mas bastante salobra.

Na povoação Chirotera, junto à fronteira (marco 13), o Governo da Rodésia abriu um poço para os indígenas, que foi impossível visitar.

Designação	1950	1949	1948	1947
Temperatura do ar em graus Celsius:				
Média	25,2 (22,30)	25,5 (22,2)	25,6 (22,61)	26,9 (22,58)
Máxima média	32,2 (27,51)	32,7 (27,32)	32,4 (28,32)	33,7 (28,15)
Mínima média	17,2 (18,03)	16,3 (18,22)	17,1 (18,11)	18,6 (18,18)
Máxima absoluta	42,7 (39,6)	41,9 (38,8)	44,2 (44,3)	43,0 (39,0)
Mínima absoluta	4,8 (9,8)	5,0 (9,8)	4,0 (10,9)	2,0 (8,5)
Humidade relativa média ...	57,5 (77,8)	57,3 (76,7)	62,0 (72,1)	63,6 (72,4)
Chuva em milímetros:				
Total	138,4 (925,5)	241,2 (985,8)	385,9 (515,3)	147,4 (659,2)
Máxima em vinte e quatro horas	47,4 (?) em 3 de Dezembro	37,4 (?) em 1 de Fevereiro	39,0 (?) em 22 de Março	33,2 (?) em 28 de Dezembro
Número de dias de chuva	24 (?)	24 (?)	39 (?)	17 (?)
Vento predominante	NE (ENE)	NE (S)	NE (ENE)	NE (SSW)

Petrografia

Não nos detivemos em estudos petrográficos pormenorizados por isso não ter interesse imediato para o nosso problema. Procurámos com mais interesse a observação daquelas propriedades úteis na pesquisa de águas.

Basaltos

O que têm de mais interessante para nós é que se apresentam bastante alterados e portanto em condições de reterem as águas que circulam nas camadas que assentam sobre eles.

Conglomerados

São de composição e dimensão de calhaus muito diferentes. Junto ao contacto com os basaltos, os calhaus chegam a ter 30-40 cm de diâmetro, mas noutros pontos vão a 2-3 cm.

Os calhaus são dos mais variados tipos, desde as quartzites listradas e conglomerados dos Sistemas Primitivos, granitos e granito-gneisses, até às rochas vulcânicas mais recentes.

Em geral não é possível ver os conglomerados *in situ*, porque se desagregam dando origem a enorme quantidade de calhaus soltos que ficam no terreno, enquanto que os elementos mais finos ou solúveis vão sendo arrasados. Quando o cimento é mais resistente à meteorização, observam-se então *in situ*, geralmente greso-calcários ou muito ferruginosos.

Grés

São também de tipos diferentes. Alguns muito calcários, passando quase a calcários gresosos, apresentam-se cavernosos; outros são ferruginosos; outros muito argilosos, claros; outros siliciosos. Há transição entre grés e conglomerados, e muitas vezes pequenas lentilhas de calhaus nas camadas de grés.

Estas camadas são geralmente bastante porosas e permeáveis, mas as mais argilosas retêm bem a água, o que observámos directamente, pelo menos em dois casos, nas escarpas do marco 4 e na da coia 372 m.

Geologia

Consultando o Esboço Geológico da Província, vê-se que o traçado do caminho de ferro do Limpopo corta a fronteira sobre formações do Cretácico Superior. Estas formações são marinhas e assentam directamente sobre basaltos do Stormberg, o mais moderno representante do Sistema do Karroo.

Sabe-se que, duma maneira geral, a bordadura cretácica é constituída por «calcários gresosos ou não; grés calcários; conglomerados», e que inclina suavemente para o mar; mas tal estrutura varia localmente e, por outro lado, é preciso determinar, para cada caso concreto, a composição das camadas.

Tentámos por isso pormenorizar um pouco a geologia da região, visto possuímos base geográfica. O terreno, no entanto, oferece a grande dificuldade da falta de boas juntas de camadas e de camadas-guia. Assim, os valores das direcções e inclinações que se apresentam na planta junta são de pouca confiança, estando a inclinação certamente exagerada.

Outra grande dificuldade está na falta de bons afloramentos, que só se encontram nas escarpas. Os calhaus rolados dos conglomerados cobrem quase todo o terreno (isto é bem observável do ar) e nas escarpas há que contar com o deslocamento das camadas.

A estrada da fronteira corta quase normalmente as arestas das escarpas, e isso levou-nos a levantar um corte geológico entre o Limpopo e o marco 14 (veja cortes A-B e C-D). Este corte é esquemático, pelas razões geológicas já referidas e por razões topográficas óbvias, mas serve como primeiro guia.

Como complemento do corte daremos as seguintes sucessões:

1.ª Desde o Chirotera para baixo, em direcção ao Limpopo (corte C-D):

- Grés fino claro, calcário e silicioso, bastante cavernoso e muito tenaz (junto a uma bifurcação);
- Grés fino calcário que passa superiormente a conglomerático e depois a conglomerado de cimento ferruginoso e elementos rolados não superiores a 5 cm (na linha de água de cota 409);
- Conglomerado de cimento ferruginoso e elementos rolados que chegam a atingir 15-20 cm; para a base tem tendência a tornar-se menos grosseiro (cume da escarpa);
- Grés calcário e provavelmente silicioso, fino, claro (principal responsável pela formação da escarpa);
- Grés ferruginoso e argiloso;
- Grés claro muito argiloso.

2.^a Desde o marco 4 para baixo, em direcção ao rio Limpopo:

- Grés ferruginoso, provavelmente calcário (principal responsável pela formação da escarpa);
- Grés claro argiloso e provavelmente também calcário;
- Alternâncias de conglomerados, de calhaus de diâmetro variável que chega a atingir 30-40 cm (a sudoeste da linha de água de cota 286 m há uma camada muito argilosa). É possível que alternem grés com estes conglomerados.

Afastando-nos do marco 4 para leste, ao longo da escarpa, vemos que a camada sob o grés ferruginoso se torna muito argilosa, e podemos ver ainda a natureza lenticular das camadas, a este nível.

No nosso mapa, para não o sobrecarregar, apenas pusemos as convenções junto ao contacto.

Estrutura

Como se disse, o terreno não permitiu a colheita de elementos estruturais de confiança. No entanto, bom número de leituras dão indicação de que as camadas se orientam um pouco para nordeste e inclinam fracamente para sudeste. Em alguns pontos, fracas inclinações para norte permitem admitir a possibilidade de pequenas plicaturas.

Os pendores são pouco mais fortes junto ao contacto com os basaltos.

Na escarpa do marco 4, nos troços mais calcários da camada de grés, encontrámos dois sistemas de litoclases orientados:

- N-43°-E (fortemente inclinadas para NO);
- N-85°-O (fortemente inclinadas para N).

Com estes elementos não é possível fazer cálculos estruturais: determinação de contactos, profundidades, etc.

Não se encontraram sinais de falhas.

Hidrogeologia

As formações sedimentares da região são, duma maneira geral, bastante permeáveis. A água circulará nelas conforme as suas características litológicas, através de poros e pequenas fracturas, ou ao longo de litoclastes e pequenas cavernas. Alguns grés terão propriedades filtrantes bastante boas, podendo fornecer águas potáveis.

Há camadas suficientemente argilosas para permitirem a acumulação de reservas importantes.

Os depósitos de vertente, sendo desenvolvidos, terão alguma água, o mesmo se podendo dizer dos outros depósitos superficiais, mas o seu aproveitamento depende da natureza da camada que tenham por baixo.

O contacto das formações sedimentares com os basaltos será também aquífero, em vista de estes se apresentarem bastante alterados.

Quanto a águas de aluviões, os únicos rios que poderão ter interesse são o Limpopo e o Nuanetze. O Limpopo fornecerá caudal interessante, mas o Nuanetze, à data da nossa estada ali (antes de começar a enchente), só a cerca de 3 m da superfície das aluviões tinha água, o que diminui consideravelmente a sua reserva.

Pesquisa e captação

Em vista dos elementos apresentados, temos que a captação do caudal necessário deve fazer-se nas formações sedimentares ou nas aluviões dos rios. Os basaltos constituem formação indesejável.

A captação nas aluviões, em vista de os rios estarem muito afastados do marco 14, é hipótese a pôr-se de parte por agora. No entanto, se tiver de adoptar-se, os cálculos quanto ao Nuanetze deverão contar com coeficiente de segurança mínimo de três metros de areias secas.

O ponto mais interessante para captação seria o que apanhasse o contacto das formações sedimentares com os basaltos. Mas, assim como para as aluviões, esta solução exigiria captação num ponto muito afastado do marco 14. Como sabemos, pelas observações petrográficas e geológicas, que muito mais perto deste marco há camadas suficientemente argilosas para reter alguma água, devemos também, por agora, abandonar esta hipótese.

A falta de elementos concretos sobre a geologia, estrutura e hidrogeologia (camadas aquíferas, caudais, qualidades das águas, etc.) aconselha a execução de sondagens para pesquisa, com as seguintes finalidades:

- 1.ª Saber quais as camadas aquíferas (suas características de permeabilidade, porosidade, possança, etc.);
- 2.ª Saber quantas camadas aquíferas há, suas profundidades, artesianismo, etc.;

3.^a Colher amostras de água para análise, de cada uma das camadas;

4.^a Medir o caudal que cada camada é capaz de fornecer;

5.^a Colher elementos de ordem geológica e litológica, os mais importantes dos quais são a direcção e inclinação das camadas.

Para se atingirem estas finalidades são necessárias, no mínimo, três sondagens não em linha recta, o mais possível ocupando os vértices de um triângulo equilátero, e feitas por forma a que todas cortem uma ou mais juntas de camadas bem definidas e correlacionáveis.

Marcámos assim (veja planta e cortes) uma no ponto de cota 372 m, próximo do rio Zuze, ao lado da estrada, cerca de 9 km a sudoeste do marco 14; outra no marco 13 (cota 423 m); e uma terceira no ponto de cruzamento da picada do marco 13 com outra que se orienta mais para nordeste.

Cada uma destas sondagens tem a seguinte justificação:

1.^a *Cota 372 m* — Quer se confirmem os valores da direcção e inclinação que encontrámos, quer se venha a concluir, pelas sondagens, que as camadas inclinam para nordeste (o que pode ser sugerido pela orientação geral das escarpas), a bacia de alimentação das camadas que estão acima da cota 372 m é sempre menor que as das que ficam abaixo daquela cota, havendo, por isso, nestas maior probabilidade de caudais elevados. Ganhamos assim, em relação ao marco 14, pelo menos 105 m de furo em camadas provavelmente mais aquíferas, não nos afastando do traçado do caminho de ferro mais de 9 km.

2.^a *Marco 13* — Destina-se a estudar as camadas que ficam para cima das que existem até à cota 372 m, devendo penetrar nestas o suficiente para que os cortes se possam relacionar devidamente. A importância desta sondagem está em se poder aproveitar a escarpa próxima da cota 372 m para captação por galeria, se isso se justificar; ou ir fazer o mesmo noutra ravina a leste do marco 14, se a estrutura o indicar.

3.^a *No cruzamento de picadas* — Esta sondagem tem por finalidade a colheita de elementos para a determinação da estrutura local (determinação da direcção e inclinação das camadas) pela resolução do problema dos três pontos. Deverá para isso atingir também uma profundidade que permita relacioná-la com as sondagens 1.^a e 2.^a

A resolução do problema dos três pontos exige levantamento topográfico rigoroso dos três pontos de sondagem.

A importância da terceira sondagem está em que a captação ou captções definitivas podem depender, em última análise, da determinação da estrutura.

As sondagens deverão ser executadas pela ordem da numeração que acabamos de lhes dar, por razões evidentes.

A forma ou formas de captação definitivas estão dependentes dos elementos que se colherem no programa de sondagens proposto, mas, em traços gerais, pode desde já recomendar-se o seguinte:

1.º Toda a camada aquífera a profundidade suficientemente baixa deve ser captada por poço e galérias, para obtenção de maiores caudais;

2.º Aproveitar a escarpa para a captação por galeria, de alguma camada aquífera que esteja em boa posição para tal;

3.º Por furo de sonda, captar exclusivamente as camadas aquíferas a profundidade a que não seja económica a captação por poço.

A sonda a usar neste primeiro trabalho de pesquisa deve ser rotativa, para fornecer testemunho das camadas, de pequeno diâmetro, para execução de furos rápidos, e destinada a profundidades mínimas entre 100 e 200 m.

O furo deve ser revestido por forma a poderem isolar-se as camadas aquíferas e obter-se valores seguros do caudal e qualidade da água de cada uma.

A captação por sondagem deverá ser depois executada a diâmetro conveniente, e com tubagem adaptada a que fiquem isoladas as camadas com água de qualidade indesejável.

Conclusões

As principais conclusões a tirar dos capítulos anteriores são as seguintes:

1.ª Pode ter-se como certa a existência de águas subterrâneas nas formações da região;

2.ª Essas águas serão de qualidade variável; conterão geralmente elevada percentagem de sais, pois atravessam formações marinhas relativamente recentes (Cretácico Superior);

3.ª Existem camadas bastante impermeáveis, capazes de reter grandes quantidades de água; topograficamente há condições favoráveis à captação de caudais elevados;

4.ª O estudo hidrogeológico revelou a necessidade de pesquisa por meio de sondagens de pequeno diâmetro, a fim de se estabelecer o plano de captação; essa pesquisa deve ser feita no fim da época seca;

5.ª É muito provável conseguir-se caudal suficiente, mais perto do marco 14 do que no rio mais próximo em condições de o fornecer: tudo depende das salinidades que se encontrarem.

Dezembro de 1952.

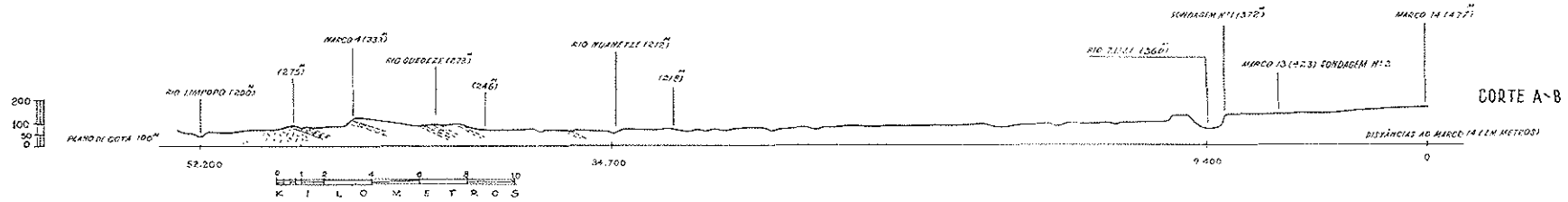
Bibliografia

- «Depósitos Conglomeráticos do Alto Limpopo», pelo engenheiro Alexandre Borges. *Boletim* n.º 6 dos Serviços de Indústria e Geologia.
- Relatórios semestrais da Mozambique Gulf Oil Company.
- Geological Map of Southern Rhodesia, edição de 1936.
- «The Water Supply Conditions of the Country Traversed by the Proposed Railway Extension from Blantyre to Lake Nyasa», por F. Dixey e C. B. Bisset — *Water Supply Paper* no. 4, Nyasaland Protectorate Geol. Surv., Gov. Print., Zomba.

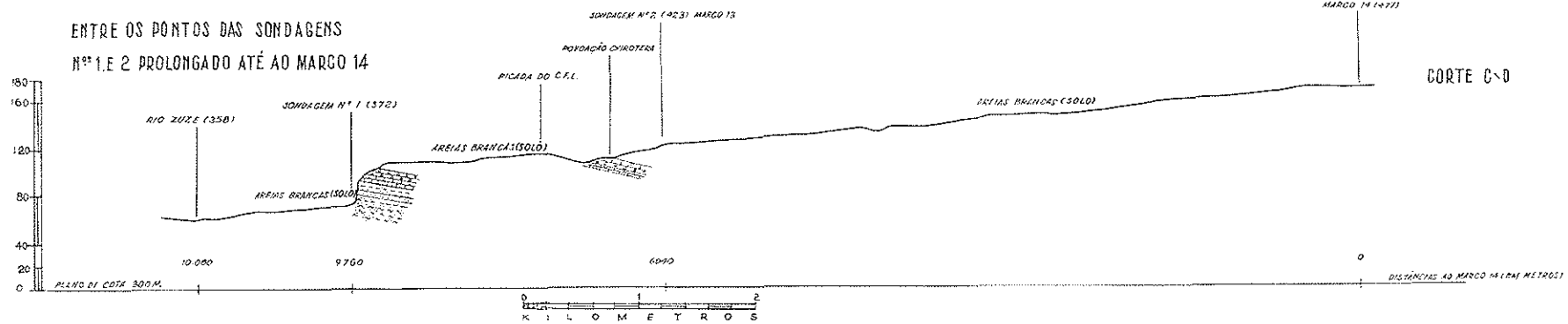
CAMINHO DE FERRO DO LIMPOPO CORTES GEOLÓGICOS ESQUEMÁTICOS

P.D.R.: FERNANDO FREITAS (ENG. DE MINAS I.S.T.)

ENTRE O RIO LIMPOPO E O MARCO 14



ENTRE OS PONTOS DAS SONDAGENS N.º 1 E 2 PROLONGADO ATÉ AO MARCO 14



L E G E N D A

GRÊS ARGILOSOS CALCÁREOS E FERRUGINOSOS		GRÊS FINOS MUITO COMPACTOS DE CIMENTO CALCÁREO E SILICIOSO		GRÊS ARGILO-FERRUGINOSO	
CONGLOMERADOS		CONGLOMERADOS DE CIMENTO CALCÁREO E FERRUGINOSO		GRÊS CLARO MUITO ARGILOSO	
		BASALTOS			

II

PESQUISA DE ÁGUA NO MARCO 14

POR

F. J. SILVA RIBEIRO

ENGENHEIRO DE MINAS (I. S. T.)

Em fins de 1952, foi o local em que o caminho de ferro do Limpopo corta a fronteira de Moçambique com a Rodésia do Sul visitado pelo engenheiro de minas da Repartição Técnica de Indústria e Geologia, Fernando de Freitas. A visita visava, então, a colheita de informações geológicas que permitissem tirar conclusões sobre as possibilidades de abastecer com água subterrânea uma estação de transmissão a construir próximo do marco 14, a 984 m da fronteira.

A análise do relatório apresentado por aquele técnico originou uma informação elaborada pelo Sr. Engenheiro A. Borges, actual Chefe dos Serviços de Indústria e Geologia, que foi submetida à apreciação de S. Ex.^a o Governador-Geral, na qual se lê:

«4) Examinando e discutindo com ele ⁽¹⁾ o relatório do engenheiro F. Freitas, sugeriu, e com ele concordei, na abertura de três furos pela seguinte ordem:

a) Sobre a escarpa do Zuzuè, próximo e em substituição do n.º 3 de Freitas;

b) Ao norte do Pafúri, perto do contacto dos basaltos com os sedimentos sobrejacentes a fim de indagar o comportamento daqueles;

c) Na fronteira, perto do marco 14, cota 477 m.

5) Como na área do marco 14, os sedimentos cretácicos, grés e conglomerados, aquíferos, devem assentar sobre os basaltos, mas ignorando-se a

(1) Refere-se ao autor deste relatório.

que profundidade, e o mesmo, quanto a toda a extensão que separa o marco 14 do Pafúri, seria útil saber a que profundidade está essa base impermeável constituída pelos basaltos: para isso lembrou o engenheiro Ribeiro de entregar o caso a um geofísico. Quanto à sondagem na escarpa do Zuzuè desejava o engenheiro Ribeiro fazê-la imediatamente.»

O problema a resolver era de grande importância para o caminho de ferro, e o relatório de Freitas não nos conduzia a conclusões muito esperançosas; havia pois necessidade de ir mais além com as pesquisas, e assim ao plano de sondagens se juntou o estudo geológico, com fim hidrogeológico, de uma área que abrangia um rectângulo com 40 km de comprimento e 20 km de largura.

É a apresentação das conclusões a que chegámos estudando aquela área o objectivo do presente relatório.

Poder-se-á criticar o volume e a ordem seguida na execução dos trabalhos, mas deve notar-se que o problema além de ser importante exigia uma resolução urgente.

Fisiografia

Quem viaje do Pafúri para o rio Save, seguindo ao longo da picada que marca o limite dos territórios de Moçambique e Rodésia do Sul, picada esta transformada em caminho carroçável, encontra, estendendo-se entre o rio Limpopo e o seu afluente Nuanetze, uma região bastante acidentada. As linhas de água que a dessecam são profundas e numerosas e é nela que se faz a separação das águas que correm para aqueles rios.

Aridez, fragilidade de vegetação e abundância de calhaus rolados, os quais formam um solo pedregoso sobre o qual a circulação (?) dos veículos automóveis é por vezes difícil, é tudo quanto é dado observar ao viajante.

Os mamelões sucedem-se sem interrupção, e as suas encostas, bastante inclinadas, têm um fraquíssimo poder de retenção aquífera. É, assim, as águas das chuvas que nelas caem deslocam-se rapidamente para os vales, sendo diminuta a parte que se infiltra nos terrenos. Esta circunstância, aliada à fraca pluviosidade, a qual raramente atinge 450 milímetros anualmente, dá-nos, em parte, a justificação de raquitismo da vegetação.

Do rio Nuanetze até ao marco 11 da fronteira o panorama é inteiramente diferente daquele que acabamos de descrever: a vegetação é sobretudo arbórea, e a topografia acidentada dá lugar a uma extensa planície suavemente inclinada para sudoeste. Os calhaus rolados só se encontram no marco 11 e com eles surge uma pequena elevação que forma um esporão de uma escarpa bastante extensa, com aproximadamente 25 m de altura, que se projecta no horizonte sob um perfil tabular.

Ao longo da fronteira, numa profundidade variável, entre os marcos 13 e 18, a vegetação é densíssima e arbustiva. Os terrenos são bastante arenosos e a sua alta permeabilidade impede a formação de linhas de água.

Os arbustos são quase exclusivamente da espécie conhecida popularmente pelo nome de «chanato» e a monotonia do maciço que eles formam é quebrada pela existência de um ou outro embondeiro que sobressai pela sua configuração e grandeza.

A floresta arbustiva localiza-se de preferência nos terrenos altos, permeáveis, resultantes de alteração dos grés silico-ferruginosos. Fora destes terrenos, e em especial para além das cortinas de cimbirre que se distribuem ao longo das escarpas, encontra-se a floresta arbórea, onde os bons exemplares não são raros.

A monotonia resultante da falta de relevos acentuados, a flora e o facto de a única água visível à superfície ser aquela que se encontra nos pântanos dão à região limitada pelos paralelos dos marcos 13 e 18, e dentro da área do nosso estudo, um aspecto característico.

Os pântanos localizam-se sobretudo na auréola dos terrenos arenosos e estão ligados à existência de camadas pouco profundas de grés siliciosos, mais ou menos impermeáveis ou impermeabilizados, bem como a um nível de erosão favorável. A sua capacidade é muito variável.

No marco 14 a planura é mais aparente que real. Com efeito, a região apresenta uma forma abaulada com um ponto culminante no marco 16 e com o eixo orientado seguindo uma direcção vizinha da N-S (magnético) e inclinando suavemente para sul. É esta a conclusão a que se chega observando as cotas dos marcos 11, 13, 14, 16 e 18, as quais têm por valor, respectivamente, 344 m, 422 m, 478 m, 511 m e 485 m, seguindo o traçado do caminho de ferro em direcção a Mapai.

Finalmente, se admitirmos — o que me parece pouco correcto — para a região do marco 14 os valores fornecidos pelo posto meteorológico do Pafúri, verifica-se que a pluviosidade oscila entre 150 milímetros e 450 milímetros, com a frequência máxima nos 250 milímetros. O número de dias de chuva por ano varia entre 17 e 52, com o valor médio de 33.

Do mesmo modo se constata que nos meses mais quentes (Outubro, Novembro e Dezembro) a temperatura atinge, em média, como valor máximo, 37°,5 C; nos meses mais frescos (Junho e Julho) o valor médio mínimo da temperatura é 9°,5 C. A diferença entre estas temperaturas diárias máximas e mínimas registadas nos diferentes meses é sensivelmente constante e da ordem dos 10° C.

Geologia

I) Idade das formações

Várias têm sido as idades atribuídas aos depósitos detríticos consolidados, constituídos por grés e conglomerados, que se estendem ao longo da fronteira entre os rios Save e Limpopo.

Nos esboços geológicos de 1908 e 1928 eles aparecem-nos, respectivamente, como «talvez terciários» e «recentes». Abstraindo-nos das indicações dadas por aqueles esboços e baseando-nos, para fixar a idade dos então denominados conglomerados de Lourenço Marques, nos conhecimentos que Carlos Freire de Andrade tinha dos basaltos da Movene, que ele considerou como terciários, chegava-se ainda à conclusão de que os depósitos detríticos da região do Pafúri, e por consequência da fronteira, pertenceriam ao Cretácico Superior; por outro lado, se se atendesse à circunstância de tais depósitos assentarem em discordância sobre os basaltos de Stormberg concluir-se-ia que os conglomerados do Alto Limpopo, ou de Lourenço Marques, tinham principiado a depositar-se no Jurássico.

Só em 1932, com a descoberta dos jazigos fossilíferos de Mabosi pelo distinto geólogo Alexandre Borges, a idade dos grés e conglomerados do Pafúri parece ter sido fixada. O valoroso paleontologista J. Rennie, estudando os fósseis daquele jazigo, identificou-os como pertencendo ao Cretácico Superior e, provavelmente, ao Maestrichtiano.

As formações detríticas da fronteira com a Rodésia do Sul, que no esboço geológico de 1928 estão cobertas pelas manchas dos terrenos recentes, passaram então, segundo Alexandre Borges, a ser consideradas como fazendo parte do Cretácico Superior. A justificação encontra-se nas seguintes palavras, que são suas:

«Quanto ao limite norte dos conglomerados podemos verificar, ao afastar-nos do Limpopo, do Mapai a caminho de Chigubo, que a 7 km do rio desapareciam os últimos seixos, aos quais se seguem, imediatamente, areias vermelhas, depois amarelas e depois brancas. No entanto, pela carta geológica da Rodésia do Sul podemos saber que cascalhos cobrindo conglomerados e grés se estendem na fronteira até um pouco para norte do Save.»

Do Pafúri ao marco 18 a existência dos conglomerados foi por nós verificada. Entre os rios Limpopo e Nuauetze eles apresentam um grande desenvolvimento e sucedem-se em camadas sucessivas, intermeadas com grés, numa altura de 70 m, e, nalguns pontos, vê-se nitidamente o seu contacto com os basaltos, o que se faz em discordância. Depois de atravessar o Nuauetze e caminhando para nordeste, ao longo do caminho carroçável que marca a linha da fronteira entre Moçambique e a Rodésia do Sul, os calhaus rolados

desaparecem para reaparecerem, sucessivamente, nos marcos 11 e 18, embora com um desenvolvimento relativamente insignificante, pois que se limitam a uma assentada com uns 2 m de possança.

As indicações fornecidas pelo presente relatório, e que passaremos a apresentar, poderão pois considerar-se como uma pequena contribuição para o estudo geológico e hidrogeológico do Cretácico de Moçambique.

II) Série litológica

As rochas que formam o subsolo da região do marco 14 da fronteira com a Rodésia do Sul são-nos patenteadas pelas suas escarpas bastante recortadas que se desenvolvem segundo uma direcção que se avizinha daquela definida pelos rios Nuanetze e Chefu.

As escarpas cortam a fronteira nos marcos 12 e 18 e limitam, respectivamente, a ocidente e a oriente, o extenso planalto onde incidiram os nossos trabalhos.

No planalto os afloramentos faltam; à sua superfície somente se nos depara um terreno arenoso, de cor variável entre o amarelo e vermelho, bastante permeável.

A) Escarpa ocidental

Os sedimentos visíveis compreendem unicamente rochas detríticas consolidadas, as quais, atendendo à natureza da ganga, podem ser agrupadas em séries, que tomadas de cima para baixo formam a seguinte sucessão:

- | | |
|---|--------|
| a) Grés sílico-ferruginosos. | |
| b) Grés e conglomerados siliciosos e calco-siliciosos | (11 m) |
| c) Grés e conglomerados sílico-ferruginosos | (12 m) |
| d) Grés e conglomerados siliciosos e calco-siliciosos | (8 m) |
| e) Grés e conglomerados sílico-ferruginosos | (2 m) |
| f) Grés e conglomerados calco-siliciosos | (14 m) |
| g) Grés sílico-ferruginosos | (8 m) |
| h) Grés argilo-ferruginosos e argilas ferruginosas arenosas | (5 m) |
| i) Grés e conglomerados siliciosos e calco-siliciosos | (4 m) |
| j) Grés argilosos ferruginosos e argilas ferruginosas arenosas. | |

a) Série dos grés sílico-ferruginosos:

Os grés desta série encontram-se profundamente alterados e formam uma camada sub-horizontal, cuja possança é, talvez, da ordem das dezenas de metros.

O grau de alteração, se por um lado limita o estudo à observação macroscópica, por outro lado impede-nos de garantir a não existência, neste horizonte, de grés siliciosos não ferruginosos, pois que a infiltração das águas

superficiais carregadas de hidróxidos de ferro dá a tais grés um aspecto ferruginoso.

Numa amostra típica verificámos que o quartzo é o único mineral constituinte do elemento detrítico. Este aparece-nos sob a forma de grãos arredondados, bem calibrados, com calibres da ordem de 0,5 mm.

A ganga uma vez é siliciosa, outras vezes sílico-ferruginosa. O predomínio pertence ora a uma, ora a outra, e daí o grés apresentar-se manchado de branco ou de vermelho.

Estes grés apresentam o seu máximo desenvolvimento no local que denominámos Paraíso dos Elefantes, onde formam um alcantil com 30 m de altura.

b) *Grés e conglomerados siliciosos e calco-siliciosos:*

A ganga predomina sobre os clásticos e é constituída por calcedónia.

Os elementos detríticos compreendem grãos de quartzo, riólito e quartzite. Todos eles estão bem representados nos conglomerados, mas nos grés os dois últimos faltam ou rareiam.

A calibragem é imperfeita: nos grés, os calibres da ordem de 0,06 misturam-se com outros de 2 mm, e mesmo mais, em igualdade de proporções; calhaus roladas de quartzite ferruginosa com 10 cm de calibre são frequentes nos conglomerados e juntam-se àqueles.

Tanto os grés como os conglomerados são de cor cinzenta-clara e cristalinos; porém, por alteração, tornam-se baços e a cor predominante passa a branco leitoso.

c) *Grés e conglomerados sílico-ferruginosos:*

Os grés têm um aspecto completamente diferente dos seus congéneres atrás descritos e evidenciam-se pelo seu grau de conservação, por apresentarem uma coloração rósea, suave, e mostrarem por vezes partes onde a ganga predomina de tal modo sobre os clásticos que quase é o único constituinte da amostra. Neste caso o grés é macroscopicamente bastante heterogéneo.

Os clásticos compreendem quase somente grãos de quartzo. As formas que apresentam é a angulosa, a subangulosa e a subarredondada. Os calibres nuns casos vão de 0,12 a 1,5 mm, pertencendo o predomínio aos compreendidos entre 0,12 e 0,5 mm; para outros casos, eles oscilam entre 0,4 e 1,5 mm.

A falta dos calibres 0,12 traz um aumento da relação ganga-clástico, a qual é bastante variável.

Os grãos tanto podem justapor-se como dispersar-se na ganga.

d) *Grés e conglomerados siliciosos e calco-siliciosos:*

Nesta série faltam as tonalidades róseas resultantes da pigmentação pelos óxidos de ferro, as quais constituem uma característica da série anterior.

Os grés têm uma cor branca ou suavemente acinzentada, uniforme. São compostos de grãos angulosos e subangulosos não calibrados e repartidos sem ordem num cimento calcedonífero ou, com menos frequência, calcítico.

Os grãos de maiores dimensões que figuram nos grés são subangulosos e raramente subarredondados. Os pequenos fragmentos apresentam de preferência a forma angulosa.

Os clásticos de maior calibre atingem, nos grés, 1,5 mm e os de menor 0,06 mm. A falta dos menores calibres traz sempre como consequência um melhoramento calibrométrico e um equilíbrio entre a quantidade de cimento e clásticos. A abundância de pequenos calibres comunica ao grés um aspecto quartzítico. Na maior parte dos casos observados o calibre dos grãos mais abundantes oscila à volta de 0,5 a 0,7 mm.

O componente detrítico principal é o quartzo.

A transição às séries sobrejacentes e subjacentes faz-se através de conglomerados cujo cimento é o grés que vimos a descrever.

Nos conglomerados do tecto da série, os elementos que o definem são fragmentos bem rolados, com forma ovóide e esférica, de quartzite, riólito e grés ferruginoso-silicioso. Os calibres chegam a atingir 10 cm.

O conglomerado da base somente ocorre nalguns pontos. Ele torna-se notável pela existência de fragmentos bem rolados e calibrados de grés ferruginoso-calcítico cimentados entre si por uma ganga gresosa-calcítica. Tais fragmentos exigem calibres da ordem dos 9 mm.

e) *Grés sílico-ferruginosos:*

Estes são vermelhos e de grão muito fino. Aparecem ao microscópio formados de grãos de quartzo angulosos, circundados por uma pigmentação ferruginosa.

Os clásticos têm dimensões compreendidas entre 0,02 e 0,6 mm. Estes últimos rareiam.

Alguns grãos de ilmenite e de feldspato acompanham o quartzo.

A ganga é sobretudo de calcedónia pigmentada pelos óxidos de ferro. Algumas vezes ela é calcítica.

É a irregularidade da natureza da ganga que talvez se possa atribuir o facto de o grés apresentar *in situ* um aspecto esponjoso.

f) *Grés e conglomerados calco-siliciosos:*

Os grés encontram-se bastante alterados sem, todavia, perderem a coesão. A alteração tornou-os porosos. São brancos e oferecem-nos um aspecto homogéneo. Porém nalguns pontos passam a conglomerados, mostrando-nos então fragmentos rolados dum produto vermelho argiloso.

g) *Grés sílico-ferruginosos:*

São constituídos por grãos angulosos e subangulosos não calibrados, repartidos num cimento silicioso, nuns pontos, sílico-ferruginoso, noutros.

A maior parte dos grãos tem calibres que oscilam à volta de 0,4 a 0,7 mm. Os calibres da ordem de 0,1 mm abundam e encontram-se sobretudo nos fragmentos que com a ganga preenchem os espaços intersticiais formados pelos grãos de maior dimensão.

O constituinte detrítico principal, e quase único, é o quartzo. Os componentes acessórios reduzem-se ao feldspato e ilmenite, os quais são muitíssimo raros.

b) *Grés argilo-ferruginosos e argilas arenosas:*

São facilmente desagregáveis. A sua cor de fundo é a vermelha e dela sobressai a cor esverdeada da argila arenosa, a qual forma manchas.

i) *Grés e conglomerados calco-siliciosos:*

Os grés estão profundamente alterados. A sua cor inicial devia ser cinzento-claro, mas no estado actual ela é branca e uniforme. O cimento é calcário, mas também pode ser silicioso. Macroscopicamente somente se vêem, como elemento clástico, grãos de quartzo. Para eles o calibre oscila entre 0,5 e 1 mm.

Nos conglomerados a ganga é gresosa. Neles se encontram os mesmos elementos detríticos visíveis nos grés, mas em proporção diminuta em relação ao produto silicioso que os liga.

A transição aos grés ferruginosos adjacentes faz-se de um modo irregular.

j) *Grés argilosos e argilas ferruginosas arenosas:*

As argilas são, salvo raras excepções, pouco plásticas, dado o alto teor de areia. Apresentam as mesmas cores que os grés argilosos ferruginosos. As pigmentações vermelhas e verde-azuladas misturam-se de um modo heterogéneo, formando manchas, ou, então, distribuem-se uniformemente.

Por variação da proporção dos seus constituintes as argilas passam a grés argilosos ferruginosos. Estes são sempre facilmente desagregáveis à mão. Por dissecação fendilham e tomam uma textura escamosa. Tanto as escamas como a fendilhação nem sempre se produzem.

B) **Escarpa oriental**

As formações não se encontram tão expostas como na escarpa ocidental; os alcantís faltam, e em seu lugar encontram-se taludes com declives variáveis, onde abundam os depósitos de vertente.

O grau de alteração dos grés é, de um modo geral, elevado e a sua análise, por isso, difícil. Resistindo melhor aos agentes de alteração e fornecendo-nos amostras mais ou menos sãs encontram-se unicamente duas assentadas, que podem seguir-se numa extensão de 10 km. Estas camadas

deram-nos a possibilidade de determinar o pendor das formações segundo a direcção de desenvolvimento da escarpa. Tal inclinação é da ordem de 4 por mil para sudeste (magnético).

Tomando como critério-base de classificação a natureza do cimento distinguem-se as seguintes séries pela ordem descendente:

a) Grés e conglomerados siliciosos.	
b) Grés ferruginosos siliciosos	(2 m)
c) Grés e conglomerados siliciosos	(8 m)
d) Grés sílico-ferruginosos	(3 m)
e) Grés e conglomerados siliciosos	(13 m)
f) Grés sílico-ferruginosos	(4 m)
g) Grés siliciosos	(8,5 m)
h) Grés sílico-ferruginosos	(15 m)

Vejamos o aspecto geral apresentado por cada uma destas séries.

a) *Grés e conglomerados siliciosos:*

São rochas cinzento-claras, quase brancas, formadas de grãos de quartzo com forma subangulosa cimentados por uma ganga siliciosa. Além do quartzo, é de prever a existência de outros minerais detríticos, mas é impossível identificá-los à vista desarmada. O grau de alteração impede o emprego do microscópio.

A infiltração das águas superficiais carregadas de hidróxidos de ferro comunica aos grés uma coloração alaranjada, que torna por vezes difícil a sua separação dos grés ferruginosos.

Os calibres dos elásticos oscila entre 0,7 e 6 mm.

b) *Grés sílico-ferruginosos:*

A cor deste grés é branco-acinzentada nuns pontos e avermelhada noutros. Os elásticos compreendem unicamente grãos de quartzo (pelo menos é o único mineral macroscopicamente visível) com um calibre médio de 0,7 mm. A ganga é siliciosa e sílico-ferruginosa, o que justifica a mudança de cor de uns pontos para outros.

c) *Conglomerados e grés siliciosos:*

Os conglomerados e grés desta série não diferem, no seu aspecto, daqueles da série a).

d) *Grés sílico-ferruginosos:*

A característica macroscópica desta série reside na existência de manchas castanho-avermelhadas de contornos recortados ou de forma elíptica que sobressaem de um fundo branco-acinzentado ou ligeiramente rosado.

Ao microscópio estes grés aparecem-nos formados de grãos de quartzo anguloso, predominando quase sempre sobre a ganga, e algumas vezes envolvidos por uma orla ferruginosa. Os grãos são de dimensões compreendidas entre 0,05 e 0,12 mm. Esporadicamente encontram-se alguns calibres superiores.

Os elásticos compreendem unicamente grãos de quartzo e um ou outro de feldspato e ilmenite.

A ganga predominante é siliciosa, e a ela se junta a sílico-ferruginosa.

Nas partes castanhas vêem-se veios de forma caprichosa de um mineral branco, translúcido e vítreo, bem como minúsculos geodes daquele mesmo mineral, que então apresenta um hábito mamilar. Parece tratar-se de uma variedade de calcedónia.

e) *Grés e conglomerados siliciosos:*

Os grés são de grão fino, têm cor branca-acinzentada e estão profundamente alterados.

Os componentes parecem limitar-se a grãos de quartzo bem calibrados e a uma ganga siliciosa, cimentando-os. É de admitir que a ganga, antes da alteração, apresentasse uma composição mais complexa e que contivesse um pouco de calcite. Os calibres dos grãos de quartzo não vão além de 0,5 mm.

Os conglomerados diferem dos grés somente pelo calibre dos grãos de quartzo, o qual atinge 5 mm.

f) *Grés sílico-ferruginosos:*

Repete-se aqui o que ficou dito para a série d).

g) *Grés siliciosos:*

São compostos de grãos subarredondados de quartzo com calibre médio de 0,5 mm cimentados por ganga siliciosa.

São porosos e exibem uma cor branca uniforme.

O grau de alteração impede que se faça o estudo microscópico.

h) *Grés sílico-ferruginosos:*

Do estudo macroscópico destes grés conclui-se que os elásticos compreendem unicamente grãos de quartzo com formas subarredondadas e subangulosas, consolidados por ganga siliciosa e, nalguns pontos, sílico-ferruginosa. Deste facto resulta o grés apresentar, depois de alterado, as cores branca, como fundamental, e suavemente avermelhada, formando manchas.

Os grãos de quartzo têm calibres que variam entre 0,5 e 2 mm.

Por vezes a ganga é unicamente sílico-ferruginosa; então o grés mostra-nos uma coloração suavemente rósea e uniforme.

III) Coordenação das formações

A falta de boas referências impede-nos de relacionar de um modo inabalável e preciso as formações que se nos apresentam nas duas escarpas. O grau de alteração dos grés, as longas distâncias que separam os cortes acessíveis e o facto de se encontrarem séries com idênticas características intermeadas com outras de fraca posse, são circunstâncias que tornam ainda mais difícil estabelecer um bom confronto.

Foi nos caracteres litológicos (angulosidade dos elementos, classificação granulométrica e natureza da ganga) combinados com a posição relativa das assentadas, e sua horizontalidade, que encontrámos o único critério de comparação.

O critério seguido é todavia defeituoso, sobretudo se tivermos em vista, além do indicado, que os níveis, especialmente os argilosos, não se mostram homogêneos em toda a sua extensão e a transição dos cimentos faz-se através de uma série de estados intermédios.

Ainda há a notar o facto de as camadas não serem rigorosamente planas, mas sim ligeiramente onduladas.

A ondulação, em parte, deve estar relacionada com a morfologia da formação basáltica, a qual se encontra a uma profundidade relativamente pequena.

As camadas da escarpa ocidental descem para sudeste com uma inclinação de 4 por mil, mas na região do marco 12 a inclinação é menor e aproxima-se da horizontalidade.

Baseando-nos nos factos apresentados nas diferentes rubricas pudemos elaborar a carta litológica que se encontra no fim deste relatório, a qual é, indubitavelmente, necessária à resolução do problema que nos foi posto.

Hidrogeologia

Os grés siliciosos, impermeáveis por si, compreendem, no entanto, uma extensa rede aquedutora, como pudemos verificar no Paraíso dos Elefantes, em duas fontes quase desconhecidas, dada a existência de juntas e fissuras. Eles comportam, desde que a topografia do terreno o favoreça, uma rede aquífera de malha mais ou menos larga dificilmente atingível por qualquer furo de sonda. Para a captação das águas neste grés é, pois, mais aconselhável a abertura de um poço ordinário ou de uma galeria, desde que o nível piezométrico a isso seja favorável.

As soluções de continuidade, a que acabamos de nos referir, nalguns casos faltam ou encontram-se colmatadas. Com elas se relaciona a existência de pequenos mantos aquíferos localizados nas formações aluviais que se encontram na área abrangida pelo ângulo superior direito da carta litológica

junta, na mancha dos grés siliciosos não ferruginosos. Tais mantos podem ser atingidos por poços de fácil abertura e pequena profundidade e constituem um recurso aquífero para as manadas de gado bovino da região, pelo menos nos primeiros tempos de estiagem.

A existência de ganga calcítica torna os grés siliciosos, se o meio o favorecer, cavernosos e esponjosos, o que tem manifesta importância sobre o comportamento aquífero.

Por alteração os grés tornam-se porosos e a ponto de, se ela for profunda, impedir o escoamento superficial das águas. Isto se verifica na área do marco 14 coberta pelos grés sílico-ferruginosos.

Os grés argilosos, estabelecendo a ligação entre as diferentes malhas da rede aquedutora dos grés siliciosos, constituem, no seio da zona aquífera, e meio mais favorável à captação das águas, seja qual for o sistema a que para isso se recorra. No entanto, dada a irregularidade da sua composição de um ponto para outro da série que os compreende, quer no sentido vertical, quer no sentido horizontal, a sua permeabilidade é extremamente variável, podendo mesmo, por isso, nalguns pontos, ser improdutivo. Os grés argilosos formam, pois, níveis muito irregulares na sua posse e extensão. O horizonte em que eles se encontram tem a cota 360 m, medida no marco 14.

Dos sistemas de captação, o que poderia assegurar maior caudal seria a abertura de uma galeria seguindo os grés argilosos. A sua posição e orientação condicionar-se-iam pelos resultados de sondagens de pesquisa.

É impossível, atendendo ao tipo de permeabilidade dos grés e ao estado actual dos nossos conhecimentos hidrogeológicos, determinar o regime de alimentação das águas subterrâneas que possam encontrar-se na área estudada e modo de descarga. A circulação das águas também não foi possível determinar, mas parece-me que ela, na área do marco 14, se faz para noroeste (magnético), em direcção à bacia do Nuanetze.

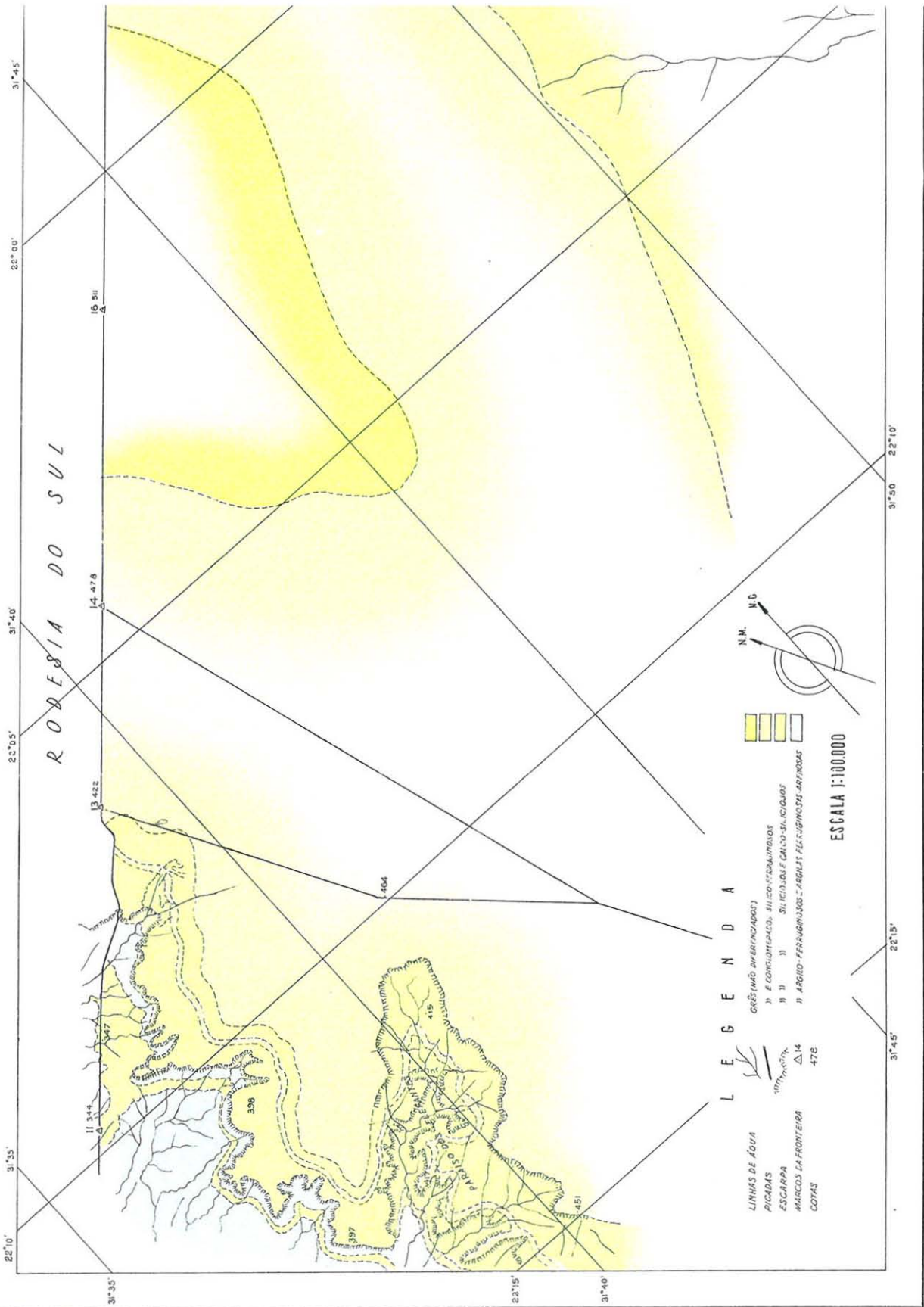
O estudo geológico indica-nos, portanto, o nível onde a captação da água é mais favorável; permite-nos generalizar, com algumas restrições, a toda a região abrangida pela carta junta, os resultados hidrogeológicos que se possam obter no marco 14; mas nada nos diz, por deficiência de dados, até que ponto podemos contar com o caudal que se venha a obter.

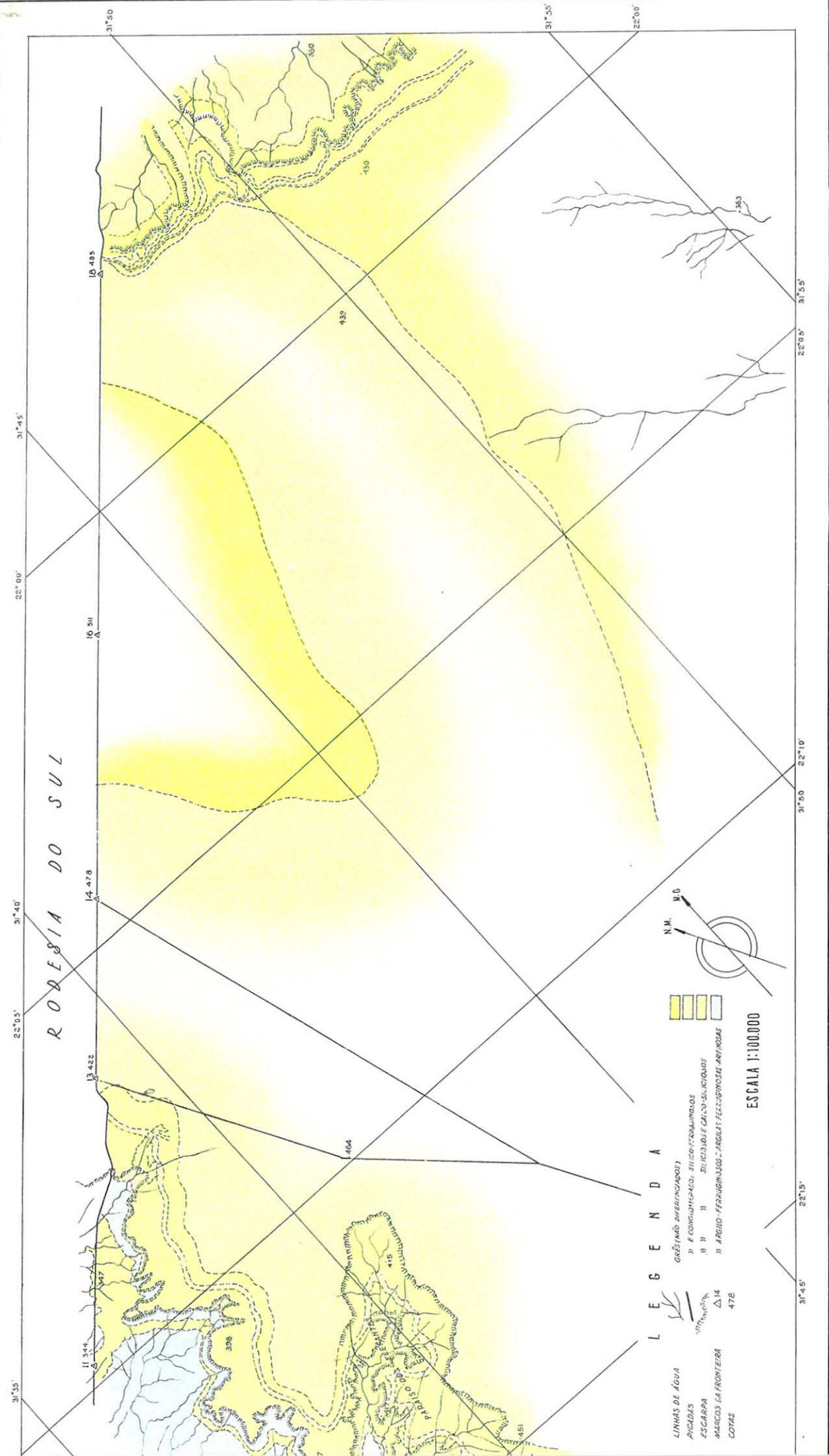
Novembro de 1953.

Bibliografia

Depósitos Conglomeráticos do Alto Limpopo, por Alexandre Borges.

Estudo paleontológico do jazigo de Mabósi, por John V. L. Rennie.





RODÉSIA DO SUL

- L E G E N D A**
- LINHAS DE ÁGUA
 - PIÇAGAS
 - ESCARPA
 - MARCO DA FRONTEIRA
 - COTAS
 - GRÊS (MÁB DIVERTIFICADOS)
 - || FERRUGINIZADOS - SILÍCIOSOS - CALCÁREOS - SILÍCIOSOS
 - || ARGÍLO - FERRUGINIZADOS - ARGÍLO - FERRUGINIZADOS - ARGÍLOSAS

ESCALA 1:100.000

