

O RELATÓRIO
TÉCNICO
SÔBRE A
NOVA CAPITAL
DA REPÚBLICA

2.^a EDIÇÃO

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DO SERVIÇO PÚBLICO
SERVIÇO DE DOCUMENTAÇÃO

918.174
R382
RTS
2.ed.

DO / GÃO

BIBLIOTECA DO SENADO FEDERAL

Este volume acha-se registrado

sob número 179

do ano de 1958

CELESTINO GOMES DE OLIVEIRA
DEPARTAMENTO DE DOCUMENTAÇÃO

DOAÇÃO

ÍNDICE

	Pág.
APRESENTAÇÃO	5
NOTA	9
PREFÁCIO	11
INTRODUÇÃO	15
SUMÁRIO	19
SOLOS PARA ENGENHARIA	29 X
Introdução	29
Propriedades Físicas	30
Problemas de Solo	31 X
Erosão	32
Exsudação	36
Agregados	36
Pavimentação Recomendada para Estradas e Aeroportos. O Efeito da Estabilidade do Solo na Construção de Estradas e Aeroportos	47
Estradas de Tráfego Médio e Aeroportos	44
Estradas de Tráfego Pesado e Aeroportos	45
Projeto de uma Organização para Construção de Estradas	48
Resumo e Conclusões	49
Complemento ao Estudo dos Solos para Engenharia	50 X
Lista de Referências Recomendáveis sobre as Lateritas na Construção de Estradas	50
Classificação de Solos para Engenharia	52 X
1. Classificação Geral	52
2. Materiais Básicos dos Solos	53
Descrição das Categorias e Perfis Associados	56
Classificação Geral	56
Classificação Detalhada dos Sítios	75
Utilização da Terra	76
GEOLOGIA	91
Resumo	91
A Série Gnaisse	93
Distribuição e Idade	93
Petrologia	93
Estrutura	94
O Manto Intemperizado	94

	Pág.
A Série Xisto	96
Distribuição e Idade	96
Petrologia	97
Estrutura	97
O Manto Intemperizado	99
A Série Sedimentar	100
Distribuição e Idade	100
Petrologia	100
Estrutura	101
Micro-Acidentes	102
O Domo de Cristalina	102
GEOLOGIA ECONÔMICA	105
Introdução	105
Minerais Metálicos	105
Minerais não Metálicos	106
Recursos de Água Subterrânea	107
Demandas de Suprimento de Água	108
HIDROLOGIA E RECURSOS D'ÁGUA	115
Introdução	115
Precipitação	115
Evaporação — Transpiração	119
Dados Fluviométricos	121
Necessidades de Acumulação	121
Rendimento de Diversas Bacias Hidráulicas e Reservatórios	123
AGRICULTURA	141
Descrição das Categorias de Solos para Agricultura	141
Objetivos desta Investigação	141
Métodos de Investigação	141
Natureza da Área	144
Posição Geográfica — Vegetação Nativa	144
Geologia	147
Geomorfologia	148
Laterita (Canga)	150
Fatores de Formação do Solo	155
Rocha Matriz e Intemperismo	156
Influências Biológicas e da Vegetação	156
Clima	157
Relêvo	157
Tempo	157
Os Solos do Retângulo	158
Latossolos Húmicos	159
Lixossolos Concrecionais	167

	Pág.
Litossolos	170
Solos Diversos	172 X
Latossolos Arenosos e Terras Francas	172
Gleys Pouco Húmicos	174
Solo Gley Húmico	176
Solos Turfosos	177
Solos Lateríticos Hidromórficos	178
Potencialidades dos Solos do Retângulo	178
Estrutura e Consistência do Solo	182
Discussão	186
Problemas de Manejo do Solo em Relação ao Desenvolvimento Agrícola	188
Culturas Adaptadas aos Solos e Clima do Retângulo	196
Espécies de Culturas Adaptadas e Comentários	197
Definição dos Termos	203
Categorias de Solos para Agricultura no Futuro Distrito Federal do Brasil	206
Solos para Agricultura	207
Clima	215
Temperatura Atmosférica	221
Tensão do Vapor Atmosférico	225
Regime de Ventos no Retângulo	227
Regime de Chuvas no Retângulo	229
Fenômenos Meteorológicos Diversos	232
Apreciação Climática dos Sítios	233
Transportes	236
Aeroportos	236
Estradas de Rodagem	238
Estradas de Ferro	240
Apreciação dos Cinco Sítios	241
Sítio Amarelo	241
Sítio Azul	243
Sítio Verde	245
Sítio Vermelho	247
Sítio Castanho	248
 APÊNDICE	
Fotogeologia	253
Climatologia	267
Parte I — Dados Climáticos para Formosa, Pirenópolis, Luziânia, Anápolis e Paracatu	269
Parte II — Instruções para Observações Micromesoclimatológicas no Retângulo	283
Parte III — Referências	287
Registros Típicos de Sondagem	289
Bibliografia de Hidrologia	291

APRESENTAÇÃO

Com a publicação deste Relatório, que consubstancia os estudos técnicos realizados pela firma norte-americana Donald J. Belcher and Associates, de Ithaca, New York, para a escolha do local onde se erguerá a cidade de Brasília, futura Capital da República, cuida o Serviço de Documentação do D.A.S.P. colaborar no seu setor em uma das maiores missões que se impôs o atual Governo. Não é preciso frisar-se o que representa para a Nação o gigantesco empreendimento, ora sensibilizado pela ação revolucionária de administrador do Exmo. Presidente Juscelino Kubitschek. É o início da realização do velho sonho de muitas gerações de estadistas brasileiros. E por certo a satisfação de uma das constantes históricas — na medida em que a História se eletriza pela existência de poder criador na alma dos indivíduos — da nossa civilização e do nosso destino de povo imperialista, cujo imperialismo significa somente (nem pode ser de outra forma, dados os imperativos institucionais, mais que isso, mais que a letra e o espírito das sucessivas Constituições a impedir-nos guerras ou movimentos de conquista, dado o fundo e ardente sentimento brasileiro de fraternidade com os outros povos) cujo imperialismo, dizíamos, significa somente conquistar para si mesmo, para o próprio proveito e bem-estar, as opulentas vastidões do território de que dispomos.

De fato, se é certo que o legado da Carta Constitucional de 91, a qual determinou a interiorização da Capital do país, se veio repetindo através dos tempos até ao diploma de 1946 vigente, não menos verdadeiro é que isto se deve a que essa medida se impunha à nossa gente como um substrato coletivo, como uma necessidade alguma vez obscuramente pressentida, oriunda, quem sabe, da ambivalência em que nos habituáramos a viver — a sedução do Atlântico e o apêlo do sertão — este último de resto o responsável do bandeirismo que retalhou decisivamente os séculos 17 e 18, e cujas raízes viriam aflorar no espírito dos constituintes republicanos mediante a forma jurídica de um dispositivo da Lei Magna.

Mas se o grande imperativo esteve sempre presente no nosso destino, passando de geração a geração, e se várias foram as tentativas para dar-lhe corpo, é certo que ao Exmo. Presidente Juscelino Kubitschek coube agora o papel decisivo para a concretização que já se nos delineia a olhos vistos. Desta forma, o primeiro mandatário corresponde à missão. É da dinâmica

do seu Governo. Harmoniza-se-lhe ao idealismo, ao empenho pessoal, à visão de homem de Estado, ao ímpeto, ao espírito prático, ao espírito pioneiro, ao desejo de fazer pela Nação, ao seu entusiasmo sem limites. Aliás, os povos não avançam sem a atração magnética dessa mentalidade criadora.

O presente Relatório técnico, com a terminologia estrita, com a linguagem necessariamente objetiva e esquelética, representa o alicerce da antiga e gloriosa aspiração, o passo inicial para as estradas que nos levarão até Brasília. Antes de tudo o fundamento de uma obra que se anuncia real e próxima.

Destas páginas carregadas de termos menos acessíveis se desprende entretanto, para os que sabem ou podem separar o conteúdo da forma, o encanto de uma natureza ainda liberta, mas que se revela capaz de fornecer ao homem, quando apoiado pela ciência, todos os recursos que se fazem indispensáveis ao seu bem-estar material, através do solo propício que lhe dará o alimento e as vias de comunicação, dos rios que lhe darão a energia e mais recursos de abastecimento, das árvores que lhe garantirão os mananciais, dos ares através os quais a aviação apaga as distâncias, de todo o clima em suma, cujo conhecimento e aproveitamento tanto se relaciona com os meios de se tornarem as terras mais produtivas.

Malgrado a objetividade técnica, a rigidez pontuda das tabelas e números, é este Relatório mais que o simples trabalho de uma equipe científica: é o retrato de um Brasil imediato, de um futuro vizinho, ou instantâneo, o qual a inteligência e a capacidade dos brasileiros já entrevia indecisamente quando furava o sertão bravo em seiscentos ou setecentos.

Aqui não vamos evidentemente repetir argumentos, motivos que justificam esta grandiosa iniciativa a que com tanto fervor se lança o Governo da República. Não são apenas econômicos, sociais, políticos, militares; mas sobretudo históricos, e significam, na verdade, que o exclusivismo da sedução atlântica perdeu terreno, em que pese haver ela refletido na nossa evolução e no nosso progresso a vitória da lei natural, pela facilidade das comunicações marítimas entre os diversos pontos de uma costa imensa, onde se ergueu afinal de contas uma civilização em alguma medida aparente ou cartaginesa e de qualquer forma em contraste violento com os sertões. Ai, parece-nos, a significação especial e decisiva que tem para o autêntico ou profundo engrandecimento nacional a marcha para a edificação de uma capital sobre o solo seco das chapadas de Brasília.

Justo será que se recordem aqui nomes ligados ao empreendimento, entre os quais destacaremos o do Marechal José Pessoa, ex-Presidente da Comissão de Mudança da Capital Federal, e soldado e cidadão cheio de serviços assinalados ao país. Ocorre-nos também mencionar de passagem, no instante em que redigimos estas linhas breves e omissas, a atuação exercida pelo ilustre Engenheiro Jeronymo Coimbra Fueno em postos executivos e na tribuna do Senado da República.

Contudo, se nos cumpre recordar o mérito dos que de uma forma ou de outra associaram o seu nome, digamos, para falar em termos em voga, à *Operação Brasília*, não nos incumbe menos, por justiça, dizer que a Nação deve todo o aprêço e todo o apoio aos capitães da iniciativa já agora em movimento. E entre eles avulta um nome do porte dêste eminente homem público que é o *Deputado Israel Pinheiro*, Presidente da *Comissão Urbanizadora da Nova Capital do Brasil*, cuja simples presença à testa do novo órgão é garantia bastante do inteiro êxito do empreendimento sem paralelo.

Com a publicação dêste *Relatório*, o *Serviço de Documentação do D.A.S.P.* dá seguimento ao seu esforço de servir à causa da administração pública, dentro das diretrizes amplas que nos traçou — com todo o apoio, estímulo e entusiasmo que nos oferece — o *Sr. Diretor-Geral, Dr. João Guilherme de Aragão*.

Agradecemos ao *Dr. Ernesto Silva*, *Diretor da Companhia Urbanizadora da Nova Capital*, a valiosa colaboração prestada no que diz particularmente com o exame e verificação dos originais do presente trabalho.

Desejamos ainda mostrar mais uma vez o nosso profundo agradecimento ao conhecido, elevado e inalterável espírito de colaboração e compreensão do *Dr. Alberto de Brito Pereira*, *Diretor do Departamento de Imprensa Nacional*, sem o qual não poderia êste notável *Relatório*, em tão curto espaço de tempo, estar ao alcance de todos os brasileiros.

Manoel Caetano Bandeira de Mello
Diretor do Serviço de Documentação do D.A.S.P.

Rio, Outubro de 1956.

NOTA

Este relatório não é mais que uma parte do total cumprimento do contrato firmado entre o Governo dos Estados Unidos do Brasil e Donald J. Belcher and Associates, Incorporated, de Ithaca, New York, U.S.A.

O contrato especificou que a seleção final dos cinco sítios mais adequados para a Localização da Nova Capital do Brasil fôsse apresentada da seguinte forma:

Retângulo — (50.000 km²).

Mapas Topográficos na escala de 1:50.000 com curvas de nível espaçadas de 20 m.

Utilização da Terra.

Mapas Geológicos.

Mapas de solo para agricultura.

Mapas de solo para engenharia.

Mapas de drenagem.

Todo o Retângulo foi dividido em 18 quadrículas para os fins deste estudo. Foram preparados mosaicos aerofotográficos na escala de 1:50.000 e os mapas acima relacionados foram compilados na escala das sobrecapas que se ajustam sobre os mosaicos.

Acima e além das exigências contratuais, o corpo técnico de Donald J. Belcher and Associates Incorporated apresentou à Comissão um jogo de mapas gerais, do Retângulo, preparados na escala de 1:250.000, mostrando a Geologia, a Utilização da Terra, os Solos para Engenharia e os Solos para Agricultura.

Os cinco sítios que resistiram aos olhos críticos dos especialistas nos diferentes campos foram, então, mapeados na escala de 1:25.000. Estes mapas dos sítios mostram:

Os cinco sítios finais.

Topografia.

Drenagem.

Utilização da terra.

Solos para agricultura.

Solos para engenharia.

Geologia.

Além dos mapas, foram apresentadas maquetas de :

Retângulo na escala de 1:100.000.

Sítio Castanho na escala de 1:25.000.

Sítio Verde na escala de 1:25.000.

Sítio Azul na escala de 1:25.000.

Sítio Amarelo na escala de 1:25.000.

Sítio Vermelho na escala de 1:25.000.

Com a seleção do sítio final pela Comissão a firma terá uma nova obrigação qual seja a de delinear os limites do Distrito Federal final e preparar os mapas desta área que envolverá os 5.000 km².

Os mapas do Distrito Federal deverão ser apresentados na escala de 1:50.000 e está sendo preparada uma redução da topografia na escala de 1:250.000.

PREFÁCIO

Da magnitude deste trabalho, pode-se concluir imediatamente que muita cooperação foi requerida das mais diversas fontes. Ficamos imensamente agradecidos aos oficiais e civis que nos encorajaram e aconselharam em vários aspectos. Sentimos não poder mencioná-los todos aqui.

Desejamos agradecer aos técnicos de Donald J. Belcher & Associates, Inc., que deram o melhor de seu tempo pessoal e envidaram todo o esforço para fazer com que o trabalho preencha os rígidos requisitos de prazo e minúcia estabelecidos pelo Governo Brasileiro. Dêstes, o Sr. Alejandro Solari deve merecer especial menção, pelo seu excelente projeto e supervisão da preparação das sobrecapas e maquetas.

Grande parte do interêsse primordial e iniciativa neste trabalho deve-se aos engenheiros Edson Cabral e Placidino Machado Fagundes. Como Superintendente das operações no Brasil, o Dr. Cabral foi responsável pelas ligações de Donald J. Belcher & Associates Inc. com os vários Departamentos do Governo e organizações privadas. Sua grande experiência e habilidade em expedir e coordenar os trabalhos, possibilitou concluir os levantamentos no prazo estabelecido; o Dr. Fagundes, como Diretor Técnico dos Levantamentos Topográficos supervisionou a produção dos mapas no Rio de Janeiro. Seus amplos conhecimentos técnicos e sua personalidade calma e paciente solveram muitos problemas desta complexa operação. Também atuou como encarregado das traduções dos relatórios e dados técnicos.

Duas firmas brasileiras especializadas desempenharam importante papel neste trabalho: Geofoto Ltda., que executou todo o levantamento fotogramétrico dos sítios, e Geocarta Ltda., que se incumbiu da parte de desenho dos mapas e sobrecapas.

A análise aerofotográfica e interpretação conduzidas pelo corpo técnico de Ithaca, N. Y., foi complementada pelos conhecimentos e experiência dos seguintes especialistas:

Isidore L. Dordick.

Consultor de Meteorologia — United States Weather — Bureau — Washington, D. C.

Frederick W. Edmondson,

Consultor de Planejamento Regional e Urbano — Associate Professor, Landscape — Architecture Cornell University.

Reeshon Feuer,

Especialista em Agricultura — Agricultural Extension — Service of The State of — New York.

Howard M. Giff,

Consultor de Saneamento e Abastecimento de Água — Professor of Civil Engineering — Head, Department of Sanitary Engineering — Cornell University.

George A. Lyon,

Consultor de Hidrologia e Abastecimento de Água — Professor of Hydraulic Engineering — Cornell University.

Thomas W. Mackesey,

Consultant — Planejamento Regional e Urbano — Professor of Urban & Regional Planning — Dean, College of Architecture — Cornell University.

J. W. Spencer,

Especialista em Estradas — Professor de Engenharia Agrícola — Chefe do Serviço de Expansão de Estradas do Estado de New York — Universidade de Cornell.

Edward H. Watson,

Consultor de Geologia — Chefe do Departamento de Geologia.

Aos inúmeros fazendeiros, trabalhadores profissionais e organizações do Brasil que tão hábil e generosamente nos auxiliaram com seus conhecimentos, seu precioso tempo e seus meios, devemos um muito especial agradecimento. Relevantes contribuições foram feitas pelos Doutores: Mauricio Sanford, Secretário de Agricultura de Goiás, em Goiânia, T. Godoy, Diretor da Estação Experimental Agrícola do Ministério da Agricultura em Anápolis, Alfredo Kupper, Cientista de Solos, do Instituto Agrônomo de Campinas em São Paulo, T. Araujo, Diretor e Flamion Ferreira, Conservacionista de Solos do Instituto Agrônomo de Belo Horizonte — Minas Gerais, J. E. G. Araujo, Diretor e T. Kalckmann da Seção de Fertilização de Solos do Instituto Agrônomo de Pelotas — Rio Grande do Sul, Mário Rezende — Goiânia, Capitão e Senhora Bowen — Anápolis.

Muito devemos aos membros da Comissão de Localização da Nova Capital Federal pelo seu interesse e sugestões relativas aos diversos fatores a serem considerados no empreendimento.

Especiais agradecimentos são devidos ao General Aginaldo Caiado de Castro, ex-presidente da Comissão e ao Dr. Paulo Peltier de Queiroz, ex-superintendente da Comissão do Vale do São Francisco, ambos os quais tomaram interesse direto e efetivo pelo trabalho. Também ao Dr. Coimbra Bueno, anteriormente Diretor Técnico da Comissão de Localização da Nova Capital Federal, por sua atenção aos detalhes dos mapas e formas de apresentação.

Finalmente, desejamos estender nossos sinceros agradecimentos ao Marechal José Pessoa que, em assumindo a presidência da Comissão de Localização da Nova Capital Federal, percebeu logo a significação destes estudos e imediatamente nos deu sua cordial cooperação e apoio, sem o qual, o trabalho poderia ter sido sèriamente comprometido.

INTRODUÇÃO

Um dos maiores acervos do Brasil é o poder de imaginação do seu povo. É a imaginação disciplinada, associada a uma grande energia devotada à realização. Os grandes progressos do mundo moderno, dos quais o Brasil participou, são um testemunho desse fato. A adoção do transporte aéreo é apenas um dos maiores exemplos desta característica.

Em vista de suas longas distâncias e da necessidade de informações topográficas, seus engenheiros e técnicos especializados rapidamente adotaram a fotografia aérea e os métodos estereoscópicos de restituição para execução de mapas topográficos.

Quando a Nova Constituição foi adotada, estabelecendo a mudança da Capital Federal, o movimento para realização deste desejo cresceu rapidamente. Era natural que a grande extensão do futuro Distrito Federal, no Planalto Central, fosse fotografada para o fim de prover informações topográficas.

Ao mesmo tempo, membros da Comissão de Localização da Nova Capital Federal e vários engenheiros ilustres viram no progresso da técnica desenvolvida em outros países uma oportunidade para ampliar os conhecimentos técnicos de seu país e executar os levantamentos necessários à localização da nova capital.

Em se mantendo a par do progresso da ciência, eles tinham observado o incremento do uso das fotografias aéreas para muitos outros fins, além da execução de mapas topográficos. Muitos países vinham adotando o emprego mais lato da foto-análise e interpretação. Isso eles reconheceram como a ciência que — literalmente falando — estuda fotografias aéreas para extrair grande quantidade de informações detalhadas relativas à Geologia — a espécie de rochas que jazem sobre ou sob a terra — e solos; leram a respeito de fotografias aéreas usadas na pesquisa de óleo; tiveram ciência de aerofotos usadas na locação de novas estradas e materiais para construção de estradas de rodagem; souberam que o Canadá, a Itália e o Egito empreenderam a classificação da terra usando fotografias aéreas, e que uma firma especializada em foto-análise e interpretação estava localizando sítios para poços de água profundos no Irã. Foi seu desejo que técnicos e engenheiros brasileiros aprendessem essas técnicas. Nesse método eles viram também a única possibilidade efetiva de cumprir o prazo estabelecido para a localização da nova Capital. As responsabilidades de uma tal decisão não são pequenas.

A Comissão de Localização da Nova Capital Federal estudou o problema e viu que esta ciência de ler fotografias aéreas iria fornecer a vasta base de conhecimentos técnicos necessários para tomar tal decisão. Servindo-se da tremenda vantagem de rapidez que é inerente ao levantamento aerofotográfico de qualquer espécie, eles viram que seria possível concluir o trabalho em tempo hábil. Além disso, viram que seria uma destacada oportunidade para iniciar o treinamento de seu próprio pessoal neste novo campo que promete ser de significação nacional para o Brasil.

Conseqüentemente, aceitaram as sugestões da firma Donald J. Belcher & Assoc. Inc. de Ithaca, New York, U.S.A., a mais antiga firma neste ramo e a única especializada nos campos da Geologia, Engenharia e Agricultura. A firma tem trabalhado em conjunto com urbanistas e tem-se empenhado, em larga escala, em mapeamentos para obras de Engenharia, Geologia e Agricultura, em 23 países, incluindo trabalhos em curso no Canadá (Engenharia), Egito (Geologia do petróleo) e Birmânia (Geologia, utilização da terra, engenharia, florestas e urbanismo).

Após as necessárias negociações, foi assinado um contrato com essa firma para execução e entrega em 10 meses de uma série de levantamentos que se faziam necessários. Nestes se incluem levantamentos da topografia, geologia, drenagem, solos para engenharia, solos para agricultura e utilização de terra, de todos os 50.000 quilômetros quadrados do Retângulo previamente escolhido para conter o futuro Distrito Federal. Êstes estudos eram necessários para a seleção de 5 sítios, cada um dos quais sendo adequado para a nova capital. Quando êstes cinco sítios fôssem escolhidos através da análise das aerofotos em Ithaca, New York, suplementados pelas investigações de campo no Retângulo, 210 sobrecapas de mapas detalhados teriam de ser executados, locais de reservatórios locados, rotas de linhas de transporte potencial estudadas e materiais de construção localizados. Foram também exigidas maquetas do Retângulo e de cada um dos cinco sítios.

Antes, fôra estimado que um levantamento de tal amplitude requeria, normalmente, 10 ou mais anos se sômente fôssem usadas investigações no campo e, talvez, com sacrificio de alguns detalhes. Por foto-análise e interpretação, todo o trabalho foi completado em 10 meses. Oficialmente iniciado em abril de 1954, o trabalho é agora concluído em fevereiro de 1955. A organização dos trabalhos foi subdividida em 3 partes: o laboratório técnico em Ithaca, N. Y., o escritório central no Rio de Janeiro e um escritório de campo em Anápolis. O Governo Brasileiro mandou para Ithaca — N. Y., 8.000 fotografias aéreas, 540 mosaicos e 18 foto-índices, para análise e interpretação. De Ithaca, foram mandadas, para o Rio de Janeiro, cópias das aerofotos analisadas e interpretadas, juntamente com os materiais necessários à produção das sobrecapas transparentes usadas na apresentação. Jeeps, reboques, sondas perfuratrizes e outros equipamentos de campo foram despachados para o Brasil para uso nos levantamentos de campo e exploração.

Um grupo de especialistas foi mandado ao Brasil para as primeiras observações, testes e amostragem. São eles:

Thomas W. Mackesey, Frederick W. Edmondson, Reeshon Feuer, James Spencer, Edward H. Watson.

Sua missão foi a de colhêr dados no terreno para a interpretação das fotografias aéreas e dar sua opinião profissional em seus campos especializados.

Entrementes, procedeu-se a construção de maquetas do Retângulo, em Ithaca, N. Y., finalmente acompanhadas por outras de cada um dos cinco sítios, quando as escolhas finais foram feitas.

A Comissão está agora recebendo êste material de forma que possa proceder ao julgamento para seleção final do sítio da Nova Capital. Quando êste sítio fôr selecionado, a firma de Donald J. Belcher & Associated, Inc. compilará um conjunto de mapas finais cobrindo êste sítio.

O corpo de planejamento da firma reconheceu, através do trabalho, que o crescimento da cidade se processará em estágios. Em vista disto, não seria prático nem exequível planejar prematuras facilidades para a capital que viessem a satisfazer suas demandas finais. Reconhecendo isto, foram coerentemente planejados o objetivo e as minúcias do material a entregar. Dada a forma por que é apresentado, a utilidade do material não cessa no momento em que o sítio final da capital seja selecionado. Em realidade, o seu pleno uso começará de novo porque a execução dos vastos planos necessários a um tal empreendimento deve fazer uso contínuo de todos os mapas e análises que foram apresentados.



SUMÁRIO

Tôda grande cidade tem surgido como resultado de um jôgo de fatores sociais, políticos e econômicos. Estas são as fôrças que fazem com que os homens se reúnam para criar aglomerações urbanas. Com raras exceções, as grandes cidades do mundo têm tido um início insignificante e, quase sempre, casual; como vila, era superior às demais no que diz respeito às vias naturais de comércio, às matérias-primas ou às possibilidades de defesa e, por isso, cresceu e prosperou, enquanto outras menos favorecidas se estabilizaram ou regrediram. Os fatores que propiciam o crescimento de uma cidade são geográficos: uma posição privilegiada em via de transporte aquática ou terrestre, na qual se torna necessária uma interrupção no escoamento das utilidades, um bom pôrto de mar com acesso ao interior, uma posição militarmente estratégica ou uma posição dominante do ponto de vista político.

Quer a posição do núcleo original tenha sido deliberadamente selecionada, tendo em mente êsses fatores, quer tenha surgido espontâneamente, o aumento de população, riqueza e prestígio tem sido sempre uma decorrência da posição geográfica.

O problema de selecionar um sítio para uma nova cidade é o de situá-lo em uma posição tal que a referida cidade preencha inteiramente sua função. Esta cidade brasileira terá de preencher uma finalidade tôda especial, qual seja a de um centro governamental. Ela não é influenciada pelo comércio interior ou exterior ou pela indústria, como outros tipos de cidades. Certas cidades têm fatores de contrôle que são diretamente relacionados com suas funções. Por necessidade, elas têm de ser colocadas à margem de rios, portos ou centros de matéria-prima. Muitas vêzes, a localização de uma cidade é determinada em função do baixo custo de um transporte econômico.

Quando a localização de uma cidade é baseada num dêsses fatores de contrôle como a indústria ou o comércio, ela quase sempre tem de pagar um tremendo preço para superar condições desfavoráveis que foram desprezadas em favor do fator do contrôle ou não foram previstas na fase inicial de seu desenvolvimento.

Por exemplo, algumas cidades que foram localizadas próximas a uma via fluvial de transporte, são inevitavelmente sujeitas a inundações periódicas até que sejam protegidas por diques e estruturas de contrôle de inundações.

As cidades que dependem de minas de carvão e ferro para indústria sacrificam em sua localização, fatores outros como: fácil acesso, condições de clima e principalmente topografia. Por isso, a maioria das cidades, por

serem controladas por um requisito dominante, são deformadas e distorcidas e, portanto, de criação e manutenção dispendiosa.

O Brasil terá a oportunidade quase ímpar de lançar uma cidade bem equilibrada ao criar a sua nova capital. Excluídos fatores políticos e condições geográficas de caráter muito amplo, não há qualquer outro fator dominante que obrigue a cidade a ser localizada numa determinada posição. No caso desta cidade, para funcionar uma nova capital, é perfeitamente possível ajustar sua localização aos fatores bem balanceados que tornam uma metrópole, em si, a mais agradável e econômica para a sua população. Por essa razão, não será necessário expor a cidade a inundações simplesmente para tê-la próxima a um rio, nem localizá-la em um terreno rochoso, escarpado, quando seja possível localizá-la adequadamente de tal forma que ela tenha acesso ao transporte, tenha clima agradável e não seja molestada com problemas tais como o de remover serras rochosas simplesmente para permitir-lhe a expansão.

O Brasil deve ser louvado pelo fato de ser a primeira nação na História a basear a seleção do sítio de sua capital em fatores econômicos e científicos, bem como nas condições de clima e beleza.

A localização geral do novo Distrito Federal foi determinada após longos anos de acurados estudos dos fatores regionais.

Dentro do Retângulo previamente estabelecido, há 5 diferenças locais que focalizariam, automaticamente, a atenção para um determinado sítio ou sítios. As muitas razões que contribuíram para a seleção do Retângulo tendem a reduzir quaisquer diferenças regionais locais no seu interior. No elevado platô, que se apresenta no topo do grande divisor do país, a espinha do planalto que se estende da Serra do Rio Preto para oeste atravessando o Mato Grosso e indo até às fronteiras da Bolívia, há pouca variação local dentro do Retângulo em si. Os campos são vastos; os centros de população, já estabelecidos, ficam muito distantes, e o Retângulo é, num sentido lato, de natureza toda semelhante. Não há grandes rios, nem pontos focais de vias de transporte naturais, nem áreas tão destacadas do ponto de vista das considerações regionais, que possam ser consideradas como a escolha óbvia e imediata do sítio para a capital de uma grande nação. O problema é determinar, onde se encontra, dentro da região, a mais favorável combinação dos fatores a considerar. A configuração do terreno, o tipo de solo, o tipo e a profundidade da rocha firme, o potencial hidráulico, a altitude, a possibilidade de abastecimento adequado de água, o microclima, a possibilidade de conexão com rodovias tronco e ferrovias, o aspecto do terreno, acidentes naturais especiais que possam ser aproveitados para fins recreativos — estes são os fatores que devem ser levados em conta.

A combinação ideal destes fatores resultaria em um sítio nas partes mais altas do platô, a uma altitude de cerca de 1.000 metros. O terreno seria suavemente ondulado para proporcionar uma paisagem variada e quebrar a monotonia. As encostas seriam de pouca declividade, não exce-

dendo 8 %, assim permitindo construir sôbre elas sem dificuldades. Deve haver também área, localizada em posição dominante, que possa ser aproveitada, de forma monumental, para o núcleo governamental da cidade. Os solos devem poder receber vegetação; a rocha firme deve ficar suficientemente próxima da superfície de forma a permitir fundações adequadas para grandes edifícios, embora, suficientemente profunda, de forma que as tubulações e utilidades subterrâneas não exijam escavações em rocha. O sítio não deve ser interrompido por qualquer barreira física tal como uma garganta profunda, áreas muito acidentadas, pântanos ou serras altas. Os solos devem ser bem drenados e a configuração do terreno deve ser tal que seja possível o sistema de esgôto por gravidade. Um abastecimento d'água adequado e certo deve ser previsto. Se a fonte de água estiver a uma altitude maior que a cidade, de forma que ela possa ser alimentada por gravidade, tanto melhor. A área deve ser livre de bruma, sêca, de ventos fortes e desagradáveis e outras manifestações climáticas indesejáveis. Deve haver, nas vizinhanças, motivos para uso recreacional dos habitantes da cidade, e, finalmente o sítio deve ser atraente à vista e oferecer aos projectistas da cidade a oportunidade do aproveitamento de paisagens e outros recursos de interesse visual e beleza.

Em escolhendo a área do grande Retângulo, para o futuro Distrito Federal, o Govêrno reservou uma área geogrâficamente adequada, com o melhor clima que se pode encontrar no centro do país. Dentro desta grande área há extremos de várias naturezas. A topografia varia, em alguns pontos, de terrenos planos e monótonos a escarpados e agrestes. Assim, dentro da área geral, há uma grande variedade de condições que devem ser apreciadas e consideradas antes do sítio da cidade ser determinado. Todos êsses fatores devem ser reconhecidos, prèviamente, de forma que a seleção final incorpore as condições mais vantajosas, pois uma cidade representa um investimento de vulto e as complicações econômicas de um êrro em sua localização, permanecerão por centenas de anos, na sua vida. As elevadas despesas que se impõem, quando se torna necessário corrigir êsses erros, elevam-se a incríveis somas de dinheiro. É uma extrema felicidade que o Govêrno Brasileiro disponha de completa flexibilidade ao proceder à escolha, porque a área é grande e a região é relativamente subdesenvolvida, e, portanto, o problema de deslocamento e realojamento de um grande número de pessoas não inibe a seleção do sítio mais vantajoso. Cada sítio foi selecionado de forma a permitir a maior flexibilidade possível ao projeto e à localização dos edifícios públicos e zonas residenciais. Para fazer esta importante seleção, é necessário, primeiramente, obter dados essenciais que possam ser apreciados e balanceados para conduzir ao sítio de melhores condições. Dos 5 sítios recomendados, cada um satisfaz a êsses critérios em maior ou menor escala. Nenhum é, nitidamente, superior aos outros em todos os aspectos. Cada um apresenta determinadas van-

tagens que lhe são peculiares e que não se repartem igualmente pelos outros 4. Qualquer um dêles seria um bom local para a capital do Brasil.

A *topografia*, juntamente com o *Clima*, é, naturalmente, uma das primeiras considerações. Extensas áreas de terreno plano são monótonas no aspecto, embora permitam grandes flexibilidades no projeto. Áreas planas são vantajosas para a localização de aeroportos mas dispendiosas quando se encaram os problemas de esgôto e suprimento d'água. Por outro lado, terrenos montanhosos fixam o projeto da cidade e o plano geral de arruamento. Uma vista agradável é sempre proporcionada, aos habitantes, neste caso, mas muitas pontes são requeridas, e geralmente a facilidade de locomoção de um setor da cidade para outro é limitada. Um sítio assim, envolvendo os 2 aspectos é o melhor, já que permite projetar a cidade explorando as vantagens de ambos.

A topografia geral de todo o sítio, bem assim como outras características de declividade e conformação do terreno, dão a cada sítio uma personalidade distinta. Êste foi o desejo da firma Donald J. Belcher & Assoc. Inc. ao proceder a essas escolhas de forma tal que, aos arquitetos e urbanistas do govêrno seja dado desenvolver o plano diretor da cidade com inteira liberdade. Da forma pela qual foram os sítios estudados, ver-se-á que, no Sítio Azul, existem muitas possibilidades de escolha, enquanto que o Castanho oferece um ponto focal natural para o centro cívico federal em terreno inclinado e próximo a excelentes áreas planas para localização de aeroportos, por exemplo.

GEOLOGIA — Uma das falhas mais comuns na localização de uma cidade, no passado, foi o fato de não terem sido levadas em consideração as condições geológicas. Como exemplos, as seguintes cidades pagaram, no passado, e estão pagando ainda um alto tributo às péssimas condições geológicas de seus solos: — Amsterdam, Cidade do México, Bangkok, Estambul, Boston e Chicago. Nestas cidades, os solos são úmidos e moles e a rocha firme para fundações está a uma grande profundidade. Conseqüentemente, todo edifício construído antes de 1930 tem sido danificado por recalque. Desde 1930, a ciência da mecânica dos solos possibilitou a *redução, a um mínimo*, do recalque de edifícios construídos sobre argilas moles, mas as despesas de investigações e de construção das fundações tornam o custo de cada edifício, aproximadamente, 30 % mais alto que o daqueles construídos em um sítio que disponha de condições geológicas favoráveis. Tais áreas também existem no Retângulo, mas em nossa seleção de sítios, elas foram evitadas. A condição geológica ideal para a localização de uma cidade é aquela em que os solos são friáveis e bem drenados e onde a rocha-base «bedrock» está a uma distância razoável abaixo da superfície da terra. Esta combinação de circunstâncias é a mais favorável para a construção de pequenos edifícios, casas e linhas de utilidades públicas diversas. Para a construção de grandes edifícios, as fundações podem ser lançadas sobre a rocha firme «bedrock», se necessário.

Ao designar os 5 sítios, Donald J. Belcher & Assoc. Inc. alcançaram esse ideal em cada caso, mas, em diferentes graus. Eles também se certificaram, em cada caso, de que a escavação ordinária para utilidades seria feita em solo evitando as dispendiosas escavações em rocha.

Condições geológicas adversas também acarretam problemas de saneamento e suprimento d'água. Por exemplo, grandes áreas no Retângulo (especialmente a leste e sudeste de Formosa) têm o subsolo constituído de rocha calcária em forma de colmeia com suas cavernas e veios d'água subterrâneos. A existência disso torna muitas vèzes impossível construir barragens e reservatórios para suprimento de água satisfatórios. Naturalmente, as áreas de perigosa formação calcária foram evitadas na determinação final dos sítios. Pode-se verificar isso no Sítio Castanho, que fica próximo a uma zona calcária. Não obstante, essas áreas de rocha calcária foram, cuidadosamente, mapeadas nas sobrecapas de geologia a fim de indicar as reservas de pedra para construção e cal agrícola para ser usada no beneficiamento das lavouras da área.

A influência das condições geológicas não é confinada ao sítio da cidade em si mas deve incluir o fácil acesso às grandes reservas de materiais de construção das áreas circunvizinhas. Essas condições foram encontradas na seleção dos 5 sítios, também em graus variados, mas em nenhum caso se defrontarão os construtores com os problemas existentes em Washington, D. C., Cairo, Amsterdam e muitas outras onde há ausência total de materiais de construção nas áreas circunvizinhas. As complicações de ordem econômica decorrente disso são grandes porque se estima que o custo da pedra, da areia e do cascalho *transportados* para fins de construção, é cinco vèzes o seu valor original se encontrados a menos de trinta quilômetros de distância.

SOLOS PARA ENGENHARIA são também muito importantes porque êsses solos constituem base de fundação para estradas de rodagem, de ferro, aeroportos e ruas da cidade. Êsses solos foram mapeados para que seja possível aos engenheiros encarregados das obras do Distrito locar as linhas de transporte sem qualquer outra investigação do solo.

A divisão de engenharia de Belcher & Associates tem o prazer de informar que as condições de solo são, em geral, excelentes nas proximidades dos sítios indicados. Precauções especiais são necessárias ao trabalhar com êsses solos quase ímpares e nosso corpo técnico fêz testes de engenharia com êles e compilou dados e material de referência baseados em experiência neste e em outros países, onde êsses dados são encontrados. Êsse estudo estava fora das exigências do contrato, mas foi pela firma considerado de tal importância que se envidou um esforço especial para obter e incluir êsses dados.

Outro aspecto importante dessas sobrecapas é que os agregados locais e materiais de construção estão ali indicados para todo o Retângulo de forma que, em qualquer ponto dentro da área, o engenheiro saiba onde podem ser

encontrados, mais perto, depósitos de materiais necessários à construção das estradas.

SUPRIMENTO D'ÁGUA — Um grande número de pesquisas e investigações foi necessário para emprestar um alto grau de confiança à quantidade de água necessária para abastecer 500.000 pessoas. Isto foi conduzido através de um estudo das mais importantes cidades existentes e modificado pela experiência dos técnicos do ramo que consideraram os fatores temperatura, umidade, altitude e funções especiais de uma cidade para sede de governo. As quantidades estabelecidas englobam outras coisas como as fontes artificiais, o efeito da estação seca prolongada na irrigação dos jardins e parques, assim como as perdas inevitáveis de água que ocorrem em um sistema que serve uma cidade desse tamanho.

HIDROLOGIA E RECURSOS DE ÁGUA — Quando os estudos climáticos da área foram realizados, já se dispunha dos dados básicos necessários à hidrologia da área. As informações sobre chuvas e evaporação foram, então, aplicadas a cada um dos 83 reservatórios espalhados por todo o Retângulo. Essa informação permitiu uma avaliação da descarga nos pontos de barragem previamente selecionados. É interessante notar que esses sítios de barragem foram localizados diretamente nas fotografias aéreas e que as áreas dos reservatórios foram também determinadas dessa maneira.

A informação obtida das fotografias aéreas foi combinada com a hidrologia das bacias individuais para determinar a capacidade dos reservatórios. Essas quantidades foram então tabuladas para cada sítio recomendado por Belcher & Assoc. de forma que a cidade localizada em qualquer um dos 5 sítios dispusesse de um volume d'água adequado. Em cada sítio, a quantidade necessária foi obtida e, em alguns deles, excedida. Nesse ponto, os sítios individuais variam não somente na quantidade total de água disponível mas também no custo de bombeamento necessário para trazer a água para a cidade.

DRENAGEM — O fator «condições de drenagem» talvez tenha uma aplicação básica mais ampla, nessas investigações, do que qualquer dos outros fatores. As sobrecapas de drenagem foram as primeiras a serem preparadas neste estudo pois os dados delas inferidos foram necessários a outros estudos específicos, como, por exemplo, as reservas de água discutidas acima.

Os mapas de drenagem capacitaram nossos técnicos a demarcar as bacias individuais e estimar a permeabilidade dos solos de mais de 20 sítios que foram inicialmente selecionados. Será notado, pelo exame das sobrecapas de drenagem, que uma das peculiaridades de toda a região é a presença de extensas áreas de exsudação. Nos 2/3 centrais da área total, serão encontradas nascentes e linhas de exsudação na base de quase todas as serras. Este foi um fator muito importante na determinação da profundidade da rocha firme e na avaliação do potencial de água subterrânea de várias áreas. Essa informação foi, particularmente, importante na ava-

liação do rendimento e períodos de descarga máxima na hidrologia das bacias. É uma comparação muito feliz dizer que a chapada atua como uma esponja absorvendo a água das chuvas quase totalmente, armazenando-a como água subterrânea e descarregando-a em lenta proporção, nos rios da região. Esta é uma circunstância extremamente feliz porque, se o rápido escoamento que caracteriza algumas áreas prevalecesse nas áreas do centro e de leste, um contróle de erosão muito extenso teria de ser pôsto em prática se a população da área fôsse aumentada desmedidamente.

Finalmente, o mapeamento de drenagem forneceu também a informação básica para o mapeamento geológico, porque é um fato reconhecido que o regime de rios é indicativo das condições do «bedrock» bem abaixo da superfície da terra. Será notado nas sobrecapas de geologia, por exemplo, que a direção das linhas de drenagem é quase sempre relacionada com as linhas de falhas e juntas.

Um dos levantamentos básicos do Retângulo foi o de *classificação da terra*. Ao fazer isto, foi necessário estudar os tipos de prática agrícola em uso na região, e conhecer os detalhes dos diferentes solos do Retângulo. O resultado dêste levantamento foi um inventário das condições atuais da terra e de seu uso corrente. Ele fornece também uma base para a aplicação dos resultados do levantamento de solos para a agricultura. Em combinando os resultados dêsses dois levantamentos, foi possível predizer a produtividade potencial das terras nesta região. Os resultados deveriam ser amplamente aplicáveis e de considerável valor para todo o Brasil por causa da grande ocorrência dêsses solos em todo o país.

Os levantamentos de utilização da terra pesaram muito na consideração dos vários sítios que foram estudados. Foi necessário em cada caso considerar as vantagens de dispor imediatamente de terras produtivas próximas dos sítios, em confronto com o custo de desapropriação da terra. Diretamente relacionado ao fator custo está o outro paralelo a êste, que é o de deslocar os habitantes e realojá-los de uma maneira satisfatória. As fotografias aéreas terão um valor contínuo com respeito à utilização da terra porque representam a utilização atual e a condição da terra; assim a fotografia será um fator importante no estabelecimento dos limites das propriedades e sua produtividade na época da desapropriação. Em quase todo exemplo em que a fotografia aérea foi usada para êsse fim, revelou-se que muitos lotes de terra não têm sido devidamente declarados e, por isso, sua avaliação para fins de taxação tem sido bem abaixo do seu valor real. O Estado de Pensilvânia, nos Estados Unidos, coletou, em um ano, mais dinheiro de taxas atrasadas pela aplicação do método, que o custo inicial da fotografia.

É importante chamar a atenção para o fato de que os mapas de classificação da terra serão úteis, para o Govêrno, por muitos anos vindouros, uma vez que sua precisão e grau de detalhe permitirão que sejam usados como

uma base para recomendações específicas no contróle da erosão, irrigação e métodos de lavoura.

A área inteira foi dividida em unidades baseadas em dez fatores : topografia, textura do solo, drenagem, erosão, água de subsolo, existência de pedras, cobertura vegetal, ocupação pelo homem e usos atuais e potenciais.

A agricultura local terá uma grande influência na cidade nova e, por isso, os técnicos sentiram que uma exploração tão completa quanto possível seria justificada, pois se se constatasse que o solo sêco da chapada, que ocupa boa parte da área, nada promettesse quanto ao uso para agricultura no futuro, êste fato tornar-se-ia um ponto muito importante contra qualquer sítio que fôsse circundado por tais terrenos.

No início, pouco era conhecido dos solos do Retângulo e, na palavra de um técnico — «seria impossível executar o mesmo serviço em três anos».

Ao planejar o trabalho, foi usado um sistema de 4 aproximações sucessivas. Primeiro, foram estabelecidas correlações entre esta área e as áreas de solos similares em outros países. Técnicos com experiência nessas outras áreas foram consultados. Segundo, uma investigação real do campo foi levada a têrmo e nela foram recolhidas amostras e cavados fossos de perfil. Isto nos permitiu estabelecer classificações científicas dos solos. Depois disso, e também no campo, foi estabelecida a correlação entre as formas da fotografia aérea e os solos tal como são relacionados às formas de terreno. Enquanto o mapeamento final era conduzido em Ithaca, os solos foram testados quanto aos minerais essenciais e nutrientes. Os resultados dêstes, juntamente com a opinião dos técnicos do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, resultaram na firme conclusão de que os solos do Retângulo podem ser levados a produzir uma variedade de culturas, em quantidades econômicas, com o uso de fertilização adequada e métodos de tratamento da terra.

Baseados nos fatores, já estabelecidos, de beneficiamento do solo que inclui materiais básicos, clima, vegetação, declividade do terreno e o fator tempo, ficou estabelecido que os solos do Distrito poderiam ser divididos em nove grandes grupos a saber : — Latossolos húmicos, Latossolos arenosos, Lixossolos concrecionais, terras francas arenosas, podzolizadas vermelhas e amarelas, Gleys pouco húmicos, Gleys húmicos, solos turfosos, lateritas hidromórficas e litossolos.

Os potenciais dêsses solos do Retângulo foram explorados, tanto quanto possível, dentro do prazo do contrato. As recomendações dos membros de maior destaque da Divisão de Agricultura no Estrangeiro do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos foram incorporadas como medidas definitivas que se fazem necessárias para tornar êsses solos próprios para policultura e de rendimentos satisfatórios. As plantações que podem ser adaptadas a essas áreas são demasiado numerosas para mencionar aqui, mas foram devidamente discutidas no relatório prôpriamente dito. Elas não proporcionarão uma boa economia agrícola à área, mas, devem servir de

base para demonstrar o uso satisfatório dêsse tipo de terreno em tôda a região do Brasil.

O Problema de *Transporte e fornecimento de energia* para o novo Distrito Federal é de interêsse óbvio para qualquer um que esteja julgando o valor de cada sítio para a Capital. Com relação aos transportes, mereceram tôda a atenção da divisão de engenharia da firma: estradas de ferro, estradas de rodagem e aeroportos. Os planos existentes para a rêde de viação foram estudados e tôdas as linhas naturais de acesso ao Distrito Federal foram exploradas. Em consequência, foi constatado que um transporte adequado, de qualquer espécie, poderia ser pôsto à disposição de qualquer dos cinco sítios.

Foi julgado de absoluta necessidade que o transporte por estradas de ferro seja pôsto à disposição da nova Capital já que é a única forma atual de transporte barato que poderia transportar a tonelagem requerida para suprir as necessidades da cidade. O valor da atual estrada de ferro que serve à parte sudoeste do Retângulo foi considerado por alguns como sendo de influência positiva na seleção dos sítios em áreas que viesse a servir. Entretanto, uma apreciação dos «grades» das curvas e do leito por parte dos nossos engenheiros indica, sem dúvida, que ela não serviria a uma cidade do tamanho desejado. Para construir estradas de ferro apropriadas dentro desta área geral seria necessário estudar uma diretriz inteiramente nova. Conseqüentemente, o custo das novas facilidades de estrada de ferro nesta área igualaria, ou talvez excedesse o custo de prover de um serviço similar outras zonas do Retângulo. Daí resulta que, o fato de já existir um serviço de estrada de ferro na zona de sudoeste não adiciona qualquer vantagem aos sítios dessa área, quais sejam o Amarelo e o Azul.

Foram procedidos reconhecimentos ao longo de uma linha, que se estende de Planaltina para o sul passando por Cristalina para fazer conexão com a estrada de ferro existente em Catalão. Esta linha geral encontra sômente «grades» moderados e, uma vez que ela acompanha a maior bacia da área, não requer pontes de grande porte. A excelência desta diretriz está no fato de se poder proporcionar recursos de estrada de ferro, economicamente, a qualquer um dos sítios do lado leste a um custo nada maior do que o de prover Anápolis com uma estrada de ferro adequada.

Existem diretrizes exeqüíveis que ligam o Distrito Federal com as linhas existentes em Minas Gerais e, em última análise, com Be'lo Horizonte e Rio de Janeiro.

Portanto, em resumo, pode-se dizer que novos recursos de estrada de ferro devem ser fornecidos a qualquer dos sítios, seja qual fôr o escolhido, e que há excelentes perspectivas para todos.

O Distrito é particularmente favorecido por solos e terrenos próprios para a construção de excelentes estradas de rodagem a um custo mínimo. A rêde de estradas de rodagem existente pode ser ampliada e estendida sem exigir obras especiais. No momento, todos os sítios, exceto o Vermelho, são servidos

pelas estradas existentes e o Sítio Vermelho pode ser ligado à estrada Cristalina — Planaltina com a construção de 27 quilômetros de estrada de rodagem que seguiria por divisor plano, bem drenado, sem rios que atravessem o caminho que propomos. Recomendações para o tratamento adequado do solo, o uso e a posição dos agregados locais, e sugestões sobre os métodos de construção são apresentados no relatório geral.

Embora a situação para expansão da rede de estradas seja excepcionalmente boa, ela é ultrapassada pelo número quase ilimitado de sítios adequados à construção de aeroportos por toda a área de cada um dos sítios selecionados. O terreno e os solos dos Sítios Castanho, Verde e Vermelho são especialmente favoráveis, de tal forma que é possível localizar campos de aviação bem próximos da cidade, se desejado.

A área incluída no Retângulo está a uma distância que se aproxima do limite econômico de transmissão de energia elétrica de alta tensão. A esse respeito, todos os sítios estão em posição semelhante no que concerne a uma cidade desenvolvida. No momento atual, há, em construção, a usina hidrelétrica da Cachoeira Dourada. Há também um projeto de aproveitamento hidrelétrico em Três Marias, no Vale do São Francisco. Ambos estão a uma distância, aproximadamente, igual do centro geográfico do Retângulo. Os Sítios Azul e Amarelo são mais próximos da Cachoeira Dourada e, uma vez que seu término está ainda por se processar, sua energia poderia ser utilizada por qualquer um dos sítios num futuro próximo. Nenhum desses sítios apresenta uma perspectiva razoável de pequenos aproveitamentos hidrelétricos locais para a primeira fase de desenvolvimento da cidade.

Entretanto, os Sítios Castanho, Verde e Vermelho estão situados a pequenas distâncias de sítios hidrelétricos potenciais onde a energia poderia ser aproveitada para a cidade, especialmente na primeira fase de crescimento. Portanto, é de se supor que uma cidade em um desses sítios seria razoavelmente servida pela energia local nos primeiros dez a quinze anos e, mais tarde, pelas maiores instalações hidrelétricas desenvolvidas a maiores distâncias.

SOLOS PARA ENGENHARIA

INTRODUÇÃO

O Distrito Federal será certamente organizado como uma entidade autônoma, sob a jurisdição de administradores federais. No campo da Engenharia, uma grande carga pesará, desde o início, sobre os ombros do corpo técnico do Governo Federal, porque a maior parte do trabalho a realizar nos primeiros anos de vida da cidade será de construção. Surgirão demandas de inúmeras fontes e os pedidos de construções urgentes serão comuns.

Não raro as organizações técnicas são solicitadas para proceder a rápidos planejamentos e construções, porém, o caso do Distrito Federal será impar, pelo menos num período de 10 anos. A área é nova — significando que as normas técnicas em construção e manutenção não estão estabelecidas, as estradas de acesso não se acham locadas e as cavas de empréstimo e pedreiras não se encontram abertas. A equipe de campo será também nova, até certo ponto, e não se poderá contar com os benefícios de uma organização experimentada nos primeiros anos.

Por essas razões, foi dada especial atenção, por parte do nosso corpo de engenheiros, à identificação e ao mapeamento dos solos do Retângulo, de tal forma que eles venham a ser da maior utilidade para a equipe de engenheiros e técnicos do Distrito Federal.

Foi dado especial realce aos sérios problemas que surgiram durante a execução do trabalho. Baseado no trabalho apresentado à Comissão de Localização da Nova Capital Federal, o corpo técnico de Donald J. Belcher & Assoc. Inc. endossa firmemente o plano descrito no final desta seção como um meio de obter melhores estradas a preço mais baixo (*) e reduzir os custos de manutenção e operação.

Ao preparar esta seção do relatório, dirigimo-la, principalmente, a dois grupos: aos Senhores membros da Comissão e ao pessoal que, no futuro, irá conduzir as operações de campo. Não se pretendeu preparar material especificamente para os engenheiros rodoviários federais, cuja experiência e discernimento em relação aos problemas de tráfego, clima e estradas do Brasil vêm sendo acumulados há muitos anos. O plano proposto é baseado em pesquisas realizadas no desempenho da administração de rodovias. Ele é

(*) Mr. Belcher, além de suas outras atividades — Universidade de Cornell — foi Chefe do Departamento de Engenharia do Transporte, de 1946 a 1954, e ministrou cursos especiais em Administração de Rodovias e em Estradas de baixo custo.

particularmente aplicável ao Distrito Federal e, por isso, deve ser do interesse de todos. Nós tentamos colocar este complexo assunto em termos bem simples, de tal forma que todos pudessem entender, inclusive os leigos. O termo «Solos para Engenharia» é usado num sentido descritivo. Em realidade, ele envolve os materiais do solo, que são usados ou que afetam as obras de engenharia tais como : estradas, pistas de pouso, ruas, bulevares e, também num sentido mais restrito, os processos de irrigação. Ele compreende todos os materiais da terra que não as rochas e, como tal, envolve também o material conhecido diversamente como cascalho laterítico, canga ou tapanhoacanga.

As aplicações desses materiais na Engenharia são relativamente pouco afetadas pelas suas propriedades químicas; por isso, as suas propriedades discutidas aqui e aplicadas no terreno são as propriedades físicas determinadas por testes padronizados na Engenharia. São eles: a determinação de características tais como tamanho e textura do grão; limite líquido, limite plástico e índice de plasticidade, como elementos de determinação da plasticidade. Tais determinações indicam a adequabilidade de um solo para suportar cargas.

A esse respeito, foi tomada uma precaução especial. A organização Belcher tem tido experiência de solos tropicais em muitas zonas. Sua experiência, e a de outros, tem mostrado que, em tais solos, o ato de «trabalhá-los» (como fazer cortes e aterros nas estradas) ou moldá-los (quando compactando os «subgrades»), pode alterar suas propriedades físicas substancialmente. Isto é particularmente verdadeiro para solos antigos, profundamente intemperizados, chamados lateritas, mais freqüentemente encontrados nos trópicos úmidos. Esta mudança de características pode ser observada no quadro I, onde há um grupo de solos que se constatou variar de cerca de 15 % em plasticidade.

Os mapas de solos para Engenharia indicam áreas de solo. Isto é de grande importância em futuros projetos e construções. Considera-se, primordialmente que, dentro de uma dada área os três fatores, textura, umidade e declividade, permanecem semelhantes, em essência. Os trechos de estradas construídas dentro dessas áreas encontrarão condições semelhantes e, se construídos do mesmo modo, irão se comportar semelhantemente. Os mapas e legendas permitem ao engenheiro rodoviário e ao engenheiro de solos local os trechos de estrada precisamente. A descrição de cada uma das áreas, dá a profundidade relativa do «bedrock», a textura, a declividade e qualidades de drenagem. Esse material é encontrado no final desta seção.

PROPRIEDADES FÍSICAS

A textura de um solo é importante mas nem sempre é uma propriedade decisiva. A umidade é um fator muito importante. No Retângulo, as fotografias mostram, e as amostras do terreno e os testes de laboratório confirmam que existem seis classes texturais de solos:

1) *Cascalho Laterítico, Canga ou Tapanhoacanga*

São materiais de granulação grossa tendo as propriedades texturais de um cascalho.

2) *Areias*

Geralmente, são areias finas de tamanho quase uniforme. A maioria, proveniente da desagregação de arenito por intemperismo; algumas, como nas vizinhanças de Cristalina, são areias sopradas pelo vento, originárias de zonas de arenito.

3) *Argilas Friáveis*

Êstes são os solos mais espalhados pelo Retângulo, especialmente nas áreas a leste de Anápolis. Êles variam em côr, desde o vermelho até o bege e, embora com teor elevado de argila, podem ser denominados «friáveis» em vista do efeito da longa intemperização que tende a reduzir sua plasticidade.

4) *Argila Cinzenta*

Estas são diferenciadas porque são úmidas e ocupam baixas posições topográficas. Elas irão apresentar sérios problemas aos engenheiros de estradas quando fôr necessário local estradas em vales.

5) *Gnaisse Intemperizado*

Êste é um material que pode também ser denominado «rocha podre». Tem aparência de rocha sólida quando não trabalhado mas, escavando, constata-se que é tão mole quanto um solo. Êle representa o manto de solo profundamente intemperizado que cobre o «bedrock» gnáissico situado a grandes profundidades. Sua importância relativa como um solo trabalhoso, está no seu elevado teor de argila como o indica o limite líquido de 64% encontrado numa amostra representativa do mesmo.

6) *Xisto Intemperizado*

Êstes são menos amplamente distribuídos, embora de grande importância em áreas locais. A influência dos flocos de mica que ocorrem na rocha original tendem a neutralizar a argila e emprestar uma textura argilosa à massa.

PROBLEMAS DE SOLO

A estabilidade, a erosão e a infiltração são as principais categorias de problemas apresentados pelos solos do Retângulo.

Não são problemas extraordinários mas são sérios não obstante, e podem ser antecipados e talvez evitados ou compensados prèviamente. Por ajustes

na locação ou por medidas preventivas tomadas durante a construção, as estradas serão adequadas e terão caráter uniforme, ao invés de apresentarem condições tais que trechos bons de estrada achem-se intercalados a trechos inteiramente esburacados e sulcados.

Estabilidade — Estabilidade é a capacidade que tem o material do «subgrade» de suportar as cargas de tráfego. Os solos arenosos e o cascalho laterítico têm uma estabilidade maior que os solos argilosos do Retângulo.

As argilas friáveis são mais estáveis que as cinzentas dos vales e o xisto intemperizado tem, indubitavelmente, uma maior capacidade para suportar cargas que o gnaisse intemperizado. As areias e o cascalho laterítico são relativamente constantes em sua estabilidade durante tôdas as estações. As argilas friáveis, entretanto, passam de extremamente estáveis a argilas moles, quando o solo se torna saturado durante a estação chuvosa. Tendo em mente êsses fatos, a organização Belcher planejou cuidadosamente os levantamentos a fim de assegurar informações completas relativas aos locais onde obter pedra e cascalho. A areia, a pedra britada ou o cascalho podem ser usados, com sucesso, como *leito de estrada* sôbre a argila do «subgrade», para assegurar a estabilidade das estradas e pistas de pouso em tôdas as condições atmosféricas. Uma vez que o custo do transporte das quantidades necessárias pode ser maior que o próprio custo do material, deve ser dada cuidadosa atenção aos depósitos indicados nas sobrecargas de solos para Engenharia.

A fim de indicar a estabilidade dos diferentes solos encontrados no Retângulo, nós os classificamos de acôrdo com o «Unified Soils Classification System». Utilizando esta correlação, é possível especificar a espessura da base e a pavimentação requeridas para suportar os caminhões mais pesados ou as cargas de roda dos aviões. O quadro II indica êstes valores.

EROSÃO

Um dos maiores problemas dos engenheiros de viação no Retângulo, durante a «estação chuvosa» será o contrôle da erosão dos solos de argila «friável». Embora êstes solos, em seu estado natural, sejam porosos e bem drenados, êles não são capazes de absorver a precipitação normal da estação chuvosa, no Retângulo, a menos que sejam auxiliados pela cobertura vegetal natural. Se a água da chuva se infiltrar ela tem de se escoar, e, em o fazendo, carrega partículas de solo e a natureza friável dêstes solos torna-os suscetíveis de erosão. Mesmo com o limitado uso da terra, presentemente (1954), no Retângulo, a erosão é um sério problema. O uso mais intenso da terra exigirá, em alguns lugares, extraordinária atenção para os processos de contrôle da erosão.

Intensa erosão dêstes solos ocorrerá em tôda parte onde a água se concentre e se permita escoar livremente pela superfície. Os problemas se apresentam quando:

1) a formação de grotas (ravinas) é causada pela concentração de escoamento superficial das águas;

2) o solapamento das margens dos rios conduz ao desmoronamento dos encontros das pontes, bueiros e outras estruturas;

3) há formação de regos na superfície das estradas devido à concentração local de águas de rolamento;

4) há erosão das valetas, das banquetas e dos taludes de cortes e aterros não controlada;

5) o escoamento das águas pluviais da superfície dos aeroportos é inadequadamente controlado.

A discussão que se segue preocupa-se mais de perto com cada um destes problemas e sugere métodos gerais para o controle dos mesmos.

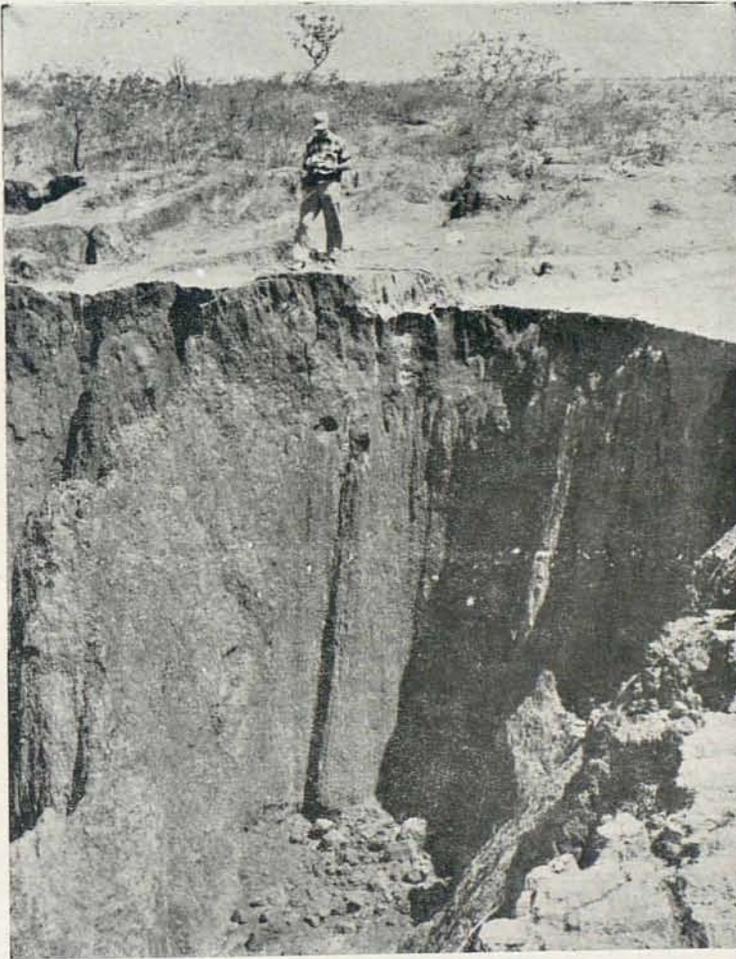


Figura 1 — Erosão remontante de uma grota (ravina) que está destruindo rapidamente uma estrada (direita ao centro) no Retângulo

a) Nas vizinhanças das estradas e aeroportos, o engenheiro deve prever e controlar possíveis concentrações de escoamento de superfície. A erosão laminar é um problema de pouca importância, comparado com as grotas (ravinas) que resultam da concentração das águas de escoamento. A figura 1 ilustra uma grota próxima a Anápolis que está cavando, gradualmente, o seu caminho em sentido inverso ao do escoamento das águas.

Uma vez iniciadas essas grotas, elas tendem a escavar para montante e podem se aproximar, perigosamente, de uma via de transporte. Medidas adequadas de controle da erosão evitarão o início dessas grotas. Uma vez formadas, elas devem ser aterradas e compactadas usando material «granulado» nas camadas superiores, e a *causa da concentração de água deve ser imediatamente corrigida*. Esta correção deve ser, de preferência, sob a forma de barragens e valetas de desvio das águas, que evitem a sua acumulação nas valetas principais, desviando-as da beira da estrada para bacias rasas, fora da faixa de domínio, onde elas possam ser absorvidas pelo solo. O material granulado usado nos 2 metros superiores do atêrro deve ser suficientemente grosso de forma a não ser facilmente deslocado pelo movimento das águas. A laterita endurecida, ou pedra (caso exista) quebrada em fragmentos de cerca de 15 cm, constituiria um excelente atêrro.

b) O solapamento das margens dos rios é um problema semelhante de erosão que tem de ser controlado. Ele pode ser controlado, no caso dos bueiros, em primeiro lugar projetando-se sua estrutura de forma adequada para comportar as águas de rolamento durante a estação chuvosa. Em segundo lugar, deve-se usar alvenaria de pedra ou concreto para proteger tanto a entrada como a saída do bueiro. Deve-se prover a entrada do bueiro de muros de testa e paredes laterais bem afuniladas e, na saída, deve ser construída uma plataforma de alvenaria para evitar a erosão do solo nesse ponto.

Os sítios propostos para o lançamento de pontes devem ser estudados com fotografias aéreas que ajudem a encontrar um local onde a corrente seja estável e as condições do terreno sejam boas para as fundações. A boca do aqueduto sob a ponte deve ser suficiente para comportar toda a água de rolamento na estação chuvosa e, se necessário, as margens do rio podem ser protegidas com alvenaria, nas vizinhanças da ponte. Onde fôr impossível dar ao aqueduto uma seção adequada para comportar a vazão máxima, deve-se tomar precauções contra extravasamento a fim de reduzir a erosão ao mínimo. Os mapas, mosaicos e sobrecapas produzidos por Donald J. Belcher and Assoc., Inc. para estas áreas podem ser usados para determinar as áreas das bacias hidrográficas nelas compreendidas e, portanto, permitir o cálculo de bocas adequadas das pontes e bueiros.

c) A formação de regos nas estradas não revestidas pode ser reduzida desde que se garanta que elas sejam devidamente alisadas e abauladas antes da estação chuvosa. Entre a passagem da lâmina nas estradas e a estação

chuvosa, deve decorrer um tempo suficiente para que o tráfico possa consolidar a superfície da via permanente.

É impossível eliminar *completamente* a erosão em uma estrada de terra não revestida. Um revestimento de cascalho laterítico reduzirá de muito a erosão mas um revestimento betuminoso é a melhor solução para o problema da erosão das vias permanentes e pode tornar-se uma necessidade em «grades» longos e sensivelmente íngremes.

d) O mais sério problema de erosão nas estradas rurais do Retângulo será a erosão das valetas e dos taludes.

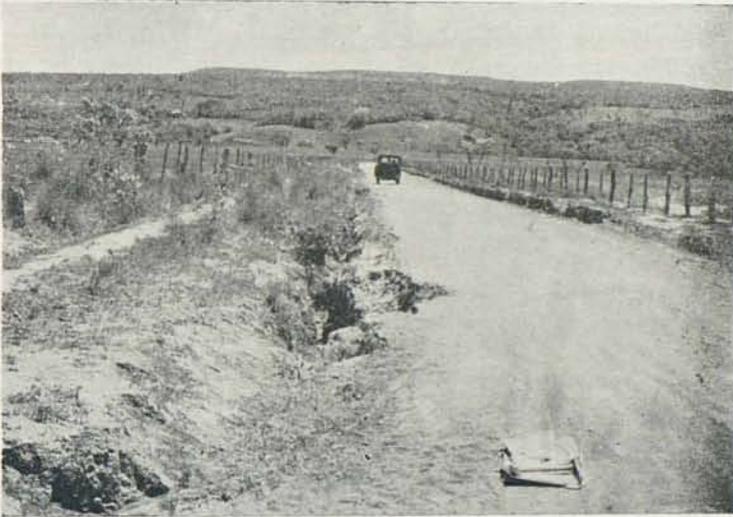


Figura 2 — Ao longo de uma estrada do Retângulo. Note-se a grotta (ravina) invadindo o caminho trafegado. Uma precipitação intensa pode aumentá-la tanto que tornará a estrada intransitável

As encostas extremamente extensas, que predominam em muitas partes do Retângulo, propiciam a erosão incontrolável. A localização inicial das estradas e a proteção artificial das valas contra a erosão são os pontos vitais. O corpo de engenheiros de Donald J. Belcher & Assoc. aconselha grande cuidado no projeto da rede viária, esclarecendo que, tanto quanto 1 km de estrada locada em uma extensa e contínua encosta, morro abaixo, pode ser destruído pela erosão. Uma tal localização enseja a oportunidade da água se concentrar e erodir todo o leito da estrada. Em Costa Rica, próximo a São José, uma estrada, em situação semelhante, foi relocada e inteiramente erodida 4 vezes até serem tomadas medidas corretivas para salvar a estrada.

A fig. 4 mostra um método recomendado sempre que o «grade» se aproxima da linha do terreno. Onde a linha do *grade* está em corte, as calhas devem ser bem protegidas contra erosão uma vez que se torna, em geral,

impossível lançar escoadouros freqüentes. Os taludes serão ditados pela experiência local, embora a maior parte das argilas «friáveis» e «bedrocks» intemperizados sejam estáveis mesmo quando cortados verticalmente.

EXSUDAÇÃO

Em tôda a extensão do Retângulo, prevalece uma rara condição de exsudação. Ela é causada pela combinação de solos profundos porosos existentes sôbre argilas impermeáveis. A topografia plana permite que a água da chuva se infiltre no solo. Em seu curso descendente ela se infiltra até ao lençol freático que é suportado pelas argilas impermeáveis ou o «bedrock» existentes à ou acima da altitude dos pequenos vales adjacentes. A água subterrânea emigra lateralmente e emerge como fontes ou zonas de exsudação. As fontes são encontradas nas cabeceiras dos pequenos vales, enquanto que a exsudação geral satura o solo ao longo das encostas de muitas abas de morro. Estas zonas de exsudação podem ser identificadas nas fotografias aéreas. Nas sobrecapas de Drenagem foram representadas as principais e indicada a direção do fluxo.

Nestas áreas encharcadas, o solo se conserva úmido constantemente e, por conseguinte, instável. Uma vez que estas zonas não são contínuas, elas podem, em muitos casos, ser evitadas na localização de estradas ainda que para trechos curtos. Isto deve ser feito em qualquer circunstância uma vez que a infradrenagem não pode remediar a situação de uma forma prática, em vista da grande profundidade em que o dreno teria de ser colocado para interceptar a água.

AGREGADOS

Os agregados do Distrito Federal podem ser classificados nos seguintes grupos, na ordem de sua importância para a engenharia do transporte:

1. Cascalhos lateríticos.
2. «Bedrock» — gnaisse, xisto, arenito, calcário, granitos e quartzitos.
3. Laterita endurecida ou vesicular.
4. Areias transportadas pelo vento.
5. Areias residuais.
6. Cascalhos e areias depositados pela água.

As propriedades gerais dêstes materiais, sua disponibilidade e seus empregos recomendados são resumidos como se segue:

1. **CASCALHOS LATERÍTICOS** — Os cascalhos lateríticos são amplamente distribuídos pelo Retângulo e, por êsse motivo, são importantes como agregados para trabalhos de estradas secundárias e aeroportos. Os mapas de solos

para Engenharia preparados pelo grupo de técnicos da Belcher devem ser postos à disposição dos engenheiros e empreiteiros empenhados em trabalhos de estrada, no Retângulo, porque mostram onde podem ser encontrados êsses materiais e onde são mais necessários para a construção e a manutenção das rodovias.

Localização — Os cascalhos lateríticos de superfície estão relacionados, principalmente, com as categorias 1, 2a e 3 dos mapas de Solos para Engenharia. (Estas categorias indicam os maiores depósitos de cascalhos lateríticos *na superfície*. Entretanto, êstes cascalhos são, também, encontrados ao longo das bordas das chapadas e, ocasionalmente, sob a superfície, nas categorias 2b, 4 e 15). — Ver descrição detalhada dos solos no fim desta seção. — Tendo em mente o problema do carregamento nos caminhões do agregado, os morrotes cobertos de laterita mapeados como 3, devem ser particularmente considerados pelos engenheiros. Embora as camadas de cascalhos sejam, em geral, de espessura menor que 2 m, êles podem ser facilmente carregados por uma máquina raspadora-transportadora. A figura 3 é uma fotografia terrestre de um depósito de cascalho laterítico.



Figura 3 — Uma camada de cascalho laterítico. Designado como N.º 3 nos mapas de Solos para Engenharia

Propriedades técnicas — Os cascalhos lateríticos variam, consideravelmente, em suas características físicas. Talvez as variações mais importantes sejam na dureza e na durabilidade das partículas individuais. Alguns cascalhos lateríticos consistem de partículas de quartzito muito resistentes; outras são meros nódulos de solo os quais são facilmente trituráveis.

Os engenheiros devem avaliar cada depósito de cascalho laterítico quanto à dureza, ou resistência ao esmagamento, e a abrasão. Os testes de abrasão de Davol ou Los Angeles podem ser usados para determinar a qualidade dos cascalhos mas, um engenheiro experimentado pode, em geral, qualificar o cascalho por inspeção visual e trituração, a martelo, de algumas partículas mais representativas do material.

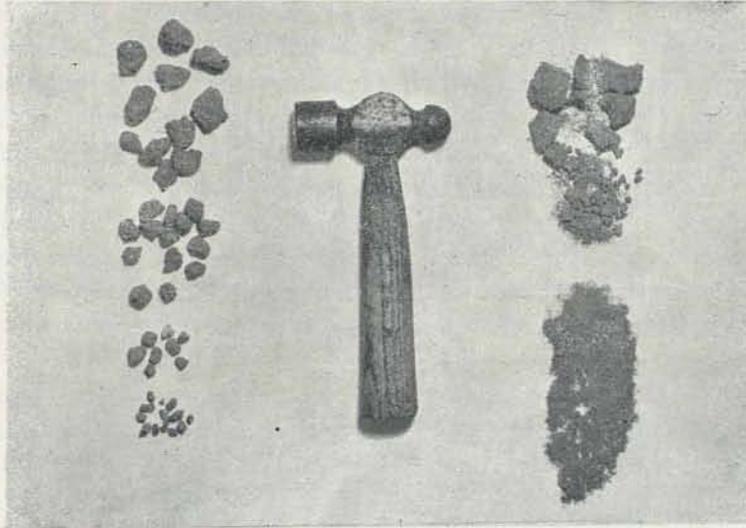


Figura 4 — A dureza dos cascalhos lateríticos varia consideravelmente e deve ser testada antes de usar o material

Os cascalhos lateríticos variam um pouco em gradação mas, variam, consideravelmente, na quantidade de argila que contêm. Em vista dessa variação nenhuma análise de crivo foi procedida. Geralmente, as partículas de cascalho variam, em tamanho, de 1/4" a 3/4" e são, em geral, de gradação aberta. A maioria dos depósitos naturais de cascalhos lateríticos contêm muito pouca areia.

Usos — Quase todos os cascalhos lateríticos produzirão revestimentos adequados para estradas de pouco tráfego. Os cascalhos mais moles, quando bem compactados, desagregar-se-ão e terão menos tendência a se corrugarem. (*) Assim fazendo, entretanto, eles têm uma tendência maior a amolecer e desintegrar-se durante a estação chuvosa. Os cascalhos mais duros

(*) Corrugação das estradas é um tipo de defeito encontrado em todos os climas, particularmente nos que apresentam uma estação seca. Ela se manifesta pela formação de inúmeras ondinhas na superfície da estrada, espaçadas de cerca de 45 cm, e é causada pelo tráfego de veículos em alta velocidade passando sobre estradas cuja superfície é de material de baixa gradação, o qual se torna fofo quando seco. A perda das partículas «finas» ou da «poeira», é, em geral, associada ou precede esta formação incômoda.

são mais resistentes e a corrugação pode ser controlada pela aplicação de uma camada fina de argila quando se aproxima o fim da estação chuvosa, ou melhor ainda, por um tratamento da superfície a betume. Os cascalhos mais duros, em particular, proporcionarão às estradas uma excelente base por baixo da camada de material betuminoso.

Os cascalhos lateríticos mais duros podem ser misturados com os materiais betuminosos diretamente na estrada ou na usina. Devem ser selecionados os cascalhos contendo um mínimo de argila. A maioria dos cascalhos lateríticos, quando limpos, têm uma excelente afinidade pelo betume.

Êsses mesmos cascalhos lateríticos mais duros, se reduzidos a um tamanho aproximadamente uniforme, podem ser usados como pedrisco para proteger os revestimentos betuminosos. Tais pedras devem ser limpas de molde a assegurar boa adesão ao material betuminoso.

Os cascalhos lateríticos resistentes e limpos podem ser usados como agregado grosso em cimento tipo portland.

2. BEDROCK — A seção de geologia do Retângulo e os overlays de geologia que a acompanham fornecem informações valiosas quanto à localização do «bedrock» próprio para ser usado como agregado. Nesta seção do relatório não será discutida a localização ou a disponibilidade de pedra de cantaria. Em áreas de intensa intemperização da rocha básica a localização dos afloramentos reduzirá a necessária escavação.

Propriedades técnicas — Êste relatório discutirá apenas as propriedades das rochas que afetem o seu uso como agregado. Os principais tipos de rocha existentes no Retângulo são: gnaisse, xisto, arenito, folhelhos, granitos e quartzitos. A maioria dos folhelhos da área são, em geral, extremamente moles e se esfoliam facilmente em presença da água. Não são recomendados como agregados.

A Tabela nº II resume várias das propriedades que afetam a adequabilidade das rochas para uso como agregado. Êstes são valores médios e não resultaram de testes específicos.

Cada uma das rochas relacionadas na Tabela II tem sido usada com sucesso como agregado mas, umas poucas palavras de advertência, baseadas na experiência, são aqui oferecidas. Os arenitos e xistos variarão em propriedades físicas, talvez mais que outras. A qualidade de um arenito varia com o grau e o tipo de cimentação; alguns arenitos são excelentes, outros são muito fracos. As propriedades dos xistos variarão com a natureza dos planos de clivagem. Em todo ponto de coleta de amostras de rocha, e onde fôr aberta uma pedreira, é indispensável que seja testada e somente usada a rocha fresca. A rocha pode parecer fresca e ainda ser bastante intemperizada para não ser firme. As amostras para testes devem ser tomadas a, pelo menos, 2 m dentro da rocha. De todos os agregados, o calcário tem, talvez, a melhor afinidade pelos asfaltos. Embora os alcatrões em geral não apresentem

problema, algumas rochas têm uma fraca afinidade pelo asfalto na presença da água. Estas rochas são classificadas como hidrófilas. As rochas que contêm quartzo, em particular, são às vezes hidrófilas. Antes de se usar uma rocha como agregado em construções asfálticas, deve-se apreciar suas tendências para a desagregação. A tendência hidrofílica de algumas rochas pode ser eliminada por agentes antidesagregantes existentes no comércio.

Usos — Com exceção dos folhelhos e siltes, as rochas do Retângulo são adequadas para uso em concreto ou na construção de pavimentações betuminosas. Em vista do baixo preço de sua utilização, os cascalhos lateríticos devem ser utilizados na sub-base ou na base das pavimentações flexíveis.

3. **LATERITA VESICULAR OU ENDURECIDA** — Este material existe disponível em muitos setores do Retângulo. Onde o «bedrock» não é facilmente atingível na área, a laterita endurecida pode ser utilizada como um substituto. Para muitos fins, os cascalhos lateríticos são talvez preferíveis em vista do menor custo de sua utilização. As lateritas endurecidas requererão, em geral, o britamento e o peneiramento.

Localização — Nas áreas mapeadas com 1 e 2a serão, em geral, encontrados afloramentos de laterita endurecida (as lateritas endurecidas, *algumas vezes* mas nem sempre, são encontradas sob a superfície da categoria nº 15). Entretanto, isto não constitui um *fato sistemático*. A laterita endurecida é também encontrada na categoria nº 3, na parte leste do Retângulo. São, porém, mais freqüentemente encontradas nas adjacências dos cursos d'água. O engenheiro deve ser cauteloso ao remover grandes quantidades de laterita endurecida próximo às cabeceiras dos cursos d'água para que não sejam rompidos a estabilidade e o equilíbrio dos terrenos circunvizinhos e provocada uma severa erosão.

Propriedades técnicas — As lateritas endurecidas são, em geral, duras e resistentes; são bem facilmente trituráveis mas apresentam muitos vazios. Estes vazios exigem o uso de quantidades maiores de asfalto ou, nas construções a cimento portland, mais cimento para produzir um determinado traço de concreto.

Usos — Após uma apreciação conscienciosa do engenheiro, as lateritas endurecidas podem constituir um substituto de outros agregados na construção de rodovias, ferrovias e aeroportos. A economia de seu emprêgo pode ser melhorada se não fôr necessário triturá-lo em partículas de dimensões menores que 10 a 15 cm. Em verdade, tanto usando dinamite como escavadeira mecânica o material tende a fraturar-se facilmente em grandes fragmentos que servem muito bem como lastro de estrada de ferro ou como enrocamento para controle de erosão.

4. **AREIAS TRANSPORTADAS PELO VENTO** — Estas areias finas quase homogêneas (ver resultados dos testes com a amostra 297) não são muito

freqüentes (Quadro I) no Retângulo. Elas são encontradas principalmente nas vizinhanças do domo de Cristalina.

Embora não sejam de uma graduação ideal, estas areias podem ser utilizadas em lâminas de misturas asfálticas ou como areia para construção de alvenaria. Como areia para construção, ela apresenta, em geral, excessiva quantidade de partículas de finura compreendida entre a da peneira n.º 100 e a da peneira n.º 200.

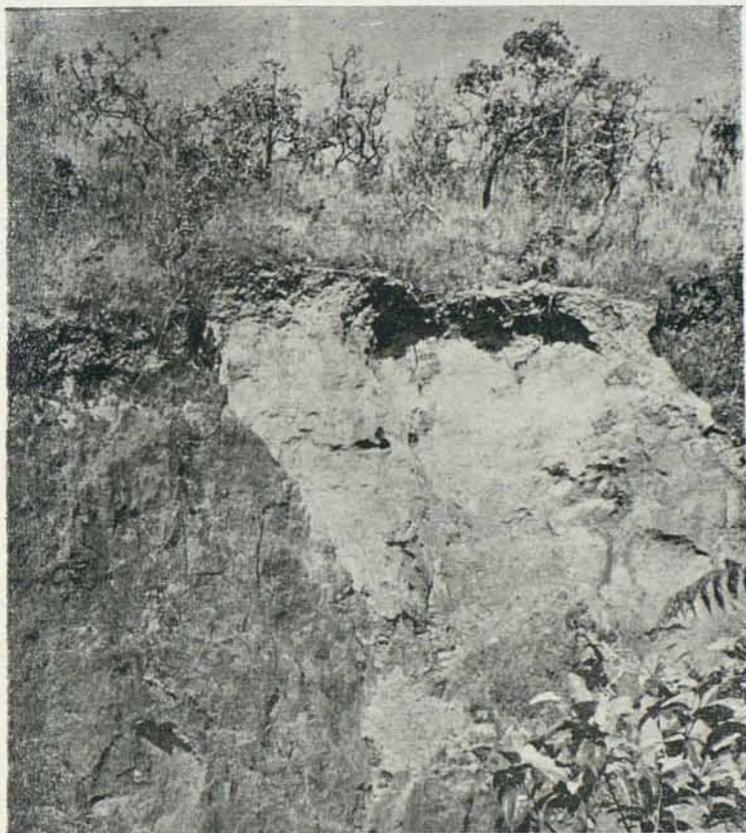


Figura 5 — Um grande depósito de areias transportadas pelo vento, próximo a Cristalina

5. AREIAS RESIDUAIS — Em área do Retângulo onde o «bedrock» de arenito acha-se próximo à superfície do terreno, existem areias finas e sôltas, terras francas arenosas e alguns cascalhos quartzosos. Estas areias são representadas no mapa de solos para engenharia pela categoria n.º 15; embora menos extensas e mais difíceis de alcançar, elas são também encontradas, nas categorias 12 e 14.

Estas areias são um pouco mais grossas mas, são, de uma maneira geral, do mesmo tipo das transportadas pelo vento, descritas acima. (Ver resultados dos testes com amostra 220 b — Quadro I). — Embora haja mais raízes, matéria orgânica etc., os possíveis usos destas areias, depois de limpas, seriam nas construções de alvenaria e nas lâminas de misturas asfálticas.

6. AREIAS E CASCALHOS DEPOSITADOS PELA ÁGUA — Ao longo de muitos dos principais rios de Goiás, o engenheiro encontrará pequenos depósitos de areias e cascalhos limpos, assentados pela água. Êstes depósitos são espalhados demais para se revestirem de maior significação, mas, localmente, êles podem se tornar valiosos para o engenheiro.

Êstes depósitos são muito pequenos para serem representados nos mapas de Solos para Engenharia mas podem ser localizados nas fotografias aéreas.

PAVIMENTAÇÃO RECOMENDADA PARA ESTRADAS E AEROPORTOS. O EFEITO DA ESTABILIDADE DO SOLO NA CONSTRUÇÃO DE ESTRADAS E AEROPORTOS

Um solo estável é capaz de suportar cargas como as distribuídas nas rodas dos veículos, sem se deixar sulcar ou deslocar. Para muitos solos do Retângulo, o período mais crítico de estabilidade do solo é a estação chuvosa. Exceções notáveis são os cascalhos lateríticos amplamente distribuídos pela região e algumas areias que se deslocam sob tráfego durante a estação seca.

Qualquer solo é capaz de suportar uma certa carga quando sêco. Os solos de areia finamente granulada, do Retângulo, quando secos, pode-se esperar que suportem qualquer carga de roda que lhes seja imposta. Durante a estação chuvosa, entretanto, êstes mesmos solos podem se tornar incapazes de suportar o mais leve tráfego de veículos a motor. Pode-se conseguir um aumento de capacidade de carga de um solo finamente granulado, de três maneiras:

1. Pode ser usada uma base ou lastro de cascalho ou pedra para distribuir ou espalhar a carga de tal forma que a resistência do solo não seja excedida (pavimentação flexível).
2. Pode ser usada uma laje de concreto para distribuir as cargas de roda pelo «subgrade» (pavimentação rígida).
3. Pode ser usado um tipo qualquer de mistura para melhorar as características naturais de resistência do solo do «subgrade» (estabilização do «subgrade»).

Estradas de pouco tráfego (suportando menos de 50 veículos por dia).

Os «subgrades» constituídos de *cascalhos lateríticos naturais* (perfis «a» e «c») não necessitarão qualquer tratamento além da *conformação* adequada e a compactação. A ondulação pode ser controlada por raspagem ou alisamento, pela aplicação de argila próximo ao final da estação chuvosa ou, se os fundos monetários permitirem, por um tênue revestimento betuminoso. A capacidade de carga destes cascalhos lateríticos é muito boa.

As areias finas, sem coesão (categoria ou perfil n.º 1), embora não muito espalhadas podem apresentar um problema de «subgrade» durante a estação seca. Em contraste direto com o «subgrade» de argila, as areias têm bons coeficientes de resistência a clima úmido, mas, são facilmente sulcadas e deslocadas pelo tráfego durante os meses secos. A coesão durante os meses secos pode ser obtida misturando-as com 30 ou 40% de argila, umedecendo e compactando. Embora, tanto a areia como a argila devam estar secas durante a operação de mistura, a umidade é um fator absolutamente essencial para uma compactação adequada. O conteúdo ótimo de água para essa mistura de areia e argila será, aproximadamente, 10 a 20%. Deve ser evitado um excesso de argila, caso contrário, podem se formar sulcos durante a estação chuvosa. Embora mais dispendiosos, os materiais betuminosos podem ser misturados, com sucesso, a estas areias para dar-lhes coesão.

Os solos do «subgrade» mais espalhados pela região são as *argilas* friáveis. Na estação seca, estes solos têm boas propriedades de capacidade de carga, mas a formação de poeira é tão séria que pode tornar-se um aborrecimento. Durante a estação seca, a capacidade de carga se reduz e tais estradas podem se tornar intransitáveis. Onde é necessário o tráfego com qualquer tempo, oferecem-se as seguintes soluções. Para tráfego relativamente reduzido de veículos de passageiros, uma camada fina de 6 cm de cascalho laterítico pode ser espalhada sobre a estrada bem lisa e durante as últimas chuvas, o cascalho pode ser compactado na parte superior do «subgrade». Se não houver cascalho laterítico imediatamente disponível, pode se aplicar, na estrada, um revestimento fino de material betuminoso que irá impermeabilizar a sua superfície e reduzir sua tendência a amolecer quando úmida.

Os materiais adequados para isso são: os óleos para estrada de cura lenta (SC-0,1) «cutbacks» asfálticos de cura média (MC-0,1), alcatrões finos para estradas (RT-1,2,3) ou emulsões asfálticas diluídas. (15% de emulsão de deposição média e alta viscosidade mais 85% de água).

A capacidade de carga da maioria dos solos pode ser melhorada misturando cimento portland. A despesa, entretanto, nesta área, pode, no momento, não se justificar, em estradas de pouco tráfego, especialmente quando existem cascalhos lateríticos ou material betuminoso disponíveis.

ESTRADAS DE TRÁFEGO MÉDIO (50 A 500 VEÍCULOS) E AEROPORTOS

À medida que o tráfego cresce, deve ser garantida uma capacidade de carga adequada e, considerando a parte econômica da operação dos veículos, deve-se prover a estrada de uma superfície mais lisa e isenta de poeira.

Por motivos de economia, as pavimentações flexíveis certamente terão preferência sobre as pavimentações rígidas de concreto.

Um dos objetivos principais do projeto é selecionar uma espessura de pavimentação econômica, mas que venha a distribuir as cargas, homogênea-mente, pelo «subgrade». A espessura total no projeto depende somente do grau de resistência do solo e da carga máxima de roda prevista.

As espessuras mínimas de pavimentação recomendadas para os solos do Retângulo e as diversas cargas de roda são as seguintes:

TIPO DE SOLO	ESPESSURA MÍNIMA DA PAVIMENTAÇÃO			
	1800 kg	4500 kg	18000 kg	70000 kg
a) cascalho laterítico.....	0	0	6"15cm	12"30cm
b) areias finas.....	4"10cm	8"20cm	14"35cm	30"75cm
c) argilas friáveis (não deturpadas, terreno plano ou de corte).....	5"13cm	10"25cm	18"45cm	36"90
d) argilas friáveis compactadas (aterros).....	10"25	16"40	26"65	56"140
e) xistos gnáisses e folhelhos intemperizados.....	10"25	16"40	26"65	56"140
f) argilas cinzentas (cursos de drenagem e áreas úmidas).....	10"25	16"40	26"65	56"140

Se forem previstas cargas de roda acima de 4.500 kg os primeiros 10 a 15 cm de pavimentação (leito) devem ser de pedra britada ou algum outro material que tenha uma taxa de compressão «California» superior a 80. Para cargas de roda de 4.500 kg ou menos, um cascalho laterítico de boa qualidade será perfeitamente adequado para o embasamento. É por essa razão que uma pavimentação de zero polegada de espessura é recomendada para «subgrade» de cascalhos lateríticos onde as cargas de roda são inferiores a 4.500 kg.

O engenheiro deve apreciar as diferenças nas propriedades das «argilas friáveis» em seu estado natural e quando tenham sido compactadas. Estas argilas, enquanto não tocadas, acham-se agregadas e se aproximam da textura friável de uma fina terra franca arenosa. Entretanto, sob pesada compactação na construção de aterros, essa aderência se rompe e o material exhibe as propriedades de uma argila com plasticidade média a elevada. O engenheiro deve lembrar-se de que a compactação intensa de solos friáveis e delgados pode ser mais prejudicial do que benéfica. Um exame dos resul-

tados dos testes apresentados no Quadro I demonstrará que a compactação pode aumentar, consideravelmente, o limite da saturação e o índice de plasticidade do solo de argila friável.

Em vista da tendência que têm os leitos de graduação aberta para se desarticularem e ondularem sob o peso do tráfego (especialmente os cascalhos lateríticos) o engenheiro deve dar coesão às camadas superiores da base. Nestas estradas de tráfego médio um aglutinante argiloso irá trazer o aborrecimento da poeira durante a estação seca. O revestimento mais apropriado para estradas desse volume de tráfego será o preparado com materiais betuminosos.

Para as estradas menos trafegadas, um leve revestimento betuminoso produzirá uma superfície adequada. À medida que a intensidade do tráfego aumenta, o engenheiro pode julgar aconselhável misturar, na estrada, materiais betuminosos com o material do leito.

ESTRADAS DE TRÁFEGO PESADO E AEROPORTOS

As recomendações para espessura de pavimentação flexível oferecidas na pág. 42 são válidas qualquer que seja o volume do tráfego. Volumes maiores de tráfego justificarão, entretanto, um revestimento de tipo superior.

Os revestimentos betuminosos para estradas de mais de 500 veículos por dia — e para aeroportos mais importantes — devem ser, ou de um macadame de penetração ou de um concreto betuminoso — misturado na usina. Estes tipos superiores de pavimentação justificam um controle rigoroso da qualidade e quantidade do agregado e do betume.

QUADRO I

RESUMO DOS RESULTADOS DOS TESTES

AMOSTRA N.º	PROFUNDIDADE DA AMOSTRA (cm)	DESCRIÇÃO	LIMITE LÍQUIDO	LIMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDADE	CLASSE DE SOLO	OBSERVAÇÕES
ARGILAS CINZENTAS 11-1051	305	Argila preta, aparentemente graxosa.....	27	16	11	CL	Compactada antes do teste 2.
4 9-1071.....	15	Argila cinzenta, aparentemente plástica.....	44	23	21	CL	Compactada antes do teste 2.
111 b.....	51	Argila cinzenta, áspera..	39	25	14	CL-ML	
192 b.....	66	Argila cinzenta, áspera..	51	27	24	CH	
GNAISSE INTEMPERIZADO 5-1047	335-366	Gnaisse intemperizado, amarelo avermelhado.....	64	43	21	MH	Compactada antes do teste 2.
5-1048.....	366	Gnaisse intemperizado, branco com estrias cinzentas.....	44	31	13	ML	Compactada antes do teste 2.
XISTO INTEMPERIZADO 100	244	Xisto intemperizado rosa com muitos flocos de mica.	33	26	7	ML	

AMOSTRA N.º	PROFUNDIDADE DA AMOSTRA	C R I V O								OBSERVAÇÕES	
		N.º 4	N.º 10	N.º 20	N.º 40	N.º 60	N.º 100	N.º 200	USC 1		
SOLOS ARENOSOS											
220 b.....	superfície.....	100	99.7	97.8	89.4	64.5	28.4	5.7	SP	Areia fina quase uniforme.	
297.....	superfície.....			100	99.9	82.7	32.4	2.2	SP	Areia fina uniforme (transportada pelo vento).	

SOLOS DE ARGILAS FRIÁVEIS

AMOSTRA N.º	CÓR	PROFUNDIDADE DA AMOSTRA (cm)	ANTES DA COMPACTAÇÃO				DEPOIS DA COMPACTAÇÃO				AUMENTO DO ÍNDICE DE PLASTICIDADE DEVIDO À COMPACT.
			LIMITE LÍQUIDO	LIMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDADE	USC 1	LIMITE LÍQUIDO	LIMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDADE	USC 1	
5-1045.....	R	244	45.4	28.8	16.6	ML	58	27.1	30.9	CH	14.3
5-1046.....	R-B	91	40	28.6	11.4	ML	53.5	26.7	26.8	CH	15.4
144.....	Red	91	44.2	29.2	15.0	ML	42.0	23.9	18.1	CL	3.1
286.....	R-B	15	36.5	24.5	12.0	ML-CL	40.0	23.5	16.5	CL-ML	4.5
287.....	Buff	15	42.5	29.6	12.9	ML	44.5	23.6	20.9	CL	8.0
299.....	Buff	61	44.0	29.3	15.0	ML	44.0	24.0	20.0	CL	5.0

1) Unified Soil Classification System (Corps of Engineers, U. S. Army, Technical Memorandum N.º 3-357).

2) Compactado no dispositivo — miniatura de compactação, em Harvard, próximo ao conteúdo ótimo de água (ENGINEERING NEWS-RECORD — Nov.2, 1950).

3) Teste de limite líquido — American Association of State Highway Officials Spec. T89-42.

4) Teste de limite plástico — American Association of State Highway Officials Spec. T90-42.

TABELA II

ESPÉCIE DA ROCHA	PÊSO ES- PECÍFICO	ABSORÇÃO	ABRASÃO DAVOL	ABRASÃO LOS ANGELES	DUREZA	TENACIDADE
Gnaíse.....	2.74	0.3	5.9	45	18	9
Xisto.....	2.85	0.4	5.5	38	17	12
Arenito.....	2.54	1.8	7.0	38	15	11
Calcário.....	2.66	0.9	5.7	26	14	8
Granito.....	2.65	0.3	4.3	38	18	9
Quartzito.....	2.69	0.3	3.3	28	19	10

PROJETO DE UMA ORGANIZAÇÃO PARA CONSTRUÇÃO DE ESTRADAS

A organização de uma divisão para construção e manutenção de estradas e ruas do Distrito Federal é uma necessidade imediata. É também uma oportunidade única para começar do princípio e pôr em prática os mais modernos métodos de administração de estradas. O plano aqui proposto consiste de três partes:

1) Um grupo eficiente de engenheiros moços sob a capaz liderança de um engenheiro-chefe administrativo experiente.

a) O engenheiro-chefe administrativo deve ser recrutado do atual Ministério da Viação e Obras Públicas;

b) um subchefe do pessoal de campo, também treinado em administração, deve ser nomeado seu assistente;

c) um grupo de cinco ou seis engenheiros novos deveriam ser mandados à Universidade de Cornell para um ano de treinamento avançado em controle de tráfego, projeto, solos, pavimentação, foto-interpretação, administração de estradas, e outros cursos especializados. Ao terminarem, eles assumiriam cargos no campo como engenheiros executores das obras, no escritório como projetistas e no corpo de manutenção. A Universidade de Cornell pode dar-lhes um treinamento especial quanto aos problemas relacionados ao Distrito Federal e criar um espírito de equipe durante o treinamento;

d) utilizar o sistema de inventário de recursos baseado nos mapas de Solos para Engenharia, nos de Drenagem e nos de Geologia fornecidos por Donald J. Belcher & Associates, Inc. Isto assegurará economia do uso de materiais e resultará em boas estradas a baixo custo;

e) estabelecer um sistema de cálculo do custo das estradas para ser usado como um elemento de controle das despesas de manutenção e como elemento auxiliar na fixação das normas para o projeto final.

RESUMO E CONCLUSÕES

1. Dentro do Retângulo, o engenheiro encontra uma grande variedade de texturas de solos desde argilas coloidais, cujas partículas são invisíveis a olho nu, até os cascalhos lateríticos.

2. O solo mais espalhado pelo Retângulo é a argila friável. Quando não trabalhado, este solo apresenta textura friável e boa drenagem interna devido à agregação causada pela formação de óxidos de ferro e alumínio. Quando o solo é compactado, esta agregação é destruída e ele retoma as propriedades de uma argila.

3. Embora estas argilas sejam caulínicas, as quais apresentam uma plasticidade apenas moderada, deve ser *evitada* uma compactação excessiva a qual destruirá completamente a estrutura do solo. Portanto, os «subgrades» que não tenham sido trabalhados não devem ser compactados.

4. A localização dos cascalhos lateríticos é indicada nos mapas pelas categorias n.^{os} 1, 2a e 3.

Embora tenham aparência semelhante, o engenheiro deve considerar que existem dois tipos de cascalhos lateríticos. Alguns depósitos consistem, primordialmente, de partículas de quartzito duro e resistente; outros são nódulos de solo bem moles que podem se desintegrar facilmente sob o tráfego.

5. Quando os cascalhos lateríticos são usados para revestimento de estradas, a corrugação (a «formação de costelas») pode tornar-se um problema sério. Esta corrugação é causada pela homogeneidade da graduação do cascalho e a falta de um aglutinante adequado para proporcionar a coesão necessária. A melhor solução, quando o volume de tráfego justifica uma correção mais duradoura, é misturar com cascalho laterítico, aproximadamente 3 a 4% de um aglutinante de alcatrão ou asfalto. Antes da estação chuvosa, deve-se aplicar uma camada impermeabilizadora a esses materiais de graduação aberta.

6. Em estradas de terra de pouco tráfego, a poeira pode ser melhor controlada pela aplicação de um revestimento leve de materiais betuminosos finos. A umidade é baixa demais, durante a estação seca, para que se possa usar, com sucesso, materiais deliquescentes tais como cloreto de cálcio ou cloreto de sódio. Como paliativos contra a poeira os betuminosos mais adequados são os «cutbacks» asfálticos (MC-0,1) de cura média, os óleos para estradas (SC-1) de cura lenta, as emulsões asfálticas diluídas (15% de emulsão de deposição média e alta viscosidade mais 85% de água), e os graus mais finos de alcatrão de estrada (RT-1, 2, 3).

7. A estabilização de solos com cimento não é recomendada agora nem num futuro previsível, em vista do custo da elevada percentagem de cimento que é necessária para os solos de algumas áreas. Na ausência de agregados, um revestimento de terra oleada é preferível a uma estabilização

a solo-cimento uma vez que a manipulação mecânica necessária em tratamento a solo-cimento pode destruir a estrutura natural do solo. O revestimento a solo-cimento é caro, exige um controle cuidadoso na construção e requer grandes quantidades de água que podem ser difíceis de conseguir durante a estação seca.

8. O problema mais sério para o engenheiro rodoviário na estação seca é a corrugação (ondulação) das estradas revestidas com cascalhos lateríticos.

O problema mais sério na estação chuvosa é a erosão dos solos de argila friável. Será indispensável uma manutenção regular para combater efetivamente esse problema. As formas de erosão, mais comuns, no Retângulo são : a) a formação de ravinas devido à concentração do fluxo das águas de rolamento; b) o desmoronamento das margens dos rios conduzindo ao solapamento dos encontros das pontes, bueiros e outras estruturas; c) a formação de regos na superfície da estrada devido à concentração do escoamento das águas.

9. A fotografia aérea é uma ferramenta valiosa na engenharia de transportes e o engenheiro, aprendendo a usá-las, será capaz de analisar uma série de problemas específicos, por demais minuciosos e numerosos para serem incluídos neste relatório e nos mapas e mosaicos que o acompanham.

10. Foi apresentado um plano para o treinamento de um grupo de engenheiros em projeto, construção e longo prazo de manutenção das ruas e estradas do Distrito Federal.

COMPLEMENTO AO ESTUDO DOS SOLOS PARA ENGENHARIA

Este é um complemento técnico à Seção de Solos para Engenharia, no qual será encontrada a descrição detalhada dos vários solos do Retângulo. Deve ser usado em conjunto com os mapas, como elemento auxiliar para os engenheiros e empreiteiros empenhados em trabalhos de rodovias e aeroportos.

LISTA DE REFERÊNCIAS RECOMENDÁVEIS SÔBRE AS LATERITAS NA CONSTRUÇÃO DE ESTRADAS

1954, 21

Nº 118 — *Surface-dressed penetration surfacings in Togoland* : L. Christophe : Rev. gen. Routes. 1953, 23 (256), 51-4. (Em francês). São dados detalhes sobre os métodos, os materiais e as quantidades usadas. Três tipos de estradas são ali descritos : macadame de semipenetração, superfície aparelhada de laterita impregnada e uma mistura de areia-siltica e laterita argilosa à qual é aplicada uma primeira camada antes de ser empreendido o aparelhamento da superfície.

São também dados os custos para cada caso.

1954

N.º 670 — *An investigation on some laterites* : Central Road Research Institute : J. Indian Rds. Congr. 1953, 18 (1), 91-119. Seis amostras de lateritas boas foram testadas para determinar sua adequabilidade à construção de estradas a macadame ligado a água. São feitas considerações à análise química e mecânica, às características físicas, ao efeito de inchamento, capacidade de absorção d'água, resistência à compressão, e coeficiente de esmagamento; os dados obtidos acham-se tabulados e discutidos. Foi declarado que os materiais em investigação tanto podem ser usados para embasamentos, como para revestimentos. As partículas finas e moles devem ser removidas do material laterítico usado na estrutura da estrada e, particularmente, da laterita triturada usada como piçarra.

1953, 20

N.º 788 — *Laterite as a roadmaking material* : B.H. Knight : Overseas Contractors Rec., 1953, 5 (1), 31-2. As propriedades de laterita e os métodos de campo e de laboratório para determiná-las são ali discutidos. São feitas considerações sobre a origem, a natureza e a classificação das lateritas; sobre as propriedades físicas, a compactação, etc., e sugeridas as especificações a exigir. Foi concluído que : 1) os cascalhos lateríticos são de natureza variável. 2) Se se deseja obter os melhores resultados, é necessário fazer uma acurada apreciação, no campo, de suas propriedades físicas. 3) Os melhores resultados são obtidos quando a camada de cascalho é protegida contra a abrasão indevida do tráfego e contra variações desnecessárias das condições de umidade do solo por meio de uma camada fina de revestimento; isto diminuirá também a tendência dos cascalhos lateríticos para ondular em clima seco.

1952, 19

N.º 870 — *Volcanic ash and laterite soils in highway construction* : Highway research Board : Bulletin N. 44: Washington, D.C. 1951 (National Research Council, Division of Engineering and Industrial Research), 9 3/4 in. by 7 in., pp. 29, ill, 60 cents. Este boletim contém dois trabalhos apresentados no 30th Annual Meeting of the Highway Research Board, 1951 : *Highway construction problems involving plastic volcanic ash* : K.B. Hirashima. Para construção de estradas sobre os solos de cinza vulcânica do Hawaii, os quais se tornam rapidamente instáveis quando trabalhados, é recomendado que o material seja removido em um «lift» e lançada imediatamente uma camada de 18 pol. de material estabilizante. É recomendado o uso de um «draglin» ou um «carryall» acoplado com troleys ATHEE. Para aterros é recomendado alternar camadas de cinco pés de cinza com camadas de 18 polegadas de material rochoso.

Laterite soils and their stabilization : H. F. Winterkorn and E. C. Chandra-Sekharan. A natureza dos solos lateríticos é discutível. Testes de laboratório levados a efeito com duas lateritas, dos solos lateríticos e um

não laterítico com um certo número de estabilizantes mostrou que a susceptibilidade de estabilização cresce à medida que a laterização aumenta mas que ela pode decrescer pela presença de matéria orgânica. Considera-se que os solos com baixo grau de laterização podem apresentar dilatações e contrações as quais são mais pronunciadas do que as normalmente esperadas de solos de argila laterítica vermelha. Diz-se que o método mais promissor para construção de estradas de baixo custo em regiões tropicais é o de «terra oleada».

1950, 17

Nº 2 — *Conference on Civil Engineering Problems in the Colonies*: Institution of Civil Engineers: London, 1949 (Institution of Civil Engineers), 8 1/2 in. by 5 1/2 in., pp. 299, ill., 15s. Os trabalhos incluem: *Planning road improvements works in Jamaica*: P.M. Cooper. (See also *Road Abst.*, 1949, 16, N. 16). *Soil stabilization as applied to traditional building methods in the tropics*: A.E.S. Alcock. *Malayan roads and some soils which support them*: J. J. Bryan and Y bin Haji Ibrahim. *Some notes on laterite — a soil of engineering importance in the tropics*: R.J. Bee. (ver também «*Road Abst.*», 1948, 15, Nº 770).

Nº 530 — *Laterites and their use as road building materials*: L. Christophe: *Rev. gen. Routes*, 1949, 19 (212) 38-40. De um estudo das propriedades, desenvolvimento e ocorrência de lateritas, conclui-se que: 1) as argilas lateríticas são excelentes aglutinantes para estradas de solo estabilizado. 2) os aglutinantes betuminosos aderem bem às rochas lateríticas e é possível obter excelente macadame betuminoso e solos betuminosos estabilizados. 3) as rotas lateríticas compactas são bastante fortes para serem usadas como pedra britada e piçarra para fins de construção de estrada.

CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS PARA ENGENHARIA — DESCRIÇÃO GERAL DOS SOLOS E MATERIAIS DE ENGENHARIA DENTRO DO RETÂNGULO

A classificação dos solos para engenharia, em todo o Retângulo, foi elaborada partindo das fotografias aéreas, em dois estágios. Primeiramente, o Retângulo, considerado como um todo, foi classificado pela associação de certos perfis de solos, mais importantes, em áreas dentro das quais as condições são virtualmente semelhantes. Em segundo lugar, os solos de cinco sítios foram apresentados com maior detalhe, desdobrando as seções de solos associados, em perfis facilmente reconhecíveis.

1. CLASSIFICAÇÃO GERAL

Na análise geral de todo o Retângulo, as áreas de solos delineadas foram obtidas partindo de certos perfis básicos de maneira a permitir a um engenheiro localizar solos específicos reportando-se à seção adequada.

Uma vez que a base de uma Classificação de Solos para Engenharia é o perfil do solo, foi necessário estudar os perfis predominantes do Retângulo. Quatorze perfis básicos tendo cada qual o seu valor para fins de engenharia, foram estabelecidos pela foto-análise e pelas investigações de campo. Foi constatado que estes perfis, quando combinados em certas associações, constituíam 18 categorias gerais as quais têm valor uniforme em todo o Retângulo. Deve ser considerado, entretanto, que a natureza não separa nitidamente seus solos, e que as condições locais distorcem freqüentemente estes perfis, tanto pela presença como pela ausência de certas camadas de dentro de um perfil, e também pela variação da espessura das camadas incluídas.

2. MATERIAIS BÁSICOS DOS SOLOS

Os inúmeros solos encontrados no Retângulo podem ser reduzidos a cinco materiais básicos, cada um com um valor distinto para engenharia. São eles :

- a) Argilas friáveis não diferenciadas;
- b) Laterita
 - 1) Concrecional
 - 2) Vesicular e/ou endurecida
- c) Argilas plásticas com cobertura orgânica ou mineral;
- d) Areias e terras francas arenosas;
- e) «Bedrock» com cascalhos associados.

Cada um desses tipos básicos de solos para engenharia pode ser encontrado em uma ou mais seções, e é comum encontrar dois ou mais desses tipos em uma única seção. O método de classificação utilizando categorias constituídas por associações de solos, permite que qualquer dos cinco tipos de solos básicos seja facilmente localizado dentro de uma determinada categoria.

Transportes

As áreas de solos, retratadas pelas categorias de solos para engenharia, têm um valor singular para o engenheiro. Uma vez que os fatores de topografia e adequabilidade para «subgrades» são coerentes dentro de uma categoria, o engenheiro pode determinar a localização geral de rodovias e ferrovias unicamente pela escolha das categorias adequadas. A localização final pode ser feita, da forma mais econômica, pela análise das fotografias aéreas.

Correlações entre as seções

As áreas de solos delineadas nas sobrecapas, quando relacionadas às seções dos solos (perfis) dão uma definição tridimensional das características físicas do terreno.

Cada uma das 18 seções tem uma correlação definida com as seções adjacentes e, em geral, muitas seções diferentes podem se relacionar entre si no que se refere à altitude e ao declive topográfico. O diagrama que se segue indica, de uma maneira geral, um exemplo de correlação muito comum entre as seções. Contudo, deve-se ter em mente que certas seções podem ser encontradas em qualquer horizonte, e conseqüentemente, categorias adjacentes podem diferir muito. Ver fig. 6, pág. 55.

Na explicação da fig. 6, as linhas verticais representam os limites das seções, enquanto que os números envolvidos por um círculo são os números atinentes às categorias de solos para engenharia. Várias categorias como, a 6, a 13, a 14, a 15 e a 16, não são representadas acima, devido à sua natureza um tanto especial. As categorias 6, 15 e 16 podem ser encontradas a várias altitudes, enquanto que as categorias 13 e 14, referem-se, principalmente, à esdrúxula área em torno de Cristalina. É evidente, portanto, que estas cinco categorias *não* se referem a uma determinada altitude, mas dependem das categorias adjacentes para a determinação de sua altitude.

Os três planos gerais que se observam na fig. 6, surgiram como resultado de cuidadosa foto-análise e investigação de campo. Êsses três, são as altitudes ou os «níveis» das superfícies de erosão sobrelevadas :

- I — A superfície do topo ou chapada (superfície do 1º ciclo de erosão).
- II — A superfície de «segunda erosão» uma superfície ondulada.
- III — O nível dos cursos d'água recentemente entrincheirados.

Os horizontes I e II cobrem bem uns 90% da superfície do Retângulo e contêm quase tôdas as categorias de solos para engenharia.

Conteúdo das descrições das categorias

O sistema de classificação geral de Solos para Engenharia que segue, compreende três partes principais, um croqui da seção, os perfis respectivos, uma explanação sobre o significado dos croquis, uma fotografia mostrando os limites do terreno. Em geral, cada descrição completa de uma categoria incluirá o seguinte :

- a) Um desenho esquemático da seção, mostrando :
 - 1) Limites da seção;
 - 2) Localização do perfil;
 - 3) Declividades relativas...

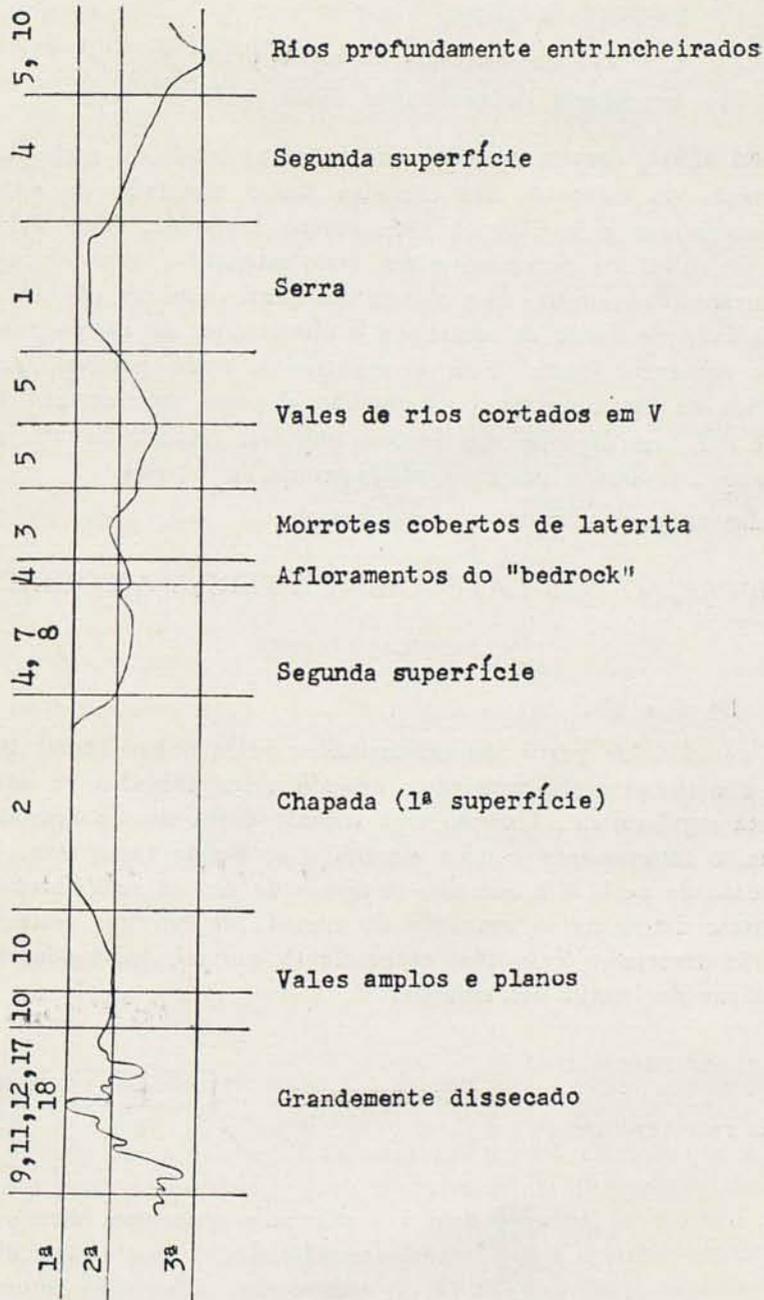


Figura 6 — Exemplo de correlação entre as categorias por sua vez relacionadas às três possíveis superfícies de erosão

b) Croquis do perfil encontrado na seção, com :

- 1) Descrição do perfil;
- 2) Profundidade estimada da rocha firme;
- 3) Frequência da ocorrência desse perfil na seção.

Nesta altura, deve-se ressaltar que a profundidade da rocha firme e a determinação da espessura das camadas são o resultado da análise das fotografias aéreas e investigações de campo limitadas. Tais informações devem, por isso, ser necessariamente uma estimativa razoável usando os conhecimentos disponíveis. Em alguns dos perfis nenhum cálculo foi feito devido à falta de dados de sondagem e observações de campo suficientes. Cálculos razoáveis foram feitos e registrados, onde possível, pelo sinal matemático de «maior que» ($>$) seguido de uma interrogação (?). As letras R e L, em algumas das seções, indicam, respectivamente, possíveis afloramento rochosos e possíveis afloramentos de laterita.

Tôdas as profundidades são em metros.

DESCRIÇÃO DAS CATEGORIAS E PERFIS ASSOCIADOS

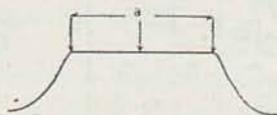
CLASSIFICAÇÃO GERAL

a) De 1 a 18.

As camadas de perfil são determinadas pelas linhas cheias inclinadas de 45° e uniformemente espaçadas, quando essas camadas se apresentam com certa regularidade. Quando uma camada é encontrada apenas ocasionalmente, o espaçamento é mais estreito e as linhas tracejadas. Sômente para o caso do perfil 6 é que não se dispôs de provas suficientemente evidentes para determinar a extensão da camada de laterita; neste caso, as linhas são tracejadas mas têm espaçamento normal, indicando, assim, a possibilidade da laterita ser extensa.

CATEGORIA Nº 1

Chapada remanescente



Perfil a



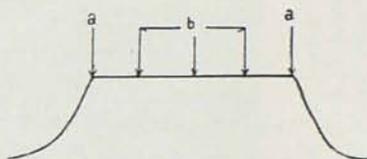
Cascalho laterítico concrecional ou empelotado. Laterita vesicular e/ou endurecida. «Bedrock» intemperizado e/ou arg. friável. «Bedrock» fresco.

Profundidade em metros — A seção 1 é um resto da peneplanície original em que falta uma cobertura de argilas friáveis, deixando assim expostas extensas áreas de restos de laterita concrecional sôbre sua super-

fície em forma de «butte». Os restos de laterita endurecida são, geralmente, encontrados logo abaixo da concrecional e, em geral, expostos nas bordas dessa categoria. Em alguns casos, o laterito se sobrepõe a argilas friáveis de alguma profundidade até encontrar o «bedrock» intemperizado. A profundidade do «bedrock» fresco é, provavelmente, superior a 20 metros. Ver fig. 7.

CATEGORIA Nº 2

Chapada



Perfil a

Cascalho laterítico concrecional ou empelotado. Laterita vesicular e/ou endurecida. «Bedrock» intemperizado e/ou arg. friável. «Bedrock» fresco.

Perfil b



Argilas friáveis.

Cascalho laterítico concrecional (ver discussão).

Laterita vesicular e/ou endurecida (ver discussão).

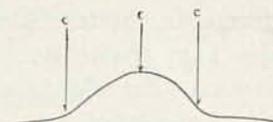
«Bedrock» intemperizado e/ou argilas friáveis.

«Bedrock» fresco.

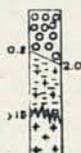
A chapada na categoria 2 tem o mesmo perfil básico, na borda, que a categoria 1 mas as áreas centrais são cobertas de argila friável. As exposições lateríticas acham-se localizadas nas bordas da categoria e podem ter tanto a forma concrecional como a endurecida. Não se dispõe de provas para dizer se essa laterita que é de natureza reliquial, se estende ou não por toda a seção. Esta categoria, provavelmente, tem a maior profundidade de solos de argila friável entre todos do Retângulo. As categorias 1 e 2 fornecem a melhor superfície para fins de transportes. As linhas tracejadas das camadas indicam esta questão de presença de laterita em toda a área desta categoria. Além disso, onde a laterita é encontrada nas bordas, não é raro encontrar argilas friáveis embaixo dela, com alguma profundidade até o «bedrock» intemperizado. Ver fig. 8.

CATEGORIA Nº 3

Morrotes cobertos de Laterita



Perfil c



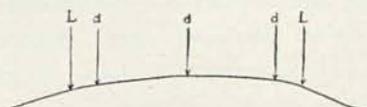
Laterita concrecional e ocasionalmente endurecida.

«Bedrock» intemperizado.

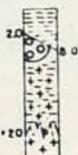
«Bedrock» fresco.

CATEGORIA Nº 4

Segunda superfície



Perfil d



Argilas friáveis.

Laterita ocasional encontrada nos limites desta Categoria (L).

«Bedrock» intemperizado e/ou argilas friáveis. «Bedrock» fresco.

A segunda superfície é uma superfície de erosão secundária criada pela sobrelevação e é, geralmente, composta de argilas friáveis sobre «bedrock» intemperizado. A laterita, às vezes, é encontrada próxima aos limites da categoria ou numa ruptura do relevo, descendo para um rio. Supõe-se ser de natureza não-residual e ainda em processo de formação. A laterita é, em geral, concrecional, bem delgada e, muitas vezes, enterrada sob a superfície. A teoria diz que esta formação laterítica mais recente estende-se bem pela categoria, porém, não foi descoberto qualquer elemento que substancie esta teoria, a não ser uns poucos furos de sondagem apenas em um lugar.

Morrotes cobertos de laterita e afloramentos de rochas mais resistentes são encontrados, freqüentemente, projetando-se acima da superfície. A profundidade da rocha fresca andar, provavelmente, em mais de 20 metros abaixo da superfície. Os meios de transporte podem utilizar esta superfície com quase tanta vantagem quanto a superfície da chapada (cat. 1 e 2).

Os morrotes cobertos de laterita apresentam uma camada fina de laterita cobrindo a superfície do «bedrock» intemperizado. Na parte oeste do Retângulo, sobre as rochas metamórficas, esta laterita é, em geral, de forma concrecional, enquanto que, a leste, sobre as rochas sedimentares, a laterita é grandemente endurecida e modelada sobre os morros arredondados. Esses morrotes são, em geral, encontrados na superfície de 2ª erosão e variam, em altura relativa, de outeiros muito baixos até altas colinas arredondadas.



Figura 7 — Correlações entre os limites das Categorias 1 e 5. Note-se a ausência de estradas "trançadas" (indicando argilas friáveis) e a tonalidade escura da serra em comparação a da chapada



Figura 8 — Correlações entre os limites das Categorias 2 e 5 e o desdobramento detalhado baseado em perfil da Categoria 2. Note-se a tonalidade mais escura e a ausência de estradas «trançadas» na Categoria 2 a

Êstes morros mais altos parecem estar relacionados com as chapadas remanentes da Categoria 1. Em regiões sedimentares, êstes morros cobertos de laterita podem ser encontrados na 1ª superfície ou chapada, onde o «bedrock» subjacente é muito ondulado e se aproxima da superfície da chapada. Quando o morrote é descoberto, na segunda superfície, podem ser, freqüentemente, encontradas indicações de infiltração de água e o morrote tem pouca relação com a natureza do «bedrock». Êstes morrotes são, em geral, uma das melhores fontes de cascalhos lateríticos. Ver fig. 4.

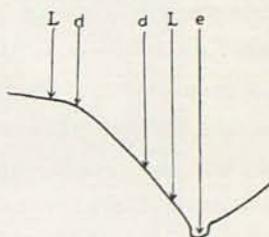
As rampas variarão de, aproximadamente, 3 a 8%. Ver fig. 9.



Figura 9 — Correlação entre os limites das categorias 3, 4 e 5. A capa de argila friável da Categoria n.º 4 é facilmente reconhecida pelo entrelaçamento dos caminhos. Pode-se observar que as áreas mapeadas como Categoria n.º 3 são as mais afastadas das linhas de drenagem, ocupando as partes mais altas ou os outeiros que se elevam acima das áreas da Categoria n.º 4

CATEGORIA Nº 5

Barrancas de rios incisos



Perfil d

Argilas friáveis.

Laterita ocasional encontrada nos limites desta Categoria (L).

«Bedrock» intemperizado e/ou argila friável.

«Bedrock» fresco.

Argilas aluvialmente depositadas, siltes e areias com alguma capa orgânica.

«Bedrock» intemperizado.

«Bedrock» fresco.

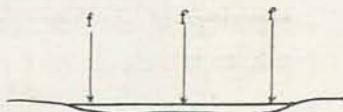
Perfil e



Estes rios com vales em forma grosseira de V são, freqüentemente, controlados pelo «bedrock». As vertentes do vale são de argilas friáveis sobre «bedrock» intemperizado mas, muitas vezes, são modificadas por grandes áreas de infiltração contendo uma argila mais plástica a qual apresenta, em geral, uma capa orgânica. A laterita concrecional é ocasionalmente encontrada na ruptura de declive superior (L acima) e laterita endurecida acha-se, muitas vezes, associada com afloramentos de «bedrock» intemperizado logo acima do nível dos rios. Os fundos dos rios são, em geral, de aluvião argiloso plástico, algumas vezes bem profundo e, freqüentemente, recoberto por uma camada orgânica. Em alguns casos, a profundidade desse material é bem rasa e o controle da superfície exercido pela rocha é muito evidente. Em geral, as encostas variam de 8 a 15%. Ver fig. 7.

CATEGORIA Nº 6

Áreas de argilas de águas estagnadas



Perfil f



Capa orgânica preta ou capa mineral cinzenta.

Argilas plásticas cinzentas e pretas.

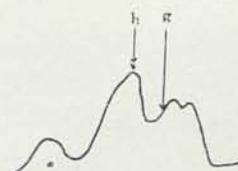
Laterita relacionada à superfície da chapada.

«Bedrock» intemperizado e/ou argila. «Bedrock» fresco.

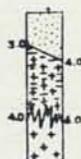
A Categoria 6 abrange áreas de argilas plásticas com uma camada rasa mineral ou orgânica criada por águas de superfície paradas ou em movimento muito lento. Estas áreas, especialmente quando em forma de uma depressão, acham-se, muitas vèzes, sôbre laterita. Uma vez que esta seção pode ser encontrada tanto na chapada como na 2ª superficie, a presença de laterita é mais provável quando associada à chapada. As profundidades até o «bedrock» intemperizado, de qualquer das superficies, depende da própria superficie. Estas áreas, às vèzes, são pontilhadas de montículos de argila, tendo como camada subjacente uma laterita endurecida e têm uma aparência fotogrâfica característica. Estas áreas são uma boa fonte de uma argila mais plástica para fins de Engenharia. — Ver fig. 10.

CATEGORIA Nº 7

Cristas de afloramentos rochosos locais



Perfil g

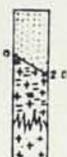


Areias profundas ou argilas friáveis carregadas pela erosão das encostas superiores com cascalhos quartzosos ocasionais.

«Bedrock» intemperizado.

«Bedrock» fresco.

Perfil h



Areias ou argilas friáveis rasas e/ou «bedrock» intemperizado com cascalhos quartzosos ocasionais.

«Bedrock» intemperizado.

«Bedrock» fresco.

A Categoria 7 indica topografia de pequenos espigões de natureza mais local, onde a superficie é intemperizada e o «bedrock» fresco, subjacente, fica relativamente próximo. Em alguns lugares, o «bedrock» fresco está realmente à superficie. Os «bedrocks» são, em geral, de quartzitos ou arenitos mas, em uns poucos casos são de outros tipos também de natureza resistente. Esta categoria não tem linhas de drenagem importantes e é uma das áreas que oferecem melhores possibilidades de pedra para construção e agregados. Calcula-se que a profundidade do «bedrock» deva ser maior que 4 — 5 metros. — Ver fig. 11.



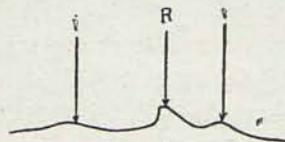
Figura 10 — Os limites desenhados nesta foto mostram a correlação da Categoria 6 com a segunda superfície e com o desdobramento da categoria 10 em seus respectivos perfis. A categoria 6 e a categoria 10 têm o mesmo perfil, mas 10 é relacionado com a água em movimento, sendo, pois, de natureza mais aluvial



Figura 11 — As cristas altamente resistentes delineadas na figura 6 destacam-se facilmente a olho nu e se projetam acima da «segunda superfície». Este exemplo mostra também a diferença entre as categorias 7 e 8

CATEGORIA Nº 8

Áreas locais em que o «bedrock» fica próximo à superfície.



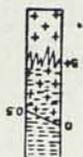
R — afloramento rochoso.

Argilas friáveis rasas controladas pela rocha subjacente.

«Bedrock» intemperizado.

«Bedrock» fresco.

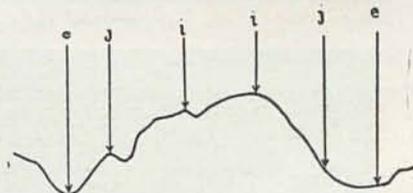
Perfil i



A Categoria 8 indica áreas locais de controle do «bedrock» onde uma camada parcial e fina de solos de argila friável sobrepõe-se ao «bedrock» intemperizado. Entretanto, em relação à Categoria 7, há ausência de controle da rocha em superfícies locais. Não existem acidentes topográficos de drenagem importantes nesta categoria relativamente rara. A profundidade estimada do «bedrock» fresco deve ser maior que cinco metros. — Ver fig. 7.

CATEGORIA Nº 9

Áreas onduladas de argilas rasantes ao «bedrock».



Argilas depositadas aluvialmente, limo e areia com cobertura orgânica em alguns pontos.

«Bedrock» intemperizado.

«Bedrock» fresco.

Perfil e



Perfil i

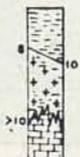


Argilas friáveis rasas controladas pela rocha subjacente.

«Bedrock» intemperizado.

«Bedrock» fresco.

Perfil j



Argilas friáveis erosionais profundas, encobrendo a superfície controlada pela rocha.

«Bedrock» intemperizado.

«Bedrock» fresco.



Figura 12 — Esta foto realça a relação da categoria 8 com as categorias 4, 9 e 10. As estrias que podem ser observadas na categoria 8 são devidas ao controle da superfície exercido pela rocha estratificada ou laminada

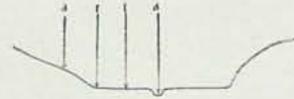


Figura 13 — Esta foto mostra a categoria 9 em uma região metamórfica. A comparação desta figura com a fotografia apresentada na figura 9 mostra a diferenciação entre estas duas áreas intensamente dissecadas

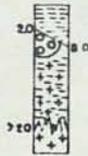
A Categoria 9 distingue-se de outras áreas dissecadas pela sua dissecção mais moderada e sua natureza mais ondulada. Ela é um pouco mais adequada para transportes que a categoria 11, por exemplo. Nas maiores altitudes são encontrados afloramentos de quartzito e outeiros de laterita. Têcnicamente falando, esta seção permite que sejam feitos cortes quase verticais, facilitando, no futuro, o problema do «grade» das estradas nas áreas dissecadas. A profundidade do «bedrock» fresco nas baixas altitudes pode ser bem acima de 10 metros. Ver fig. 13.

CATEGORIA Nº 10

Vales de argila amplos e de fundo chato



Perfil d



Argilas friáveis.

Lateritas ocasionais encontradas nos limites da categoria (L).

«Bedrock» intemperizado e/ou argilas friáveis.

«Bedrock» fresco.

Perfil e



Argilas depositadas aluvialmente, limo e areia com cobertura orgânica em algumas partes.

«Bedrock» intemperizado.

«Bedrock» fresco.

Perfil f



Camada orgânica preta ou camada mineral cinzenta. Argilas plásticas cinzentas a pretas. Laterita relacionada à superfície da chapada.

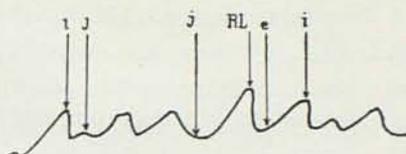
«Bedrock» intemperizado e/ou argila.

«Bedrock» fresco.

Os vales amplos e planos da seção 10 contêm argilas profundas cinzento-escuras com uma delgada capa orgânica ou mineral. As encostas que se justapõem às cat. 2 ou 4 são semelhantes às encontradas na cat. 5 em que, às vêzes, se apresentam áreas de exsudação e afloramentos de «bedrock». Pode existir laterita sob as argilas plásticas, em extensão apreciável, quando esta seção se acha localizada na chapada e a laterita em certos casos pode também ser localizada em relação os afloramentos de «bedrock» intemperizado, nas encostas. Algumas argilas aluviais e areias aluviais muito recentes podem ser encontradas no leito real dos rios. Ver figs. 10 e 12.

CATEGORIA Nº 11

Áreas de argila intensamente dissecadas e rasantes ao «bedrock».



Perfil e

Argilas depositadas aluvialmente, limos e areia com cobertura orgânica em algumas partes.

«Bedrock» intemperizado.

«Bedrock» fresco.

Perfil i

Argilas friáveis rasas controladas pela rocha subjacente.

«Bedrock» intemperizado.

«Bedrock» fresco.

Perfil j

Argilas friáveis, profundamente erodidas, encobrendo a superfície controlada pela rocha.

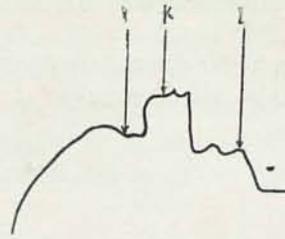
«Bedrock» intemperizado.

«Bedrock» fresco.

A categoria 11 indica grandes áreas de argila, intensamente erodida, onde a dissecação atingiu um máximo. O sistema de drenagem é denso, as encostas estreitas e íngremes, e o controle exercido pelo «bedrock» sobre os cursos d'água e a superfície do terreno é óbvio. A profundidade mínima usual do «bedrock» fresco pode bem ser de 5 metros, ou menos, nos cumes e flancos dos morros, e maior no fundo dos vales. A laterita da variedade concrecional muitas vezes cobre as encostas superiores em associação com cascalhos quartzosos de afloramentos locais. Essas camadas, entretanto, são delgadas. Esta categoria está entre as mais impróprias para localização de vias de transporte. Ver fig. 14.

CATEGORIA Nº 12

Afloramentos de quartzito ou arenito.



Perfil k



Quartzito ou arenito intemperizado,
com areias e cascalhos associados.

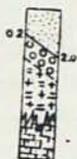
Quartzitos ou arenitos frescos.



Figura 14 — As figuras 14 e 13 foram escolhidas para mostrar a diferença das categorias 9 e 11. Na página acima é possível ver a dissecação aumentada da área, com um sistema de drenagem denso e flancos de morros mais íngremes que os observados na categoria 9.

Figura 13

Perfil l



Areias, terras francas arenosas e/ou cascalhos em camadas com baixos afloramentos ocasionais de rocha matriz. Camada subjacente de laterita quase sempre presente.

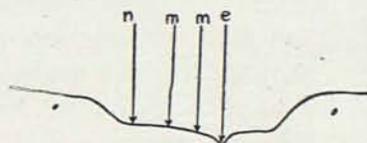
«Bedrock» intemperizado.

«Bedrock» fresco.

A categoria 12 fornece uma das melhores fontes de agregados britados e pedras para construção, no Retângulo. Esta seção é composta de afloramentos agrestes de quartzito ou arenito de natureza altamente resistente. O terreno é extremamente áspero e tem uma rede de drenagem reduzida. São encontradas areias soltas e cascalhos quartzosos associados em camadas de espessura variável. Muitas vezes podem ser encontradas lateritas endurecidas dentro dessas camadas. Ver fig. 15.

CATEGORIA Nº 13

Vales de fundo chato em áreas de arenito ou quartzito.



Perfil e

Argilas depositadas aluvialmente, limos e areias com cobertura orgânica em alguns pontos.

«Bedrock» intemperizado.

«Bedrock» fresco.

Capa orgânica e mineral.

Areias e/ou cascalhos.

Laterita quase sempre presente.

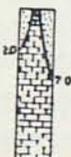
«Bedrock» intemperizado.

«Bedrock» fresco.

Perfil m



Perfil n



Areias e arenitos ou afloramentos de quartzito.

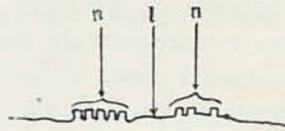
«Bedrock» intemperizado.

«Bedrock» fresco.

A categoria 13 é semelhante à 10 na qual os vales são amplos e planos e apresentam cobertura orgânica ou mineral em algumas partes mas o material subjacente é arenoso proveniente de afloramentos ou camadas adjacentes de quartzito ou arenito. A laterita é encontrada em proporção limitada dentro das areias. As encostas são também arenosas e, muitas vezes, contêm afloramentos da rocha matriz. A profundidade da rocha viva pode ser superior a 2 metros nas encostas, e de 5 a 7 metros nos fundos dos vales. Ver fig. 16.

CATEGORIA Nº 14

Área de afloramentos de arenito.



Perfil e

Argilas depositadas aluvialmente, limos e areias com cobertura orgânica em algumas partes.

«Bedrock» intemperizado.

«Bedrock» fresco.

Perfil n

Areias e afloramentos de arenito ou quartzito.

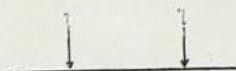
«Bedrock» intemperizado.

«Bedrock» fresco.

A categoria 14 é pouco comum, uma vez que está concentrada na área de Cristalina, no Retângulo. É composta de camadas de arenito quase verticais, areias soltas suportadas por laterita endurecida e diversos vezeiros e diques de quartzito e quartzito. Outras rochas sedimentares acham-se intercaladas com os arenitos mas constituem uma minoria e as areias controlam a área. A micro-superfície da área é muito áspera enquanto que a macro-superfície é essencialmente lisa. A rede de drenagem é esparsa e profundamente cortada. A região, no seu todo, produz areia de textura fina; as camadas de arenito podem fornecer algum agregado. — Ver figura 16.

CATEGORIA Nº 15

Camadas de areia, terras francas arenosas ou fragmentos de quartzo.



Perfil e

Argilas depositadas aluvialmente, limos e areias com cobertura orgânica em algumas partes.

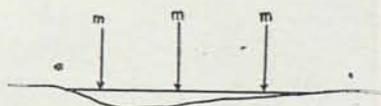
«Bedrock» intemperizado.

«Bedrock» fresco.

A categoria 15 fornece uma das maiores fontes de areias, terras francas arenosas e uns poucos cascalhos quartzosos apropriados para agregados. Estas camadas têm, em geral, exposições de «bedrock» intemperizado fracas como fontes de material e se acham, freqüentemente, superpostas a uma camada relativamente fina de laterita. Os limites da categoria 15 foram difíceis de determinar em vista da semelhante aparência fotográfica das argilas friáveis e, na maioria dos casos, a determinação final foi feita pela presença de afloramentos de arenito ou quartzito em uma das áreas. O «bedrock» fresco pode estar a 7 metros ou mais da superfície. Em geral, muitas das areias são muito finas, talvez peneira 100 ou menor. Ver fig. 16.

CATEGORIA Nº 16

Áreas de águas estagnadas sobre areias.



Perfil m

Capa orgânica ou mineral.

Areias e/ou cascalhos.

Laterita quase sempre presente.

«Bedrock» intemperizado.

«Bedrock» fresco.

A categoria 16 representa áreas de infiltração de água e depressões abaixo do nível hidrostático, em áreas de solo arenoso. A superfície é, em geral, coberta com alguma camada orgânica ou mineral e, algumas vezes, aparecem morrotes. Nesta categoria é, em geral, encontrada laterita hidromórfica até 1 metro de espessura e pode ser de estrutura maciça dura ou mole. A profundidade do «bedrock» pode ser estimada como sendo superior a 7 metros. Ver fig. 16.



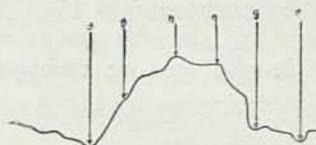
Figura 15 — Esta figura mostra os limites de separação das categorias 12, 15 e 17. Ela fornece um exemplo excelente de categoria 12 mostrando sua aspereza. Nesta figura também a tonalidade clara das áreas é bem ilustrada



Figura 16 — Esta notável fotografia da área de Cristalina mostra os limites bem definidos das categorias 13, 14, 15 e 16. As regiões de tonalidade escura fora da categoria 13 (a qual foi desdobrada em detalhe) são áreas de infiltração em areias

CATEGORIA Nº 17

Áreas adjacentes de areias e argilas.



Perfil e

Argilas depositadas aluvialmente, limos e areias, com cobertura orgânica em algumas partes.

«Bedrock» intemperizado.

«Bedrock» fresco.

Perfil g

Areias profundas ou argilas friáveis carregadas pela erosão e provindas das encostas superiores, com cascalhos quartzosos ocasionais.

«Bedrock» intemperizado.

«Bedrock» fresco.

Perfil h

Areias ou argilas friáveis rasas e/ou «bedrock» intemperizado com cascalhos quartzosos ocasionais.

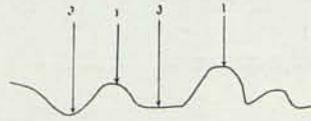
«Bedrock» intemperizado.

«Bedrock» fresco.

A categoria 17 é uma unidade de classificação para áreas de intensa dissecção, semelhante às categorias 9 e 11. Entretanto, esta categoria é composta de áreas de areia e argila misturadas, relacionadas com o tipo de «bedrock» da região. São encontradas areias relacionadas com o quartzito intemperizado e espigões de arenito e argilas, relacionados com outras rochas sedimentares e metamórficas da região. O sistema de drenagem é bem característico e os vales têm, em geral, abundantes florestas. A laterita pode ser encontrada descontinuamente e em lâminas finas sobre as maiores elevações. Os rios principais em geral apresentam bancos de cascalho e areia depositados pela água. A profundidade do «bedrock» fresco pode ser acima de 10 metros. Ver fig. 15.

CATEGORIA Nº 18

Áreas de alto teor de carbonato.



Perfil *i*

Argilas friáveis rasas controladas pela rocha subjacente.

«Bedrock» intemperizado.

«Bedrock» fresco.

Perfil *j*

Argilas friáveis erosionais profundas encobrindo uma superfície controlada pela rocha.

«Bedrock» intemperizado.

«Bedrock» fresco.

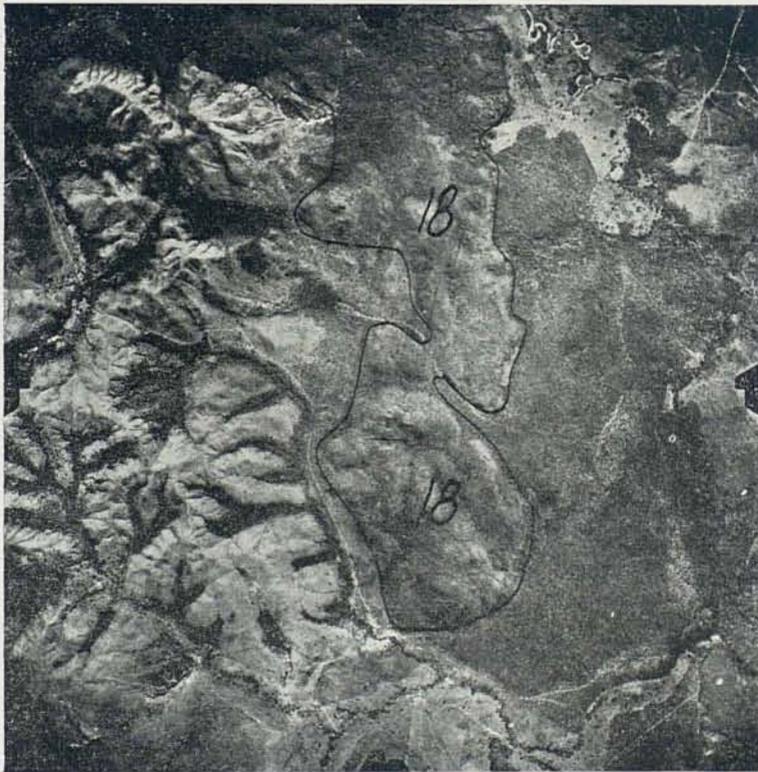


Figura 17 — A disposição característica das montanhas de dolomita foram delineadas aqui como categoria 18. Estas montanhas são redondas mas bem altas e a rede de drenagem é mal desenvolvida. A área é coberta de floresta densa

A última categoria, nº 18, foi imaginada para representar as áreas de argila de alto teor de carbonato devido ao calcário e à dolomita subjacentes. Os morros arredondados e um sistema de drenagem típico da argila são os seus elementos característicos. Algumas dolinas e outros sinais de dissolução podem ser encontrados. A área é, em geral, áspera para fins de transporte, mas pode constituir uma fonte provável de pedra para construção e cal para cimento. Camadas ocasionais delgadas de laterita ou quartzo podem ser encontradas nas encostas superiores, mas isto é de pouca importância. Ver fig. 17.

CLASSIFICAÇÃO DETALHADA DOS SÍTIOS

A classificação detalhada de solos para engenharia, para cada um dos 5 sítios está diretamente relacionada às categorias descritas e aos perfis associados. Nenhum perfil ou categoria novos foram imaginados mas, em certos casos, foram incluídos, numa dada categoria, perfis que, ordinariamente, não haviam sido usados. Por exemplo, a seção 9 é constituída pelos perfis *e*, *i* e *j* sob condições normais. Entretanto, quando foi notado um rio ou segmento de rio de fundo chato e desusadamente largo, o perfil *f* foi introduzido nessa seção e a área foi chamada 9f.

Pequenas outras modificações desta natureza foram introduzidas, porém a mais importante foi o desdobramento das categorias 10 e 13 em seus perfis normais. Tal como foi previamente declarado, foram incluídos muito mais detalhes nesta classificação, uma vez que foram classificadas áreas menores e que os limites das categorias foram cuidadosamente locados. É evidente que categorias tais como a 9 ou a 11 não podem ser desdobradas em seus respectivos perfis normais porque estes perfis são, propositadamente, gerais e semelhantes, exceto quanto às profundidades relativas dos solos acima do «bedrock» intemperizado. O perfil *e* (aluvião de rio) não foi utilizado porque as áreas são pequenas.

QUADRO III

O quadro abaixo é uma síntese dos valores relativos das diversas categorias de solos para engenharia, no tocante aos diferentes meios de transportes.

MEIO DE TRANSPORTE	VALOR DA CATEGORIA EM TRANSPORTABILIDADE			
	EXCELENTE	BOA	SOFRÍVEL	MÁ
Estradas de rodagem e outras estradas.....	1	8	3	6
	2	9	5	11
	4		7 ¹	17
	15		10	18
			12 ²	
			13	
Estradas de ferro.....	1	4	3	6
	2		5	7 ¹
	3		8	11
	15		9	12
			10	14
			13	16
Aeroportos.....	1	4	8	3
	2	15 ³		5
				6
				7 ¹
				9
				10
				11
				12
				13
				14
				15
				16
			17	
			18	

7¹ — Sofrível, somente se a estrada correr paralela aos divisores; do contrário, má.
 12² — Sofrível, somente se a estrada correr paralela aos divisores; do contrário, má.
 15³ — Se ocorrer um mínimo de afloramento rochoso.

UTILIZAÇÃO DA TERRA

A finalidade dêste trabalho de Classificação da Terra no Retângulo foi dupla: fazer um inventário das condições existentes, e fornecer as informações estatísticas que permitirão uma ação positiva da Comissão, no futuro, e o planejamento rigoroso a ser futuramente conduzido por aqueles a quem fôr confiada a tarefa de instalar a nova sede do Governo. A combinação das duas representa um inventário das condições atuais e a classificação baseada na futura utilização que foi especialmente projetada por Donald J. Belcher & Assoc., Inc. Isto foi feito de tal maneira que a Comissão terá o máximo de informações necessárias ao cumprimento de sua missão e que o planejamento futuro e os órgãos executivos do Governo Brasileiro possam fazer uso direto dos mapas que serão fornecidos sem recorrer aos dispendiosos levantamentos de campo conduzidos pelos métodos clássicos. Ninguém pode exigir um rigor absoluto nos delineamentos das áreas individuais bem como no valor inerente à sua classificação.

Os levantamentos de utilização da terra pesaram seriamente na seleção dos diversos sítios que foram analisados e estão aceitos ou desprezados. Os dados de utilização da terra exerceram sua maior influência no tocante à economia. Em cada caso, o custo relativo da terra necessária para o sítio constituiu um fator. Em algumas áreas, a terra mais valiosa para agricultura será excluída da produção. Essa mesma área deixaria de contribuir para a receita nacional na forma de taxas e matérias-primas e, finalmente, o realojamento de numerosas famílias. Na área leste, o custo da terra é relativamente baixo, o problema de realojamento é desprezível e a terra é, em geral, menos produtiva. Nestes vários aspectos a economia da seleção do sítio depende da utilização atual e potencial da terra.

É nosso dever mostrar à Comissão que um dos primeiros e mais difíceis problemas a ser defrontado pelo Governo Brasileiro será o processo legal que acompanha a desapropriação da terra incluída no sítio escolhido. Uma das maiores vantagens inerentes ao uso da fotografia aérea e sua interpretação em uma tal empreitada é o fato das fotografias registrarem a utilização exata e as condições da terra na época do recobrimento fotográfico (julho a agosto de 1953). Quando surgem as inevitáveis contestações com relação ao valor da terra a ser tomada de seus proprietários, o Governo irá constatar que os mosaicos aerofotográficos e os adequados mapas de utilização da terra constituirão uma incontestável prova da extensão da terra, de sua utilização na época e, o que é mais importante, de sua utilização potencial em um programa de desenvolvimento agrícola.

Em utilizando este detalhe do trabalho de seleção dos sítios, o Governo estará habilitado a apresentar em Juízo os elementos necessários à fixação da justa quantia de que devem ser reembolsados os proprietários das terras. Por si só, esses mapas irão facilitar enormemente os processos legais que surjam economizando milhares de horas no julgamento das causas judiciais e milhões de cruzeiros nas despesas de desapropriação. Conseqüentemente, Belcher & Associates sugerem que a Comissão ponha esses elementos à disposição do competente órgão judiciário do Governo Brasileiro e dê publicidade ao fato de se ter provido desses excelentes documentos para expedir os processos legais que surjam em relação à desapropriação das terras no Retângulo. Um dos maiores e mais prolongados proveitos que se podem tirar do estudo da utilização da terra realizado para a Comissão é o do planejamento futuro e controle dos recursos agrícolas de toda a área. O mapeamento dos solos para agricultura foi intimamente entrosado com os levantamentos de utilização da terra, e as recomendações feitas pelo corpo técnico de Belcher & Associates aplicam-se aos diversos tipos de terreno. Por exemplo, a administração da terra e as recomendações sobre culturas apresentadas na Seção de Solos para Agricultura aplicam-se diretamente à futura utilização das categorias 1, 4, 5, 6 e 7 dos mapas de Utilização da Terra. Para converter as terras altas e secas em terras férteis e produtivas, será necessário apenas estabelecer um programa racional de boa adminis-

tração da terra. Em outras categorias, as quais se acham incluídas no relatório com mais detalhes, será observado que as categorias de utilização da terra se relacionam diretamente com deficiências específicas de minerais necessários a um programa de desenvolvimento agrícola.

Ainda em outros tipos de áreas, o estudo de utilização da terra classificou terrenos submarginais e nosso corpo técnico recomenda, especificamente, que êstes sejam protegidos contra o uso indevido no futuro. Futuramente, nas vizinhanças da nova capital, essas terras devem ser plantadas de florestas para assegurar um contrôlê adequado contra erosão bem como um futuro suprimento de madeira.

Outros exemplos da utilidade dêste levantamento especial são encontrados em diversos aspectos interessantes tais como a localização de lagos para criação de peixes — um meio econômico de prover alimentos proteínicos. Basta consultar os mapas de uma determinada área para identificar e localizar exatamente as áreas que podem ser imediatamente convertidas em lagos com a construção de pequenas barragens de terra. Na classificação da utilização da terra relativa aos 5 sítios, será observado que os tipos de florestas foram desdobrados, de tal maneira que, consultando a categoria 6.1, pode ser localizada a fonte mais próxima de madeira própria para construção. Consultando os quadros anexos de utilização da terra observar-se-á que de cada quadrícula foi feito um inventário do número total de km² de cada uma das classes. Conseqüentemente, o órgão planejador pode, com uma rápida consulta dêsses dados, ter uma idéia exata da extensão atual de pastagens, futuras terras para plantio de trigo, ou a porcentagem de áreas cobertas de florestas. Tais levantamentos, executados pelos métodos terrestres, requereriam muitos meses no campo e sairiam por um preço elevadíssimo.

Por isso, sugere-se que a Comissão ponha êstes elementos à disposição do competente órgão do Govêrno Brasileiro. Além disso é recomendável que seja dada publicidade ao fato de que o planejamento relativo ao desenvolvimento do sítio pode se processar com a máxima aceleração.

Em outras seções dêste relatório, foi dispensada grande atenção ao assunto dos locais de reservatórios necessários para assegurar um suprimento de água adequado à nova capital. É de suma importância, após a determinação final do sítio da capital e o delineamento do Distrito Federal envolvendo êsse sítio, que as bacias que contribuem para êsses reservatórios sejam devidamente protegidas contra contaminação e assoreamento. A combinação dêsse Material de Utilização da Terra e os mapas de drenagem que também formam uma parte dêste estudo fornecerão tôdas as informações necessárias para conduzir à importante operação de proteção das bacias. Os engenheiros de todo o mundo chegaram à conclusão de que o contrôlê das culturas e o plantio adequado de florestas sôbre áreas erodidas constitui o melhor método de garantir a máxima duração dos reservatórios. Por isso, é sèriamente recomendável que a êsse material seja dada a mais imediata

e intensiva utilização ao serem tomadas as necessárias medidas preventivas que irão garantir uma proteção adequada destas áreas para reservatórios assim que elas forem selecionadas. Chama-se a atenção para o fato de que a classificação da utilização da terra foi projetada para o fim específico a que se destina. A escolha dos tipos de terreno a delinear foi motivo de muita meditação e discussão. O corpo técnico de Belcher & Assoc. deseja informar que não há um tipo padronizado de classificação da terra e sentiu-se que as duas finalidades a serem atendidas por este levantamento eram aquelas que foram descritas acima, a saber: um inventário da utilização atual da terra, uma vez que ela vai influir na criação da nova capital e a segunda e mais importante, o mapeamento dos tipos de terreno que podem ser prontamente convertidos em terras produtivas para uso dentro do plano de controle agrícola que será necessário uma vez tornado realidade a fundação e o desenvolvimento da cidade. Por isso, afirmamos que nossas pesquisas revelaram o fato de que, dos numerosos métodos de classificação existentes, nenhum teria preenchido os requisitos destes estudos para a nova capital conduzidos sob a direção da Comissão de Localização da Nova Capital Federal.

Para estabelecer as várias categorias de utilização da terra para este trabalho, foi compilada uma lista dos fatores que são importantes para os objetivos deste mapeamento. Estes fatores foram estudados e apreciados de tal forma que fôsse estabelecido o menor número de categorias mas que fôsse atingido o objetivo desta facêta do programa geral de levantamento. São eles os seguintes:

1. Topografia.
2. Textura e classificação do solo.
3. Drenagem interna e superficial.
4. Tipo e grau de erosão.
5. Profundidade do lençol freático.
6. Empedramento, v.g. laterita.
7. Cobertura vegetal.
8. Ocupação pelo homem.
9. Utilização atual.
10. Utilização potencial.

Onze diferentes categorias de utilização da terra foram mapeadas no Retângulo. Estas categorias acham-se descritas abaixo. Dentro de cada uma, as características são descritas de tal maneira que qualquer um pode recorrer à sobrecapa de qualquer parte do Retângulo e conhecer as características dessa área, as quais variam desde os declives do terreno, seu tipo de solo, a profundidade do lençol freático, seu uso atual, até mesmo a utilização que lhe pode ser dada sob orientação adequada do governo. As menores áreas a serem mapeadas foram determinadas pela escala das sobrecapas,

bem como, pelo número de vezes que essas áreas menores ocorriam. O que se segue é uma descrição das 11 categorias empregadas:

Nº 1 — TERRAS ALTAS E SÊCAS

- 1) *Topografia* — Chapadas e superfície de 2ª erosão. Planas ou suaves a moderadamente enclinadas.
- 2) *Textura e classificação do solo* — Latossolo húmico de argila profunda. Baixo conteúdo mineral.
- 3) *Drenagem superficial e interna* — Drenagem interna bem desenvolvida devida a estrutura granular excepcionalmente estável e a argila friável reticular caulinitica 1:1 com camadas de óxido de ferro hidratadas.
- 4) *Grau e tipo de erosão* — menor.
- 5) *Profundidade do lençol freático* — Profundidade média.
- 6) *Empedramento, v.g. Laterita* — Bordas de peneplanícies com bancos de laterita expostos. Algumas chapadas estreitas apresentam camada superficial espessa de laterita concrecional.
- 7) *Cobertura vegetal* — Vegetação baixa fechada a densa (2 a 5 m). Relvas curtas naturais. Ligeiramente queimadas.
- 8) *Ocupação pelo homem* — Quase desprezível.
- 9) *Utilização atual* — Terras vastas com baixa capacidade de escoamento.
- 10) *Utilização potencial* — Adequada para tôdas as culturas adaptadas descritas na Seção de Agricultura desde que sejam usados cal e fertilizantes.

Nº 2 — TERRAS ALTAS E DISSECADAS

- 1) *Topografia* — Alto grau de dissecção. Encostas íngremes abaixo do nível da chapada.
- 2) *Classificação e textura do solo* — Solos argilosos, ácidos e rasos — litossolos. Escoamento rápido.
- 3) *Drenagem superficial e interna* — Drenagem superficial e interna bem desenvolvidas. Escoamento rápido.
- 4) *Grau e tipo de erosão* — Erosão muito intensa, especialmente quando em uso.
- 5) *Profundidade do lençol freático* — Lençol freático baixo. Pouca importância.
- 6) *Empedramento, v.g. Laterita* — Numerosos afloramentos rochosos e camadas descontínuas de laterita.
- 7) *Cobertura vegetal* — Variável, de «bedrock» exposto a densos bosques em áreas locais.
- 8) *Ocupação pelo homem* — Praticamente nenhuma.
- 9) *Utilização atual* — Área muito ruim para pastagens.
- 10) *Utilização potencial* — Esta categoria inclui áreas de terra agrícola submarginal; adequada apenas para florestas e áreas recreacionais.

Nº 3 — TERRAS QUEBRADAS E FLORESTAS

Geral: Combinação das áreas da categoria 2 com as da categoria 6, muito pequenos para serem mapeados individualmente. 50% dissecadas e 50% florestadas.

1) *Topografia* — Altamente dissecada com predominância de declives íngremes.

2) *Classificação e textura do solo* — Solos rasos (litossolos) nas áreas quebradas e moderadamente espessos (1 m) a profundos latossolos húmicos.

3) *Drenagem superficial e interna* — Drenagem superficial altamente desenvolvida. Solos bem drenados internamente.

4) *Grau e tipo de erosão* — Erosão intensa em áreas quebradas sem vegetação. A erosão pode tornar-se um problema sério quando as florestas são devastadas. Se as áreas forem devastadas, têm de ser tomadas sérias medidas de conservação, tais como: terraceamento, cultivo em faixas e a administração do solo.

5) *Profundidade do lençol freático* — Não importante.

6) *Empedramento, v.g. Laterita* — Afloramentos rochosos e manchas esparsas de laterita em áreas abertas. Manto de solo cobre o «bedrock» nas áreas florestadas.

7) *Cobertura vegetal* — Relva espalhada por toda a área dissecada; floresta de 1º e 2º crescimento nas outras partes.

8) *Ocupação pelo homem* — Nenhuma.

9) *Utilização atual* — Remanescentes das florestas naturais existentes na área. Algumas partes quebradas, usadas para pastagens (semelhante à categoria nº 2).

10) *Utilização potencial* — Mais adequado para florestas. Áreas atualmente florestadas adequadas para limitado uso na agricultura com severas medidas de conservação. Possível subsistência domiciliar.

Nº 4 — CULTURAS

1) *Topografia* — Flancos de vales, exceto na metade norte da quadrícula nº 13, toda a quadrícula nº 7 e metade sul da quadrícula nº 1. Nestas quadrículas, acham-se incluídos os planaltos anteriormente florestados, bem como os vales. Superfícies moderadamente inclinadas a onduladas. Declives de 5% a 15% nos vales. Quase planos a montanhosos nos planaltos. Flancos côncavos e convexos.

2) *Classificação e textura do solo* — Latossolos húmicos profundos. Terras próximas às florestas apresentam um conteúdo mineral natural moderado a elevado, em comparação com o resto do Retângulo.

3) *Drenagem superficial e interna* — Solos bem drenados em flancos de vales. Excelente drenagem interna.

4) *Grau e tipo de erosão* — Ativa erosão laminar e em ravinas quando sob uso contínuo para culturas em fileiras. Estradas e caminhos dão origem a grotas profundas a menos que haja proteção e manutenção.

5) *Profundidade do lençol freático* — Variável com estação do ano exceto em encostas mais baixas. Água para abastecimento doméstico proveniente dos rios. Ver na Seção de Geologia o capítulo: reservas de água subterrânea.

6) *Empedramento, v.g. Laterita* — Não importante, exceto pequenos afloramentos e pequenos blocos ocasionais de laterita maciça.

7) *Cobertura vegetal* — Terra cultivada. Culturas rotativas e contínuas. Horticultura. Culturas de arbustos: Café e frutas cítricas.

8) *Ocupação pelo homem* — Núcleos coloniais associados com a ocupação agrícola das terras.

9) *Utilização atual* — Terras altamente cultivadas devotadas a culturas diversas e pequenas áreas de café e frutas cítricas.

10) *Utilização potencial* — Esta área pode ser aproveitada para agricultura intensa com medidas de conservação. (Reportar-se ao relatório de Solos para Agricultura). A fertilidade nativa, especialmente fósforo, é exaurida após uns poucos anos de cultivo continuado.

Subcategoria para as áreas dos sítios

Subcategoria 4.1 — Semelhante à nº 4 mas classificada como cultivo de apenas 3 culturas. Atualmente tudo café.

Subcategoria 4.2 — Semelhante à nº 4 mas classificada como cultivo de todas as culturas exceto 3.

Nº 5 — CULTIVADAS E FLORESTADAS (em proporções equivalentes)

Geral: Combinação das classes 4 e 6.

1) *Topografia* — Flancos de vales e planaltos tal como na categoria nº 4. Superfícies moderadamente inclinadas a onduladas. Declives de 5% a 15% nos vales. Quase planos a montanhosos nos planaltos.

2) *Textura e classificação do solo* — Latossolos húmicos profundos. Conteúdo mineral natural moderado a elevado, em comparação com o resto do Retângulo.

3) *Drenagem superficial e interna* — Bem drenados nas vertentes dos vales. Drenagem interna boa em todas as declividades.

4) *Grau e tipo de erosão* — Ativa erosão superficial quando continuamente cultivado com culturas em renques.

5) *Profundidade do lençol freático* — Variável com as estações do ano exceto em encostas mais baixas.

6) *Empedramento, v.g. Laterita* — Pequenos afloramentos rochosos sem importância; pequenos blocos ocasionais de laterita maciça.

7) *Cobertura vegetal* — Florestado e cultivado. Em geral, florestas de 2º crescimento com remanescentes da floresta original (se a floresta fôsse devastada, esta área seria classificada como nº 4).

8) *Ocupação pelo homem* — Núcleos coloniais agrícolas.

9) *Utilização atual* — Aproximadamente 50% agricultura; 50% floresta.

10) *Utilização potencial* — Esta área pode ser desenvolvida para mais intenso uso na agricultura se submetida a uma adequada administração do solo. A fertilidade nativa, e especialmente o fósforo, é exaurida após uns poucos anos de cultivo continuado. (Ver relatório de Solos para Agricultura).

Nº 6 — ÁREAS FLORESTADAS

1) *Topografia* — Íntimamente relacionada com o sistema de rios, com exceção de partes das quadriculas nº 1 (metade sul), nº 7 (quase tôda) e nº 13 (metade norte) onde as florestas são também encontradas no planalto. Superfícies moderadamente inclinadas a onduladas. Declives de 5% a 15% nos vales. Quase planos a montanhosos nos planaltos.

2) *Classificação e textura do solo* — Latossolos húmicos profundos. O conteúdo mineral próximo à floresta é moderado a elevado, em comparação com a média do Retângulo.

3) *Drenagem superficial e interna* — Solos bem drenados em flancos de vales.

4) *Grau e tipo de erosão* — Nenhuma erosão ativa atualmente. Se devastadas, desenvolver-se-á ativa erosão de superfície quando forem continuamente plantadas culturas em fileiras.

5) *Profundidade do lençol freático* — Variável por estação exceto nas encostas mais baixas.

6) *Empedramento, v.g. Laterita* — Não importante, exceto pequenos afloramentos e, ocasionalmente, pequenos blocos de laterita maciça. Muitas áreas semelhantes a afloramentos e de paisagem rústica.

7) *Cobertura vegetal* — A maior parte de floresta original; algumas florestas de 2º crescimento, especialmente nos planaltos.

8) *Ocupação pelo homem* — Desprezível.

9) *Utilização atual* — Florestadas.

10) *Utilização potencial* — Estas áreas podem ser desenvolvidas para uso intenso na agricultura com algumas medidas de conservação do solo. (Reportar-se ao relatório de Solos para Agricultura). A fertilidade nativa e, especialmente o fósforo, é rapidamente exaurida depois de vários anos de uso. Algumas florestas devem ser conservadas para exploração de madeira.

Subcategorias para as áreas dos sítios

Subcategoria 6.1 — Igual a nº 6 mas sòmente *florestas maduras*. Deve ser processado um corte seletivo nestas áreas.

Subcategoria 6.2 — Igual a nº 6 mas sòmente florestas de 2º crescimento.

Nº 7 — TERRAS E PASTAGENS

1) *Topografia* — Quase plana, declives suaves e moderados mas muitas áreas montanhosas e algumas escarpadas ao longo dos rios. Inclui superfície de 1ª e 2ª classe. Também se relaciona com os nºs 3 e 5 de Solos de Engenharia e nºs 3 e 5 de Solos para Agricultura.

2) *Classificação e textura do solo* — As áreas de declividade quase nula a moderada são, na maior parte, argilas friáveis profundas. As áreas montanhosas a escarpadas são, na maior parte, litossolos. Incluídas nestas acham-se menores áreas de «bedrock» pouco profundo e intemperizado e laterito endurecido raso e maciço.

3) *Drenagem superficial e interna* — Bem drenadas, tanto superficial como internamente.

4) *Grau e tipo de erosão* — Varia de ligeira a severa, dependendo dos declives.

5) *Profundidade do lençol freático* — Geralmente baixo nível hidrostático. Próximo à superfície nas proximidades dos rios, especialmente durante a estação chuvosa.

6) *Empedramento, v.g. Laterita* — Afloramentos rochosos esparsos e camadas descontínuas de laterita. Ver Solos para Agricultura, categoria nº 9 e Solos para Engenharia, categorias nºs 8, 9, 11 e 12. Não há afloramentos rochosos nas áreas florestadas. Pequenos blocos de laterita ocorrem em certos pontos nos declives mais baixos da segunda superfície de erosão.

7) *Cobertura vegetal* — Árvores raquíticas esparsas e relva curta nativa. Severa e repetidamente queimada. Uma exceção importante ocorre na parte oeste do Retângulo onde é mapeada como nº 7 e anteriormente foram vertentes de vales florestadas. Estas são áreas de pastagens artificiais, em geral plantadas com capim Colômbio ou Jaraguá de raízes profundas. Nas áreas dos sítios, esta condição é considerada na subcategoria nº 7.1.

8) *Ocupação pelo homem* — Fazendas novas. Linhas de transporte e comunicação nas áreas planas.

9) *Utilização atual* — Predominantemente pastagens. Pastos de capim nativo. Muito poucos pastos artificiais, como dito no item precedente.

10) *Utilização potencial* — As áreas quase planas a moderadamente inclinadas, com latossolos húmicos, são adequadas para culturas adaptadas desde que sejam usados fertilizantes apropriados e cal. As áreas montanhosas e escarpadas e as áreas lateríticas devem ser reservadas para terras de pastagem limitadas.

Subcategoria para as áreas dos sítios

Subcategoria 7.1 — Vertentes de vales anteriormente florestados.

Subcategoria 7.2 — Pastos naturais.

Nº 8 — ÁREAS BAIXAS E ÚMIDAS

1) *Topografia* — Áreas baixas relacionadas com rios, áreas pantanosas dos planaltos, e áreas de exsudação nos flancos dos morros. Nas áreas de exsudação, ocorrem declividades de 7% em curtas distâncias.

2) *Classificação e textura do solo* — Solos úmidos em geral, na maior parte argilas e algum solo turfoso.

3) *Drenagem superficial e interna* — As drenagens superficial e interna variam de sofríveis a péssimas.

4) *Grau e tipo de erosão* — Desprezíveis.

5) *Profundidade do lençol freático* — Nivel hidrostático muito alto durante a estação chuvosa. Em áreas muito mal drenadas (solo turfoso raso) o lençol freático durante todo o ano fica a menos de 1 metro da superfície.

6) *Empedramento, v.g. Laterita* — Insignificante, exceto que muitas áreas de «bancos de argila» ficam em cima de laterita endurecida maciça.

7) *Cobertura vegetal* — Pastos na franja superior com árvores raquíticas na zona de mais elevada transição e palmeiras esparsas nas áreas baixas. As áreas mais baixas são verdes durante todo o ano.

8) *Ocupação pelo homem* — Nenhuma.

9) *Utilização atual* — Pastagem — especialmente durante a estação seca.

10) *Utilização potencial* — Sob adequada administração estas terras podem ser valiosas.

Hortas nos solos pretos da superfície. Especialmente adequados para pastagem na estação seca.

Nº 9 — ÁREAS NÃO AGRÍCOLAS

Geral: Relacionadas com a ocupação pelo homem, incluindo áreas de mineração.

1) *Topografia* — Sem significação. Variável, dependendo do uso específico.

2) *Textura e classificação do solo* — Sem significação.

3) *Drenagem superficial e interna* — Sem significação.

4) *Grau e tipo de erosão* — Sem significação.

5) *Profundidade do lençol freático* — Sem significação.

6) *Empedramento, v.g. Laterita* — Sem significação.

7) *Cobertura vegetal* — Sem significação.

- 8) *Ocupação pelo homem* — Intensa. Centros de comércio.
- 9) *Utilização atual* — Desenvolvimentos urbanos ou regionais e minerações. Vias de transporte.
- 10) *Utilização potencial* — Variável. Tendência para se expandirem as áreas urbanas e a permanecerem estabilizadas as minerações.

Nº 10 — SEMELHANTES AO Nº 9 PORÉM SÔBRE ENCOSTAS MAIS ELEVADAS

Geral: Ocorre a nordeste da Q-8, nordeste da Q-9 e na Q-13.

- 1) *Topografia* — Áreas montanhosas. Encostas íngremes até 25%.
- 2) *Textura e Classificação do Solo* — Os solos variam de litossolos ralos a latossolos húmicos moderadamente profundos e alguns profundos.
- 3) *Drenagem superficial e interna* — Muito bem drenados em tôdas as declividades e em tôdas as posições.
- 4) *Grau e tipo de erosão* — Ativa erosão onde a floresta foi devastada.
- 5) *Profundidade do lençol freático* — Sem significação.
- 6) *Empedramento, v.g. Laterita* — «Bedrock» intemperizado em alguns lugares e camadas descontínuas de cascalho laterítico concrecional e, em certos pontos, camadas descontínuas de quartzo.
- 7) *Cobertura vegetal* — Fraca a média de um misto de florestas e culturas.
- 8) *Ocupação pelo homem* — Domicílios de pioneiros.
- 9) *Utilização atual* — Iguamente dividido entre agricultura e floresta.
- 10) *Utilização potencial* — Pequenas fazendas com maiores produções e culturas mais diversificadas.

Nº 11 — COMBINAÇÃO DE 8 E 6

- 1) *Topografia* — Relacionada com os fundos dos rios. Declividades nulas.
- 2) *Textura e classificação do solo* — Solos minerais de argila cinzenta e preta (gley húmico). Também solo turfoso.
- 3) *Drenagem superficial e interna* — Solos mal a pèssimamente drenados.
- 4) *Grau e tipo de erosão* — Nenhuma. Risco de enchente durante a estação chuvosa.
- 5) *Profundidade do lençol freático* — Muito alto durante todo ano.
- 6) *Empedramento, v.g. Laterita* — Não contém laterita.
- 7) *Cobertura vegetal* — Floresta pantanosa equatorial.
- 8) *Ocupação pelo homem* — Nenhuma.
- 9) *Utilização atual* — Floresta nativa; pequenas áreas devastadas para pastagem na estação sêca.
- 10) *Utilização potencial* — Seria excelente cultura de hortaliça e pastagem na estação sêca.

QUADRO IV

TABULAÇÃO DO INVENTÁRIO DE UTILIZAÇÃO DA TERRA

N.º	1	2	3	4	5					
ÁREA DE UTILIZAÇÃO DA TERRA EM QUILOMETROS QUADRADOS E PERCENTAGEM DO TOTAL EM CADA QUADRÍCULA										
QUAD.	Km2	%	Km2	%	Km2	%	Km2	%	Km2	%
1.....	348	13.5	560.0	21.6	569.0	22.0	112.0	4.4	198.0	7.7
2.....	172	6.1	757.0	24.8	224.0	7.3	230.0	7.8	182.1	6.0
3.....	663	23.5	1050.0	37.4	137.0	4.9	5.8	0.2	90.5	3.2
4.....	1040	38.2	580.0	21.5	109.0	4.0	5.8	0.2	13.0	0.5
5.....	982	34.0	86.7	3.0	28.9	1.0	28.9	1.0	144.7	5.0
6.....	1061	36.7	370.0	12.8	95.5	3.3	11.6	0.4	188.0	6.5
7.....	356	12.3	86.7	3.0	318.0	11.0	490.0	17.0	72.3	2.5
8.....	593	20.5	238.0	8.3	135.0	4.7	2.6	0.1	485.0	16.8
9.....	384	13.3	246.0	8.5	130.0	4.5	37.6	1.3	362.0	12.5
10.....	880	31.3	186.0	6.7	57.0	2.0	13.0	0.5	62.1	2.2
11.....	544	28.5	627.0	22.2	280.0	9.9	5.2	0.2	85.5	3.0
12.....	841	29.1	454.0	15.7	125.0	4.3	49.2	1.7	110.0	3.8
13.....	151	6.4	49.4	2.1	28.8	1.2	306.0	13.0	114.0	4.8
14.....	1000	35.0	204.0	7.3	339.0	12.1	127.0	4.5	150.0	5.4
15.....	821	31.4	614.0	23.5	186.0	7.1	23.3	0.9	139.0	5.4
16.....	689	26.0	795.0	29.8	166.0	6.2	23.3	0.8	41.5	1.5
17.....	1083	37.5	81.0	2.8	26.0	0.9	11.6	0.4	17.4	0.6
18.....	1172	40.2	359.0	12.4	364.0	12.6	63.6	2.2	57.9	2.0
ÁREA TOTAL — Km2.....	12780		7344		3318		1547		2513	
MÉDIA TOTAL %.....		25.75		14.62		6.62		3.14		4.96

QUADRO IV

Continuação

N.º	6	7	8	9	10	11						
ÁREA DE UTILIZAÇÃO DA TERRA EM QUILOMETROS QUADRADOS E PERCENTAGEM DO TOTAL EM CADA QUADRÍCULA												
QUAD.	Km2	%	Km2	%	Km2	%	Km2	%	Km2	%	Km2	%
1.....	198.0	7.7	562	21.8	4.0	0.2	1.8	0.1	22.9	1.0	—	—
2.....	298.0	9.6	942	30.8	84.4	3.0	1.6	0.1	127.4	4.1	11.0	0.4
3.....	148.0	5.2	524	19.4	142.0	5.1	—	—	2.6	0.1	28.4	1.0
4.....	133.0	5.0	625	23.2	155.0	5.3	—	—	—	—	56.4	2.1
5.....	111.0	3.8	1113	38.5	144.5	5.0	5.8	0.2	14.5	0.5	231.0	8.0
6.....	188.0	6.5	767	26.5	138.8	4.8	—	—	—	—	72.3	2.5
7.....	572.0	19.8	876	30.3	57.8	2.0	8.8	0.3	28.9	1.0	23.1	0.8
8.....	110.0	3.9	696	24.4	6.3	0.3	13.0	0.5	549.0	20.2	9.8	0.3
9.....	356.0	12.3	1278	44.3	23.1	0.8	—	—	37.6	1.3	34.7	1.2
10.....	179.0	6.4	1274	45.6	117.0	4.2	5.2	0.2	—	—	25.9	0.9
11.....	210.0	7.4	642	22.7	160.0	5.6	—	—	—	—	13.0	0.5
12.....	310.0	10.7	847	29.1	151.0	5.2	5.8	0.2	—	—	5.8	0.2
13.....	233.0	10.0	1340	56.8	42.8	2.0	36.6	1.5	38.3	1.6	13.2	0.6
14.....	174.0	6.2	691	24.7	80.3	2.9	7.8	0.3	5.2	0.2	38.8	1.4
15.....	90.5	3.5	594	22.7	67.3	2.6	—	—	49.2	1.9	25.9	1.0
16.....	69.5	2.5	556	19.8	296.0	10.6	10.3	0.4	38.8	1.4	27.7	1.0
17.....	14.5	0.5	1472	51.0	145.0	5.0	—	—	5.8	0.2	31.8	1.1
18.....	118.5	4.1	509	17.6	156.0	5.4	—	—	—	—	101.2	3.5
ÁREA TOTAL — Km2	3513		15308		1971		97		920		750.0	
MÉDIA TOTAL — %		6.96		30.52		3.89		0.21		1.86		1.47

QUADRO V

TERRAS CLASSIFICADAS PELOS RESPECTIVOS GRUPOS

USO	TERRAS ALTAS E SÊCAS UT		TERRAS ALTAS E DISSECADAS UT 2		FLORESTAS UT 6		TERRAS CULTIVADAS UT 4	
			50%	UT 3	50% 50% 50% 100%	UT 3 UT 5 UT 10 UT 11	50%	UT 5 UT 10
QUAD.	Km2	%	Km2	%	Km2	%	Km2	%
1.....	348	13.5	844.5	32.6	592.9	23.0	222.4	8.7
2.....	172	6.1	869.0	28.4	575.7	18.6	384.7	12.9
3.....	663	23.5	1118.5	39.8	291.4	10.3	52.3	1.9
4.....	1040	38.2	634.5	23.5	250.4	9.3	12.3	0.4
5.....	982	34.0	101.1	3.5	436.0	15.0	108.5	3.7
6.....	1061	36.7	417.8	14.4	402.1	13.8	105.6	3.6
7.....	356	12.3	245.7	8.5	804.7	27.8	540.6	18.7
8.....	593	20.5	305.5	10.7	703.8	25.1	519.1	18.6
9.....	384	13.3	311.0	10.7	655.5	22.5	237.4	8.1
10.....	880	31.3	214.5	7.7	264.4	9.4	44.0	1.6
11.....	544	28.5	767.0	27.2	405.8	14.4	48.0	1.7
12.....	841	29.1	516.5	17.9	433.3	15.0	104.2	3.6
13.....	151	6.4	63.8	2.7	336.8	14.4	382.2	16.2
14.....	1000	35.0	373.5	13.3	459.9	16.4	204.6	7.3
15.....	821	31.4	707.0	27.1	303.5	11.8	117.4	4.6
16.....	689	26.0	878.0	32.9	220.4	8.1	63.5	2.3
17.....	1083	37.5	94.0	3.2	70.9	2.4	23.2	0.8
18.....	1172	40.2	541.0	18.7	430.7	14.9	92.6	3.2
ÁREA TOTAL—Km2	12780		9003		7638		3263	
MÉDIA TOTAL — %		25.75		17.93		15.15		6.55

NOTA — Foi usado 100% UT 11 nos totais tanto de áreas florestadas como de áreas baixas e úmidas; portanto, os totais não são coerentes com o Quadro IV.

QUADRO V (Continuação)

USO	PASTOS UT 7		TERRENOS BAIXOS ÚMIDOS E PANTANOSOS		ÁREAS URBANAS, REGIONAIS OU DE MINERAÇÃO	
			UT 8		UT 9	
			100%	TU 11		
QUAD.	Km2	%	Km2	%	Km2	%
1.....	562	21.8	4.0	0.2	1.8	0.1
2.....	942	30.8	95.4	3.4	1.6	0.1
3.....	524	19.4	170.4	6.1	—	—
4.....	625	23.2	211.4	7.4	—	—
5.....	1113	38.5	375.5	13.0	5.8	0.2
6.....	767	26.5	211.1	7.3	—	—
7.....	876	30.3	80.9	2.8	8.8	0.3
8.....	696	24.4	16.1	0.6	13.0	0.5
9.....	1278	44.3	57.8	2.0	—	—
10.....	1274	45.6	142.9	5.1	5.2	0.2
11.....	642	22.7	173.0	6.1	—	—
12.....	847	29.1	156.8	5.4	5.8	0.2
13.....	1340	56.8	56.0	2.6	36.6	1.5
14.....	691	24.7	119.1	4.3	7.8	0.3
15.....	594	22.7	93.2	3.6	—	—
16.....	556	19.8	323.7	11.6	10.3	0.4
17.....	1472	51.0	176.8	6.1	—	—
18.....	509	17.6	257.2	8.9	—	—
ÁREA TOTAL — Km2.....	15308		2721		97	
MÉDIA TOTAL — %.....		30.52		5.36		0.21

NOTA — Foi usado 100% UT 11 nos totais tanto de áreas florestadas como de áreas baixas e úmidas; portanto, os totais não são coerentes com o quadro IV.

GEOLOGIA

RESUMO

As elevações e a topografia, e, indiretamente, as zonas climáticas do Retângulo estão relacionadas com a sua Geologia.

Sob toda a área estudada, como acontece em todo lugar, há um embasamento rochoso de origem ígnea. Sobrepondo-se a este e cobrindo 2/3 de toda a área do Retângulo há um capeamento de rochas sedimentares encontradas sob a forma de calcários, arenitos e folhelhos. No terço oeste do Retângulo, as rochas sedimentares que em algum tempo cobriam a área foram arrastadas da superfície pela erosão e o complexo do embasamento rochoso foi exposto ao intemperismo. O fato dessa cobertura de rocha sedimentar ter sido removida explica a menor altitude desse setor do Retângulo. Com o tempo, o mesmo processo irá causar um abaixamento das superfícies mais altas das zonas norte, leste e central e expor o seu embasamento rochoso, mas isto não ocorrerá no período de vida da Nova Capital.

Essas rochas do embasamento eram, originalmente, rochas puramente ígneas, isto é, foram produzidas pelo resfriamento lento do «magma» ou rocha em fusão abaixo da superfície. Felizmente para o Retângulo, isto foi consideravelmente alterado e modificado desde sua formação, pois aquelas rochas são agora encontradas, não somente sob a forma de granito mas, tendo já sofrido considerável transformação e, também, encerrando vários tipos de gnaisses (metamorfosados) e serpentina, do período pré-Cambriano antigo dos quais todos foram sensivelmente dobrados e cisalhados. Isso, pelo menos, oferece condições físicas favoráveis à mineralização e certamente responde pela presença de ouro na área. Essas são as rochas mais antigas do Retângulo.

Uma consulta ao mapa geral mostrará que as espécies de rocha do Retângulo dispõem-se em faixas, correndo de noroeste para sudeste. Logo após a essas rochas mais antigas, no canto sudoeste (Goiânia-Anápolis), os levantamentos geológicos conduzidos por Donald J. Belcher & Associates, Inc. determinaram uma faixa de rochas xistosas do pré-Cambriano moderno ou do Paleozóico antigo (Jaraguá, Corumbá, Luziânia). As rochas desta série são micaxistos, quartzitos, filitos, xisto calcário e também pequenas áreas de rochas intrusivas. A direção geral é para leste. Com o dobramento correndo geralmente para Noroeste, o grau de metamorfismo decresce de xistos grosseiros a filitos finamente granulados. Ao longo de uma linha razoável

velmente bem definida, elas se fundem com a série sedimentar da era Paleozóica inferior.

As rochas sedimentares são constituídas de calcários, arenitos e folhelhos que se acham contidos numa faixa de dobras. Dentro da área, o dobramento varia de estruturas abertas a fechadas. Para o Sul, atrás do flanco da dobra, os arenitos maciços foram suavemente sobrelevados para formar o domo de Cristalina. A flexão dessas rochas causou sua ruptura, resultando em fraturas que foram subseqüentemente preenchidas com veios de quartzo que contêm os famosos cristais.

Movimentos diferenciais têm causado cisalhamento e sensíveis empuxos nas zonas leste-oeste através do Retângulo. Uma reversão desse movimento sucedeu na direção Sul, causando uma série de empuxos pouco inclinados ao norte de Corumbá de Goiás e Pirenópolis.

Em seguida, cessaram as severas forças de compressão provenientes do oeste, que alteraram e dobraram essas rochas e as forças do intemperismo e da erosão tornaram-se superiores às influências estruturais. O plano de base da erosão permaneceu constante por um lapso de tempo suficiente para permitir a consecução do «processo de erosão superior à estrutura» ou a criação de uma peneplanície que satisfaz às mais rigorosas exigências (do termo peneplanície). Nesta área onde havia predominado a topografia agreste, o intemperismo e a erosão aplainaram a superfície a um tal grau que raramente tem sido igualado. A despeito da resistência da rocha em um determinado morro, a ação prolongada da erosão rebaixou-o ao nível comum das superfícies circunvizinhas. Estas condições estáveis permaneceram mesmo depois da consecução da superfície da peneplanície. É provável que o clima fôsse mais quente e a precipitação mais intensa durante este último período porque os solos não consolidados foram convertidos em uma laterita ou tornaram-se «lateríticos». A verdadeira laterita representa o ponto final do intemperismo dos solos. É um estado em que tudo menos os óxidos de alumínio e ferro foram removidos por lixiviação.

Em virtude das transformações geológicas em qualquer outra parte, (fora do Retângulo) as altitudes gerais das desembocaduras dos drenos, nesta região, foram rebaixadas. Em uma peneplanície (normalmente) a drenagem acha-se estagnada porque a água de superfície não tem qualquer tendência acentuada para se escoar. Porém, essa transformação que rebaixou as desembocaduras induziu os rios a se escoarem mais rapidamente, produzindo a escavação de leitos e a erosão dentro da área. Assim foi que a área passou a ser caracterizada por superfícies planas separadas por vales estreitos. Esta superfície é agora conhecida como «chapada» ou superfície de 1.^a erosão. Mais tarde, sucedeu um segundo rebaixamento do nível básico e assim se repetiu o ciclo, criando uma superfície de 2.^a erosão. Um 3.^o e mais recente rebaixamento repetiu a seqüência de acontecimentos de tal maneira que atualmente os vales em forma de canal, dentro do Retângulo, marcam o início da 3.^a superfície criada pela erosão.

A presença do cascalho laterítico ou canga na 1.^a e 2.^a superfícies atesta a idade relativa das duas e a correlação de sua formação com o tempo de intemperização. A 1.^a superfície apresenta o mais intenso desenvolvimento da laterita e a 2.^a um pouco menos. A natureza diversa das argilas encontradas nos vales, bem como a ausência de canga, é diretamente relacionada à sua juventude.

A SÉRIE GNAISSE

DISTRIBUIÇÃO E IDADE

As rochas gnáissicas estendem-se sob a parte do Retângulo que fica à sudoeste de uma linha que corre de noroeste para sudeste passando por Anápolis, com uma faixa projetando-se de sul para leste, passando por Vianópolis, embora os xistos ocupem uma grande saliência ao sul da linha Goiânia-Leopoldo de Bulhões. O mapa geral de Geologia do Retângulo mostra estas áreas. Por analogia com outras partes do Brasil, estes gnaisses são provavelmente da idade do pré-Cambriano primitivo e são muito semelhantes aos encontrados em qualquer parte do mundo. Representam o velho embasamento dos continentes.

PETROLOGIA

O tipo de rocha dominante desta série é o gnaisse granítico de composição e estrutura variadas. É uma rocha de feldspato, quartzo e mica, em parte de origem ígnea e, em parte, sedimentar. É a rocha mais profundamente intemperizada da região e, em virtude de seu espesso manto de solo, a rocha fresca não é tão freqüentemente visível como a dos membros menos comuns, porém, mais resistentes da série. Alguns tipos encerram granadas e outros são de origem provavelmente arcósica, variando pelo aumento do conteúdo de quartzo nos gnaisses quartzíticos. Enquanto os vezeiros de quartzo são comuns neste gnaisse, as pegmatitas são extraordinariamente raras.

Os gnaisses quartzíticos representam, provavelmente, antigos arenitos que têm sido altamente deformados. São mais grosseiros e mais cintados que os quartzitos da "série Xisto", e têm comumente uma estrutura porfiroclástica causada por cisalhamento. São os membros mais resistentes da série gnaisse, formando espigões em muitos pontos, tais como os da estrada Goiânia-Anápolis, ao sul de Goianópolis e os que se encontram ao longo da estrada Anápolis-Nerópolis.

Várias rochas máficas de origem ígnea são amplamente distribuídas por todo o gnaisse e em alguns pontos formam grandes massas. As mais abundantes são os gabros noríticos, como na pedreira do Estado a oeste de Goiânia, e logo ao sul de Damolândia. Estes são relativamente maciços. Um tipo semelhante mais gnáissico ocorre a noroeste de Brazabrantes. Boa parte

das rochas máficas alteradas, como anfíbolitos, ocorrem entre Nerópolis e Goianás e xistos de rocha verde, em Silvânia. Seixos residuais de piroxenita ocorrem ao sul de Goianira. Foi encontrada serpentina em três localidades. Duas foram encontradas em rochas gnáissicas: na estrada Anápolis-Damolândia e na Estação Experimental do Ministério da Agricultura a sudeste de Anápolis. A terceira ocorrência é intrusiva na série xisto e forma o proeminente divisor ao norte de Hidrolândia e se acha intrusa na série xisto.

Uma faixa espessa de um raro gnaiss silimanítico ocorre a sudeste de Inhumas. Certas massas parecem ser de silimanita quase pura, outras contêm alguma cianita, muscovita e quartzo. Estas são determinações feitas no campo, não tendo sido testadas petrograficamente.

A série gnaiss foi formada pela injeção de granito e soluções graníticas nos antigos arenitos, nas rochas pelíticas e nas rochas ígneas máficas, dando origem a gnaisses de injeção e migmatitos em muitos pontos. Durante as repetidas deformações, através dos tempos, estas rochas foram cisalhadas e granuladas. Em geral, a série varia da fácies anfíbolítica à fácies de metamorfismo piroxênio-hornfels.

ESTRUTURA

A estrutura da série gnaiss é mais variável e complicada que a de outras séries e será difícil estabelecê-la, em detalhe, devido às limitadas exposições e ao pequeno tamanho destas. Provavelmente, consiste em uma sobrelevação estrutural generalizada, subdividida em muitos domos locais, com um movimento tectônico geral para o norte e nordeste, perpendicular à direção geral regional. Falhas e zonas de esmagamento são, certamente, numerosas, incluindo uma transversal a série xisto a nordeste. A última deformação dos gnaisses é semelhante e se deu na mesma época da das rochas mais novas a nordeste. Em verdade, a natureza destas rochas aqui expostas por sobrelevação e erosão, é, certamente, semelhante à do embasamento abaixo das rochas mais novas a nordeste, e o movimento nordeste e leste deste espesso embasamento gnáissico, provavelmente transmitiu seu efeito, por arrastamento, à capa de rochas mais jovens acima dele.

O MANTO INTÉMPERIZADO

Nesta área do gnaiss, o intemperismo é mais profundo e mais intenso em virtude do grande fator tempo e da composição mineral da rocha. A erosão tem progredido muito mais na área do gnaiss e exposto que em qualquer outra parte da região. Esta formação ocorre a uma altitude relativamente baixa, os solos são mais jovens e o clima mais morno. Foi originalmente coberta de floresta, embora esteja agora grandemente devastada e a terra sendo usada para pastos e culturas. Existem extensas áreas de suaves encostas nos níveis mais baixos. Os gnaisses feldspáticos, sendo menos resistentes ao

espigões mais altos e em morro em forma de «butte» são sustentados, em parte, por quartzitos e rochas máficas.

Os minerais comuns das rochas cristalinas desta região variam, em sua resistência ao intemperismo, na seguinte ordem crescente de resistência :

- 1 — Feldspatos.
 - a) Plagioclase.
 - b) K — feldspatos.
- 2 — Minerais Máficos:
 - a) Piroxênios.
 - b) Anfibólios.
 - c) Biotita.
- 3 — Muscovita.
- 4 — Quartzos.

Esta ordem explica as relações geomórficas da rocha com o terreno e ilustra o método de identificação de rochas por processo aerofotográfico. Em aditamento à resistência ao intemperismo, outras características, tais como, disjunção, falhamento e fraturamento, são importantes. Estas características são claramente definidas, nas fotografias, pela disposição da vegetação e soluções de continuidade da tonalidade do terreno.

Em geral, a seqüência do material, de baixo para cima, partindo da rocha fresca é : rocha intemperizada, «canga» e argila. Nos gnaisses feldspáticos, a zona de rocha intemperizada é mais espessa e mais intensa que nos xistos e nas rochas não metamorfozadas. O horizonte superior de argila tende a se tornar mais espesso também. O horizonte de canga é variável. Em geral, ele é quase ausente em gnaisses graníticos pobres em quartzo. Exemplos intermediários apresentam 3 a 4 metros de canga, a qual consiste de fragmentos de veios de quartzo cimentados por óxidos de ferro. Estes são mais endurecidos e maciços próximo ao fundo da formação. A mais maciça e endurecida e a mais espessa canga do Retângulo, foi observada na região entre Anápolis e Leopoldo de Bulhões. Ela consiste de mais de 6 metros (base não exposta) de uma espécie de rocha de óxidos de ferro e manganês com pequenos fragmentos de quartzo. Acredita-se, análogamente, que muitas das menores colinas arredondadas ou em forma de "butte" e outeiros próximos às atuais linhas ativas de drenagem são sustentadas por esse mesmo tipo de material. Sua distribuição é muito irregular e, possivelmente, reflete a composição do gnaisses original: 1) gnaisses ricos em feldspato e pobres em quartzo e minerais máficos (ferro) contendo pouca ou nenhuma canga; 2) gnaisses com mais veios de quartzo ou quartzito contendo a canga de «fragmentos de quartzo»; e 3) gnaisses ricos em ferro produzindo o tipo de canga espessa e endurecida.

É sabido que a formação de canga é também função da topografia e da idade de forma que na ocorrência é determinada por uma completa combinação de variáveis.

A espessura média de todo o manto, isto é, a profundidade total da rocha fresca, nas zonas planas ou de declives suaves, é de, aproximadamente, 25 metros. Há poços perfurados em Goiânia que dizem atravessar 30 metros de material mole antes de atingir a "rocha". O mesmo se verifica em Anápolis. Em alguns pontos, entretanto, o gnaiss fresco pode estar diretamente à superfície próximo aos rios, como na pedreira próxima a Anápolis.

A SÉRIE XISTO

DISTRIBUIÇÃO E IDADE

Vários xistos e quartzitos associados e uns poucos mármores ocupam uma larga faixa noroeste-sudeste através do Retângulo, a qual é maior em área que a do gnaiss e, praticamente, igual à das rochas não metamorizadas a nordeste.

Na classificação mais detalhada, quase todos os mapas geológicos generalizados do Brasil, e do que se infere das breves descrições do livro "Geologia do Brasil" (de Avelino de Oliveira e Othon Leonardos), Rio de Janeiro — 1943, estas rochas são classificadas como fazendo parte da série de Minas, supostamente da era pré-Cambriana. A distribuição apresentada nesse livro é bem diferente da que foi dada em nosso mapa e áreas locais do «Cretáceo Superior» representadas, em torno de Anápolis, e em outros locais, não existem. A série não metamorizada a nordeste é designada, em parte, como Siluriano e Cretáceo Superior. As rochas Silurianas em Minas Gerais são chamadas a "Formação Bambuí"; elas contêm fósseis, e julga-se serem contínuas com as camadas que ocorrem em Goiás, nas partes leste e nordeste do Retângulo. Seria presunção discutir essas amplas correlações, devendo-se supor que a «série não metamorizada», deste relatório, seja da era Paleozóica, embora nenhum fóssil tenha sido encontrado. Oliveira e Leonardos subordinam, especificamente, as rochas ao norte de Pirenópolis à série pré-Cambriana de Minas. Isto exigiria uma interrupção entre nossa série xisto e a série não metamorizada, que se estende para leste. As observações de campo feitas pelo nosso geólogo indicam que as duas séries são, petrográficamente, semelhantes e que elas se transformam gradativamente, dos xistos para as rochas inalteradas, por metamorfismo decrescente.

De fato, há uma certa dúvida quanto ao grupo a que se devem subordinar os arenitos de Cristalina, os quais podem ser rochas Paleozóicas sobrepondo-se à série xisto ou a uma parte não metamorizada dessa série.

PETROLOGIA

Os xistos e filitos de origem sedimentar são os componentes dominantes desta série e, em geral, são ricos em quartzo, com camadas interpostas de quartzitos. Algumas rochas xistosas e quartzitos xistosos acham-se, em geral, presentes. Os quartzitos tornam-se a rocha dominante em alguns pontos, notadamente sobre grandes áreas ao norte de Pirenópolis e Corumbá de Goiás. Devido, em parte, à sua maior resistência ao intemperismo, eles são as rochas mais comumente encontradas, quer como formadores dos espigões quer como pedras soltas residuais. A topografia corrugada e os proeminentes divisores da larga faixa ao longo dos "Pirineus" agregam quartzitos a uma espessura de muitas centenas de metros, embora a espessura aparente possa ser causada por camadas que se foram repetindo em decorrência de falhas de empurrão, como discutido abaixo.

Nas vizinhanças de «Três Pirineus», foi encontrado o mineral cianita no quartzito, bem assim como a ocorrência de estratificação cruzada e itacolomita. A parte sudoeste da faixa de xisto é, em grande parte, constituída de xisto muscovito quartzoso de granulação fina a média e se transforma gradativamente, em toda a parte noroeste, em filitos e filitos quartzosos por metamorfismo decrescente.

Faixas locais de xisto de muscovita e granada mais grosseiros ocorrem, demonstrando um grau muito mais elevado de metamorfismo. Este aumento da intensidade de alteração é, provavelmente, devido à sua proximidade ao gnaiss, especialmente o xisto de biotita e granada, que se estende desde Goiânia até às proximidades de Leopoldo de Bulhões. Contudo, ao norte de Anápolis, três zonas localizadas de granada dispendo-se aproximadamente, em direção leste-oeste, foram encontradas em vários caminhamentos norte-sul. Estas não mantêm relação direta com o gnaiss. Também ocorrem algumas alterações nas zonas de filito e xisto orientadas no sentido leste-oeste bem assim como, na zona de cianita encontrada nos quartzitos. Tudo isso indica variações da intensidade metamórfica, provavelmente causadas por variações da intensidade de deformação.

Os xistos entre Goiânia e Leopoldo de Bulhões são biotíticos e, em certos pontos, granitizados em um gnaiss lenticular.

Dois calcários metamorfizados foram encontrados dentro da área de xisto. Foram colhidas amostras de Mármore, nas quadrículas 2 e 15.

ESTRUTURA

A estrutura da série xisto é, em certos aspectos, de caráter intermediário entre a do gnaiss e a das rochas não metamorfizadas. A deformação final da região, ocorrida, provavelmente, na época do Paleozóico primitivo, afetou todas as rochas, com intensidade decrescente para nordeste. Todas mostram dobramentos por flexão e deslizamentos, de intensidade variável, com

deslocamentos tectônicos para o norte, nordeste e leste. Dobras dômicas e mergulhantes do tipo Apalachiano constituem a regra, com abundância de pequeninas pregas e algumas falhas de empurrão. A direção geral do movimento pode ser inferida admitindo-a perpendicular às linhas de "direção" orientadas para o norte, nordeste e leste.

A evidência do movimento tectônico na direção de norte para leste através do Retângulo é demonstrada pelas seguintes disposições estruturais: 1) suaves mergulhos na direção geral sudoeste, com alguns mais íngremes dominantes a nordeste, especialmente nos xistos; 2) planos axiais de dobras assimétricas mergulham quase uniformemente para sudoeste; 3) as falhas de empurrão geralmente se deslocaram para nordeste; e 4) várias dobras mergulhantes, claramente definidas, estudadas nas fotografias, são inclinadas para nordeste.

Uma exceção a essa orientação geral descrita acima deve existir na faixa de quartzito dos Pirineus. Os grandes divisores em "cuestas", devem ser repetições de unidades semelhantes, mergulhando suavemente para o norte e um certo número de dobras recumbentes, com pequenas falhas de empurrão indicam movimento procedente do norte. Fortemente sugestivo do mesmo movimento, são os suaves mergulhos, para o norte, das rochas xistosas desta faixa e as alternâncias em intensidade metamórfica. Esta gradação se apresenta, ao longo da estrada Corumbá de Goiás, da seguinte forma:

Estação:

20 a 24 — zona altamente metamórfica de xisto granatífero de granulação grossa.

24 a 27 — xistos sericíticos finamente granulados em menor grau.
falha?

27 a 33

34 a 35 — filito.

falha?

36 a 38 — xisto finamente granulado.

38 a 42 — e adiante — filito

falha?

Em muitos lugares do mundo, os filitos, nessa posição, são provenientes de xistos por esmagamento ao longo das soleiras dos empuxos.

Essa possível reversão da direção geral do movimento é pouco comum. Ela pode ser o resultado de uma deformação local mais recente, porém, é mais provável que represente uma reação contemporânea, para o sul, das sólidas massas de quartzito, sobrepondo-se aos xistos que, por baixo, se projetam para o norte.

O MANTO INTEMPERIZADO

As capas de solo sôbre a série xisto e sôbre as rochas não metamorizadas são semelhantes e serão descritas aqui em conjunto. Ela é, em caráter geral, a mesma que se encontra sôbre o gnaisse mas no todo é mais fina e parece ser mais rapidamente removida sob as condições atuais de erosão. Todos os 3 horizontes principais são, individualmente, mais delgados. Nas "chapadas" relativamente não deturpadas foi observado um perfil maduro assim:

1) horizonte «A» (*) — argila arenosa clara bege, amarelo-pálido, ou terra franca geralmente tendendo para parda-avermelhada na parte inferior. Um a três metros de espessura mas geralmente, menos de 1 m de espessura. Em alguns lugares é de côr vermelha intensa em tôda a profundidade.

2) horizonte «B» — «canga», partículas de cascalho e pelotinhas de 1 a 5 cm de diâmetro, consistindo de concreções óxidas, freqüentemente capeando fragmentos de xisto ou quartzito e variando para fragmentos rochosos menos alterados na parte inferior. Muita "canga" consiste d'esses fragmentos capeados de rocha e, como tal, não se qualifica para êste t'ermo nem difere sensivelmente do cascalho de superfície produzido pelo intemperismo, encontrado em qualquer outra parte do mundo. É comumente vermelha e, localmente, pode ser cimentada e endurecida, especialmente à profundidade. Em muitos lugares, entretanto, ela apresenta a mesma côr bege pálido da argila típica de superfície. Ela varia de fração de metro a 2 m de espessura sendo, em geral, a espessura média de menos de 1 m.

3) horizonte "C" — *rocha intemperizada* de maior espessura sôbre xisto, filito e folhelhos, do que sôbre quartzito e arenito. Variável em espessura, indo de 3 a 10 m. De côr clara e raramente tingida por óxidos.

Segue-se uma breve descrição de chapada.

As chapadas são terras altas e planas, não dissecadas existentes entre 900 e 1.200 m de altitude. A chapada é remanescente da superfície original de primeira erosão ou "peneplanície", da qual, o resto da topografia da região tem sido esculpido. Têm um relêvo suavemente ondulado, de 50 a 100 m, do qual descende a topografia mais baixa e mais escarpada que foi exposta pela erosão do planalto. Mesmo êsse ligeiro relêvo tem um contr'ole estrutural e é o resultado de uma sobrelevação mais antiga. A evidência de uma sobrelevação maior e mais recente, ocorrendo, provàvelmente, em vários estágios, como mostram as línguas de terraços nos vales pode ser nitidamente constatada, especialmente na faixa de dobras não metamorizadas a leste e nordeste. Ela é caracterizada pela drenagem treliçada e os meandros entrincheirados, com os arenitos mais duros diferencialmente exumados. Tôdas estas mesmas rochas dobradas acham-se abaixo dos planaltos sob uma fina camada intemperizada. Não existe qualquer "capa" protetora esp'essa.

(*) Os perfis do solo acham-se inteiramente descritos e classificados na seção que trata de «Solos para Agricultura no Retângulo».

As partes centrais mais planas dos planaltos, a uma certa distância das linhas de drenagem, apresentam solos argilosos e uma cobertura vegetal mista, consistindo de gramas (campo limpo), arbustos esparsos (campo sujo) ou vegetação mais densa de arbustos (cerrado). A verdadeira floresta (mata) ocorre ao longo dos cursos d'água e se expande de forma característica até as cabeceiras dos vales em anfiteatro, onde a erosão está cinzelando os planaltos.

A canga é encontrada em encostas onduladas dentro dos planaltos, especialmente em suas bordas, e nas encostas das áreas mais baixas. A erosão mais intensa remove a canga, deixando montanhas rochosas cobertas de cascalho.

A SÉRIE SEDIMENTAR

DISTRIBUIÇÃO E IDADE

Estas rochas afloram nas partes nordeste e leste do Retângulo e são, provavelmente, da idade do Paleozóico inferior (Série Bambuí Siluriana?) como foi discutido no capítulo "Série Xisto". Seus contatos com o xisto não foram vistos porquanto não foram suficientemente expostos pela erosão das chapadas. Contatos descontínuos podem, entretanto, ser encontrados nos vales dos rios São Marcos ou São Bartolomeu, ou próximo a Paracatu. Elas se estendem para leste e nordeste do Retângulo. As rochas do domo de Cristalina são discutidas aqui mas podem pertencer à série xisto ou representar uma transição entre ambas, isto é, as duas séries podem ser as mesmas rochas diferencialmente alteradas.

PETROLOGIA

Os tipos de rocha desta série são semelhantes aos da série xisto na espécie e na distribuição geral mas não apresentam metamorfismo. Os arenitos, (geralmente de grã fina como na «série xisto»), são as rochas encontradas em maior abundância uma vez que são as formadoras dos espigões e se intemperizam mais lentamente. Por outro lado, o folhelho diferindo de seus equivalentes metamórficos — o filito e o xisto, é a rocha mais profundamente intemperizada do Retângulo e foi realmente encontrada, no terreno, somente em uns poucos lugares esparsos. Ele é subjacente à maioria dos vales amplos, juntamente com menores porções de calcário, e pode ser tão generalizado quanto os xistos na área metamorfoseada. Alguns dos folhelhos se transformam em siltes, como observado nas fotografias aéreas, por suas formas erodidas e confirmado no terreno. Foram colhidas amostras de calcário em 7 pontos amplamente afastados um do outro e o mapeamento fotográfico completou a continuidade das áreas de calcário. As características dos calcários variam consideravelmente de um lugar para outro. Alguns são argiláceos e

muitos são dolomíticos mas, em geral, são finamente granulados, relativamente puros e variam, em coloração, do cimento escuro ao prêto azulado. Uma dolomita bem proeminente pode ser vista em um penhasco de 150 m de altura, ao longo da estrada Unai — São Sebastião.

ESTRUTURA

A estrutura desta série é exatamente igual à da zona dobrada dos Apalachianos a oeste dos Estados Unidos da América do Norte e sua fisiografia é a das "províncias de divisores e vales" dos livros de Geologia descritiva. Uma faixa de rochas apresentando dobras mais apertadas e paralelas, com 40 a 50 km de largura, dispõe-se em direção norte desde Paracatu e São Sebastião, através de Unai, voltando para nordeste ao norte de Formosa. As rochas se lançam, então, para oeste ao norte de Planaltina e lá bem a oeste apresentam um encurvamento para o norte em tórno de Braslândia. A oeste de Formosa esta faixa é menos distinta, em parte por serem suas dobras menos apertadas e, em parte, por ser menos profundamente erodida. Ela se estende por baixo do planalto, a sudeste de Formosa, onde sua presença é notada pelo que é por alguns considerado como linhas de dolinas de calcários. Ainda mais longe a oeste de Braslândia ela se revira outra vez para oeste e se dirige para dentro da série xisto metamorfizada ao norte de Corumbá de Goiás. É possível que os divisores do arenito ao norte e a noroeste de Braslândia sejam os equivalentes estratigráficos da zona de empuxo ao norte de Corumbá de Goiás e Pirenópolis. A sudeste do abaulamento dessa faixa, em tórno de Formosa, há uma zona sob o planalto que consiste de bacias sinclinais mais abertas e domos anticlinais. Lá bem ao sul, o domo de Cristalina deve ter uma significativa semelhança estrutural: a ocorrência de domos e bacias atrás das saliências das faixas de dobras deve ser causada por movimento diferencial vertical da crosta. O abaulamento de 10 a 40 km ao norte de Unai tem obrigado as camadas a se retorcerem, como demonstram os divisores divergentes de arenito. Isto tem sido ocasionado por repetidos dobramentos das unidades quando foram comprimidas e empurradas para nordeste.

As dobras dômicas desta faixa são da ordem de 10 a 20 km de comprimento e 1 a 4 km de largura. As dobras mais abertas em tórno de Formosa e Planaltina são da ordem de 10 x 5 km.

A Serra do Urbano, oeste de Planaltina, é um tipo mais complicado de dobra: o eixo da anticlinal principal é noroeste, enquanto que inúmeras pequeninas dobras, ao longo de seus flancos, mergulham para leste — as que ficam ao norte, e para oeste — as que ficam ao sul. Uma pequena falha de empurrão pode ser observada no lado sul. As juntas paralelas a ela e ao Ribeirão Torto podem indicar um empuxo geral bem intenso, ao longo dessa linha, vindo de sudoeste.

MICRO-ACIDENTES

A composição e a atitude estrutural dos calcários ensejam uma ampla variação das formas de dissolução. Nestas áreas da faixa não metamorfizada, a sudeste, a erosão despojou a terra de seu solo de "chapada" e revelou as formas de dissolução usuais associadas aos calcários solúveis. As dolinas abertas podem ser observadas e as condições cavernosas do subsolo podem ser inferidas. Estas condições devem ser reconhecidas em quaisquer projetos futuros de barragens e reservatórios d'água. Onde a superfície da antiga peneplanície cobre estas mesmas rochas, a evidência direta é menos clara e muito mais tem de ser inferido.

Grande número de depressões rasas chamadas lagoas pontilham o Planalto e áreas correlatas bem ao sul. Sua ocorrência se restringe à área das rochas não metamorfizadas. Em tamanho, elas variam de pequenas bacias redondas, de ± 100 m de diâmetro e 1 m de profundidade, a diversas bacias estreitas e alongadas (0,2 x 1 km) dispostos em linhas paralelas à estrutura regional, com bacias maiores e irregulares de alguns quilômetros de diâmetro, às vezes apresentando formas arqueadas. Elas estão, sem dúvida, relacionadas à seqüência das rochas do subsolo. Algumas das pequenas depressões tornam-se secas em julho e agosto e as maiores são reduzidas a glebas pantanosas.

Na área do sul de Formosa observamos que estas depressões têm a forma exata das dobras mergulhantes a leste e ao sul do platô. O calcário é abundante na faixa de dobras erodidas, devendo estender-se por baixo de todo o platô e a conclusão preliminar é de que as lagoas são dolinas calcárias ou depressões por dissolução. Elas estão agora cobertas e paralisadas pela argila. O dobramento mais suave, em torno de Formosa e Planaltina e ao sul, explica as depressões maiores e mais irregulares que ali existem.

O DOMO DE CRISTALINA

O domo de Cristalina é uma forma estrutural de, pelo menos, 30 a 40 km de diâmetro. Ele atinge uma altitude máxima de um pouco mais de 1.200 m, logo ao norte de Cristalina e desce, gradativamente, em tôdas as direções com drenagem radial bem caracterizada. A altitude do domo está de acordo com a superfície de erosão superior da qual o Retângulo foi esculpido. Sobre os 2/3 da parte superior do domo, os arenitos jazem próximos e sensivelmente paralelos à superfície. Isto é especialmente verdadeiro nas zonas leste, sul e oeste como foi observado no campo, e é confirmado nas fotografias aéreas pela orientação das linhas direcionais das camadas de arenito, porquanto elas se inclinam para baixo, em «V», nos vales radiais. Tanto as medições feitas no terreno como os cálculos das linhas de direção, dão uma inclinação média de cerca de 3 graus para fora de Cristalina. Uma

exceção a estas considerações é encontrada no setor noroeste do domo, onde os arenitos são suavemente ondulados com eixos de dobra em direção N. 30° para 40° W. Estas suaves corrugações, provavelmente, imergem a noroeste com o dobramento regional mais intenso. Em outras palavras, o domo é uma ilha estrutural que escapou à compressão e ao dobramento de tôdas as rochas circunvizinhas e, em vez disso, foi suavemente arqueada. Este tipo de formação dômica ocorre atrás das saliências do dobramento Apalachiano em New York e Pensilvânia.

Contemporaneamente com ela, ou ligeiramente mais tarde do que a sobrelevação, ocorreu uma ligeira compressão resultando em cisalhamento e pequenas falhas orientadas em uma direção N. 25° para 40° E. Isto é evidenciado por pequeninas ondulações e fraturas nas minerações de cristal.

Ao longo destas fraturas, circularam soluções alcalinas quentes dissolvendo a sílica dos arenitos abaixo do domo e depositando cristais de quartzo, em cima, por: 1) substituição de camadas no ápice das anticlinais, e 2) enchimento de vezeiros verticais. Quase tôdas as explorações de quartzo em torno de Cristalina são dispostas segundo estas linhas norte-este, porque os mineiros aprenderam pela própria experiência do trabalho e elas são claramente observáveis nas fotografias aéreas.

Os arenitos do domo são de granulação muito fina e de "grades" homogêneos, e mostram abundante estratificação cruzada. Tendo estas características, é de se supor que sejam de origem eólia. Na maioria das minerações, a pedra é mole e friável, tendo o intemperismo reduzido o cimento, o que permite que os cristais sejam removidos mais rapidamente. Infelizmente, a maior parte desta areia é, provavelmente, fina demais para fins de construção de prédios. Em muitos outros lugares, camadas de arenito duro projetam-se através da capa como bancos e rochedos.

O manto de solo que cobre o domo é fino e irregular com camadas de arenito aflorando em muitos pontos. A camada superior é de uma areia solta até uma argila arenosa, e a canga é delgada e irregular, cobrindo a superfície, em certos pontos. Ela pode ser vermelha-escura, concrecional e como uma rocha, ou de coloração mais clara e solta. Em algumas minas, o perfil exposto apresentava areia e argila arenosa, com canga por baixo. O arenito intemperizado, abaixo da canga, é, muitas vezes, de coloração vermelho-escura, com arenito branco, quase puro, por baixo. A coloração vermelha penetra para baixo, ao longo das fendas dentro dos arenitos não intemperizados. O nível hidrostático é de 5 a 10 m abaixo da superfície, na maioria dos pontos. Esta seqüência indica uma lixiviação de óxidos de ferro da camada superior e sua precipitação na base destas camadas, imediatamente, acima da rocha intemperizada, proveniente de águas percolantes.

O cristal comercial ocorre e é explorado de três fontes:

- 1) primária — no local, sob a forma de veeiros e substituições nos arenitos. Esta é, provavelmente, a maior fonte.
- 2) eluvial — residual, na areia do tôpo. Frouxa ou firmemente cimentado na canga.
- 3) aluvial — rolado, geralmente a curtas distâncias, na superfície ou em canais.

GEOLOGIA ECONÔMICA

INTRODUÇÃO

Em face das condições dêste levantamento, do estado de subdesenvolvimento da região e das reduzidas fontes de informação existentes é difícil chegar a uma indicação precisa dos recursos minerais. Explorações mais intensivas devem aguardar maior progresso, melhor transporte e mais mercados. Nesta fase do estudo podem ser fornecidas apenas indicações gerais e possibilidades.

Em linhas gerais, os materiais de construção mais grosseiros e mais baratos parecem ser abundantes ou, pelo menos, suficientes; por outro lado, nenhuma indicação de grandes depósitos metálicos foi obtida no Retângulo. Contudo, ao que sabemos, ainda não foram feitas explorações completas e modernas no Retângulo.

MINERAIS METÁLICOS

A única produção de metal, no Retângulo, nos últimos tempos, foi de titânio sob a forma de rutilo (TiO_2). As principais explorações são em torno de Pirenópolis, embora haja notícia de várias outras. Eram comuns, por exemplo, cristais de rutilo pelo chão, em um ponto a 8.5 km S. 13° E. de Corumbá de Goiás. A produção de rutilo de todo o Estado é dada no Boletim nº 56, Departamento Nacional da Produção Mineral — 1943, assim :

	Toneladas métricas	% da produção brasileira	Valor Cr\$
1937	505	67	580.000
1938	313	83	534.000
1939	324	66	860.000
1940	391	78	1.110.000
1941	677	28.5	1.600.000

A maior parte dessa produção foi, provavelmente, do Distrito de Pirenópolis. Nosso corpo técnico investigou 2 áreas, uma a cerca de 4,5 km a leste de Pirenópolis e outra um km ao norte. Nesses pontos havia covas, de 2 x 5 x 1 m, cavadas a mão, em cascalho aluvial, ao longo dos riachos. Num exame dessas áreas obtivemos cerca de uma dúzia de grão TiO_2 (rutilo), de 2 a 10 mm de diâmetro. Muitos estão soltos em areia e cascalho

quartzítico, alguns cimentados em canga. Foi encontrado um cristal idiomórfico incrustado num pedaço de quartzito rolado. Os cursos d'água locais são as cabeceiras do rio das Almas que nasce 2 a 3 km ao norte, entre os divisores de quartzito dos Pirineus. O rutilo, portanto, tem sua origem como filões hidrotermais, provavelmente pobres nos quartzitos e xistos associados. Os depósitos são encontrados em aluvião delgado, margeando os pequenos rios. Eles são explorados pelos métodos mais simples de pá e picareta e os cristais são apanhados a mão. Devem existir algumas bôlsas mais ricas; dizem haver uma que produziu 200 kg de rutilo. O preço (em 1954) é de Cr\$ 3,50 o quilo e parece haver muito pouca atividade. Os depósitos são 1) muito pobres, 2) de pequena extensão e 3) não garantidos para produção em massa; por isso, as perspectivas de produção em larga escala não são boas. Isto não significa que não existam filões valiosos. Explorações futuras podem revelar importantes depósitos.

O ouro fundou muitas das antigas cidades de Goiás e grandes minerações foram feitas por escravos, no Retângulo, por um período de vários séculos. Existe, aproximadamente, 1 km² dessas antigas minerações ao norte de Luziânia, e dizem que a água para operação das mesmas foi trazida por aqueduto de 30 km ao norte. Restos desses aquedutos podem ainda ser observados.

Todo o curso do rio Corumbá foi mudado pelos escravos para lavar as areias aluviais lá encontradas. As cidades de Jaraguá, Pirenópolis, Silvânia, Corumbá de Goiás e Paracatu são antigas minas de ouro que dizem terem sido iniciadas nos velhos tempos coloniais. Dizem haver mais de 10.000 pessoas, explorando ouro, no norte de Goiás, pelos métodos primitivos, mas, apesar de toda esta atividade, no passado e no presente, parece não haver qualquer mineração no Retângulo atualmente. Deve ocorrer ouro, em certa quantidade, nos quartzitos e xistos desta área e métodos modernos de exploração podem vir a revelar veios importantes.

Dois homens foram encontrados prospetando cromita na grande massa de serpentina do morro Feio do norte de Hidrolândia. Num valo de prospeção em serpentina, podiam ser observadas zonas de talco e um grande pedaço de cromita de uns 23 kg.

MINERAIS NÃO METÁLICOS

Dizem existir asbesto no Retângulo, tanto cremolita como crisolita e foram examinados espécimes das seguintes localidades: 1) uns poucos quilômetros a S.E. de Pirenópolis, 2) próximo a Goiânia.

A S.E. de Inhumas existe uma quantidade considerável de uma rocha que parece ser silimanita quase pura. Esta terá valor para obtenção de cerâmica altamente refratária.

A ocorrência geral e origem do cristal de quartzo na região do domo de Cristalina já foram descritas anteriormente. Ele ocorre: 1) como veio

primário e substituições no arenito friável e intemperizado; 2) como acúmulos residuais soltos ou parcialmente cimentados em canga (eluvial), e 3) como depósitos aluviais em lâminas ou canelados os quais se transportaram de curtas distâncias. O quartzo é automórfico com facetas bem caracterizadas e varia de um tamanho minúsculo até 25 cm de extensão por 10 cm de espessura. Os cristais compreendem somente uma pequena percentagem do material transportado e dêste, somente uma pequena percentagem passou finalmente nos testes feitos, no Rio, para uso eletrônico. Em geral, só os métodos manuais mais simples de mineração são usados e os cortes abertos são de 10 a 20 m de profundidade, com o nível hidrostático de 8 a 18 m. Em muitos pontos são cavados fossos verticais ou «poços» e as galerias se conduzem para as lâminas horizontais de cristal. Durante a 2ª guerra, 10 a 15 mil trabalhadores estiveram nessas vizinhanças mas, agora há, aproximadamente, 1.000. Dizem que Goiás produziu 55% da produção do Brasil durante a guerra, sendo Cristalina o distrito principal. Cristalina está, agora, aproximando-se da exaustão por êsses métodos primitivos, enquanto que no norte de Goiás a produção está crescendo; entretanto, só a superfície foi esgravatada, devendo haver muito mais em profundidade. Uma maquinaria moderna poderia aumentar a produção enormemente.

Existem pequenos bolsões de cristal, em muitos outros locais, nos xistos e quartzitos, mas nenhuma produção organizada foi encontrada em qualquer ponto. Algum quartzo citrino amarelo é produzido em Cristalina para fins de lapidação.

RECURSOS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

Em aditamento à acumulação de água de superfície descrita na seção de Hidrologia e Recursos D'água, há um reservatório potencial de água subterrânea que pode ser utilizado dentro de certos limites.

Para facilitar o aproveitamento dêstes mananciais de água para usos isolados, tais como sítios de aeroportos, fazendas experimentais e núcleos rurais fora dos limites da cidade, foi preparada uma sobrecapa geral a fim de indicar os melhores locais para poços em áreas do Retângulo em que seu uso pareça mais necessário.

Na área do Retângulo, grande parte da terra consiste de um manto intemperizado sobrepondo-se a vários tipos de rochas sedimentares não metamorfizadas. A profundidade do manto varia de um lugar para outro mas, em todos os casos, êle tem uma alta capacidade de absorção das águas das chuvas. Êstes solos, em seu estado natural nas chapadas dos planaltos, absorvem a chuva e permitem que ela se infiltre até o nível hidrostático, ao invés de se escoar sob a forma de água de superfície. Em consequência, há muito pouco escoamento de superfície, exceto nos flancos de morros íngremes. A água infiltra-se pela terra e move-se ao longo do contato «bedrock»-solo como fluxo de água subterrânea. Nas áreas do Retângulo onde o

«bedrock» intemperiza-se em formas lineares, a água subterrânea se concentra e aparece como olhos d'água nas cabeceiras dos pequenos vales tributários. Estes vales desenvolvem-se por erosão subsuperficial, e não pela erosão normal de superfície causada por água de rolamento. Pequenos círculos no «overlay» geral indicam as melhores áreas de água subterrânea potencial. Estas áreas foram selecionadas à base de máxima capacidade de acumulação subterrânea (bacia subsuperficial) e onde o contróle da subsuperfície pelo «bedrock» concentra o fluxo. Conseqüentemente, estes locais são bem precisos e deve-se ter o cuidado de furar exatamente nos pontos indicados.

DEMANDAS DE SUPRIMENTO DE ÁGUA

O corpo técnico de Donald J. Belcher & Ass., Inc. deve agradecimentos ao Presidente da CLNCF por sua colaboração fazendo circular questionários sôbre o consumo d'água em várias cidades da América do Sul e Central. Utilizando os resultados d'estes questionários e as várias fontes adiante indicadas, foram feitos estudos estatísticos para determinar o consumo médio total em litros «per capita» por dia. Tais fontes de dados não consideram claramente os fatores de clima, elevação, tipo de cidade, os hábitos do povo; as estações sêcas prolongadas, a percentagem de área de parques e outros fatores menos palpáveis. Conseqüentemente, foram consultados técnicos de fora escolhidos entre os engenheiros especializados em suprimento d'água e nos escritórios centrais das Nações Unidas em New York e Roma (W.H.O. e F.A.O.).

O corpo técnico de Donald J. Belcher and Associates, Inc., assimilou então os dados, pesou os fatores enumerados acima e aplicou, com ponderação, o conselho dos assessôres externos às condições do Retângulo. Comparando os fatores previstos de demanda de água com os sistemas de reservatórios de que se poderá dispor em cada sítio, nosso corpo técnico recomenda:

- 1) Que a quantidade de 400 (quatrocentos) litros «per capita» por dia seja adotada como quantidade prevista para a Nova Capital.
- 2) Que uma série de reservatórios seja usada para suprir a demanda de água da nova Capital.
- 3) Que o aumento do suprimento d'água seja feito à medida que a cidade fôr crescendo:
 - a) Água subterrânea a ser usada no estágio pioneiro da cidade. Com o aproveitamento econômico da *água subterrânea* calcula-se poder suprir as seguintes populações máximas nos sítios abaixo enumerados:

Sítio Verde	30.000
Sítio Castanho	20.000
Sítio Azul	15.000
Sítio Amarelo	15.000
Sítio Vermelho	10.000

4) Que o sistema de reservatório seja desenvolvido por estágios para evitar um grande investimento inicial de capital no primeiro período de desenvolvimento.

A quantidade de água requerida por uma cidade é, em geral, expressa como uma taxa média diária de consumo por pessoa. Essa é a utilização média diária. São também importantes as taxas variáveis tais como, taxas para as maiores estações. Estas taxas variáveis são sujeitas a intrincados fatores que alteram a demanda durante curtos períodos, dependendo sua ocorrência da existência de informações a serem usadas, e também da validade dos dados.

Ao estimar o consumo de água da futura Capital Federal, foram utilizados os seguintes dados:

1. CIDADES DOS ESTADOS UNIDOS — Para os anos de 1945 e 1950, o «Journal of the American Water Association» publicou dados de operação relativamente completos sobre cerca de quatrocentas cidades. Estes dados foram analisados estatisticamente em edições posteriores do mesmo jornal. Em aditamento às informações cotejadas diretamente nesses artigos, foram necessários alguns cálculos para aplicar os algarismos publicados ao problema em tela.

2. CIDADES DA AMÉRICA CENTRAL E AMÉRICA DO SUL — O dados destas cidades não foram fáceis de obter. Para completar as informações existentes, foram distribuídos questionários (*) pelos departamentos de águas das cidades sul e centro-americanas e 11 foram mandados para chefes de Missões Sanitaristas sob o controle da «United States Foreign Operations Administration». Além disso, feito uso intensivo da «Pan-American Union Library» em Washington D. C. para leitura de artigos originais concernentes a consumos de água publicados em vários países centro e sul-americanos.

3. Foram considerados também dados diversos, sobre um bom número de cidades de todo o mundo, bem como diversos artigos, a maioria do AWWA JOURNAL e do *Water Works Engineering*. A maioria dos números apresentados nos levantamentos feitos pelo American Water Works Association eram quantidades totais fornecidas. Como se vê no quadro I, parece não haver uma relação definida entre o consumo médio e a população, exceto para cidades de mais de 500.000 habitantes. Este grupo continha o menor número de cidades, por isso os resultados têm uma significação estatística muito reduzida. Além disso, acontece que as maiores dessas cidades ou têm um desenvolvimento industrial acima do normal ou grande parte do suprimento d'água não é medido; ambos os fatores tendem a aumentar o consumo d'água quando comparado com outras cidades. Embora seja dito frequentemente, o que aliás é certo, que as cidades maiores têm maior consumo «per capita», não é tanto o tamanho da cidade que influi mas a sua função.

(*) Ver quadro nº 11.

O quadro VII analisa as características de consumo d'água de 398 cidades Norte-Americanas grupadas em 7 regiões climáticas. Isso foi utilizado para introduzir as modificações baseadas no clima mas percebe-se claramente que as concentrações industriais da Costa Leste e da região central norte influem fortemente nos resultados.

Entre 1945 e 1950, o valor médio do consumo de água das cidades americanas aumentou de 417 litros «per capita» por dia para 462. Um aumento gradual e no consumo «per capita» foi anotado para um certo número de anos, sendo uma parte do aumento resultante do maior emprêgo de encanamentos nas casas. Padrões mais elevados de higiene e limpeza pessoal têm também contribuído e, sem dúvida, a maior industrialização é que tem mais concorrido para isso.

Um resumo dos dados de consumo total «per capita» para cidades centro e Sul-Americanas é dado no quadro X.

As fontes desses dados são as lá indicadas. Infelizmente, não existem informações completas e os números que se pode obter são, em geral, estimativas apenas e não valores medidos ou calculados.

Pelos limitados dados existentes, nota-se que o consumo d'água nas cidades Sul-Americanas é, em geral, menor que o das cidades dos Estados Unidos. A maior industrialização das cidades do norte responde por uma boa parte dessa diferença.

Para calcular a quantidade de água necessária para suprir a nova capital, foi necessário estudar a subdivisão do suprimento de água em várias categorias.

Os relatórios do AWWA dividiram a renda total coletada nas seguintes classificações: 1) Residencial; 2) Comercial; 3) Industrial; 4) Pública; 5) Proteção contra fogo e 6) diversos para perfazer o total de «água vendida». Uma sétima categoria de «água não computada» foi a diferença entre o total fornecido e o total vendido.

Em nossos questionários, pedimos também a percentagem estimada de consumo 1) Doméstico; 2) Público — ruas, escolas, fontes, etc.; 3) Comercial — lojas, hotéis, escritórios, etc.; 4) Industrial e 5) não computada — perdas, vazamentos, etc.

As categorias foram combinadas em 1) Doméstico, 2) Comercial e 3) não computada.

Os cálculos foram feitos pelas rendas totais publicadas para as 3 categorias e as respectivas taxas de água. Embora não sejam quantidades realmente medidas e registradas, os números devem ser razoavelmente precisos e dignos de confiança particularmente na categoria «doméstico». Numa tentativa de selecionar cidades tão semelhantes à futura Capital quanto possível, foram analisadas cêrca de 40 das maiores cidades da parte sul dos Estados Unidos para as quais haviam sido publicados dados completos. Os resultados acham-se resumidos no quadro VIII. Também no quadro VIII acham-se indicados dados semelhantes baseados nas estimativas recebidas

com os questionários. Estes últimos números admite-se que sejam aproximados e podem bem servir apenas como referência ou controle dos cálculos feitos com os dados dos Estados Unidos.

Consumo Doméstico — Admitindo que praticamente todos os habitantes da cidade serão servidos diretamente pelo departamento de águas, que a maioria será constituída de funcionários públicos e suas famílias mais uma população auxiliar necessária para manter essas famílias, uma estimativa razoável do consumo doméstico seria de 130 a 200 litros «per capita» por dia, com um valor mais provável de 150 litros.

Uso Comercial — Admitindo uma proporção razoável de casas de negócio, escritórios, hotéis, etc., mas um desenvolvimento industrial (que requer grandes quantidades de água) relativamente pequeno, uma estimativa razoável para uso comercial seria entre 80 e 150 litros «per capita» por dia, com um valor mais provável de 120 litros «per capita» por dia, baseado na população total.

Água não Computada — Admitindo que uma quantidade de água relativamente grande será utilizada em prédios públicos, escolas, fontes, parques, etc., e admitindo ainda uma quantidade regular para perdas e desperdícios (incluindo vazamentos) pois a rede será inteiramente nova, uma estimativa razoável para «água não computada» seria entre 100 e 200 litros «per capita» cada dia, com um valor mais provável de 130 litros «per capita» cada dia.

Abastecimento Total de Água — Considerando a taxa de consumo total médio «per capita», um valor razoável seria entre 330 e 560 litros «per capita» cada dia, com um valor mais provável de 400 litros «per capita» cada dia.

Taxas Variáveis de Consumo — Para estudos e investigações das fontes de abastecimento, as variações por estação do ano são importantes. Infelizmente, a taxa máxima de consumo em geral coincide com a vazão mínima dos rios ou com os níveis mínimos das águas subterrâneas. Tal seria, indubitavelmente, o caso desta cidade e uma estimativa razoável do consumo médio durante a estação relativamente seca seria entre 400 e 700 litros «per capita» cada dia, com um valor mais provável de 500 litros «per capita» cada dia, (média máxima por estação).

QUADRO VI

UTILIZAÇÃO DE ÁGUA POR GRUPOS DE POPULAÇÃO

Litros «per capita» por dia

POPULAÇÃO DO GRUPO (1000)		N.º DE CIDADES	MIN.	1.º QUARTO	MEDIANA	3.º QUARTO	MÁX.
1	10 — 25.....	148	126	292	402	545	1,388
2	25 — 50.....	96	166	314	413	532	2,071
3	50 — 100.....	66	163	307	375	550	1,492
4	100 — 250.....	45	252	371	428	500	1,263
5	250 — 500.....	21	229	364	436	530	648
6	500.....	22	339	455	550	629	924
U.S.A.....		398	127	322	416	550	2,071

QUADRO VII
 UTILIZAÇÃO DE ÁGUA POR REGIÕES GEOGRÁFICAS (U.S.A.)
 Litros "per capita" por dia

REGIÃO	TIPO	N.º DE CIDADES	MIN.	1.º QUARTO	MEDIANA	3.º QUARTO	MÁX.
Nova Inglaterra.....	Frio Úmido...	44	160	266	341	431	691
Atlântico Médio.....	Costal Úmido.	76	197	357	461	643	1493
Sul.....	Quente Úmido	68	158	284	342	435	582
Central N.E.....	Fresco Úmido	86	126	322	409	510	1001
Central N.W.....	Fresco Sub-úmido.....	68	218	307	373	503	1169
Montanhas.....	Fresco Sêco...	17	(1) 410	648	711	976	1118
Costa do Pacífico.....	Quente Sub-úmido.....	39	278	470	655	911	2007
U.S.A.	—	398	127	322	416	549	2007

(1) Irrigação de jardins, gramados, etc.

QUADRO VIII

CIDADES	ANO	QUANTIDADES ESTIMADAS OU CALCULADAS			FORNEC. TOTAL MÉDIO	FONTE
		Dom.	Com.	N. comp.		
ESTADOS UNIDOS						
Cidades sulinas selecionadas.....	1950					Calculado com os dados constantes do AWWA Journal.
Máximo.....		450	490	350	940	
Quartil superior.....		265	300	190	640	
Mediana.....		170	180	145	490	
Quartil inferior.....		125	115	95	380	
Mínimo.....		85	55	60	275	
Cidades sulinas selecionadas.....	1945					Calculado com os dados constantes do AWWA Journal.
Máximo.....		550	565	320	1150	
Quartil superior.....		225	225	150	565	
Mediana.....		130	145	105	415	
Quartil inferior.....		105	85	80	340	
Mínimo.....		65	25	40	250	
Cidades Americanas médias.....	1953	140	170	145	455	Steel, E. W.
Cartegena, Col.....	1953	60	25	25	110	Questionário.
Cali, Col.....	1953	155	25	55	235	Questionário.
	1948	175	27	64	266	Questionário.
	1943	193	29	70	292	Questionário.
Port-au-Prince, H.....	1953	83	72	83	238	Questionário.
	1943	117	104	117	338	Questionário.
	1939	75	68	75	218	Questionário.
Caracas, Ven.....	1953	93	92	80	265	Questionário.

QUADRO IX

CIDADE	PAÍS	POPULAÇÃO	ANO	TOTAL DE L/DIA
Sheffield.....	Inglaterra.....	500	1952	295
Bombaim.....	Índia.....	2800	1952	195
Rand.....	União Sul-Africana.....	1900	1952	250
Coventry.....	Inglaterra.....	280	1949	150
Honolulu.....	Hawaii.....	222	1950	590
Johannesburg.....	África do Sul.....	1900	1946	175
Amsterdan.....	Holanda.....		1939	120
Rotterdam.....	Holanda.....		1939	135
Estocolmo.....	Suécia.....	859	1949	295
Copenhague.....	Dinamarca.....	760	1950	210
Tóquio.....	Japão.....	6000		185
Manchester.....	Inglaterra.....	1100	1946	245

QUADRO X

CIDADE	POPULAÇÃO SERVIDA APROXIMADA (1000)	SUPRIMENTO TOTAL MÉDIO POR ANO LITROS/CAPITA/DIA			PROJETO FUTURO	FONTES DE INFORMAÇÃO
		1940	1945	1950		
Rio de Janeiro, Brasil.....	2500			300	300	WW Eng. Abril, 1954.
São Paulo, Brasil.....			286			
Belo Horizonte, Brasil.....	200					
Cali, Col.....	300	292	266	235	325	Questionário.
Cartegena, Ccl.....	100			100		Questionário.
Santiago, Chile.....	1000		320		380	WW Eng. Novembro, 47.
Valparaíso, Chile.....	300		246			WW Eng. Novembro, 46.
Quito, Equador.....					280	Jour. AWWA. 39, 147.
Port-au-Prince, H.....	130	225	335	240	300	Questionário.
Cidade do México, México.	2600			315		WW Eng. Agosto, 50.
Cidade do Panamá, R. P...	130					Gov. Zona do Canal.
Assunção, Paraguai.....	100				230	Questionário.
San Juan, P. R.....	750		315			WW Eng.
Caracas, Ven.....	600			263	320	Questionário.
Maracaibo, Ven.....	160			198		Questionário.

TABLE XI

Consumo de Agua Potable

En la Ciudad de Cali

Información suministrada por

Fecha

Fuente (s) de abastecimiento (s):

(Indique lo que corresponda) — Superficial — Pozos — Galerías

Año	19	19	19
-----	----	----	----

Consumo medio

Consumo máximo diario

Consumo máximo mensual

Población de la Ciudad

Población abastecida

Método utilizado para medir el consumo de agua potable

Sistema de tarifas empleado

Precio del agua por unidad

Usos Estimados del Agua Potable (% del total consumido)

<i>Consumo doméstico</i>%
Público (Calles, escuelas, instituciones, oficiales, fuentes, etc.)%
Comercial (Negocios, hoteles, oficinas, etc.)%
Industrial%
otros, pérdidas, etc.%
Total100.....%

Dispone la ciudad de servicios sanitarios?

Desde qué fecha?

Se han previsto instalaciones que aumentarán los volúmenes de agua disponibles?

Para qué valores por cápita se han proyectado?

Comentarios:

HIDROLOGIA E RECURSOS D'ÁGUA

INTRODUÇÃO

Este é um relatório sobre a hidrologia do futuro Distrito Federal do Brasil. A finalidade deste estudo foi estimar a quantidade de água que podia ser obtida com reservatórios construídos em diversas bacias do Retângulo para suprimento d'água à cidade que será a Capital do Brasil.

O consumo médio de água da cidade foi estimado em 400 litros por pessoa por dia, o qual corresponde a 200.000.000 de litros por dia para uma cidade com a população de 500.000 habitantes. Esta quantidade é tão grande que a fonte de abastecimento deve ser construída por reservatórios de superfície, os quais sejam alimentados por rios naturais.

O método mais seguro de calcular a vazão fluvial de uma região é analisar registros fluviométricos de um longo período e concernentes aos rios dessa região. Na ausência de tais registros para um período de 20 a 25 anos, esses cálculos devem ser baseados em registro de precipitação e outros dados.

A base para o cálculo de vazão natural dos rios apresentado aqui é o conceito de que a vazão fluvial é o resíduo da precipitação após ter a bacia hidrográfica atendido às demandas da evaporação-transpiração, da interceptação e subsequente evaporação, e da infiltração. Estes cálculos são assim revisados para computar as perdas causadas por evaporação da superfície das águas e pela infiltração nos reservatórios.

O tamanho necessário dos reservatórios é determinado pela variação, por estação do ano, da taxa do influxo e da variação da demanda. Os cálculos de precipitação usados neste relatório são para o ano seco 1% (isto é, o ano mais seco em 100 anos).

PRECIPITAÇÃO

Os dados de precipitação existentes para o estudo foram obtidos nas seguintes fontes:

1. «Atlas Pluviométrico do Brasil» para o período de 1914 a 1938 e
2. Transcrição de registros postos à disposição de D.J. Belcher & Assoc., Inc.

Os dados relativos à precipitação anual em vários postos dentro e nas vizinhanças do Retângulo estão tabulados nos quadros 1 e 2, do Apêndice

1 dêste relatório. Uma vez que o período de registros em muitos dêsses postos é muito curto, sômente os dados dos postos de Formosa, Corumbá de Goiás, Luziânia e Pirenópolis foram utilizados na análise. As 3 análises feitas dêsses dados foram: Análise das discrepâncias da precipitação anual para um período de 25 anos (1914 a 1938); análise de freqüência da precipitação anual; e análise da precipitação mensal.

Precipitação anual — Análise das discrepâncias

A precipitação média anual (baseada em registros de 25 anos) em Formosa, Goiás, Luziânia e Pirenópolis é 1.593, 1.794, 1.669 e 1.765 mm por ano, respectivamente.

Isto faz crer que deve haver uma variação na precipitação média anual em todo o Retângulo. Foi feita uma análise das discrepâncias (1) e (2) (Referem-se aos elementos relacionados na bibliografia do Apêndice) dêsses dados para averiguar da significação dessa variação aparente. A análise do quadro de discrepância é apresentada no Quadro 3, Apêndice I. O resultado dessa análise foi que a variação aparente é menor do que se esperava. Por isso, concluiu-se que esta variação aparente não tem significação e que a precipitação média anual no Retângulo é igual à média de tôdas as observações nestas, poucas estações. Essa média é de 1.694 mm por ano, a qual é muito próxima de 1.700 mm por ano. Esse último valor será usado aqui por diante neste relatório.

A análise das discrepâncias mostra que a variação da precipitação entre um ano e outro é altamente significativa. Isto indica que uma análise de freqüência da precipitação anual fornecerá informações úteis.

Os registros de 40 anos não foram usados nesta análise das discrepâncias porque não havia dados para certos anos nos postos de Goiás e Pirenópolis. Uma comparação dos registros de 25 anos (1914-38) com os registros de 40 anos (1914-53) em Formosa e Luziânia, a ser feita mais adiante neste relatório, mostrará que êstes dados são coerentes entre si.

Por êsse motivo, é de se esperar que uma análise das discrepâncias dos registros de 40 anos daria o mesmo resultado que foi obtido com os registros de 25 anos.

Precipitação anual — Análise da freqüência

A freqüência da ocorrência de anos secos é de vital importância para o engenheiro responsável pelo abastecimento de água. A precipitação anual para as estações de Formosa, Luziânia e Pirenópolis foi «plotada» em função da percentagem de anos em que a precipitação anual foi menor ou igual à altura «plotada» no eixo das ordenadas.

QUADRO XII

PRECIPITAÇÃO ANUAL EM DIVERSOS POSTOS DO PLANALTO (*)

N.º	ANO	FORMOSA	GOIÁS	PIRENÓPOLIS	LUZLÂNIA
1.....	1914	1567	1077	1313	1405
2.....	1915	1035	1366	1215	1435
3.....	1916	2265	1947	2225	2302
4.....	1917	1869	1881	1796	2171
5.....	1918	1772	1665	1580	2545
6.....	1919	1832	1901	1390	2876
7.....	1920	1983	2026	1179	2774
8.....	1921	1488	2177	1697	2340
9.....	1922	1576	1986	1730	2517
10.....	1923	1473	1504	1839	1385
11.....	1924	2040	2365	1771	1748
12.....	1925	1304	1817	1953	1798
13.....	1926	2298	2361	2222	2034
14.....	1927	1264	1464	1394	922
15.....	1928	1285	1396	1696	1224
16.....	1929	1610	1856	1923	1488
17.....	1930	1905	1868	1963	1544
18.....	1931	1491	1582	1488	1915
19.....	1932	1398	1438	1731	1381
20.....	1933	1515	1877	1714	1336
21.....	1934	1056	1273	1593	1164
22.....	1935	1790	2025	1800	1734
23.....	1936	1245	1500	1207	1329
24.....	1937	1494	1722	1636	1393
25.....	1938	1269	1661	1571	1359

(*) Em milímetros.

QUADRO XIII

ANÁLISE DAS DISCREPÂNCIAS DA PRECIPITAÇÃO ANUAL

FONTES DE VARIAÇÃO	SOMA DOS QUADRADOS	GRAU DE LIBERDADE	MÉDIAS QUADRÁTICAS
Pôsto.....	472,503	24	19,688
Anos.....	8,290,337	3	2,763,457
Residuais.....	5,930,370	72	82,366
Totais.....	14,693,210	99	148,413

O teste "F" aplica-se a este caso. O valor de F correspondente ao nível de importância 1% — 99%, é dado abaixo.

Varição entre postos meteorológicos

$$F = \frac{19,688}{82,366} = 0,238 < 2,07 = \text{valor crítico de "F"}$$

Portanto, não há variação sensível entre os postos.

Varição entre anos

$$F = \frac{2763,457}{82,366} = 33,5 < 4,08 = \text{valor crítico de "F"}$$

Portanto, não há variação sensível entre os anos.

Os registros de 25 anos, nesses 4 postos, são apresentados nas figuras 1 a 4 inclusive, no Apêndice III d'êste relatório.

Os registros de 40 anos em Formosa e Luziânia são apresentados nas figuras 5 e 6.

Pode-se observar que os dados dos postos de Formosa, Goiás e Pirenópolis se ajustam sensivelmente em uma linha reta no papel de probabilidade normal usado nas figuras 1 a 6 inclusive. Isto indica que os desvios da média da precipitação anual para estas estações seguem ou quase seguem a curva de distribuição normal de Gauss.

O cálculo da altura de chuvas que se pode, razoavelmente, esperar que não seja excedida em qualquer percentagem de anos, pode ser efetuado com facilidade empregando as tabelas de funções de erros normais.

Os valores calculados assim para estas estações são dados no quadro abaixo.

Embora os dados de Luziânia não se ajustem numa linha reta, foram também analisados, na mesma base, para fins de comparação.

Já que parece haver algum desvio da reta para os dados de Formosa, Goiás e Pirenópolis, foram traçadas curvas suaves para intervalos de menor percentagem de anos de tal maneira que, visualmente, parecem oferecer a melhor ajustagem. As ordenadas destas curvas foram determinadas para anos 1, 2 e 3%. Estas ordenadas são também dadas nos quadros abaixo.

QUÁDRO XIV
CÁLCULOS DA PRECIPITAÇÃO DO ANO SÊCO

MÉDIA ANUAL.	FORMOSA		GOIÁS	LUZIÂNIA		PIRENÓPOLIS
	25 anos	40 anos	25 anos	25 anos	40 anos	25 anos
Média anual.....	1593	1607	1750	1765	1722	1669
Desvio Padrão.....	334	340	324	530	477	272
Para anos 1%.....	815	814	994	530	612	1035
	(840)	(900)	(925)	(830)	(860)	(970)
Para anos 2%.....	908	909	1085	678	747	1111
	(930)	(950)	(1025)	(912)	(930)	(1050)
Para anos 3%.....	965	968	1140	769	827	1158
	(970)	—	(1085)	(952)	—	(1100)

Todos os valores tabulados são em milímetros.

Os valores que aparecem entre parênteses são resultantes de determinações gráficas.

A comparação das previsões baseadas nos registros de precipitação de 25 e 40 anos, em Formosa, revela diferenças desprezíveis nas previsões baseadas na teoria dos erros. Embora estas grandes diferenças pudessem ser interpretadas como uma indicação de que as condições meteorológicas em Luziânia diferem das do posto de Formosa, não acreditamos que elas sejam suficientemente grandes para indicar uma divergência sensível.

Luziânia fica apenas 100 km distante de Formosa e praticamente à mesma altitude. A topografia destes 2 pontos também é a mesma, em essência. Por essa razão, e com base no princípio das causas e efeitos, parece não haver razões satisfatórias para dizer que estas áreas são meteorologicamente diferentes.

A estreita concordância dos registros de 25 e 40 anos, em Formosa e Luziânia, indica que os 2 períodos de registros são correntes.

A previsão da precipitação anual do ano sêco no Retângulo é baseada na média calculada pelo quadro acima. Estas médias foram então um pouco alteradas para fornecer valores estimados que incluam uma pequena margem de segurança. Estes valores adotados acham-se tabulados abaixo:

QUADRO XV

Anos por cento	Precipitação anual menor ou igual a:
1%	850
2%	950
3%	1.025

ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO MENSAL DA PRECIPITAÇÃO

A distribuição mensal da precipitação foi determinada partindo dos dados fornecidos no «Atlas Pluviométrico do Brasil» para os postos de Formosa, Goiás, Luziânia e Pirenópolis. O resultado desta análise é dado na figura 24.

Os resultados de uma análise semelhante feita por Mr. Dordick (3) são também apresentados para fins de comparação.

O gráfico de distribuição proposto na figura 24 foi adotado para simplificar o cálculo da acumulação necessária para prover um suficiente abastecimento de água durante os meses secos. A simplificação é coerente com a precisão dos dados de evaporação-transpiração e os de fluviometria.

EVAPORAÇÃO — TRANSPIRAÇÃO

Vários métodos para calcular a evaporação da superfície das águas têm sido propostos e empregados com diferentes graus de sucesso. Um método que tem fornecido bons resultados partindo da evaporação dos frascos (U.S. Weather Bureau of Standard) localizados em Porto Rico, foi o apresentado por Penman. (4) Este método dá a evaporação diária em função da diferença entre a tensão do vapor d'água no frasco e na atmosfera e da velocidade do vento. Esse método foi usado neste relatório. A taxa de evaporação de um reservatório é aproximadamente 80% da taxa de evaporação de um frasco de acôrdo com Rohua (5). Penman (4) diz que a evaporação-transpiração de um campo varia de 60 a 80% da evaporação de uma grande superfície plana como a de um reservatório. A

combinação desses fatores mostra que a taxa de transpiração varia de 48% a 64% da evaporação de um «frasco de evaporação». A média desses valores (56%) é usada nos cálculos tabulados no Quadro VI. Uma vez que não existem dados de temperatura diária da água, velocidade diária do vento e tensão diária do vapor, foram usados nos cálculos os valores médios anuais desses 3 fatores como apresentados na «Referência 3». A evaporação-transpiração depende da precipitação anual. Mohr e von Baren (5) descobriram, pelos estudos feitos em Java, que a evaporação-transpiração relaciona-se com a precipitação pela seguinte fórmula:

$$E = a + \frac{P}{8}$$

O valor de «a» foi determinado para diversas altitudes pela média anual calculada da evaporação-transpiração para a altitude desejada e a precipitação média anual. A evaporação-transpiração para o ano % foi calculada substituindo, na equação, a precipitação por esta frequência. A evaporação para o ano sêco 1% acha-se tabulada na coluna 7 do Quadro XVI.

Em vista das suposições feitas ao se efetuarem esses cálculos de evaporação-transpiração, é razoável supor que a evaporação-transpiração em todo o Retângulo será de 600 mm por ano para bacias hidráulicas a altitudes inferiores a 900 metros e cêrca de 650 mm por ano para bacias hidráulicas acima dessa altitude.

É possível fazer uma verificação da fórmula acima utilizando os dados da bacia do Rio Paraná. A precipitação sôbre esta bacia durante os períodos de observação que se encerraram em 31 de agosto de 1951 e 31 de agosto de 1952 foram de 1.290 mm e 1.190 mm, respectivamente.

QUADRO XVI

CÁLCULOS [DE EVAPORAÇÃO - TRANSPIRAÇÃO PELO SOLO E PELA VEGETAÇÃO

1 ALTITUDE	2 TEMPERATURA MÉDIA ANUAL	3 TENSÃO MÉDIA ANUAL DO VAPOR	4 VELOCIDADE MÉDIA ANUAL DO VENTO	5 EVAPORAÇÃO DE FRASCO	6 EVAPORAÇÃO TRANSPIRAÇÃO MÉDIA ANUAL CALCULADA	7 EVAPORAÇÃO TRANSPIRAÇÃO CALCULADA PARA O ANO 1%
Metros.....	°C	mm de Mercúrio	km h	mm h	mm ano	
700.....	22	15	5	880	495	385
850.....	21	14	6.5	1250	700	590
1000.....	20	13	8	1390	780	675

- (1) Os dados das colunas 1 a 3 (inclusive) são de Dordick.
- (2) Evaporação do frasco em mm/dia = $E = (0.35 + 0.082 v) (e_s - e_a)$.
 e_s = tensão do vapor na superfície da água em mm de Mercúrio.
 e_a = tensão do vapor d'água no ar, em mm de Mercúrio.
 v = velocidade do vento, em km por hora.
- (3) A temperatura da água admitiu-se ser igual à temperatura média anual do ar.

Durante êsses mesmos anos, as produções dêsses reservatórios foram de 464 mm e 359 mm. As perdas totais foram de 824 mm e 834 mm respectivamente. As parcelas de evaporação-transpiração para êsses mesmos períodos calculadas pela fórmula foram de 726 mm e 715 mm. As diferenças entre as perdas totais e a evaporação-transpiração são de 98 mm e 119 mm, respectivamente. Estas diferenças podem ser devidas à infiltração fora da bacia, à interceptação e subsequente evaporação e também à imprecisão dos dados fluviométricos existentes.

Êste ponto será pesquisado mais tarde sob o título de fluviometria.

DADOS FLUVIOMÉTRICOS

A quantidade de dados fluviométricos existentes era muito reduzida para êste estudo. Havia algumas leituras de régua para um certo número de rios. Estas leituras eram, em geral, o resultado de observações feitas duas vêzes por dia. Para utilizar êsses dados no estudo foi necessário estabelecer a correlação entre a leitura de régua e a taxa de vazão. Foram tirados registros de medidas de descarga do «Boletim Fluviométrico n° 12» publicado pelo Ministério da Agricultura em 1953. Para muitos dêsses rios havia apenas uns poucos registros de medida da descarga. Na maioria dos casos a variação de leituras de régua coberta por medidas de descarga foi uma pequena fração da variação das leituras observadas diariamente. Além disso havia uma porção de interrupções em muitos dos registros. Por tôdas essas razões, tornou-se impossível a determinação acurada dos volumes de escoamento para a maior parte dos rios.

O escoamento em um rio — o Rio Paranoá foi determinado para um período de 2 anos e os resultados foram utilizados acima para verificar o cálculo da evaporação-transpiração. As taxas de vazão em vários outros rios foram calculadas e todos os dados disponíveis foram utilizados para obter uma hidrografia simplificada mostrando as variações da vazão por estação do ano. A hidrografia simplificada é apresentada na figura 7.

NECESSIDADES DE ACUMULAÇÃO

Os registros existentes sôbre o Rio Paranoá indicam que a vazão mínima é cêrca de 20% da vazão média diária. A demanda diária *máxima* é estimada em 500 litros por pessoa. Isso corresponde a 250.000 m³ por dia para a população prevista de 500.000. Se se admite que a relação entre a vazão mínima e a vazão média diárias para o Rio Paranoá se aplica a todos os rios da área, a vazão total média por dia para todos os rios que fornecem água para cidade de 1.250.000 m³ por dia, proporcionaria um abastecimento seguro sem o uso de reservatórios. Uma vez que a flutuação da descarga em pequenos rios é maior que nos rios maiores, um valor mais prudente

para o critério é, provavelmente, cêrca de 2.000.000 m³ por dia, especialmente se o abastecimento é predominantemente proveniente dos pequenos rios.

A distribuição da demanda de água requer acumulação como mostra a fig. 26.

Uma vez que há possibilidade de associar os reservatórios de diversas maneiras, seu estudo limita-se a apresentar a necessidade de acumulação em termos de vazão média total diária dos rios em estudo.

A necessidade líquida de acumulação é:

QUADRO XVII

Vazão total média por dia Milhões de metros cúbicos	Acumulação líquida Milhões de metros cúbicos
0,30	11,4
0,40	6,9
0,50	4,0
0,60	2,7
0,70	1,6
0,80	1,1
1,25	0,0

As margens de segurança para perdas nos reservatórios, incluindo evaporação e infiltração, devem ser adicionadas à acumulação líquida para obter a capacidade real dos reservatórios que se faz necessária.

Os cálculos de evaporação na superfície dos reservatórios são baseados nos cálculos apresentados no Quadro XVII.

Uma vez que a evaporação em anos secos é maior que em anos úmidos devido ao fato da umidade relativa ser mais baixa, os valores usados correspondem, aproximadamente, a uma vez e meia a evaporação do frasco.

Os valores numéricos são dados abaixo para diversas altitudes :

QUADRO XVIII

Altitude metros	Evaporação do reserva- tório mm/ ano
700	1.300
850	1.800
1.000	2.100

Considerando que a evaporação dos reservatórios durante o tempo em que o reservatório está sendo cheio, apenas reduz a quantidade de água que se perde acima do vertedouro, a redução do rendimento do reservatório é um pouco menor que a calculada nas bacias dadas acima. Entretanto,

durante o ano sêco, o nível d'água no reservatório será inferior ao nível do vertedouro a maior parte do tempo.

Por êsse motivo, foi usada, neste estudo, a quantidade total calculada com os dados acima.

As perdas por infiltração nos reservatórios são muito incertas e podem exceder a 3 milhões de metros cúbicos por ano para reservatórios comuns.

RENDIMENTO DE DIVERSAS BACIAS HIDRÁULICAS E RESERVATÓRIOS

O rendimento das diversas bacias hidráulicas corresponde ao influxo dos reservatórios. Êste dado é fornecido no Quadro XIX em têrmos de volume total, bem como, em têrmos de milhões de metros cúbicos por dia.

As perdas calculadas como devidas à evaporação nos reservatórios, acham-se também incluídas nesse quadro.

Os dados para as diversas associações de reservatórios acima mencionadas, podem ser estudados como no exemplo que se segue.

A vazão total média dos reservatórios é 31, 32 e 32 D. e 1.02 milhões de metros cúbicos por dia. A acumulação líquida necessária é de cêrca de 0,5 milhões de m³/dia.

A perda devida à evaporação é calculada em 9,6 m³ e a perda por infiltração pode ser calculada em 5 milhões de m³ para os 3 reservatórios.

A acumulação bruta resultante é de 16 milhões de m³. O volume calculado dos 3 reservatórios propostos é de 21 milhões de m³ e, por isso, parecem ser satisfatórios.

Bombeamento

Muitos dos sítios propostos para reservatórios estão, certamente, em altitude inferior à da futura Capital. Por isso, a água deve ser bombeada para a cidade. O tempo não permite fazer um estudo do custo do bombeamento para as possíveis associações dos diversos sítios de reservatórios. Além d'isso, não existiam dados de custo do bombeamento quando foi preparado êste relatório.

Recomendações

Embora os dados fluviométricos, nos quais se baseia êste relatório, sejam, provàvelmente, suficientemente precisos para o fim a que se faziam necessários, devem ser obtidos mais dados sôbre os rios que ficam nas vizinhanças dos sítios de reservatório indicado na área escolhida para a futura cidade. Isto pode ser satisfatôriamente obtido se forem feitas mais medidas de descarga em um número maior de réguas do que as que existem atualmente nas estações fluviométricas ora instaladas. Isto permitiria determinar, com

mais precisão, as perdas de água nas diversas bacias de drenagem, do que foi possível fazer aqui.

A vida dos reservatórios pode ser sensivelmente prolongada se forem tomadas certas medidas de conservação das bacias hidráulicas que contribuem para os reservatórios.

As providências que forem tomadas para reduzir a erosão, conservarão o solo fora do reservatório e assim evitarão que eles sejam assoreados pelo lodo, cujo aumento tende a reduzir a vida do reservatório.

QUADRO XIX

DADOS SÔBRE BACIAS DE DRENAGEM E RESERVATÓRIOS

1 Quadrícula N.º	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	4
2 Reservatório N.º	0	1	3	23	24	25	17	18	19	20	30
3 Altitude, metro.....	700	700	750	75	750	700	850	850	900	900	850
4 Precipitação mm/ano.....	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850
5 Evapo-Transpiração, mm/ano.....	600	600	600	600	600	600	600	600	650	650	600
6 Intercaptação da Precipitação e infiltração fora da bacia hidrográfica, mm/ano.....	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
7 Precipitação Líquida, mm/ano.....	200	200	200	200	200	200	200	200	150	150	200
8 Área de drenagem do Reservatório, km2..	720	760	475	520	47	138	758	791	331	438	80
9 Rendimento bruto:											
10 6 m3/ano.....	144	152	95	104	9	28	152	158	50	66	16
10 6 m3/dia.....	0.40	0.42	0.26	0.29	0.03	0.08	0.42	0.43	0.14	0.18	0.04
10 Evaporação do Reservatório, m/ano.....	1.30	1.30	1.50	1.50	1.50	1.30	1.80	1.80	2.00	2.00	1.80
11 Área da superfície da água, km2.....	1.0	2.5	4.0	1.7	1.4	1.5	2.0	1.8	1.2	1.2	1.6
12 Perda por evaporação 10 6 m3/ano.....	1.3	3.2	6.0	2.6	2.1	2.0	3.6	3.2	2.4	2.4	2.9
13 Volume do reservatório 10 6 × m3.....	4	8	12	6	3.5	5	10	10	5	6	9

Continua

1 Quadrícula N.º	4	4	4		5	5	5	6	8	8	8
2 Reservatório N.º	31	32	33	324	36	37	39	45	11	9	10
3 Altitude, metro	950	950	900	950	800	800	800	750	800	850	800
4 Precipitação mm/ano.....	50	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850
5 Evapo-Transpiração, mm/ano.....	650	650	650	650	600	600	600	600	600	600	600
6 Interceptação da Precipitação e infiltração fora da bacia hidrográfica, mm/ano.....	850	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
7 Precipitação Líquida, mm/ano.....	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200	200
8 Área de drenagem do Reservatório, km ² ..	562	1011	1917	980	1578	530	737	234	388	988	1250
9 Rendimento bruto: 10 6 m ³ /ano.....	84	152	288	147	316	106	147	47	78	197	250
10 6 m ³ /dia.....	0.23	0.42	0.79	0.40	0.86	0.29	0.40	0.13	0.21	0.54	0.68
10 Evaporação do Reservatório, m/ano.....	200	2.00	1.90	2.00	1.70	1.70	1.70	1.50	1.70	1.80	1.70
11 Área da superfície da água, km ²	1.2	2.0	2.5	1.6	3.0	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0
12 Perda por evaporação 10 6 m ³ /ano.....	2.4	4.0	4.75	3.2	5.1	2.6	2.6	1.5	1.7	1.8	1.7
13 Volume do reservatório 10 6 × m ³	6	8	11	7	8	3	4.5	6	5	5	5

Continua

1 Quadrícula N.º	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10
2 Reservatório N.º	28	29	12	13	14	15	16	27	46	47	49
3 Altitude, metro.....	800	750	800	800	800	800	825	850	800	775	800
4 Precipitação mm ano.....	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850
5 Evapo-Transpiração, mm ano.....	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
6 Intercepção da Precipitação e infiltração fora da bacia hidrográfica, mm ano.....	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
7 Precipitação Líquida, mm ano.....	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
8 Área de drenagem do Reservatório, km2..	370	6724	2241	2194	1385	1203	1061	520	2444	3055	819
9 Rendimento bruto:											
10 6 m3 ano.....	76	1342	448	440	277	241	202	104	489	611	164
10 6 m3 dia.....	0.21	3.68	1.23	1.20	0.76	0.66	0.58	0.28	1.34	1.62	0.45
10 Evaporação do Reservatório, m ano.....	1.70	1.50	1.70	1.70	1.70	1.70	1.80	1.80	1.70	1.60	1.70
11 Área da superfície da água, km2.....	1.5	4.5	1.3	1.3	1.2	1.5	1.3	1.2	2.5	2.5	2.5
12 Perda por evaporação											
10 6 m3 ano.....	2.6	6.8	2.2	2.2	2.0	2.6	2.3	2.2	4.2	4.0	—
13 Volume do reservatório											
10 6 × m3.....	6]	18	4	6	5	9	7	6	12	7	9

Conclusão

1 Quadrícula N.º	10	11	11	11	11	11	14	15	15	15	15
2 Reservatório N.º	47 ^A	38	50	51	52	49	83	76	78	79	80
3 Altitude, metro.....	775	775	750	700	675	800	750	750	700	750	800
4 Precipitação mm/ano.....	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850
5 Evapo-Transpiração, mm/ano.....	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
6 Interceptação da Precipitação e infiltração fora da bacia hidrográfica, mm/ano.....	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
7 Precipitação Líquida, mm/ano.....	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
8 Área de drenagem do Reservatório, km ² ..	3182	3025	3473	3786	4592	819	690	7600	3170	2541	1668
9 Rendimento bruto: 10 ⁶ m ³ /ano.....	637	605	695	757	920	163	138	1520	635	508	334
10 ⁶ m ³ /dia.....	1.74	1.65	1.90	2.07	2.52	0.45	0.38	4.19	1.74	1.39	0.91
10 Evaporação do Reservatório, m/ano.....	1.60	1.60	1.50	1.30	1.30	1.70	1.50	1.50	1.30	1.50	1.70
11 Área da superfície da água, km ²	2.2	1.5	1.6	2.0	4.0	2.0	2.0	2.8	4.6	3.6	4.0
12 Perda por evaporação 10 ⁶ m ³ /ano.....	3.5	2.4	2.4	2.6	5.2	3.4	3.0	4.2	6.0	5.4	6.8
13 Volume do reservatório 10 ⁶ × m ³	9	4	9	10	18	7	6	12	20	11	11

QUADRO XIX

IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE RESERVATÓRIOS POR QUADRÍCULAS

1 RESERVATÓRIO N.º	2 (*) MOSAICO N.º	3 (**) CÓPIA N.º	4 (***) CÓDIGO N.º	5 ÁREA DA BACIA HIDROGRÁFICA Km ²	6 ÁREA TOTAL DE DRENAGEM Km ²	7 VOLUME 10 ⁶ × m ³
QUADRÍCULA N.º 1						
0.....	0	6322	2-098-050	720	720	4
1.....	6-23	2521	1-080-046	760	760	8
3.....	6-24 6-18 6-19	3852	2-084-054	475	475	12
QUADRÍCULA N.º 2						
23.....		6240	4-105-078	520	520	6
24.....	4	6235	2-018-008	47	47	3,5
25.....	7-5	6229	2-054-034	138	138	5
QUADRÍCULA N.º 3						
17.....	23	4517	2-098-022	320	758	10
18.....	26	4525	3-064-008	460	791	10
18.....	27					
19.....	16	4922	4-060-008	331	331	5
20.....	13 18	5015	4-050-086	438	438	6
QUADRÍCULA N.º 4						
30.....	2	6196	4-034-006	80	80	9
31.....	14	4590	1-078-008	562	562	6
32.....	19	4315	2-038-004	31	1011	8
33.....	18	4239	2-092-044	344	1917	11
32b.....	18	4313	2-052-004	980	980	7
QUADRÍCULA N.º 5						
35.....	17	73786	3-050-034	660	660	6
36.....	27	59880	4-012-006	388	1578	8
37.....	27	59878	4-050-018	530	530	3
39.....	19	59970	2-042-072	737	737	4,5
QUADRÍCULA N.º 6						
45.....	28	73756	3-046-034	234	234	6
QUADRÍCULA N.º 8						
9.....	20	884	2-040-020	988	988	5
10.....	9	661	1-024-024	1250	1250	5
11.....	9	614	3-103-020	389	389	5

(*) Mosaico fotográfico N.º

(**) Cópia por contato N.º

(***) O N.º em código indica as coordenadas de posição do Sítio de barragem por contato.

QUADRO XIX

IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE RESERVATÓRIOS POR QUADRÍCULAS

1 RESERVATÓRIO N.º	2 MOZAICO N.º	3 CÓPIA N.º	4 CÓDIGO N.º	5 ÁREA DA BACIA HIDROGRÁFICA Km2	6 ÁREA TOTAL DE DRENAGEM Km2	7 VOLUME 10 ⁶ × m3
QUADRÍCULA N.º 9						
12.....	17	828	2-102-000	47	2241	4
13.....	11	742	1-072-048	555	2194	6
14.....	17	823	2-084-040	324	1385	5
15.....	13	809	3-074-004	445	1203	9
16.....	2	4825	1-076-028	270	1061	7
27.....	14	393	3-074-094	520	520	6
28.....	19	302	4-054-090	379	379	6
29.....	30	1009	1-086-038	996	6724	18
QUADRÍCULA N.º 10						
46.....	8	526	2-048-046	527	2444	12
47.....	18	366	2-026-008	611	3055	7
47a.....	23	775	1-102-052	127	3182	9
QUADRÍCULA N.º 11						
38.....	3	59819	4-094-046	710	3025	4
50.....	12	48289	1-092-006	448	3473	9
	13					
51.....	13	48285	4-088-068	313	3786	10
52.....	15	48273	4-026-070	806	4592	18
49.....	26	6327	3-068-018	819	819	7
QUADRÍCULA N.º 12						
56.....	22	48809	4-082-022	734	5326	18
QUADRÍCULA N.º 14						
83.....	29	7087	2-060-012	690	690	6
QUADRÍCULA N.º 15						
76.....	15	3489	4-062-004	879	7600	12
78.....	24	5235	2-010-014	629	3170	20
	29					
79.....	13	3499	3-058-022	873	2541	11
80.....	7	3407	3-096-036	1668	1668	11
QUADRÍCULA N.º 16						
72.....	8	1802	1-106-002	1287	4469	11
73.....	16	1331	4-096-022	225	7825	10
	17					
74.....	26	1530	4-091-020	1387	13681	16
QUADRÍCULA N.º 17						
68.....	13	5332	3-110-056	489	489	5

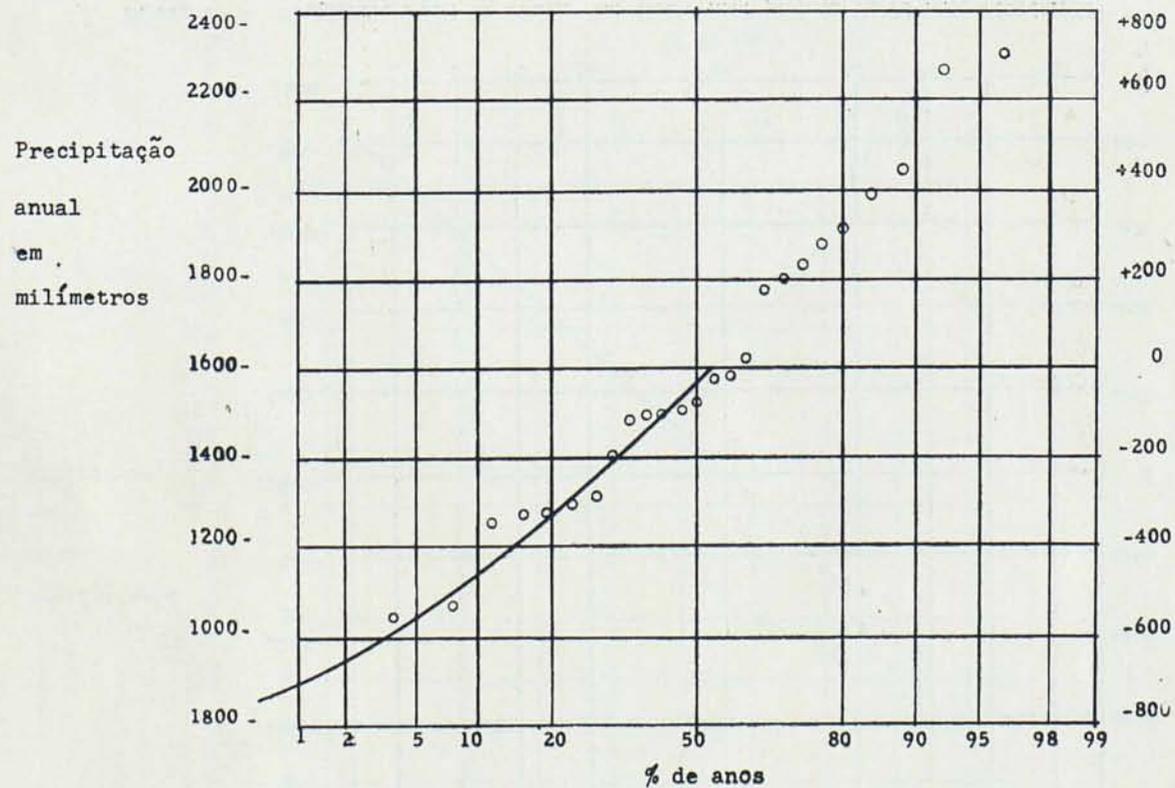


Figura 18 — Frequência anual de chuvas em Formosa num período de 25 anos (1914-1938)

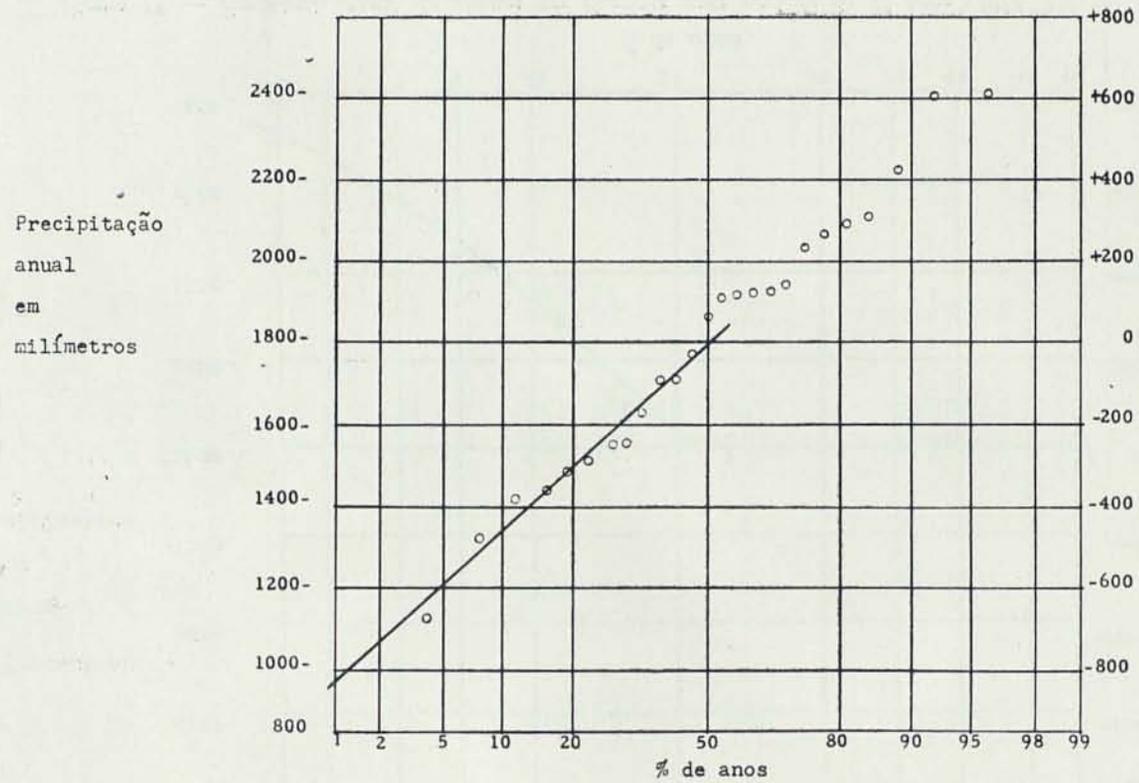


Figura 19 — Frequência anual de chuvas em Goiás num período de 25 anos (1914-1938)

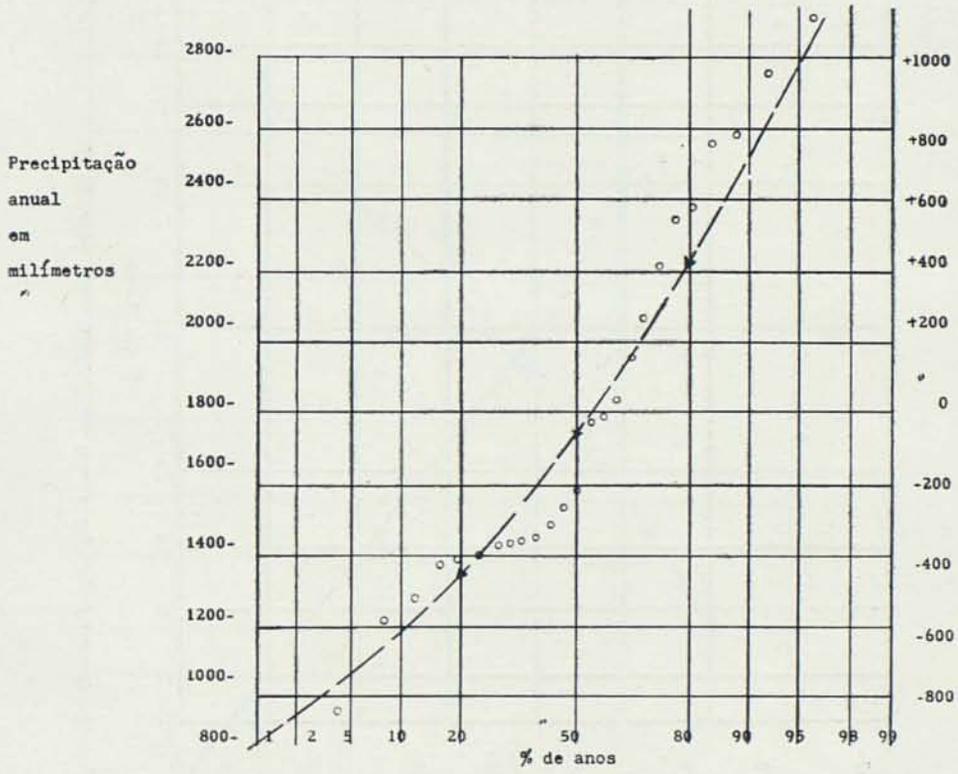


Figura 20 — Freqüência anual de chuvas em Luziânia num período de 25 anos (1914-1938)

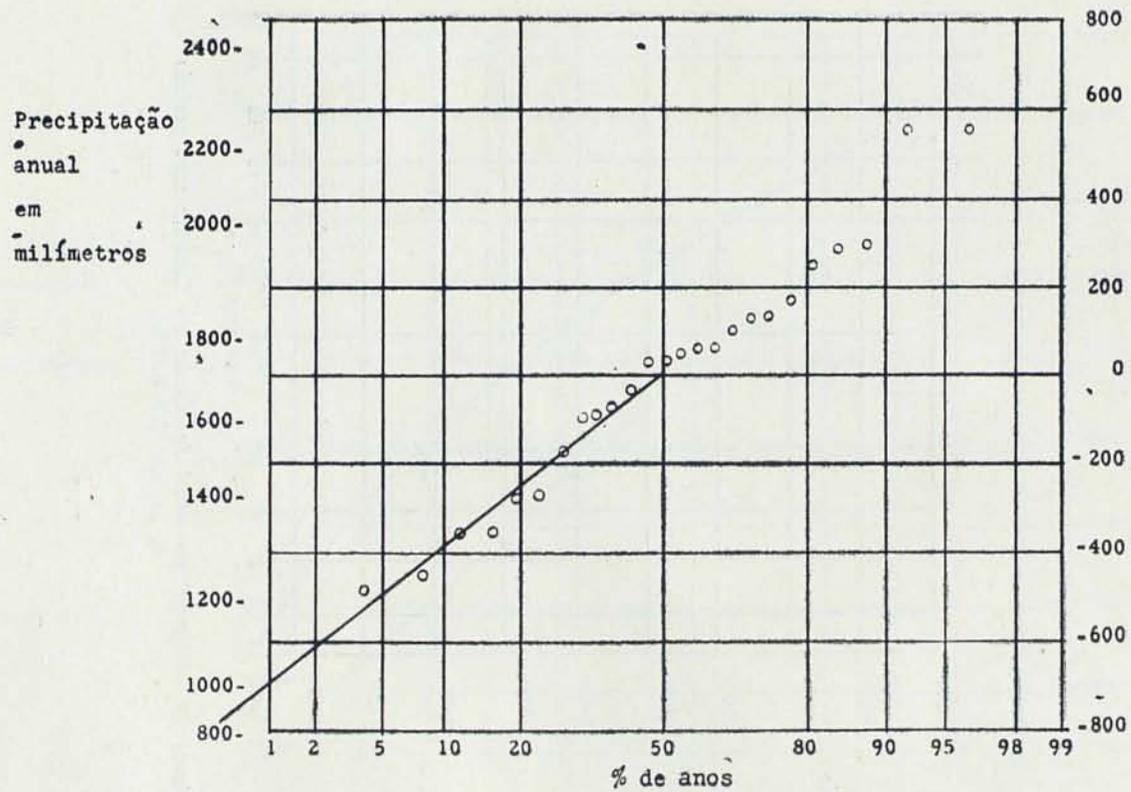


Figura 21 — Freqüência anual de chuvas em Pirenópolis num período de 25 anos (1914-1938)

Precipitação
anual
em
milímetros

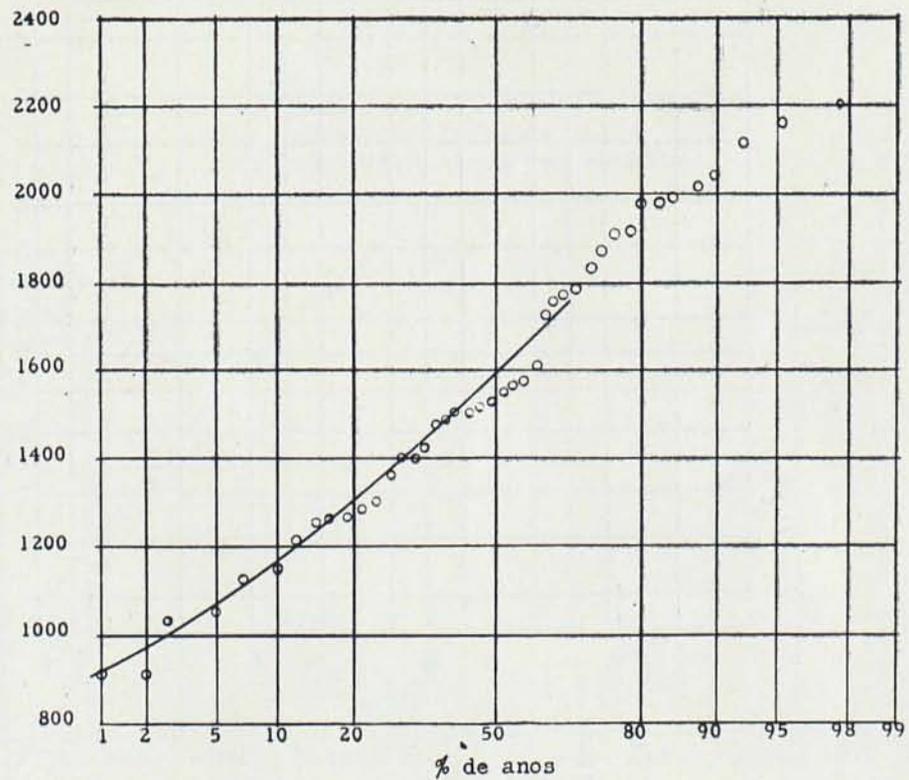


Figura 22 — Frequência anual de chuvas em Formosa num período de 40 anos (1913-1953)

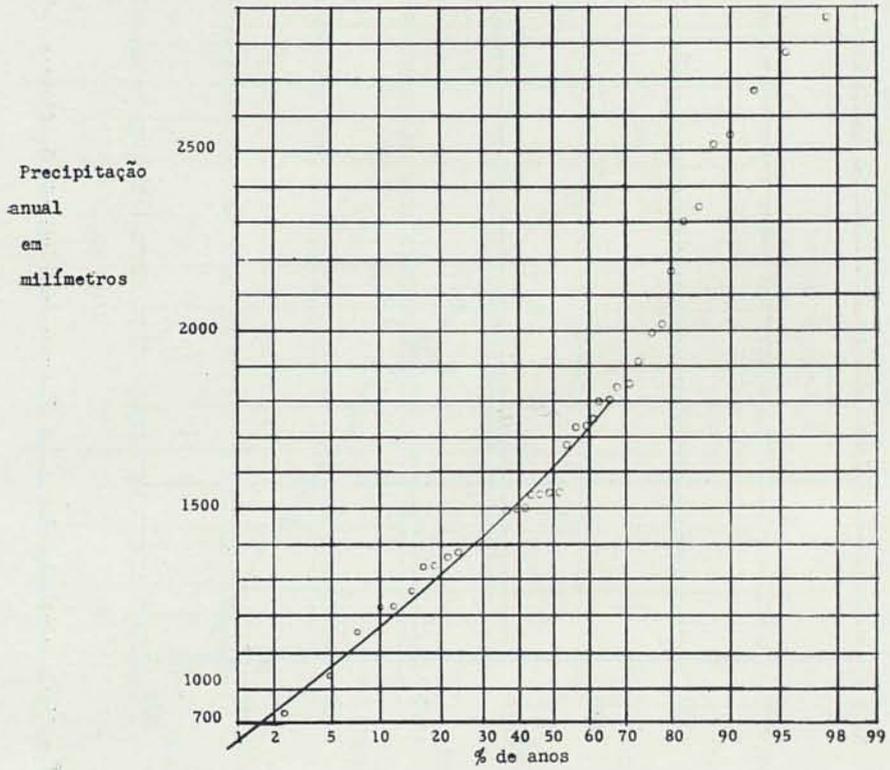


Figura 23 — Freqüência anual de chuvas em Luziânia num período de 40 anos (1913-1953)

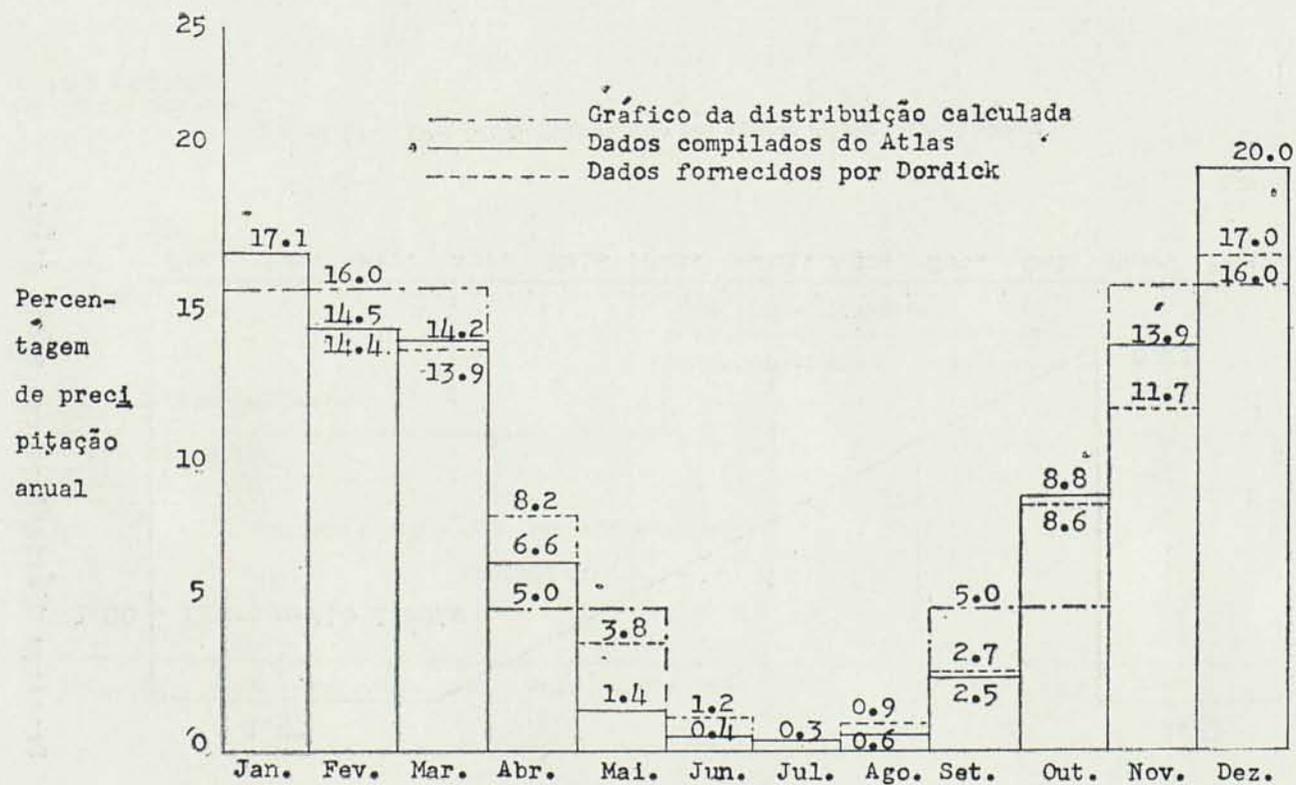


Figura 24 — Distribuição mensal da precipitação — Retângulo

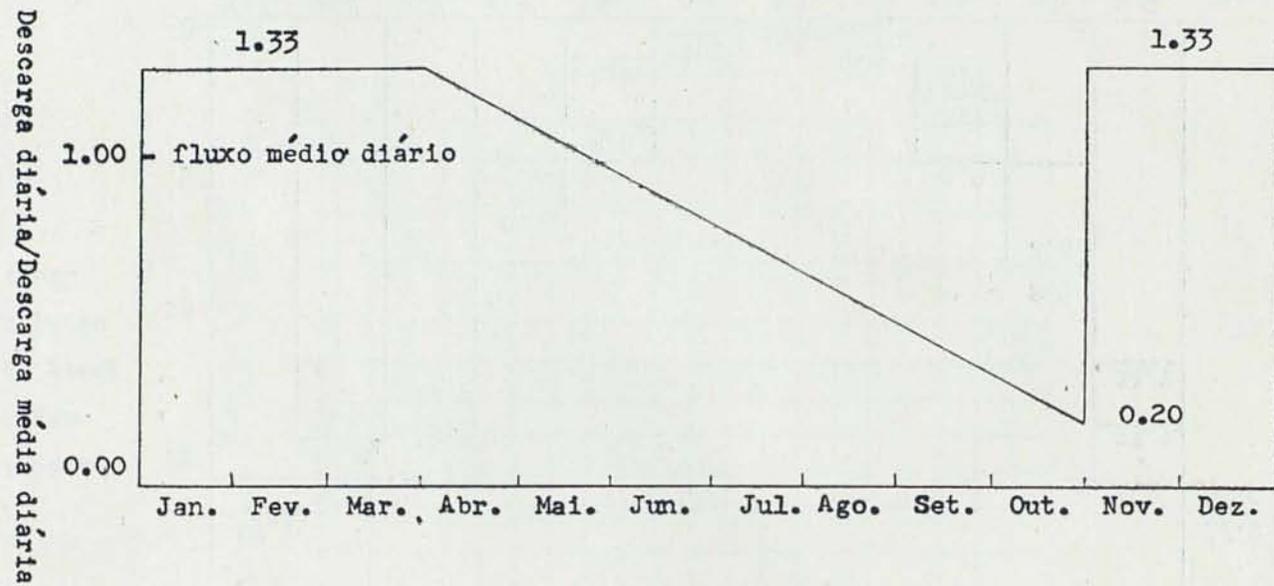


Figura 25 — Distribuição fluviométrica por estação do ano — Hidrograma

Consumo em litros
por pessoa por dia

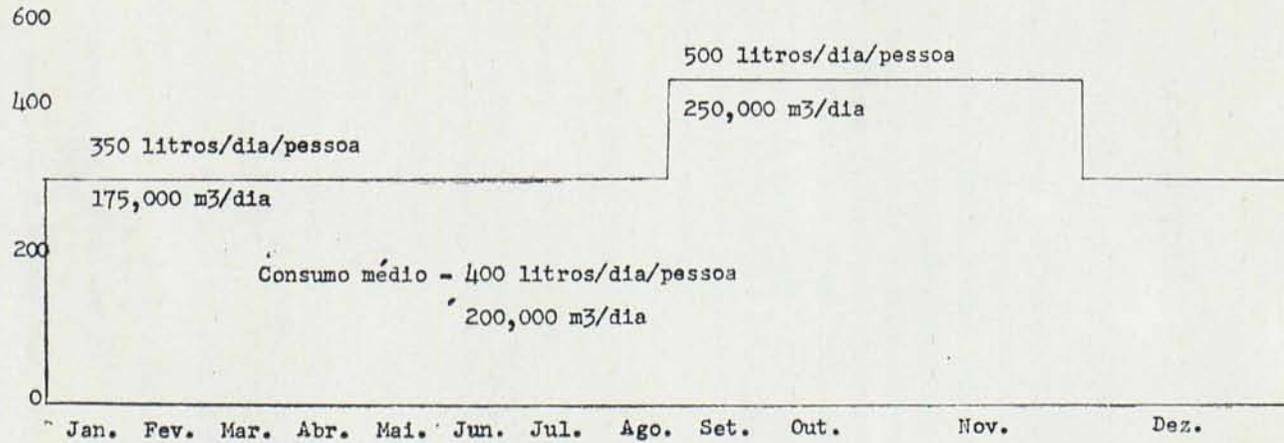


Figura 26 — Gráfico de distribuição do consumo de água

AGRICULTURA

DESCRIÇÃO DAS CATEGORIAS DE SOLOS PARA AGRICULTURA

A interpretação básica para estas categorias foi feita pelo grupo de foto-análise. O que se segue é a classificação agrícola e pedológica das categorias estabelecidas de acordo com a opinião desse grupo.

Ao preparar as sobrecapas de Solos para Agricultura, foi determinada a categoria agrícola apropriada para cada unidade delineada. Na maioria dos casos, os limites das categorias de Solos para Engenharia aproximaram-se intimamente destas, mas, em alguns casos foram feitas ligeiras mudanças em certos limites para melhor refletir a significação agrícola das categorias. (ver, especialmente, as Categorias n.ºs 4, 5, 5a e Solos para Engenharia n.º 12 — esta última categoria foi dividida entre as categorias agrícolas n.ºs 7 e 9 como explicado na descrição destas unidades).

OBJETIVOS DESTA INVESTIGAÇÃO

Os principais objetivos desta investigação são:

1. Saber como eram os solos do Retângulo; descrever os perfis representativos e classificar os solos, se possível, em «grandes grupos de solos».
2. Preparar um mapa de reconhecimento de solos em fôlhas de campo, para servir de base à elaboração de um mapa de solos para agricultura por meio da análise e interpretação da fotografia aérea.
3. Avaliar, em linhas gerais, o potencial agrícola dos solos do Retângulo para a cultura de certos produtos requeridos pela população de uma grande cidade.
4. Investigar e recomendar processos de administração do solo para a melhor utilização dos mesmos.

MÉTODOS DE INVESTIGAÇÃO

Do ponto de vista de solos o Retângulo é pouco conhecido. O período de tempo disponível para os trabalhos de campo foi de 2 1/2 meses para cobrir uma área de cerca de 52.000 km².

Sem o emprêgo da técnica de fotografias aéreas teria sido impossível realizar o mesmo trabalho em 3 anos.

O transporte a «jeeps» foi possível apenas nas estradas, que não são muitas.

Conseqüentemente, foram tomadas 4 providências para contornar a exigüidade do tempo, quais sejam : 1) correlações dedutíveis antes de iniciado o trabalho de campo; 2) exame real no campo e descrição dos solos nos locais em que assumem aspectos mais representativos quando assim o permitiam a acessibilidade, o tempo e a possibilidade de abrir fossos; 3) a máxima correlação entre as formas identificáveis do terreno e o sistema de distribuição dos solos permitida pelo tempo e pelas condições de conhecimento da área. Esta providência n.º 3 foi tomada para fornecer elementos de controle para a compilação de um mapa de solos para agricultura do Retângulo empregando a técnica de fotografias aéreas. Alguns dos elementos de campo foram mais tarde utilizados na preparação do mapa de solos para engenharia empregando a mesma técnica. A providência n.º 4 consistiu em entrevistas, no campo, com os fazendeiros, trabalhadores de estações experimentais e observações pessoais das culturas, dos solos, dos fertilizantes e das técnicas de manejo do solo requeridas em geral.

Providência n.º 1

Estudo, no escritório, dos resultados das investigações, da 1ª Comissão, sobre solos e vegetação. Estudo dos dados existentes sobre clima, geologia, solos e agricultura no Retângulo e em áreas semelhantes do globo terrestre para obter uma indicação quanto às condições de solo e às culturas que se podem esperar. Estudo das fotografias aéreas e seleção dos pontos a investigar em detalhe ou de uma maneira geral.

Providência n.º 2

Um caminhamento quase que sistemático ao longo das estradas percorridas a jeep, fazendo descrições gerais e detalhadas dos solos em pontos mais expressivos, utilizando os mosaicos aerofotográficos como mapa básico para orientação do trabalho. Para quase tôdas as áreas percorridas, foi registrada, nos mosaicos em 1:25.000, uma faixa de segmentos de limites dos solos atravessados pelas estradas. Estas foram mais tarde transferidas para as folhas de campo na escala de 1:250.000 e cêrca de 75 decalques dos mosaicos foram feitos para uso dos interpretadores.

Nos sítios selecionados, foram colhidas amostras de solos, tanto para classificação científica como para análise de fertilidade.

Os resultados destas análises são apresentados no Quadro n.º XXII desta Seção.

Foram tomadas fotografias em preto e branco e coloridas, ambas em 35mm, dos solos, da vegetação e das paisagens.

Foram feitos tantos caminhamentos quanto o tempo e as limitações da acessibilidade permitiram de tal maneira que pôde ser ao menos observado o maior número possível de condições de solo existentes e estudados os mais importantes. Embora tôda área de cada quadrícula fôsse observada pelo menos uma vez, e algumas várias vêzes, as poucas partes não observadas diretamente não constituem áreas ignoradas, uma vez que seu aspecto na fotografia aérea indica analogia com outras áreas cuidadosamente estudadas.

Embora as espécies de solos mais importantes tenham sido vistas e estudadas, algumas apenas sumariamente, há, sem dúvida, muitos detalhes, concernentes a solos e respectivas formas que, ou não foram descobertos ou, se vistos, não foram estudados.

Providência nº 3

Esta foi tomada sistemáticamente a fim de que fôssem feitas suficientes observações das correlações por hipóteses admissíveis — embora muitas vêzes apenas provisórias.

Providência nº 4

Tomada de uma forma integral durante o curso dos demais aspectos. Foram feitas observações pessoais das culturas e dos solos.

Foram visitados vários tipos de fazendeiros inclusive os dois únicos hortelões que usam sistema mecânico de irrigação. Tôdas as estações experimentais do Retângulo foram visitadas, exceto uma. O Secretário de Agricultura do Estado de Goiás, Dr. Mauricio Sanford, e seu corpo técnico, foram visitados, assim como foi também entrevistado o Corpo Técnico do Ministério da Agricultura baseado em Goiânia. O excelente serviço de aviação comercial em Anápolis, possibilitou fazer visitas demoradas a várias estações experimentais agrícolas e fazendas exploradas comercialmente nos Estados de São Paulo e Minas Gerais.

Foi feita, também, uma visita ao Instituto Agronômico de Pelotas no Rio Grande do Sul.

Esta última área tem um clima um pouco mais temperado que o do Retângulo.

Deixaram de ser visitadas outras importantes estações experimentais agrícolas do país, dada a exigüidade do tempo destinado a esta fase do trabalho.

As estações visitadas fora do Retângulo foram escolhidas principalmente porque o autor conhecia, pessoalmente, um ou mais membros de seu corpo técnico e sabia que certas experiências estavam sendo conduzidas ou cujos resultados já se acham publicados, as quais eram aplicáveis às condições observadas no Retângulo.

Parte de um dia foi despendida entrevistando o representante da ACAR em Belo Horizonte, M.G. Esta organização está realizando, em estreita cooperação com os órgãos agrícolas estaduais de Minas Gerais, um excelente e utilíssimo tipo de trabalho — assistência e crédito rurais.

NATUREZA DA ÁREA

A área onde será localizado o futuro Distrito Federal fica no grande divisor do Planalto Central do Brasil, na parte sul do Estado de Goiás. Está situada entre as latitudes de 15°30'S. e 17°00'S. e as longitudes de 46°30'W. e 49°30'W. A área, em geral, fica a cerca de 700 km a noroeste da cidade do Rio de Janeiro. Ela tem a forma de um retângulo disposto na direção leste-oeste e sua superfície é de 52.000 km². Esta área é apenas metade da área do Estado de New York, U.S.A. Os rios que nascem no Retângulo correm do planalto para o norte — bacia amazônica, para leste — bacia do São Francisco e para o sul — bacia do Paraná.

As altitudes variam de 500 a 700 metros nas zonas leste e oeste até mais de 1.000 m na zona central.

O clima tem, portanto, muitas das características dos climas mornos das regiões temperadas.

A temperatura média anual é, aproximadamente, 22°C com uns 5 meses de inverno «extremamente sêco» e 1.700 mm de chuva no verão. A vegetação é de árvores raquíticas de madeira dura de 2 a 6 m de altura com relvas nativas baixas, mas 1/6 da área, a oeste e muitos vales têm boas florestas. O «bedrock» do Retângulo consiste de gnaisses a oeste, xistos na parte central e rochas sedimentares dobradas a leste. Estas foram aplainadas e sobrelevadas em várias fases, com o desenvolvimento de, pelo menos, duas «superfícies de erosão». A topografia varia de «chapadas» quase planas a áreas intensamente dissecadas.

O solo mais generalizado é um Latossolo húmico de textura argilosa.

Várias formas de laterita endurecida são comuns em diversos pontos, especialmente ao longo das bordas das chapadas. O uso corrente da terra é principalmente em fazendas de gado zebu para corte, com queimadas anuais das áreas de pastagem.

POSIÇÃO GEOGRÁFICA — VEGETAÇÃO NATIVA

Os 4/6 a leste do Retângulo apresentam uma vegetação raquítica (arbustos de lenho duro de 2 a 12 metros de altura) com inúmeras espécies de relva baixa e ervas como cobertura do solo. O 1/5, a oeste, apresenta florestas, variando de quase 1ª classe até 3ª classe, sendo mais comuns as de 2ª classe (S. Faissol, 1952). Estas florestas são a borda leste do Mato Grosso de Goiás. Inúmeros vales de vertentes amplas, especialmente os das quadriculas n.ºs 8, 14 e 15 — a área em torno de Anápolis até Leopoldo de

Bulhões e sul de Goiânia — são cobertos de florestas de 1.^a e 2.^a classe ou foram, antes de serem devastadas pelo homem.

Em muitas encostas mais baixas das áreas «litossólicas», especialmente em áreas a leste de Anápolis, ocorrem manchas de florestas baixas, talvez de 3.^a classe ou piores.

Na maioria dos fundos de vales úmidos ou alagados, ocorrem faixas estreitas de florestas de 1.^a e 2.^a classe.

Numerosos pequenos morros alongados — em geral com uma topografia ondulada — apresentam apenas uns esparsos arbustos muito baixos (1 a 2 m de altura) e relva rasteira.

Tais áreas apresentam camada espessa de 1/2 a 1 m de laterita endurecida e maciça a poucos centímetros da superfície do terreno. A camada de laterita segue-se o «bedrock» intensamente intemperizado. Estas áreas são representadas como categoria n.º 3 tanto em Solos para Agricultura como em Solos para Engenharia. As áreas de campos severamente queimados por várias vezes, podem também apresentar apenas arbustos baixos e esparsos — estas áreas não devem ser confundidas com aquelas que encerram uma subcamada de laterita. Áreas abertas lembrando parques, em fundos de vales inclinados ou áreas de forma oval abaixo das bordas de laterita apresentam esparsos buritis e vegetação fibrosa.

O solo dessas áreas é um solo turfoso raso (solo pantanoso).

Waibel e Faissol, como membros de comissões anteriores para análise dos recursos do Retângulo e como pesquisadores individuais, publicaram detalhados estudos sobre a vegetação nativa daquela região. No curto lapso de tempo em que o autor do presente esteve na área, suas observações tendem a confirmar os resultados precedentes. Waibel concluiu que a vegetação do campo cerrado (arbustos muito lenhosos de folhas largas, com 2 a 12 m de altura) foi um clímax e não devida às queimadas, como proposto por outros que disseram que ela é um subclímax de queimadas.

Vários lavradores na África acreditam que a maioria das chamadas savanas são antrópicas, isto é, devidas a queimadas que devastam a floresta original.

Embora o autor do presente não seja integralmente qualificado como ecologista, é de provisória opinião que muitos dos cerrados que viu no Retângulo representam o clímax da vegetação nativa.

As queimadas anuais, usadas pelos fazendeiros para eliminar a relva seca de baixo, apenas alteraram o cerrado um pouco mais ou um pouco menos, mas não transformaram a floresta em cerrado.

O fato da vegetação das florestas dos vales de vertentes mais amplas mudar, tão bruscamente, nas bordas superiores das encostas dos vales e na base da 2.^a superfície de erosão (às vezes na 1.^a superfície de erosão), para cerrado, é sugestivo como prova de que este é devido a diferenças de fertilidade do solo e não às queimadas.

Uma explicação razoável para a ocorrência de floresta nos planaltos a noroeste e oeste de Anápolis e norte de Goiânia enquanto que o resto do Retângulo tem uma vegetação de «campo cerrado», é um problema essencialmente fora da alçada do presente relatório. As palavras que se seguem são aqui apresentadas, entretanto, numa tentativa de descobrir uma possível correlação pedológica, geológica, climática ou morfológica.

Das observações de campo feitas pelo autor, de outras feitas pelo corpo técnico de Belcher & Assoc. e pela interpretação fotográfica, foi determinado um limite entre as florestas de planalto e os cerrados de planalto e preparada uma sobreposição na escala de 1:125.000.

Quase que em toda a extensão desse limite, há uma mudança brusca, e não gradual, da floresta de oeste para o cerrado de leste.

O clima e as elevações, em geral, são comparáveis aos das zonas florestadas e os cerrados adjacentes. Esses, portanto, não devem ser a verdadeira razão das diferenças de vegetação. Geologicamente a zona florestada é uma zona de gnaisses graníticos ou mais alcalinos, enquanto que o campo cerrado ao norte e ao sul fica sobre xistos. Os gnaisses graníticos estendem-se, entretanto, bem para sudeste dentro da zona de campo cerrado. No entanto, nesta área, muitos vales de vertentes amplas são florestados embora nos planaltos sejam «campos cerrados». Tais vales abertos e florestados ocorrem nas áreas em que o «Bedrock» é de xisto, somente nas adjacências dos limites entre o xisto e o gnaisse.

Geomorfológicamente falando, a zona florestada fica inteiramente na 2.^a zona de erosão sem laterita, enquanto que o campo cerrado distribui-se igualmente pelas duas superfícies de erosão, a despeito da laterita que se expõe ao longo das bordas da 1.^a superfície de erosão.

Não há notícia de qualquer ocorrência de laterita na área florestada de Ceres logo a noroeste do Retângulo. Nenhuma floresta foi vista na 1.^a superfície de erosão, e os poucos «buttes» desta 1.^a superfície próximo à cidade de Matão, na Q-1, são cobertos de campo cerrado.

O mesmo grande grupo de solos (Latosolos húmicos) ocorre na zona florestada como ocorre no campo cerrado mas com diferentes graus de fertilidade e coloração do solo. O pH do horizonte A 1 dos solos florestados é, em média 5.5, enquanto que o do campo cerrado é aproximadamente 5.0.

A maior quantidade e, provavelmente, maior profundidade das raízes das árvores das florestas, aliadas ao evidente maior volume de retorno de folhas e «manta-morta», à superfície, produzido pelas árvores das florestas mais do que pelas dos campos cerrados, são refletidas no pH da superfície do solo.

O pH em geral tem íntima correlação com a capacidade nutriente de um horizonte de solo.

Mesmo os mais importantes Latossolos húmicos vermelho-escuro são mais comuns na zona florestada, mas relativamente raros (quase nenhum) no campo cerrado tanto em gnaisses como em xisto.

As rochas ricas em minerais ferromagnesianos não são apenas mais ricas em ferro (e por isso, produzem um solo vermelho mais escuro que as rochas mais pobres em ferro) mas são também mais alcalinas e se intemperizam mais rapidamente. Watson (1954) referiu-se à existência de gnaisses ígneos básicos e gabro não só na zona florestada do Retângulo, mas também próximo a Ceres. O autor também encontrou gnaisses gábricos associados com os solos vermelho-escuro em Ceres. A ocorrência do famoso solo «Terra Roxa legítima», um Latossolo húmico de cor vermelho-pálido sobre um embasamento de diabase no Estado de São Paulo, é bem conhecido dos cientistas de solo brasileiro.

Estas observações parecem indicar uma correlação mineralógica (composição da rocha) com uma explicação (em parte pelo menos) da existência de uma zona florestada e uma zona de campo cerrado lado a lado no Retângulo sem diferenças evidentes de clima ou altitude. Guimarães (1950) chegou à mesma conclusão de que a presença de florestas relaciona-se com rochas alcalinas.

Ao iniciarmos a preparação deste capítulo, uma comunicação do Senhor Monsen, de nosso corpo técnico, datada de 10-12-54, dizia ter chegado à mesma conclusão à base de suas preliminares observações de campo.

Tal como muita gente do Retângulo corretamente julga e vários cientistas afirmam, a presença de um solo florestado nas Regiões Equatoriais é uma indicação segura de um bom grau de fertilidade natural desse solo. Guimarães (1950), Waibel (1948), Faissol (1952), Kellogg & Davol (1949), Vaegler (1933), Marbut (1923) etc.

A presente investigação substancia inteiramente o assunto. Mas o que apenas muito poucos imaginam é que a presença de floresta, no Retângulo e em áreas similares, não é, necessariamente, uma indicação da qualidade do solo, de sua produtividade sob modernas técnicas de manejo do solo, ou da duração de sua fertilidade nativa quando cultivado sem retorno de nutrientes. Vaegler (1933), Marbut (1923), Kellogg & Davol (1949) e Kellogg (1954) dizem isso muito explicitamente. O autor deseja repisar este ponto com muita ênfase.

A diferença entre *fertilidade* e *produtividade* de solos precisa ser mantida bem clara na memória quando se considera o potencial futuro de um solo.

GEOLOGIA

A geologia do Retângulo, como relatado por Watson (1954), fornece uma imagem bem clara deste aspecto.

O leitor deve reportar-se à seção do relatório que trata da Geologia do Retângulo para uma melhor análise da formação e ocorrência das rochas nesta

área. As sobremapas de Geologia elaboradas com fotografias aéreas pelo corpo técnico de Belcher & Associates revelam uma importante correlação entre a geologia e a distribuição dos solos.

Embora o mesmo tipo geral de perfil de solo tenha se originado de muitas das diversas rochas do Retângulo, muitas das variações de cor são devidas, provavelmente, a variações dos minerais nas rochas. A correlação com a superfície geomorfológica de erosão e, esporadicamente, com o relevo local, também afeta um pouco a coloração dos solos.

Sobre quartzitos formaram-se solos pouco profundos. Pequenas áreas de solos arenosos rasos e profundos, formaram-se sobre os diversos arenitos.

A grande profundidade do intemperismo (e a espessura do solo formado) sobre as áreas suavemente inclinadas tornou virtualmente impossível a identificação do tipo de rocha matriz, exceto por dedução das exposições de rocha intemperizada em alguns vales e rios; e em alguns casos pela coloração do solo. Alguns dos poços domésticos mais fundos forneceram alguns testemunhos das espécies de rocha matriz e solos resultantes.

GEOMORFOLOGIA

Embora este estudo não seja de geomorfologia, foi necessário reconhecer no campo alguns dos aspectos geomorfológicos do Retângulo a fim de se compreender por que certos solos ocorrem num determinado lugar e a laterita se distribui da maneira por que o faz.

Em pouco tempo, nosso corpo técnico foi capaz de identificar dois planos gerais na paisagem.

A esses, demos as denominações de «superfície de 1ª erosão», para o plano superior, «superfície de 2ª erosão» para o plano inferior.

Mais tarde, voltando aos Estados Unidos, constatou-se que formas da paisagem aparentemente idênticas haviam sido reconhecidas e similarmente denominadas na África Equatorial já em 1934 por Wayland (Ruhe 1954, 1954 a).

A 1.ª comissão da nova capital reconheceu que a área geral do Retângulo era uma antiga peneplanície que foi sobrelevada. Watson sugeriu 3 estágios de sobrelevação.

O fato de existirem inúmeras «chapadas», quase planas, e «buttes» em todo o Retângulo, todos com topos quase concordantes entre 1.000 e 1.100 m de altitude, independente da espécie de «bedrock» (exceto o quartzito) é uma prova dessas descobertas.

A «superfície de 1ª erosão» (o plano da chapada ou peneplanície) ocorre como remanescente de amplas peneplanícies quase planas ou irregulares, ou como «buttes» isolados; as elevações variam, geralmente, em torno de 1.000 a 1.100 m. As maiores unidades desta 1ª superfície de erosão apresentam um Latossolo húmico de textura argilosa, isento de laterita e com muitos metros de profundidade, mas quase todas as bordas apresentam

«debruns» de laterita exposta (ver capítulo sôbre laterita). Todos os «buttes», serras e áreas irregulares estreitas da superfície de 1.^a erosão são cobertos com laterita exposta, em geral de cascalho concrecional de 1 a 5 m de espessura. Os poços de água no Instituto Bíblico, logo do norte de Anápolis ilustram esta última afirmativa. A superfície de 1.^a erosão apresenta uma vegetação nativa de «campo cerrado». Os latossolos húmicos nesta superfície são representados nos mapas de solos para Agricultura e também nos de solos para Engenharia para categoria n.^o 2. As áreas de laterita, suficientemente grandes para serem delineadas, são representadas pela categoria n.^o 1 também nos 2 mapas.

A «superfície de 2.^a erosão» moderadamente inclinada, ocorre em inúmeras pequenas áreas 5 a 25 m abaixo do nível geral da 1.^a superfície de erosão (fig. 27). A oeste de Planaltina, entretanto, a superfície de 2.^a erosão estende-se a grandes distâncias com raros (como próximo a Matão) «buttes» e da superfície de 1.^a erosão.

Em muitos casos há um declive abrupto de 20 a 30% da 1.^a para a 2.^a superfície. Entretanto, em certas áreas, cada uma de per si muito pequena, a 1.^a superfície se degrada suavemente na segunda. Neste último caso não ocorrem «debruns» de laterita.

Onde a ruptura do declive é brusca foi sempre encontrado um «debrum» de laterita, em geral consistindo de cascalhos concrecionais com 1, 2 ou mais metros de espessura ao longo da borda da 1.^a superfície, e na própria encosta. A superfície de 2.^a erosão, com pequenas exceções, não contém lateritas, conforme indicado no capítulo relativo à laterita (ver fig. 27). Tal como foi dito no capítulo de vegetação, esta superfície de 2.^a erosão apresenta também uma vegetação de campo cerrado exceto a zona ao norte de Goiânia, oeste de Anápolis e sul de Jaraguá que apresenta um Latossolo Húmico de textura que varia de argilosa a limo-arenosa e espessura que varia de 4 a mais de 12m.

A superfície de 2.^a erosão é apresentada nos mapas de solos para Agricultura e Engenharia pela categoria n.^o 4.

As categorias de vales, n.^{os} 5 e 10, desses mapas, ficam também na 2.^a superfície — em verdade as vertentes dos vales podem bem ser consideradas como uma "superfície de 3.^a erosão", os terraços no interior de alguns vales (Watson, 1954), uma 4.^a superfície e as planícies inundáveis, uma 5.^a (Ruhe 1954a).

Estudos mais profundos destas correlações podem ajudar a elucidar a história geomorfológica da área.

O autor desta Seção não tem autoridade para proceder à determinação da idade das superfícies de erosão partindo de qualquer dos elementos evidenciados no terreno. Entretanto, de acordo com a literatura consultada, apresentamos aqui as seguintes sugestões para serem futuramente confirmadas. Quase tôdas as lateritas endurecidas, no mundo inteiro acham-se associadas a penepanícies sobrelevadas e consideradas como tendo sido formadas na Era Terciária (Prescott e Pendleton, 1952). Ruhe (1954) analisou criti-

camente as observações anteriores sobre a geomorfologia das peneplanícies e superfícies de erosão na África e relata suas próprias pesquisas detalhadas sobre superfícies de erosão nos Planaltos centro-Africanos.

Ruhe declarou que foram identificadas duas formações importantes na África Central — a mais antiga e mais alta superfície de erosão a qual é subordinada ao período terciário médio (Mioceno) e a superfície mais baixa, ao fim do Terciário (Plioceno). O corpo técnico de Belcher & Assoc. sugeriu uma possível correlação das duas superfícies de erosão que ocorrem no Retângulo com estas observadas na África.

King (1950) propôs uma correlação universal das superfícies de erosão a qual tem sido discutida com base em dados os mais variados. Ruhe (1954a) (págs. 17, 24 e 36) afirmou que, para a África, em particular, a superfície do Cretácico «Gondwana» corresponde, geograficamente, à superfície do médio-terciário de outros autores e sua superfície «Africana», ao fim do Terciário.

As pesquisas próprias de Ruhe indicam a existência de 6 superfícies de erosão da Era Quaternária na África Central e como, com uma sobrelevação local (também apontada por King, 1949, 1951, p. 191) essas superfícies podem existir lado a lado com as da Era Terciária.

É possível que as encostas florestadas, os terraços incisos e áreas inundáveis do Retângulo possam representar também superfícies de erosão do Quaternário. As fotografias panorâmicas mostradas nas planilhas III A, IV A, 1 B, V B (Ruhe 1954a) são típicas formações também encontradas no Retângulo.

De acordo com Ruhe (1954a) os «buttes» da superfície de erosão do terciário médio que se elevam 20 a 25 m acima da superfície geral de erosão são capeados com uma crosta de laterita bem endurecida, enquanto que a superfície do fim do terciário apresenta um manto de blocos detriticos e cascalho laterítico. Os «buttes» que ocorrem no Retângulo são semelhantemente capeados com laterita endurecida e/ou cascalhos lateríticos concrecionais, mas a superfície de 2ª erosão é inteiramente isenta de laterita detrítica.

Esta ausência de laterita detrítica acredita-se ser devida ao fato de que a laterita do Planalto Brasileiro foi formada como resultado de um movimento lateral da água, provavelmente após a superfície de 1ª erosão estar já parcialmente sobrelevada e dissecada (Ver Capítulo sobre laterita).

LATERITA ("CANGA")

A laterita ocorre em várias formas dentro do Retângulo e, presumivelmente, sobre a maior parte do Planalto Central (Marbut, 1923; Sternberg em Prescott & Pendleton, 1952; Watson, 1954). O termo «laterita» foi proposto, pela primeira vez, por Buchanan em 1807 como o nome de um depósito altamente ferruginoso (Buchanan, 1807).

A palavra vem do Latim, «Lateritis»; Latter significa um tijolo e se relaciona com o seu uso como material de construção e não à sua cor vermelha

como, mais tarde, alguns escritores o disseram. (Prescott & Pendleton, 1952). O termo laterita é usado neste relatório em seu sentido original e especialmente modificado como sugerido por Prescott and Pendleton, 1952 e Kellogg 1949. (Du Preez, 1949 e Da Costa, 1949). Assim, a palavra laterita não será usada como o nome de um grande grupo zonal de solo, (*) mas será usada como o nome dos materiais ricos em sesquióxidos que endurecem quando expostos ao ar e, especialmente, das relíquias de tais materiais. Podem ser reconhecidas quatro formas principais destes materiais. (Kellogg, 1949).

- 1) Argilas jaspeadas moles que se transformam irreversivelmente em conglomerados ou crostas quando expostas.
- 2) Celular e conglomerados jaspeados em crostas (blocos vesiculares).
- 3) Concreções.
- 4) Concreções consolidadas (pisolítico e vesicular).

Durante o trabalho no Retângulo, tôdas as 4 formas foram vistas, sendo as concreções a forma mais comumente observada, e as argilas jaspeadas moles extremamente raras. Du Preez (1949) em uma discussão e revisão histórica da laterita (principalmente relíquias) define-a da seguinte maneira: «Laterita é uma massa vesicular, concrecional, celular, vesicular, semelhante a escória pisolítica ou semelhante a concreto, consistindo principalmente de óxidos férricos com ou sem quartzo mecânicamente enrascado e pequenas quantidades de alumina e manganês; ela é de dureza variável mas é, em geral, facilmente esmigalhável quando recebe um golpe sêco de martelo. Esta ampla definição descreve a laterita do Retângulo com muita propriedade.

A literatura sôbre laterita, suas características, sua ocorrência e as teorias de sua formação, é enorme — excessivamente grande para ser devidamente resumida aqui. Muito mais, porém, precisa ainda ser conhecido sôbre a origem da laterita. As duas grandes resenhas sôbre o assunto, são: Prescott e Pendleton, 1952 e Ponnamperuma, 1954. Ambos os trabalhos encerram extensas bibliografias. Alguns trabalhos selecionados sôbre as teorias de formação da laterita: Campbell (1917), Mohr e Von Baren (1954), G. Walgemans (1954), Greene (1950), Kubiens (1954), Aubert (1954), Jackson e Sherman (1954), Du Preez (1949), Da Costa (1949). Russell — (1950, cap. 29).

Muito resumidamente, a laterita pode ser, provávelmente, considerada, em alguns casos como um horizonte eluvial desenvolvido de um solo atual altamente lixiviado ou, como é comum no Retângulo, o horizonte eluvial exposto de um solo «fóssil». Em outros casos, a laterita parece estar intimamente associada com o movimento da água subterrânea e como tal, seria talvez melhor considerada como um fenômeno geológico. A laterita endurecida é extremamente resistente a ulterior intemperismo (Kellogg e Davol — 1949).

(*) Em um Grande Grupo de Solo Intrazonal — Laterita hidromórfica é o termo usado porque a laterita é uma forma essencial do perfil. Tais solos ocorrem na Austrália.

A maior ocorrência de laterita no Retângulo é numa faixa estreita em tórno das bordas de quase todos os remanescentes da «superfície de primeira erosão» — a peneplanície ou chapada. Essa faixa é, em geral, de uns poucos metros até mais de 100 m de largura e, tipicamente, consiste de uma camada de menos de 1 m até uns poucos metros de espessura de cascalho laterítico concrecional solto, normalmente sustentada por uma camada de laterita endurecida vesicular ou pisolítico de espessura desconhecida mas, provavelmente, só uns poucos metros ou menos, de espessura.

Embora estas espessuras de laterita possam ser observadas ao longo da maioria das arestas das chapadas, uma evidência preliminar indica que nenhuma ou muito pouca laterita ocorre sob a superfície da peneplanície. Um poço d'água de 12 km ao norte de Anápolis, na peneplanície não apresenta laterita no fundo a 12 m de profundidade. Cinco poços no entroncamento das estradas Anápolis-Corumbá e Anápolis-Pirenópolis na peneplanície também não apresentam laterita no fundo — 15 m. Um poço logo ao sul do Rio Corumbá, na estrada que corre para nordeste, de Anápolis para Planaltina mas, junto à borda da peneplanície, apresenta, apenas, um pouco de cascalho concrecional — disseram ocorrer a 9 m; o poço tem 10 m de profundidade (medida). Um poço de 10 m na borda da peneplanície, nesta última estrada, consiste de 1 m de argila parda, sobre 1,25 m de cascalho laterítico concrecional o qual, por sua vez, fica sobre uma variegada côr de alfazema e um material amarelo semelhante a argila.

Uma explicação inspirada é a que foi proposta por Greene (1950, 1947 e citada por Prescott & Pendleton, p. 32, 1952) de movimento lateral de água subterrânea e como dito por Campbell, 1917 e por outros mais recentes, que a laterita se forma por precipitação de ferro solúvel contido na água subterrânea, em forma férrica como laterita. Por conseguinte, a laterita na borda da peneplanície é, em grande parte, um fenômeno de «Franja» que se processou com o abaixamento do nível hidrostático durante o tempo geológico. Uma vez que a laterita se acha agora exposta na borda da peneplanície ela é considerada como sendo em grande parte, senão inteiramente, reliquial.

Nós somos de opinião que este «debrum» de laterita estende-se apenas uns poucos metros para dentro e por baixo da peneplanície. Uma prova de sondagem profunda ao longo da borda da peneplanície forneceria dados adicionais quanto a êsse aspecto. Entretanto, a maior parte da literatura publicada na África, na Austrália e na Ásia, indica que as camadas de laterita são contínuas sob toda a área de algumas peneplanícies sobrelevadas e não um fenômeno de «debrum» (op. cit.). Todas as pequenas peneplanícies remanescentes (aquelas suficientemente pequenas para serem consideradas como «buttes») examinadas pelos técnicos eram, invariavelmente, cobertas de laterita com cascalhos concrecionais expostos de 1 a 5 m de espessura.

Ocasionalmente, ocorrem blocos de laterita endurecida vesicular ou pisolítico, ao longo das arestas dos «buttes». Êstes blocos, em geral, se elevam

vários centímetros a mais de 0,5 m acima da superfície do «butte». Este fato é considerado como sendo uma prova de que êsses blocos são reliquiais e a superfície da terra tem se erodido geològicamente, talvez 1 ou mais metros, desde que a laterita se formou.

Os flancos dos «buttes» são cobertos com cascalhos lateríticos concrecionais de 1 a 2m de espessura.

A mesma espécie de blocos lateríticos é, semelhantemente, exposta, em geral, sem qualquer cascalho laterítico, em muitos pontos ao longo das bordas das peneplanícies da faixa sedimentar dobrada a leste do Retângulo; especialmente nas quadriculas 5, 6 e 12.

A superfície de 2ª erosão, convexamente inclinada, é essencialmente isenta de laterita exceto em duas pequenas zonas de ocorrência e uma ocorrência isolada inexplicável. Esta generalização, embora não plenamente conclusiva, é baseada num grande número de «perfis», levantados por nossos técnicos, de um grande número de poços d'água domésticos, cavados a mão, variando de 8 a 15 m de profundidade e poços representativos da maioria das cidades e as duas cidades de Anápolis e Goiânia no Retângulo. Além disso, numerosas ravinas longas e profundas e alguns cortes de estrada de ferro, ou foram estudados em detalhes ou casualmente observados juntamente com a ocorrência de laterita e tendo em mente especialmente as superfícies de 1ª e 2ª erosão.

As duas zonas menores de ocorrência de laterita na superfície de 2ª erosão, são :

1) em algumas rupturas de declive há uma formação localizada de cascalhos concrecionais. Esta parece ser devida ao movimento lateral da água subterrânea durante a estação chuvosa e deve ser uma zona de formação atual de laterita;

2) de forma descontínua ao longo de umas poucas encostas mais baixas, 25 a 100 (e mais) metros acima do ponto mais baixo da encosta, ocorrem, expostos, uns poucos blocos endurecidos de laterita vesicular, em geral, elevando-se 30 a 60cm acima da atual superfície de erosão.

Êstes blocos parecem ter menos de 1 m de espessura horizontal e, em geral, não apresentam nascentes ou exsudações atuais — uma vez ou outra apresentam, entretanto. Êstes são, também, considerados reliquiais. Talvez êls indiquem locais de nascentes ou exsudações de um período geológico mais antigo quando o nível hidrostático estava num plano mais elevado. Os poços d'água nas proximidades como observado na fazenda de eucaliptos da Estrada de Ferro do Estado próxima a Leopoldo de Bulhões, não apresentam qualquer laterita — suportando, assim, uma formação por precipitação local (Greene, 1950). A ocorrência isolada inexplicável de cascalhos lateríticos concrecionais vistos na superfície de 2ª erosão se dá em longas grotas de erosão, no vale que fica logo a noroeste de Leopoldo de Bulhões. Outras grotas profundas, também em áreas gnáissicas, tais como em Silvânia e em torno de Anápolis, não têm zonas lateríticas.

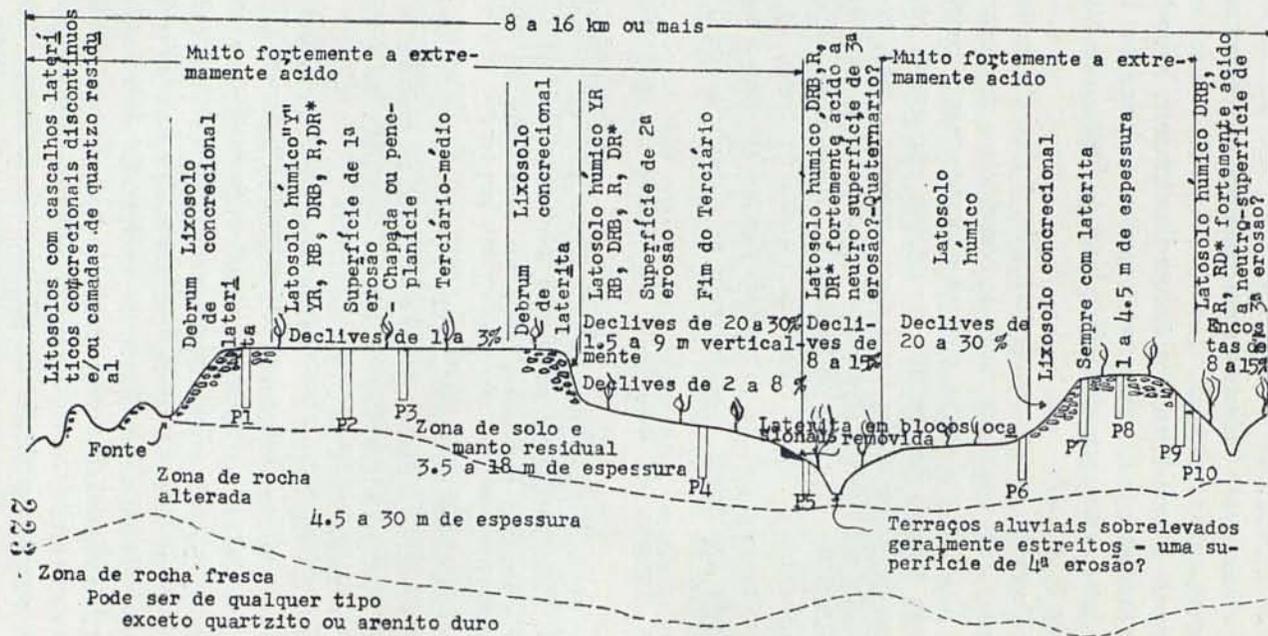


Figura 27 — Seção transversal mostrando o corte generalizado do solo e as correlações geomorfológicas do Retângulo — Goiás e de Minas Gerais, Brasil — baseada nos estudos de campo procedidos por R. Feuer. Setembro-Novembro, 1954.

(*) Ver legenda

Numerosos morros arredondados irregulares variando em altura relativa desde logo abaixo do nível das peneplanícies até bem dentro da superfície de 2ª erosão, apresentam o «bedrock» intemperizado rente à superfície. Uma «couraça» laterítica maciça endurecida de cerca de 1/2 a 1 metro de espessura, sobrepõe-se, em geral, ao «bedrock» intemperizado. Algumas concreções ocorrem, usualmente, sobre esta «couraça». O solo argiloso tem apenas umas poucas polegadas de espessura e é classificado como um Litossolo. Áreas como essas são representadas em ambos os mapas de solos para Agricultura e Engenharia como categoria nº 3.

Nos litossolos movimentados a escarpados de todo o Retângulo (áreas de «bedrock» intemperizado rente à superfície) ocorrem camadas descontínuas, em geral finas, de cascalhos lateríticos concrecionais com ou sem camada de fragmentos residuais de quartzo por baixo (e em uns poucos lugares, com alguma laterita maciça endurecida). As camadas de fragmentos de quartzo ocorrem somente onde o «bedrock» contém quartzo livre, a maior espessura de quartzo ocorrendo onde o conteúdo de quartzo do «bedrock» é maior.

Em geral os cascalhos lateríticos concrecionais tendem a ocorrer concêntricamente com a superfície atual da terra nessas áreas litossólicas: Watson, (1954), Du Preez, (1949, p. 62). Isto pode ser considerado uma evidência de formação atual de laterita, embora não deva ser inteiramente desprezada, em quaisquer futuras investigações das lateritas do Retângulo, a possibilidade de mesmo essa ocorrência ser também reliquial.

FATORES DE FORMAÇÃO DO SOLO

Cinco fatores, operando em conjunto, produzem esse corpo natural que se chama *solo*. As características do solo em qualquer lugar do mundo dependem dos efeitos conjugados desses cinco fatores genéticos. O *clima* e a *matéria viva* condicionados pelo *relevo* atuam nas rochas matrizes através dos tempos. Muitos milhares de combinações desses fatores são possíveis — cada uma resultando numa determinada espécie de solo.

Através do processo de classificação, o homem coordena seus conhecimentos sobre solos. Cada solo é um indivíduo no «continuo espaço-tempo».

Cada solo consiste de várias camadas chamadas «horizonte» dispostas umas sobre as outras. Estas camadas refletem os efeitos dos fatores de formação do solo. Uma determinada espécie de solo apresenta um conjunto de características de variação definida estabelecido pela lógica da classificação.

É possível relacionar a pesquisa, o comportamento observado do solo e as previsões de reação dos solos com os conjuntos de características. Esses conjuntos de características quando considerados dentro de estreitos limites constituem tipos de solo, enquanto que, quando considerados dentro de limites mais amplos, tal como delineados neste relatório, constituem grandes grupos de solos. Latossolo Húmico é o nome de um grande grupo de solos que apre-

sentam uma linha definida de características (ver definição de Latossolo Húmico).

Um solo é um pedaço tridimensional da paisagem cuja face superior é a superfície da terra, a face inferior é considerada como sendo o limite inferior da ação das forças biológicas e cujos limites horizontais são estabelecidos por uma determinada linha de associação de características.

ROCHA MATRIZ E INTEMPERISMO

O intemperismo das rochas é o primeiro estágio da formação do solo. Todos os solos se intemperizam da mesma maneira dentro de 13 fases distintas (Jackson & Sherman, 1953). O intemperismo é mais rápido onde as temperaturas são mais altas e a água é abundante. Sob tais condições, as rochas se decompõem rapidamente. Mineraiis primários se transformam em secundários, feldspatos, por exemplo, se transformam em caulim. Sob tais condições, tendem a se formar os solos de grandes profundidades e consistem principalmente de argila. De acordo com Jackson e Sherman (1953) dentro de qualquer perfil de solo a fase do intemperismo é mais avançada no horizonte A, menos no B e mínima no C. A fase na qual o solo começa a se formar depende da fase de intemperismo da rocha matriz. Jackson (1948) mostrou que 3 a 5 mineraiis dominaram o colóide em qualquer estágio e em qualquer horizonte sob a forma de uma curva de distribuição de 40 a 60% por 1 a 2 mineraiis.

Os latossolos húmicos, do Retângulo, são, provavelmente, a fase nº 12 ou fase óxido, nessa seqüência de intemperismo. Eles devem ter também algumas características da fase 10 ou fase caulim, especialmente nos horizontes B e C.

A finura e a natureza da rocha matriz também afetam a fase do intemperismo. Solos de regiões tropicais mornas e equatoriais acham-se, em sua maioria, em fases avançadas de intemperismo (10 a 13). Tais solos são chamados Latossolos (Jackson & Sherman, 1953; Kellogg, 1949). Sob condições tropicais, os Latossolos se formam de quase todas as espécies de rochas exceto as mais silicosas.

INFLUÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA VEGETAÇÃO

Em regiões tropicais a matéria orgânica se forma e é destruída muito rapidamente. Enquanto que o intemperismo desceu a grande profundidade e, em fases avançadas, as árvores de raízes profundas são mais eficientes ao trazer os alimentos das plantas para as camadas superiores do solo (através da queda das folhas) do que as gramíneas — o contrário se verifica, em geral, nas Regiões Temperadas.

Sob boa administração, rápida deterioração da matéria orgânica e liberação dos alimentos das plantas, os solos tropicais podem ser utilizados no desenvolvimento de culturas de alto rendimento.

CLIMA

O clima afeta os solos de várias maneiras, em geral, como que atenuando as influências da rocha matriz e do relevo mas, algumas vezes sendo definitivamente subjugado por êsses muitos fatores locais. Climas mornos e úmidos tendem, em geral, a produzir solos de côr avermelhada provenientes de muitas espécies de rochas. Entretanto, devido às influências de outros fatores, em particular associação com o clima produzem-se, muitas vezes, solos castanhos, amarelos ou pretos, às vezes com características diferentes. Uma alta precipitação favorece o desenvolvimento de solos ácidos lixiviados. O clima afeta muito diretamente a espécie de vegetação embora aqui, novamente, se um ou mais dos outros fatores exercer influência muito forte, a vegetação local refletirá esta influência em detalhe.

RELEVO

O relevo altera enormemente as influências de outros fatores de formação do solo. Encostas íngremes perderão mais água por escoamento que as suaves e apresentarão, em geral, solos menos profundos que estas. Submetidos ao cultivo, os solos de encostas mais íngremes podem erodir-se mais rapidamente que os de encostas mais suaves. Os Latossolos Húmicos com suas argilas inertes e consistência friável (estrutura granular) absorvem água facilmente. *Entretanto, a erosão uma vez iniciada pode progredir rapidamente.* Da mesma forma, porém, os métodos de controle de erosão são mais simples que os requeridos em regiões temperadas. Estas mesmas características de argila e estrutura dos Latossolos húmicos têm dado lugar a que grandes áreas, de declives relativamente suaves, sejam bem drenadas naturalmente.

Onde a remoção geológica de materiais intemperizados se processa tão rapidamente quanto os solos se podem formar, somente delgados Litossolos podem se desenvolver. Isto é o que acontece sobre muitas áreas montanhosas e escarpadas do Retângulo.

TEMPO

A formação do solo leva tempo — para alguns solos talvez uns poucos milhares de anos apenas; para outros, muito mais.

Quanto, é difícil determinar. Comparados com os das áreas glaciadas das regiões temperadas do norte, os Solos do Retângulo levaram muitos milhões de anos para se formar, em vez de apenas milhares e também sob condições muito mais quentes e úmidas. Por conseguinte, não deve constituir surpresa constatar que os solos latossólicos húmicos do Retângulo são muito profundos, ácidos e quase inteiramente lixiviados. Entretanto, a excelente drenagem natural, a estrutura física e o clima favorável da região indicam uma grande produtividade potencial sob administração científica.

OS SOLOS DO RETÂNGULO (GRANDES GRUPOS DE SOLOS)

Nove grandes grupos de solos foram reconhecidos como ocorrendo no Retângulo; são eles: Latossolos Húmicos, Latossolos Arenosos, Lixossolos Concrecionais, Terras francas arenosas podzolizadas vermelho-amareladas, Gleys pouco húmicos, Gleys húmicos, Solos turfosos, Lateritas hidromórficas e Litossolos (ou Solos Esqueléticos).

Os latossolos húmicos e os litossolos são os dois grupos mais encontrados no Retângulo, abrangendo aproximadamente 90% deste, sendo talvez 40% do Retângulo cobertos de latossolos húmicos. Os Lixossolos concrecionais ocupam aproximadamente 5% do Retângulo.

Embora a literatura sobre solos tropicais e subtropicais seja extremamente volumosa, ainda não existe um esquema de classificação metódica aceitável. Várias propostas de classificação têm sido feitas. Muitas das pesquisas nos trópicos têm sido conduzidas isoladamente por indivíduos com diferentes objetivos, conceitos, terminologia e métodos de estudo. A maioria dos estudos tem sido, por necessidade, de natureza geral — exploração ou reconhecimento. Alguns estudos são ligados principalmente à geologia, à vegetação ou às seqüências de catena.

Descrições geomorfológicas detalhadas de perfis são raras na literatura existente. Quase todos os peritos propõem novos nomes de grupos de solos (presumivelmente mais ou menos equivalentes aos Grandes Grupos de Solos) para os solos que eles observaram.

A discussão sobre laterita, solo laterítico e latossolo parece ser infundável.

Esse estado de coisas aparentemente incerto é uma situação salutar uma vez que ela indica que os cientistas de solos de todo o mundo estão apenas começando a aprender alguma coisa sobre as numerosas espécies de solos que, sem dúvida, existem nas Regiões Tropicais e Equatoriais. Isso revela nitidamente nossa grande necessidade de descrições objetivas e mais detalhadas destes solos e nossa necessidade de um amplo esquema de classificação — um em que haja a concordância geral de todos os cientistas de solos do mundo. Talvez seja demais desejar isto agora. Contudo, é urgente a grande necessidade de organizar não somente nossos conhecimentos sobre solos mas também sobre fertilizantes e experiências sobre culturas em relação a específicos tipos de solo, se os habitantes de muitas das regiões equatoriais quiserem colher muitos benefícios da agricultura científica. Por exemplo, se o consultor de manejo do solo em uma área nova, como a do Retângulo, puder se basear, com certo grau de confiança, em experiências de fertilização e calcificação dos mesmos solos em uma área mais conhecida, como partes bem estudadas da África, Puerto Rico, Hawaii ou Brasil, ele pode orientar o desenvolvimento local da agricultura mais efetivamente.

Uma vez que era desejo do Prof. Belcher que os técnicos da Agricultura da companhia tentassem não somente classificar os solos mas também avaliar o potencial agrícola dos solos, a declaração precedente impressionou ainda

mais vivamente o autor. A investigação procedida para confirmar os dados experimentais (dos quais havia abundância) foi pontilhada de incertezas; isso foi sentido, principalmente, porque havia dúvidas sobre quais eram as características reais dos perfis dos solos sobre os quais a pesquisa havia sido feita.

Os muitos grupos de solos (ou provisoriamente chamados grupos) que aparecem na literatura e que parecem ser idênticos ou, pelo menos, semelhantes aos Latossolos, são arrolados na «Seção de Definição dos Têrmos». Muitos destes têm características que se enquadram na linha do Grande Grupo de Solos provisoriamente chamado «Latosolos Húmicos».

O Grande Grupo de Solos Latossolos Húmicos foi, pela primeira vez, proposto por Cline no Hawaii em 1947 (1952). Vários outros pedólogos têm usado o conceito e/ou o nome do grupo em estudos publicados. (Kellogg, 1949; Reed, 1951; Bonnett, 1950; Jackson e Sherman, 1953; Lugo Lopez & Bonnett, 1950; Chu e Sherman, 1952; Sands, 1954; Aubert, 1954). Muitos outros especialistas em solos preferem não usar o termo Latossolo, embora descrevendo tipos de solo semelhante. Os termos Laterita ou Laterítico aparecem talvez com mais frequência na literatura.

De acordo com o relatório de Du Preez (1949), alguns pedólogos consideram as verdadeiras lateritas como apresentando uma fração argilosa com relação molar sílica-alumina igual a 1.3 ou menos e o solo laterítico como tendo uma relação molar de 1.33 a 2.00. A presença de ferro foi desprezada. Outros consideram o «solo laterito» como tendo uma camada de laterita endurecida e solos lateríticos como aqueles em que poderia, eventualmente, se formar essa camada.

A definição química não pode ser aplicada no campo e é também discutida a aplicabilidade dessas relações (Prescott e Pendleton, 1952; Jackson e Sherman, 1953; Mohr & van Baren, 1954). Tal como analisado na Seção relativa a Laterita, este termo é melhor empregado para materiais ricos em sesquióxidos, (em geral endurecidos, algumas vezes, mole), do que como nome de uma espécie de solo. Alguns nomes recentemente propostos para estes solos anteriormente chamados Laterito ou Laterítico, são: «Chromosol», ou «Latosol» (V.S.), «Ferralite» (Inglaterra, «Ferrikaolin» (Rodésia) e «Krasonem» (Austrália). Nosso corpo técnico preferiu usar o termo «Latosolo», como proposto pelos pedólogos norte-americanos para denominar estes solos (Kellogg, 1949). Os outros nomes, possivelmente equivalentes, são analisados mais amplamente na definição dos termos de tal forma que o leitor possa compreender mais facilmente estes solos independente da região equatorial com que ele esteja familiarizado.

LATOSSOLOS HÚMICOS

Sands (1954) declarou: «O Latossolo Húmico foi escolhido por Cline como a idéia central de um Latossolo, principalmente porque ele é considerado como tendo se formado sob condições climáticas medianas entre os dois

extremos encontrados nos trópicos (estação seca e elevada precipitação) e porque êle é o mais comumente associado com o termo Latossolo.

Cline, 1952, e Kellogg, 1949, definiram um Latossolo Húmico do Hawaii como: «Solos vermelhos, pardo-avermelhados, pardo-amarelados ou pardos que se formam sob 40 a 100 (localmente 150) polegadas anuais de precipitação, embaixo de uma floresta baixa mas densa. Geralmente ocorre um curto período de seca mas solos virgens nunca são dissecados. Altitude de 0 a 800 m acima do nível do mar. (Mais altos em alguns locais). Diferenciado do Grupo 1 (Latossolo Pouco Húmico) à base de uma cor parda bem definida, moderado a intensamente desenvolvido, horizonte A1 de granulação média a grossa contendo tanto como 10% de matéria orgânica. Nenhuma diferenciação de horizonte textural. Argilas «friáveis» generalizadas. Silica e parte do ferro e do alumínio básicos perdidos. Percentagem de óxidos livres relativamente alta. Relação sílica — sesquióxidos geralmente menor que 1 e sílica-alumina aproximado de 1.0. pH geralmente abaixo de 5; capacidade de troca 20 a 40, e fortemente influenciados por matéria orgânica que penetra até 2m, mas não é notada pela coloração. Pobre em fósforos, fixado pelo hidróxido de potássio. Proveniente de basaltos, andesitas, basaltos andesíticos e aluvião». Chu e Sherman (1952) declararam que os Latossolos húmicos do Hawaii são muito ácidos e têm baixa saturação pelas bases. Os minerais da fração argilosa consistem de 30 a 50% de caulinita e o resto é uma mistura de óxidos hidratados de Fe e Al.

Os pedólogos brasileiros nos Estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio Grande do Sul, dizem que a caulinita é o material da argila de certos solos daqueles estados; sugere-se que êstes solos sejam classificados no grupo «Latossolo húmico».

Fripiat e Gastuche (1952), como resultado de estudos eletrônicos e outros estudos microscópicos, dizem que as argilas cauliniticas de Latossolo do Congo Belga (êstes solos provàvelmente se assemelham muito aos do Retângulo) apresentam capeamentos de óxido de ferro dispostos de duas maneiras: 1) O óxido de ferro capeia a caulinita, irregularmente, nos divisores; e 2) regularmente, com uma tênue película sôbre a superfície e entre as imbricações das camadas de argila. Esta película de óxido de ferro é grandemente responsável pela extrema friabilidade das argilas latossólicas — a característica mais favorável. Por outro lado, esta película de óxido de ferro fixa o fósforo sob a forma de fosfatos de ferro, muito pouco assimiláveis pelas plantas. Fripiat, J.J. e Gastuch, M.C.: 1952 — *Étude Physico-Chimique des Surfaces des Argiles; Les combinaisons de la Kaolinite avec les oxydes du fer trivalent*, Institut National pour l'Étude Agronomique Du Congo Belge (INEAC), Bruxelles, Serie Scientifique N° 54, 60 pp.

De Macedo (1948) diz que as curvas de desidratação da fração argilosa de um «solo laterítico vermelho», da Angola, indicou a presença de óxidos de Al e Caulinita.

Notícias de Queensland dizem que o Krasinems apresenta uma fração argilosa de caulinita mais óxidos. D'Hoore (1954) acusa caulinita em solos tropicais na superfície superior de erosão no Congo Belga. Os Latossolos húmicos são tanto a fase 10 como a 12 das fases de intemperismo de Jackson e Sherman (1953). Aubert (1954) considera caulinita como o silicato predominante dos solos lateríticos com fração argilosa (Latossolos húmicos).

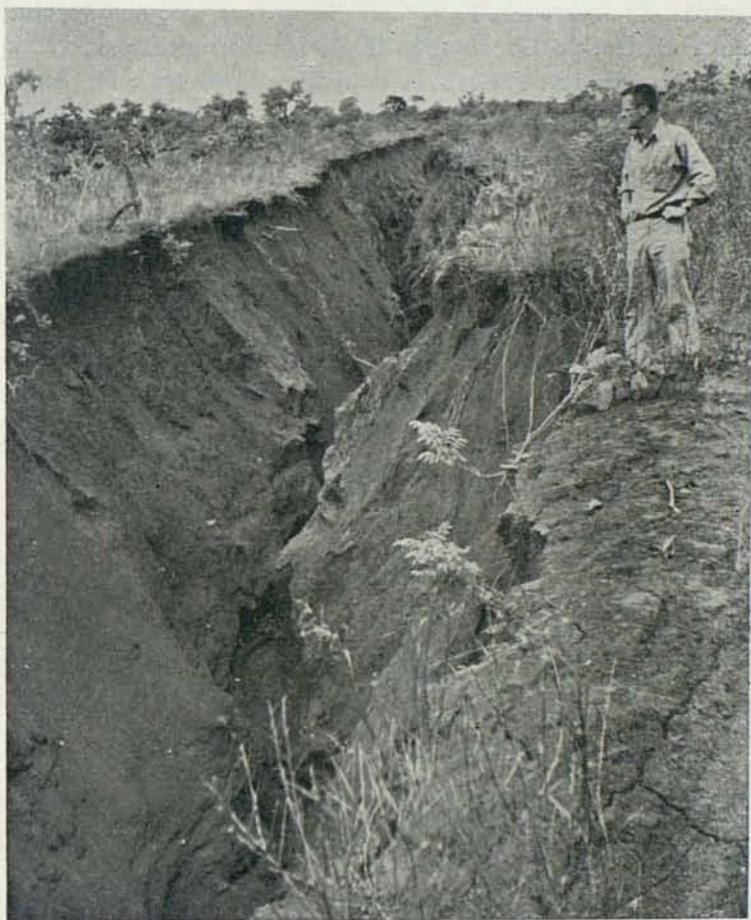


Figura 28 — Grota de erosão típica de Latossolos húmicos

Latossolos húmicos com espessos e bem formados horizontes A1, A3/B1, ou B1, B2, C ocorrem em todo o Retângulo tanto na superfície de 1ª erosão como na de 2ª, em encostas desde quase planas até moderadamente inclinadas. A vegetação nativa é o «campo cerrado» com 6 a 25 m de altura. Dentro da verdadeira zona de floresta a oeste de Anápolis, os Latossolos húmicos ocorrem em encostas moderadamente inclinadas a acidentadas. Muitas

côres dos horizontes A1, variam do pardo («amarelo» quando sêco) ao pardo-avermelhado, pardo-avermelhado escuro, vermelho e vermelho-escuro. Vários matizes de pardo-amavelhado e vermelho são observados. A coloração do solo parece ser relacionada com os minerais da rocha matriz (Reed, 1951) e não com a posição topográfica (correlação com as catenas). Os solos cinzentos e pretos de alguns vales são, provavelmente, verdadeiras associações de catenas dos solos pardos a vermelhos escuros acima citados. Êstes solos cinzentos (Gley pouco húmico) e pretos (Gley húmico) tem ocorrência muito limitada. A ocorrência localizada de laterita reliquial é analisada na seção intitulada Laterita. Os Latossolos húmicos formaram-se sôbre diversos gnaisses, xistos e rochas sedimentares (exceto quartzitos e arenitos) que têm sido intensamente intemperizados.

Alguns exemplos de Latossolos húmicos descritos aqui são :

Estação n^o 20 — 8 km a leste de Anápolis em corte fresco próximo ao novo prédio da administração da Estação Experimental do Ministério da Agricultura, em Anápolis. «Bedrock», provavelmente, gnaisse granítico. Rocha não intemperizada a 62 m de profundidade dentro de um poço perfurado (Watson, 1954).

No meio de um longo declive de 5%.

«LATOSSOLO HÚMICO» pardo-avermelhado escuro (*)

A1 0-12" — 0-30 cm :

Argila; pardo-avermelhado escuro — 2.5 YR 3/4, quando úmido; 2.5 YR 3/6 — vermelho escuro quando sêco. (Os números se referem ao Sistema de côres de Munsell do «Munsell Color Soil Book» — Edição de 1954). Estrutura muito frágil, em blocos médios subangulares, reduzindo-se facilmente à estrutura granular fina, rígida, porém macia ao tato; muito friável. p H 4.6 (Indicador de Campo).

A3/B1 12-24" — 30-60 cm:

Argila; vermelho — 10 R 4/6 quando úmido, 10 R 3/6 — vermelho quando sêco. Uma rígida estrutura granular, macia, ao tato e muito friável, dentro de uma estrutura extremamente frágil de blocos médios subangulares. Grânulos muito difíceis de quebrar para determinar a textura. Extremamente friável. p H 4.7.

B2 24-50" — 60-125 cm :

Argila; vermelho escuro — 10 R 3/6 quando úmido, 10 R 4/8 vermelho quando sêco. Estrutura extremamente frágil de blocos médios e finos subangulares, desmancha-se ao tato quando sêco reduzindo-se à estrutura granular fina e rígida. Muito friável. Extremamente difícil de quebrar os grânulos para determinar a textura. A sensação ao tato é arenosa a menos que inteiramente reduzido a pó. Nenhum derrame de argila sôbre os agregados. p h 5.4.

(*) Os termos usados para descrever os solos são os recomendados no «Soil Survey Manual», Manual de Agricultura n^o 18 da Divisão de Levantamento do Solo do Departamento de Agricultura — 1951.

C1 mais de 50" — mais de 125 cm:

Argila (observada a 60"); vermelho escuro 9 R 4/6 quando úmido, 10 R 4/8 — vermelho quando seco, maciço ou frágil. Estrutura em blocos graúdos subangulares, que se reduz a granular fina. Brandamente resistente à ruptura para determinação da textura. Friável. p H 5.8.

Foi necessário umedecer todos os solos examinados com água de uma garrafa de sifão para avaliar adequadamente a coloração, a textura e a consistência. Os Latossolos Húmicos pardo-avermelhados escuros, ocorrem em larga escala em tórno de Anápolis sobre «bedrock» de gnaiss granítico, em geral, na superfície de 2ª erosão. Nas proximidades da superfície de 1ª erosão (chapadas) as côres do solo são pardo-avermelhadas ou pardas. Entretanto, na Q-15 em xistos e em algumas partes da área de rocha sedimentar dobrada a leste do Retângulo, os Latossolos húmicos pardo-avermelhados escuros formaram-se de outras espécies de rochas. Isto aponta determinados minerais como a razão de uma determinada côr em um Latossolo Húmico.

Na Q-15, a leste, os Latossolos Húmicos pardo-avermelhados escuros ocorrem na superfície de 1ª erosão. Os acidentados Latossolos Húmicos sobre gnaisses básicos são também pardo-avermelhados escuros na Q-7.

No nº 91, na Q-2, e em Minas Gerais (Sete Lagoas) os Latossolos Húmicos pardo-avermelhados escuros desenvolveram-se de um «bedrock» calcário.

No Quadro nº XXI são apresentados alguns dados quimicos relativos ao Latossolo Húmico pardo-avermelhado escuro.

Estação n.º 135 — 12 km ao norte de Anápolis, em uma escavação para o fabrico de adôbe para construção de casas. Em superfície de 1ª erosão, a 2 m de distância de um poço de água de 12 m de altura, recentemente aberto, o qual não apresentou laterita a essa profundidade. 1/4 de km ao sul e 1 1/2 km ao norte, nas bordas da chapada, a laterita ocorre em abundância. «Bedrock» provavelmente de xisto mas não observado.

LATOSSOLO HÚMICO pardo-avermelhado

A1 0-9" — 0-22.5 cm :

Argila; pardo escuro a pardo avermelhado — 7 YR 4/4 quando úmido, 5 YR 5/5 vermelho-amarelado quando seco. Rígida estrutura granular de elementos gigantes ou muito graúdos reduzindo-se facilmente à estrutura granular muito fina, macia mas rígida. Muito friável quando úmido, ligeiramente firme quando seco, muitas raízes de arbustos e gramíneas. Limite inferior claro. p H 5.2 (indicador de campo).

B1 18-48" — 45-120 cm :

Argila; vermelho-amarelado — 5 YR 4/6 quando úmido, 5 YR 5/5 vermelho-amarelado, quando seco. Estrutura muito frágil, em blocos graúdos e médios subangulares reduzindo-se (ao tato quando seco ou ligeiramente úmido) à estrutura granular muito fina e fina, rígida, mas macia.

Extremamente friável. Limite inferior gradual. p H s a 30" (75 cm) — 5.5. a 40" (100 cm) — 5.7.

Cl mais de 48" — mais de 120 cm :

Observado a 60" (1.50 cm). Argila; vermelho-amarelado — 5 YR 5/8 quando úmido, 5 YR 6/8 amarelo-avermelhado quando seco. Maciço, reduzindo-se a uma estrutura granular fina e muito fina, rígida porém macia. O material adere à lâmina do canivete quando úmido. pH a 50" (125 cm) — 6.2. Num poço próximo, a argila vai pelo menos até 12 m.

Estação n.º 52. — 1/2 km a oeste de Planaltina em uma ravina (3 m de profundidade). Não há laterita a essa profundidade.

Superfície de 2ª erosão. «Bedrock» desconhecido mas provavelmente folhelhos. Longo declive de 4% — parte mais baixa. Cerrado alto e árvores baixas.

QUADRO XXI

ALGUNS DADOS QUÍMICOS SÔBRE O LATOSSOLO HÚMICO VERMELHO ESCURO CASTANHO AVERMELHADO, ESTAÇÃO N.º 20

HORIZONTE	PROFUNDIDADE cm	pH		‰ MISTURA ORGÂNICA	CATIONES TROCÁVEIS				FOSF. TOTAL ‰	P kg	ASSIMILÁVEL MÉDIA 18 cm	
		Campo	Lab.		m. e./ 100 g.	Ca	Mg	K				
A ₁	0-30	4.6	4.12	3.75	7.8 (*)	.06 (24)	.04 (*)	.067 (10)	.041 (*)	.041 (52)	1	240
A ₂ /B ₁	30-60	4.7	4.51	2.21	6.2	.07	0.1	.022	.027			
B ₂	60-125	5.4	4.83	1.66	4.2	.03	.03	.026	.023			
C ₁	125 ou mais	5.8	5.20	1.24	3.4	.03	.01	.029	.020			

(*) Em termos de Kg/Ha/2.000.000 kg de solos.

LATOSSOLO HÚMICO vermelho-escuro

A1 0-10" — 0-25 cm :

Argila clara. Vermelho-escuro — 10 R 3/6 quando úmido, 2.5 YR 4/6 — vermelho quando seco. Estrutura granular grossa e frágil, reduzindo-se, ao tato, à estrutura granular fina e muito fina, rígida porém macia. Muito friável. Não plástica. Limite inferior gradual. p H 4.6 (indicador de campo).

A3/B1 10-20" — 25-50 cm :

Argila. Vermelho-escuro. Ligeiramente mais claro que acima porém ainda — 10 R 3/6 quando úmido, 2.5 YR 4/8 vermelho quando seco. Estrutura frágil em blocos subangulares médios, reduzindo-se, ao tato, à estrutura granular fina, rígida porém macia. Muito friável. Não plástico. Difícil dizer qual a textura. Limite inferior gradual. p H 4.6.

B2 20-44" — 50-110 cm :

Argila. Vermelho 9 R 4/8 quando úmido; quase seco — também vermelho e 10 R 4/8 vermelho quando seco. Estrutura muito frágil em blocos subangulares médios, reduzindo-se, ao tato, à estrutura granular rígida porém macia. Muito friável. Não plástico. Difícil dizer qual a textura. Limite inferior gradual. p H 4.6.

C1 44" a 10' — 110-300 cm :

Argila. (Colheita de amostra a 60"). — 150 cm. Vermelho-escuro 10 R 3/6 quando úmido, 10 R 4/8 vermelho quando seco. Também colhida amostra a 9 pés (2.70 m). Maciço, reduzindo-se à estrutura granular fina, rígida porém macia. Muito friável. Não plástico. Textura facilmente determinada P H s a 60" (150 cm) — 4.6, a 72" (180 cm) — 5.8, a 9 pés (2.70 m) descora o indicador.

Os Latossolos húmicos vermelho-escuros ocorrem tanto nas superfícies de 1ª erosão como nas de 2ª na faixa de rochas sedimentares dobradas, presumivelmente, mais do «bedrock» de folhelho — espécie de folhelho, desconhecido. É possível, também, que exista alguma cal no folhelho.

Estes Latossolos húmicos vermelho-escuros também ocorrem a oeste de Anápolis na superfície de 2ª erosão provenientes de gnaisse básicos. Nessa última área, a qual apresenta uma vegetação natural de floresta, os pHs dos Horizontes A 1 e B 1 são ligeiramente mais elevados que a leste, sendo cerca de 5.4 e não, em torno de 5.0.

Os Latossolos húmicos vermelho-escuros provenientes de gnaisse (vegetação nativa de floresta) também ocorrem nas vizinhanças de Belo Horizonte, Minas Gerais. A maior parte da fazenda experimental do Instituto Agrônomo de Belo Horizonte é sobre este solo.

Dentro, portanto, das limitações impostas pelo clima, resultados experimentais dessa estação devem ser aplicáveis diretamente ao Retângulo.

Os Latossolos húmicos vermelho-foscos e vermelho-escuros em torno de Ceres, logo fora do canto noroeste do Retângulo provieram de gnaisse gábricos básicos. Não há laterita em torno de Ceres, a julgar pela viagem de dois dias feita pela área e declarações dos fazendeiros locais. A vegetação natural é floresta de 1ª classe. A área fica, provavelmente, na superfície

de 2ª erosão. Os solos das encostas têm os horizontes A1 e B1 quase neutros mas o horizonte B2 fortemente ácido. Os solos que são quase planos têm perfis fortemente ácidos como os da Cia. Cafeeira. Em geral, quanto mais baixo o pH mais o solo é inteiramente lixiviado de substâncias nutritivas das plantas.

A alta produção atual das culturas dessa área agrícola recém-aberta é grandemente decorrente da capacidade que tem êsses Latossolos húmicos, outrora florestados, de fornecer os elementos nutrientes das plantas sem necessidade de fertilização.

É opinião de algumas pessoas da zona e também do autor, que esta «dádiva de Deus aos pioneiros», qual seja, a da fertilidade nativa, durará apenas uns 8 a 12 anos. Observações feitas na Colônia Greko próxima a Ceres já indicam declínio de produção após 6 ou 7 anos apenas de cultivo contínuo. Alguns fertilizantes estão sendo usados, especialmente, pelos maiores fazendeiros da zona. Os fertilizantes usados são principalmente os fosforosos. Estão sendo também tentadas as coberturas de culturas leguminosas e as forragens não leguminosas.

A famosa «terra roxa legítima» de São Paulo é também um Latossolo húmico (afirmação pessoal de Alfredo Kupper, Instituto Agronômico, Campinas, S. P. e opinião do autor). Foi observado em várias partes do Estado de São Paulo. Tem uma cor vermelho fôsko (quando úmido) e proveio de diábase. A vegetação nativa era floresta, o perfil é praticamente neutro quando devastado e, exceto quanto aos nutrientes vegetais fosforosos, os níveis são adequados para culturas por muitos anos. Tal como foi assinalado por Kupper, os Latossolos húmicos apresentam nos horizontes B2 uma tríplice estrutura prismática a subangular, a granular. Na opinião do autor, esta expressão de Bs prismáticos pode, básicamente, ser o resultado de um clima mais sêco — 1.200 mm de precipitação anual em São Paulo versus 1.700 no Retângulo. Entretanto, a estação sêca tem uma duração de 4 meses apenas, enquanto que a do Retângulo dura 5 (Atlas pluviométrico do Brasil); Os conhecimentos de culturas e manejo do solo em São Paulo são muito avançados — talvez os melhores do Brasil.

Os resultados aplicáveis devem ser utilizados no desenvolvimento da agricultura do Retângulo.

LIXOSSOLOS CONCRECIONAIS

O nome para êste grupo de solos é meramente provisório — é um nome pôsto no campo carecendo de maiores estudos.

O Lixossolo concrecional consiste de camadas expostas, espêssas e delgadas, de cascalhos lateríticos endurecidos e soltos. Tal como foi dito nas seções de laterita e geomorfologia, ocorrem faixas estreitas de cascalho la-

terítico ao longo das bordas da superfície de 1ª erosão, em serras estreitas e nos topos e flancos dos «buttes». Tôdas as áreas dêste solo são planas ou quase planas, exceto os flancos dos «buttes». A vegetação natural é «campo cerrado» sofrível a bom, algumas vêzes o cerrado é ligeiramente mais alto que o dos Latossolos húmicos adjacentes (fig. 29). Muitas áreas dêste solo são pequenas demais para serem representadas nos mapas de solos. Umas poucas áreas de tamanho maior, tais como serra ou um grande «butte», são representadas como categoria nº 1 tanto nos mapas de solos para Engenharia como para Agricultura.

Algumas áreas de nº 3, especialmente se quase na altitude da superfície de 1ª erosão, consistem dêste solo. Várias «cavas de empréstimo» rasas têm sido abertas nesse solo adjacentes às estradas principais, como fonte de cascalho para revestimento do leito. Os Lixossolos concrecionais não se relacionam com qualquer espécie de rocha matriz; êles são relacionados à geomorfologia e às fases de intemperismo dos solos.

A Laterita é, geralmente, admitida como sendo o produto final do intemperismo do solo (Præscott e Pendleton, 1952), Jackson e Sherman, 1953; Mohr e Von Baren, (1954). Uma vez que o cascalho concrecional forma-se, normalmente, dentro do solo, os cascalhos lateríticos expostos agora existentes indicam erosão geológica suficiente para remover o solo original sobrejacente, provàvelmente como resultado da sobrelevação.



Figura 29 — O debrum de laterita a leste de Anápolis. Solo «Lixossolo Concrecional». Note-se a boa vegetação de «cerrado» adiante do "jeep" onde a área não foi queimada. Categoria S. A. N° 1.

O segundo ciclo de desenvolvimento do solo (pedogênese) está agora se processando correntemente — está se formando um solo nos cascalhos lateríticos concrecionais remanescentes — o Lixossolo concrecional.

Estação nº 64 :

Q 8 P 29 Centro norte, na estrada Anápolis-Luziânia.

LIXOSSOLO CONCRECIONAL

Alcn 0 — 42.5 cm.:

Cascalho laterítico concrecional fino com, talvez, 2% de argila capeando parcialmente os cascalhos e preenchendo os vazios. A argila é cinzenta escura 10 YR 4/1 quando úmida e 7.5 YR 4/0 — vermelha, quando seca. Estrutura granular fina ligeiramente firme em certos pontos, friável quando removida.

Os cascalhos lateríticos são roxo-escuro por fora e vermelho fôco — 7.5 R 3/2 no interior, com cristais de quartzo disseminados. Não há cimentação. pH da argila, 4.6. Raízes abundantes. Algumas áreas preto-avermelhado-escuras (7.5 R 2/1) dentro dos cascalhos lateríticos.

A2cn 42.5-57.5 cm.:

Cascalho laterítico concrecional fino com talvez 3% de argila. A argila é pardo-amarelada clara — 10 YR 6/4 úmida e seca. Estrutura granular fina, macia e pegajosa quando úmida; muito friável, ligeiramente firme em certos pontos. pH de argila 4.8. Raízes abundantes. Não há cimentação.

B2 cn 57.5-90 cm.:

Cascalho laterítico concrecional fino a médio, aumentando, em tamanho, de 1/8 ou 1/4" a umas 2" nas partes mais baixas deste horizonte. Aproximadamente 4% de argila pardo-amarelada 10 YR 4/6 quando úmido e 10 YR 6/6 — amarelo pardo quando seco. Estrutura granular muito fina e macia. Pegajoso quando úmido. O cascalho laterítico é roxo embaciado por fora e vermelho fôco (7.5 R 3/2) por dentro, com mais quartzo e maiores áreas preto-avermelhado-escuras — (7.5 R 2/1) no seu interior. Algumas raízes. pH a 87.5 cm. — 5.2. Não há cimentação.

Profundidade do horizonte, não determinada — fôco cavado apenas até 90 cm. Algumas cavas de empréstimo e cortes de estrada de ferro observados têm 1 a 2 e até 3 m de espessura de cascalho laterítico.

A vegetação é um misto de bom «campo cerrado» com 10% de árvores retas de 5 a 6 m de altura. Êsses elementos retilíneos não são comuns nos Latossolos húmicos pardos (amarelos) adjacentes da superfície de 1ª erosão. Foi notada alguma umidade na sola dos pés e raízes abundantes (fim da estação seca — 10/8/54).

Os capins nativos curtos são abundantes onde não foram queimados. (Êstes solos parecem ter um bom potencial para eucaliptos, embora sejam pastos — de acôrdo com as notas de campo). Onde o cerrado foi queimado a superfície é de um cascalho de 1/2 pol. roxo brilhante.

Em estradas onde os carros e caminhões trafegam sôbre o cascalho, êste adquire uma coloração vermelha fôca.

LITOSSOLOS (Solos esqueléticos)

Cerca de 50% do Retângulo é ocupado por Litossolos de várias espécies de rochas. Os Litossolos são «bedrocks» rasos a profundamente intemperizados.

Em geral, um horizonte A1 cuja textura é uma terra franca arenosa fina, terra franca ou argila, repousa diretamente sobre o horizonte D de «bedrock» intemperizado. Fig. 30. Tais solos desenvolvem-se onde a erosão geológica remove o solo tão rapidamente quanto ele se forma. Os Litossolos ocorrem, comumente, em Regiões Equatoriais de topografia acidentada, (Reed, 1951, p. 22). Camadas descontínuas de espessuras variáveis de cascalhos lateríticos concrecionais podem ocorrer com ou sem camadas de fragmentos residuais de quartzo. (Watson, 1954) e Du Preez (1949) acreditam que os cascalhos lateríticos concrecionais estão se formando correntemente.

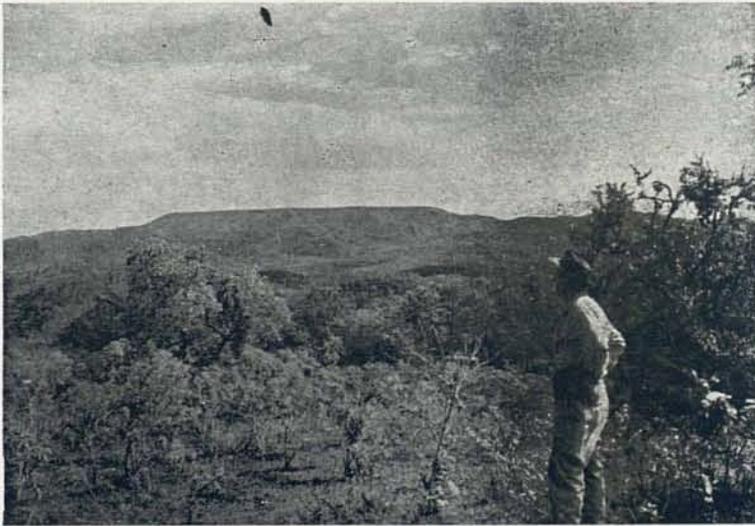


Figura 30 — Pedólogo do corpo técnico de Donald J. Belcher & Associates, Incorporated, parado sobre um morro de dolomita vermelha (litossolo) na borda norte da Q 3 e olhando para um «butte» ao norte, logo além do limite do Retângulo

O autor concorda, em linhas gerais, mas sugere que alguma, senão a maioria, dessa laterita deve ser também residual. As camadas de fragmentos de quartzo ocorrem somente onde o «bedrock» contém quartzo livre — estas camadas muitas vezes não são conformes com a superfície do solo, o que é uma indicação de um resíduo intemperizado do «bedrock».

A vegetação dos Litossolos varia de capins nativos baixos a pequenas árvores baixas. Onde o solo é ligeiramente mais profundo, como em algumas encostas mais baixas ou em lugares onde a erosão geológica não é tão rápida, aparecem árvores maiores. Em tais lugares ocorre um Litossolo (com camadas interpostas de Latossolo húmico) de 30 a 60 cm de espessura sobre o «bedrock» intemperizado.

Ocorrem também pequenas áreas de Latossolos húmicos cobertos de árvores, especialmente para o fundo das encostas.

Uma vez que só foram registradas provas desprezíveis de solos coluviais, ao longo das estradas que cruzam as áreas de Litossolo, não foi feito um estudo especial de tais solos. Entretanto, a julgar pelo trabalho de interpretação das fotografias aéreas, são necessárias especializadas investigações de solo, especialmente como áreas em potencial para subsistência familiar. Exceção feita a estas áreas de solo mais profundo, algumas faixas estreitas de solos alagados em uns poucos fundos de vales, os litossolos não são aráveis mas (exceto as áreas de quartzito) são apropriados, nas encostas mais suaves, para extensas pastagens de gado zebu. Observações preliminares feitas por nossos técnicos em São Paulo e Minas Gerais indicam que espécies adaptadas de eucaliptos devem se desenvolver pelo menos satisfatoriamente. Parece que vai haver uma grande necessidade de madeira para combustível, além de outras demandas de madeira, quando a cidade se desenvolver dentro do Retângulo.



Figura 31 — Litossolo de Mica. Visto, ao norte de Anápolis, logo ao sul da usina hidrelétrica. Profundidade típica de intemperização do «bedrock». Não há rocha fresca no corte. Note-se o desmoronamento do talude do corte. A análise aerofotográfica identificou centenas de sérios desmoronamentos em áreas de Micaxisto. Ver sobrecapa de geologia e seção de Engenharia deste relatório

Uma especial recomendação é feita em relação a êsse assunto, neste relatório.

Os Litossolos são mostrados nas sobrecapas de solos para Agricultura. Êles são clara e precisamente delineados de tal forma que possam ser apreciados, mais tarde, para diversos fins. Estas distensões foram modificadas para atender às injunções agrícolas dos Litossolos tanto quanto possível.

SOLOS DIVERSOS (Grande grupo de solos)

Os Latossolos arenosos, as terras francas arenosas vermelho-amarelo podzolizadas, os gleys pouco húmicos, os gleys húmicos e os solos turfosos e as lateritas hidromórficas, provavelmente ocupam menos de 5% da área do Retângulo. Os dois primeiros são, um tanto excessivamente, drenados naturalmente, enquanto que os outros grupos são solos intrazonais encharcados.

Geograficamente, êstes grupos ocorrem em pequenas manchas espalhadas por todo o Retângulo — nenhum ocorre em grandes áreas. Os solos úmidos se espalham por todo o Retângulo, exceto a Laterita hidromórfica que ocorre principalmente em tórno de Cristalina com algumas pequenas áreas ao norte de Luziânia e Corumbá. Os Latossolos arenosos e as terras francas arenosas vermelho-amarelo podzolizadas ocorrem principalmente nas áreas sedimentares, complexamente dobradas, especialmente nas quadriculas: 3, 5, 7, 10 e 16. Algumas áreas de terras francas arenosas foram encontradas pelo estudo de interpretação das fotografias aéreas pela Divisão de Solos para Engenharia. Êstes são vermelho-amarelo podzolizados ou um Latossolo húmico arenoso, semelhante ao primeiro. Nossos peritos em solos observaram extensas áreas de solos de terra franca arenosa no Estado de São Paulo. Êstes solos têm um perfil muito parecido com o de um Latossolo húmico.

LATOSSOLOS ARENOSOS E TERRAS FRANCAS VERMELHAS-AMARELAS ARENOSAS PODZOLIZADAS

Solos profundos de areia média ou terra franca arenosa, fortemente ácidos, um tanto excessivamente drenados, com horizontes indistintamente desenvolvidos, ocorrem em pequenas áreas nas quadriculas: 3, 4, 5, 10 e 16. Êstes solos formaram-se de «bedrock» de arenito na área do Retângulo em que o «bedrock» é sedimentar e complexamente dobrada. Êles se nivelam com os Latossolos húmicos de textura argilosa que se formaram de folhelhos e calcários. Foi, muitas vezes, difícil distinguir êstes solos arenosos de áreas de Latossolos húmicos nas viagens de exploração feitas no terreno,

embora nas fotografias aéreas êles pudessem ser delineados e confirmados por um levantamento detalhado de solos, no campo.

Em geral, não há mudanças sensíveis de vegetação nativa, dos declives ou mesmo da coloração geral do solo para indicar a presença dêsses solos arenosos (Q — 3, 4 e 5). Em outros lugares, colorações de solo mais claras e vegetação esparsa ou um afloramento de arenito indicaram a presença dêstes solos arenosos (Q — 16 e 10).

As estradas não revestidas e bem trafegadas por veículos a motor atravessam áreas dêstes solos; uma camada de areia sôlta no leito da estrada (em geral, mas não sempre, uma mistura «sal e pimenta» roxa e parda) foi um ótimo indicio da presença dêstes solos arenosos. Entretanto, onde os solos eram de terra franca arenosa e também coloridos de vermelho, como os Latossolos húmicos argilosos adjacentes, é difícil reconhecer, a não ser por exames freqüentes da textura — isso só é possível em serviço de campo m'nucioso.

Foram feitos exames dêsses solos em três lugares: Q — 4 — 54; Q — 10 — 130 e Q — 16 — 118. Os horizontes dêsses solos são fracamente desenvolvidos — isso, aliás, é o caso típico de muitos solos arenosos. Por conseguinte, a nomenclatura dada a êsses solos é provisória, dependendo de futuras investigações. Os solos foram classificados da seguinte maneira:

54 Latossolo arenoso.

Numa 2ª visita, após o fôssô ter sido exposto por um mês, foi observado que o segundo horizonte pode ser um A2 e o solo, um incipiente vermelho-amarelo podzolizado.

130 vermelho-amarelo podzolizado.

118 Latossolo arenoso.

Generalizando com base em outros perfis rapidamente examinados no Retângulo e em São Paulo e duas descrições — 98 e 99, feitas em São Paulo, há solos arenosos profundos sem horizontes A2 desenvolvidos de arenitos que ocorrem adjacentes a Latossolos húmicos argilosos desenvolvidos de outras rochas.

Em São Paulo, os solos de terra franca arenosa são altamente premiados com fertilização completa para algodão, café e milho. Os de areia argilosa não são usados. Êstes solos silico-argilosos no Retângulo são solos potencialmente favoráveis para culturas especiais tais como cantalupos, melancias, com fertilização completa. Variedades adaptadas de eucaliptos constituem uma possível cultura para as áreas silico-argilasas.



Figura 32 — Madeira dura de pântano sobre solo tufo aluvial raso, logo ao norte de Planaltina. O solo tufo tem 1/2 m de espessura sobre argila cinzenta pegajosa. A área está sendo devastada para plantação de pastos no inverno (estação seca). A porção de terra ao fundo da catena é S. A. N.º 8 na Q 4

GLEYS POUCO HÚMICOS (hidromórficos pardos)

Quantidades muito pequenas de solos úmidos, ácidos, argilosos de coloração cinzenta, provavelmente classificáveis no grande grupo de solos «Gley pouco húmico», foram observadas mas não descritas. Kellogg & Davol (1949) e Reed (1951) registram a ocorrência de solos cinzentos hidromórficos no Congo Belga e na Libéria.

Nas viagens a Minas Gerais e São Paulo, nossos técnicos observaram ocorrências menores destes solos.

Os Gleys pouco húmicos são associados com pequenas nascentes e grandes áreas de exsudação. Foi também observada, ao longo de algumas encostas, uma ocorrência secundária de um solo cinzento transicional, em

geral com uns poucos metros de largura apenas, onde se justapõem o Latossolo húmico dos planaltos e os solos meio turfosos ou turfosos dos fundos dos vales. Alfredo Kupper, Pedólogo do Instituto Agronômico de Campinas — São Paulo, em uma viagem ao campo em São Paulo, chamou a atenção de nossos técnicos para isso, dizendo ser a única indicação de correlação catenária que ele pôde encontrar em São Paulo. Esta correlação catenária ocorre pouco freqüentemente no Retângulo. Cabe sugerir aqui que essa catena pode ser, pelo menos em parte, devida ao movimento lateral da água e, como tal, representa uma «ordem secundária» de catena tal como proposto por Milne na África. (1936).

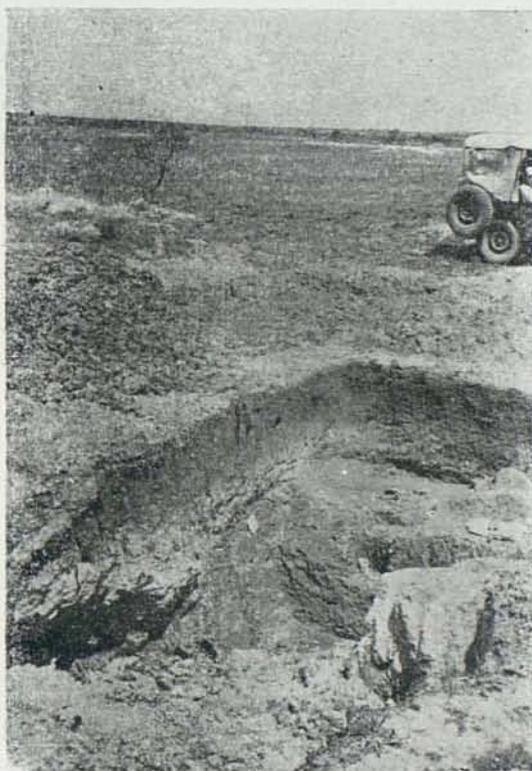


Figura 33 — Perfil e paisagem típicos de solo de laterita hidromórfica arenosa. Este fica ao sul de Cristalina. Outras áreas menores ocorrem na Q 4 e na Q 2. A, A terra é demasiado pobre para sustentar um cerrado

As argilas destes solos parecem ser um tanto plásticas quando úmidas e devem ter algumas características de retração e intumescimento. Estas áreas de solos cinzentos são usadas como fontes de argila para o fabrico de telhas e tijolos no Retângulo.

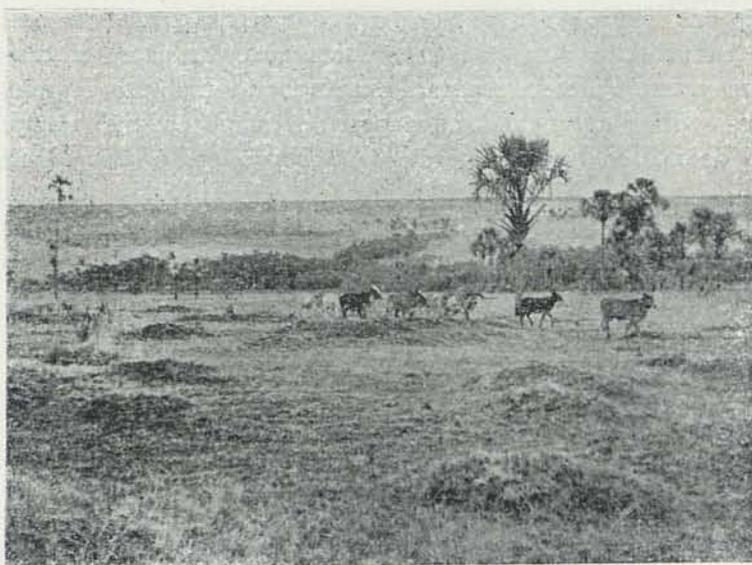


Figura 34 — Área de exsudação em flanco de morro, grande palmeira isolada típica: oeste da área mapeada, na zona da Q 11. Morrotes de argila, com 7% de declividade, normalmente em termo das bordas da área de exsudação. A exsudação se dá abaixo do debrum de laterita desta área de folhelho. O solo da área de excudação é turfoso raso, de 1/2 m de profundidade sôbre argila cinzenta pegajosa. A vegetação semelhante a gramínea é de sapé.

SOLO GLEY HÚMICO

Pequenas, porém importantes, quantidades de solos pretos, ácidos e muito mal drenados ocorrem ou como terraços aluviais ligeiramente sobrelevados ou como na Q — 4 em áreas úmidas e em formas de bacia rasa. Os terraços aluviais sobrelevados que ocorrem próximo às cidades são usados com freqüência para cultura de legumes no Retângulo e nos Estados vizinhos de São Paulo e Minas. As características dos solos das duas posições diferentes em que ocorrem, parecem ser idênticas, embora o material originário deva ser diferente.

Estação n.º 126.

Q — 4. p — 4, fotos n.ºs 4.671 e 4.672 a leste de Planaltina desde 1% de declividade até bacias rasas do norte.

GLEY HÚMICO

A 0 2 — 0 cm.:

Solo turfoso preto, quando úmido, 7.5 YR 2/0. preto ou negro; granulação grossa. Cheio de raízes de gramíneas. Muito friável. Limites nítidos. pH 4.6.

A 1 0-52 cm.:

Terras francas limosas ou arenosas, muito finas, quase lamacentas, quando úmido — 7.5 YR 2/0 — preto; frágil estrutura prismática fina que se reduz à estrutura frágil em blocos médios subangulares. Friável. Muitas raízes, limites bem definidos. pH 4.6.

G mais de 52 cm.:

Observado a 120 cm. Amostras colhidas a 75-90 cm. Argila Siltica ou argila; quando úmido, 10 YR 5/1 — cinzeno; estrutura frágil prismática média reduzindo-se à estrutura frágil em blocos médios subangulares. Pegajoso, plástico quando comprimido. pH a 60 cm 4.6 (pelo verde de bromocresol) a 90 cm-5.0.

Uma estação não numerada, a sudoeste da 127, na Q-4, P-12, foto 4.733 próximo a um rio foi registrada da seguinte maneira: «O Gley húmico próximo ao rio é quase igual àquele do qual colhi amostra esta manhã, exceto que este é aqui num terraço sobrelevado».

A 0 10 ou 12.5 cm-O". Solo turfoso pH 4.8.

A 1 0-75 cm. Terra franca limosa turfosa preta pH 4.8.

G mais de 75 cm Argila limosa plástica e cinza pH 5.0.

Êstes solos são representados nas sobrecapas de Solos para Engenharia e Agricultura como partes das categorias n.^{os} 5, 10 e parte de algumas áreas de n.^o 6.

SOLOS TURFOSOS

Os solos turfosos ocorrem em duas posições topográficas, ambas continuamente saturadas. São elas: 1) áreas de exsudação arredondadas e inclinadas nos antiteatros das cabeceiras de alguns vales e as áreas de exsudação ao longo de algumas encostas amplas na Q-3, 4, 10 e 11; 2) alguns fundos de vales. A vegetação é uma cobertura densa de uma espécie de gramínea curta e fibrosa com buritis muito espaçados. Estas áreas fornecem boas pastagens no fim da estação seca.

Estação n.^o 121 — Q-11, P-12, foto n.^o 436.

SOLO TURFOSO RASO

Junco de brejo, buritis esparsos, 7% declividade.

A 1 0 — 50 cm.:

Solo turfoso, preto, 7.5 YR 2/0 ou mais escuro. Profusamente cheio de raízes de junco. Densa turfa de junco na superfície. pH 5.0, limites bem definidos.

G mais de 50 cm.:

(Observado em 90 cm). Argila; úmida e pegajosa, 2.5 Y 7/0 — cinzento; muitas raízes na parte superior. Umas poucas estrias de 3 mm 2.5 YR 8/0 — brancas; começou a entrar água no fôssos a 75 cm, enchendo-o até 60 cm, em 31/10/54.

Não foram feitas determinações suficientemente profundas para afirmar categoricamente que não há solo turfoso profundo.

As poucas áreas testadas eram rasas — menos de um metro de profundidade. Os solos turfosos rasos são representados nas sobrecapas de solos para Agricultura e Engenharia como parte da categoria nº 10.

SOLOS LATERÍTICOS HIDROMÓRFICOS

Em torno de Cristalina, na Q-16, em associação com o domo topográfico, foram vistos solos arenosos úmidos com as características das lateritas hidromórficas e, talvez, Podsolos hidromórficos.

No flanco norte do domo de Cristalina e em certos pontos da Q-4, ao norte de Luziânia e da Q-2, ao norte de Corumbá de Goiás, ocorrem Lateritas hidromórficas, aparentemente residuais, com uma camada Bcn de laterita endurecida. É possível que estes solos sejam resíduos resultantes de uma ou mais das sobrelevações desta área de peneplanícies.

Tendo em mente a pequena extensão destes solos no Retângulo, aliada à sua insignificância para o desenvolvimento agrícola e as limitações do tempo disponível para esse levantamento exploratório, nenhuma tentativa foi feita no sentido de determinar sua gênese. Foi feita uma descrição minuciosa do perfil de um desses solos que parece estar, atualmente, em fase de desenvolvimento, ao sul de Cristalina.

POTENCIALIDADES DOS SOLOS DO RETÂNGULO

A potencialidade dos solos, especialmente os Latossolos húmicos do Retângulo, depende de 4 grandes fatores (Kellog & Nygard, 1951). São eles:

- 1) um conhecimento das características dos solos;
- 2) o estado de desenvolvimento das artes agrícolas;
- 3) a situação econômica — preços dos apetrechos para culturas e fazendas;
- 4) o grau de desenvolvimento industrial para oferecer emprego, para usar os produtos agrícolas direta ou indiretamente e para fornecer o equipamento necessário e os apetrechos para produção agrícola.

Kellogg e Davol (1949) e Kellogg (1954) propuseram a homologação de três grandes níveis ou planos de manejo de solo. Estes parecem se aplicar muito bem a qualquer previsão de produtividade do Retângulo. O *primeiro plano* compreende os baixos níveis de manejo que consistem em devastar, cultivar continuamente até o solo ficar exausto e então devastar uma nova área. O *segundo plano* de manejo do solo envolve a seleção científica do solo e o conseqüente aumento das variedades de cultura, o uso de rotação de culturas adaptadas, inclusive os capins de raízes profundas.

Ele também envolve o uso de culturas de proteção, palhas, compostos e adubos animais com apenas pequena quantidade de materiais industriais. O *terceiro plano* de manejo do solo envolve a plena aplicação de princípios científicos de manejo do solo e das culturas, de maquinaria agrícola, de fertilizantes, de drogas, de eletricidade e irrigação.

O manejo do solo, atualmente, no Retângulo parece ser, em grande parte, do primeiro plano, e uma pequena parte do segundo plano. Exemplos do manejo altamente produtivo de terceiro plano são relativamente raros, mas existem, e êsses mostram as possibilidades dos Latossolos húmicos do Retângulo.

Sob o primeiro plano de manejo só é possível obter produções razoáveis a boas durante longos períodos (porém, boas para curtos períodos), nas vertentes dos vales e planaltos florestados.

O cultivo dos extensos planaltos cobertos de «cerrado» não é praticável. Isto é o que acontece no momento: — eles não são plantados. *Sob o segundo plano de manejo* — alguns fazendeiros mais adiantados do Retângulo, no presente é possível obter boas produções nas vertentes dos vales e planaltos florestados e razoáveis a boas nos planaltos cobertos de «cerrado». *Sob o terceiro plano de manejo* é possível obter excelentes produções de culturas adaptadas em todos os Latossolos húmicos, quer tenha sido uma vez florestado ou não, nos solos úmidos drenáveis e em alguns dos solos arenosos.

As potencialidades dos Latossolos húmicos são bem maiores do que se tem, em geral, imaginado — o julgamento é baseado na *história* e na *utilização atual da terra* (Kellogg, 1954, esp. p. 4).

Os Latossolos húmicos do Retângulo têm características em grande parte diferentes das dos solos das regiões temperadas. A grande profundidade, a completa lixiviação, as altas temperaturas do solo, o elevado teor de argila, o elevado teor de matéria orgânica, a estrutura granular e a consistência friável dos Latossolos húmicos requerem atenção para os seguintes princípios de manejo do solo a fim de assegurar continuadas produções elevadas e manter o recurso do solo em permanente sistema de agricultura:

1. Percentagem (e especialmente o equilíbrio entre êles), de nutrientes vegetais, pelo uso de adubos, matéria orgânica facilmente decomponível, compostos, fertilizantes, cal e rotações com plantação de capim de raízes profundas.

2. Aderência do solo — nem tanto nem tão pouco. Espécie e distribuição das plantações pelas estações do ano.

3. Adequada umidade do solo pelo uso de palhas, terraços, irrigação e distribuição das plantações pelas estações do ano.

4. Proteção contra erosão — rotações, palhas, culturas em faixas seguindo as curvas de nível e terraços.

5. Temperaturas do solo suficientemente baixas para função adequada dos microrganismos vitais do solo e raízes das plantas pelo uso de palhas.

6. Continua pesquisa agrônômica, especialmente sôbre fertilizantes, equilíbrio entre a cal e os pequenos nutrientes, sistemas de rotação, especialmente aqueles que empregam capins de raízes profundas.

As presentes deficiências de nutrientes vegetais para obtenção de boas safras, são:

1. Encostas florestadas: fósforo e menores nutrientes.
2. Planaltos florestados: fósforo e cal.
3. Planaltos cobertos de «cerrado»: todos os nutrientes, principalmente cal, fósforo e menores nutrientes.

O azoto pode tornar-se deficiente quando os níveis de outros nutrientes tornarem-se adequados.

Tôdas as áreas apresentam uma umidade de solo insuficiente durante a estação sêca de inverno. Embora os Latossolos húmicos sejam profundamente lixiviados, êles têm excelentes características físicas; são dóceis, de forma que sob um bom manejo podem tornar-se produtivos.

O mais importante atributo de um solo para proporcionar uma alta produtividade sob sistemas de manejo modernos e eficientes, é a sua *reação ao manejo* (Kellogg — 1954).

Nenhum individuo pensante tentaria calcular as potencialidades do solo, em regiões temperadas, em bases de manejo não científico do solo. (Kellogg, 1950). Os Latossolos húmicos do Hawaii e da Indonésia são altamente produtivos sob manejo científico, indicando o grande potencial de tais solos, nunca imaginado antes. (Jackson e Sherman, 1953). A elevada e continuada produção de um solo é função do próprio solo e de seu manejo. Sem o manejo científico do solo qualquer produção de cultura fica intimamente ligada à fertilidade nativa e não à reação do solo ao manejo (Kellogg, 1954, Carmin, 1953).

CARACTERÍSTICAS DOS LATOSSOLOS HÚMICOS QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE

Profundidade e drenagem

Os Latossolos húmicos são solos bem antigos, inteiramente lixiviados, naturalmente bem drenados e muito profundos, às vêzes vários metros de profundidade.

Os Litossolos do Retângulo, embora rasos, são rentes a um «bedrock» profundamente intemperizado.

Temperatura do solo

A temperatura dos solos capinados, nas Regiões Equatoriais, a baixas altitudes, pode às vezes se elevar tanto que a atividade microbiológica e o crescimento das raízes, na parte superior mais fértil do solo, sejam severamente inibidos.

O uso de palhas ou outros protetores pode ser muito eficiente para reduzir as temperaturas excessivas do solo. Por outro lado, as temperaturas mornas, juntamente com bastante umidade, asseguram uma rápida mineralização da matéria orgânica e, sob sistemas de manejo adequados, asseguram também grandes quantidades de nutrientes facilmente assimiláveis pelas plantas.

Teor de argila e sua espécie

Os Latossolos húmicos apresentam um elevado teor de argila. As argilas são dos tipos chamados «friáveis», não-reativos 1:1 caulínicos, e óxidos hidratados de ferro e alumínio. A capacidade de troca de cationes das argilas do tipo caulínico é baixa, indicando a necessidade de freqüente fertilização das plantações.

A julgar pelos resultados em outras áreas de solos semelhantes, o teor dos principais minerais nestes solos ou é muito baixo ou mais provavelmente, inexistentes em essência. A julgar, uma vez mais, por outras áreas de solos semelhantes (Hawaii, Austrália, África) o apreciável teor de argilas de óxidos hidratados de ferro e alumínio indica uma enorme capacidade de fixação de fósforo. Os Latossolos húmicos são criticamente pobres em fósforo assimilável pelas plantas.

Matéria orgânica

Embora a opinião geral seja de que todos os solos tropicais são pobres em matéria orgânica, os fatos sobre o assunto, pelo menos no caso dos Latossolos húmicos, são diferentes.

O quadro XX mostra que os horizontes A 1 dos Latossolos húmicos do Retângulo contêm 3 ½ a 6% de matéria orgânica; nesse ponto são um pouco mais favoráveis comparados com muitos solos altamente produtivos das regiões temperadas. Os dados obtidos por Cline (1948) para Latossolos Húmicos no Hawaii, indicam o elevado teor de matéria orgânica nos Latossolos húmicos, muitas vezes estendendo-se por alguns metros. Os dados (Kellogg & Davol, 1949) sobre o Congo Belga indicam a presença de uma boa percentagem de matéria orgânica nos diversos Latossolos desta parte da África.

Os trabalhos de Lugo-Lopez, Bonnett et al (1954) em Porto Rico, sobre solos que achamos muito provável serem Latossolos húmicos, indicam níveis de matéria orgânica de 1.5 a 4%.

Muita da capacidade de troca de cationes desses solos está, provavelmente, na matéria orgânica (Fagundes, 1952). Lugo-Lopez, Bonnett et al (1954) em um trabalho curioso, assinalou a possibilidade dos latossolos conterem a maior quantidade de matéria orgânica que lhes é possível, não obstante sua baixa fertilidade nativa.

A fertilização e a calcificação são práticas indispensáveis para desenvolver as mais lucrativas culturas nesses solos de Pôrto Rico. Eles afirmam que a reação das culturas, nestes latossolos, à adição de matéria orgânica leguminosa como o adubo verde de feijão veludo (*mucuna*), pode ser atribuída, em grande parte, ao aumento de provisão de azôto e não ao aumento de matéria orgânica. Ignatieff (1949), p. 131, declara: «Experiências feitas na Nigéria (*), em Trinidad, e em outros lugares mostram que em países tropicais quentes o principal benefício das culturas de adubo verde é derivado mais de seu conteúdo mineral do que de seu teor de matéria orgânica».

Tempany, 1949, p. 56, relata as mesmas conclusões. As possibilidades da matéria orgânica de rápida decomposição em contraste com a matéria orgânica quase inerte que é o húmus do solo, como uma *fonte sazonal* de nutrientes vegetais assimiláveis carece de mais pesquisas.

ESTRUTURA E CONSISTÊNCIA DO SOLO

Uma das características singulares dos Latossolos é o grau de sua estrutura eminentemente alto (afinidade das partículas) não obstante a brandura dos agregados úmidos. A permeabilidade e a friabilidade são, portanto, altamente desenvolvidas. As argilas cauliníticas são relativamente não-reativas e cada agregado apresenta, provavelmente, um capeamento de óxidos hidratados de ferro e alumínio (Fripiat e Gastuche, 1952). Em conseqüência, esta estrutura tende a persistir. A plasticidade e a aderência são muito baixas. Os Latossolos podem ser lavrados por um tempo curto após uma chuvada. A grande permeabilidade dos Latossolos pode até permitir um movimento livre demais do ar contido no solo. Embora os Latossolos sejam bem resistentes à erosão, as chuvas particularmente intensas podem facilmente desalojar os agregados de solo das superfícies inclinadas e desprotegidas. São, portanto, necessárias medidas de controle de erosão, embora pareçam ser suficientes processos relativamente simples. As proteções com capim Colômbio são particularmente eficientes para evitar a erosão (Tempany, 1949, p. 25).

A estação experimental agrícola nos Estados de São Paulo e Minas elaboraram normas técnicas sobre processos de conservação do solo em função das características do solo e da precipitação nesses Estados. A precipitação do Retângulo é, entretanto, um pouco maior.

(*) O. T. Faulkner em 1934 (*Empire Jour. Exp. Agr.* II, págs. 93-102) disse que em experiências de rotação em Ibadan o efeito benéfico de uma plantação de *Mucuna* foi obtido quer quando ela foi transformada em adubo verde, quer quando foi queimada e somente as cinzas foram enterradas. Ver, também, Greene, 1954, p. 3.

O relatório sobre métodos de conservação do solo, sua prática e observações realizadas no Império Colonial Britânico (Tempany, 1949) contém uma riqueza de informações.

Saturação pelas bases — pH — Cal

Muitos dos Latossolos húmicos do Retângulo são de baixa ou muito baixa saturação pelas bases e de pH muito fortemente a fortemente ácidos — Quadro nº XX. Somente os vales inclinados e florestados e os flancos mais íngremes dos planaltos florestados — amostras n.ºs 48c, 48f e 29 do Quadro XX — apresentam uma "saturação pelas bases" e um pH favoráveis. Solos ácidos quer em regiões Equatoriais, quer em Temperadas impedem seriamente a realização da plena produtividade potencial dos solos.

A fixação do fósforo, a baixa atividade biológica e os efeitos tóxicos reais dos elementos solúveis Al, Fe, e Mn são os principais efeitos do pH baixo. O problema de calcificação parece ser mais complexo que o dos Solos da região Temperada (Kellogg, 1949, 1950; Ignatieff, 1949; Proc. of the 1.st Commonwealth conference on Tropical & Sub-tropical Soils, 1949, por vários conferencistas, p.p. 178-184; Crowther, 1949; Kellogg & Davol, 1949, Jackson e Sherman, 1953; Matsusaka e Sherman, 1949; Fagundes, 1952; Russell, 1950; Catani, Campinas — São Paulo, dados de 1954 não publicados; F.A.O. Development Paper nº 36, 1953; Araújo et al, 1950 esp. p. 40, 63). Em geral, os Latossolos húmicos têm uma capacidade retardadora muito mais baixa que os solos da Região Temperada sendo, por isso, necessário menos cal para produzir a mesma variação do pH. Em geral os Latossolos são tão criticamente pobres em outros nutrientes assimiláveis além da cal que a calcificação sozinha, muitas vezes acentua o desequilíbrio e, ou resulta em nenhum aumento da produção das culturas, ou até mesmo em uma redução dessa produção. A solução óbvia é corrigir antes os níveis criticamente baixos de nutrientes ou micronutrientes e o desequilíbrio entre eles, do que condenar a calcificação como responsável por aquele efeito (Greene — 1954, págs. 23, 24). A comprovação experimental que o autor observou nos Estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio Grande do Sul, mostrou um belo e tremendo aumento de produção das culturas pelo uso de cal em conjunto com fertilizantes químicos em Latossolos húmicos muito fortemente ácidos, ou em espécies de solos muito semelhantes.

A Z Ô T O

Os Latossolos húmicos apresentam um teor total de azoto relativamente alto mas, aparentemente, é encontrado em formas bem estáveis no húmus do solo. (Lugo-Lopez, Bonnett et al, 1954). Sob sistemas de manejo

adequado do solo envolvendo calcificação e fertilização, parte deste azoto estável pode ser utilizado, em aditamento a uma provável reação destes solos à fertilização azótica.

Chuvvas intensas e pesadas durante a estação morna de crescimento das culturas, acarretam um problema de lixiviação do azoto dos nitratos e a necessidade de formas minerais e orgânicas lentamente assimiláveis, para muitas culturas especialmente de milho e batata. O arroz em geral (Grist, 1953 e Instituto Agrônomico de Campinas — São Paulo, dados não publicados) reagem melhor às formas amoniacais do azoto do que aos nitratos.

FÓSFORO

Os Latossolos húmicos do Retângulo (Quadro nº XX) em comum com os Latossolos, em todo o mundo, são criticamente pobres em fósforo assimilável (*).

Eles podem, entretanto, apresentar 330 a 1.200 kg de fósforo por hectare — 18 cm; todos, porém, com grande parte de formas fixadas não assimiláveis, particularmente fixados por argilas de óxidos hidratados de ferro e alumínio. A caulinita também tende a fixar o fósforo em formas não assimiláveis (Chu e Sherman, 1952).

Das várias estações experimentais e dos pesquisadores entrevistados a resposta invariável foi de que os solos brasileiros, especialmente os Latossolos húmicos carecem, criticamente, de fósforo para o rendimento satisfatório das culturas. Entretanto, a calcificação devia ser também considerada, uma vez que a eficiência dos fosfatos aplicados é maior quando o pH do solo é acima de 6.0 (F.A.O. Development Paper nº 36, 1953; Chu e Sherman, 1952; Araújo et al, 1950, p. 40).

A distribuição localizada de fertilizantes de fosfato granulado acredita-se ter provado ser um eficiente meio de suprir esses solos de fósforo. Todas as correlações do enxofre e a assimilabilidade dos micronutrientes, com os níveis criticamente baixos de fósforo, também merece consideração (Green, 1954 referências 153 — Efficient Use of Phosphorus, 1953).

POTÁSSIO

De acordo com a informação de Vogeler (1953), sumariada por Greene (1954) e tantas vezes observada por diversos agrônomos em solos tropicais, estes solos, raramente, apresentam alguma reação ao potássio. Mesmo

(*) Embora o método usado para determinar o P. assimilável (Peech & English, 1944) tenha sido elaborado para solos de regiões temperadas, os resultados corroboram os encontrados no Brasil pelas estações experimentais agrícolas, tanto os publicados como os não publicados, e também os resultados de pesquisas relativas ao P. assimilável em Latossolos de outros países.

assim, parte desta falta de reação ao K deve ser devida a níveis criticamente baixos de outros nutrientes ou ao fato de que a reação ao K só se verificará em culturas que requeiram muito potássio, em terras «usadas» (terras cultivadas por muitos anos). Aqui também deve-se esperar que os Latossolos húmicos, com baixo teor de minerais primordiais, apresentem reação ao fertilizante de K após vários anos de cultivo, especialmente após calcificação e uso de fertilizantes azóticos.

Saunders (1954) apresenta algumas indicações quanto às necessidades de fertilização, a potássio, das terras «vermelhas» (provavelmente Latossolos húmicos) do sul da Rodésia. Os resultados das pesquisas sobre o «estado potássico» dos solos de São Paulo, conduzidas pelo Instituto Agrônomo de Campinas, darão indicações úteis quanto à necessidade de fertilização a potássio, no Retângulo.

NUTRIENTES MENORES

Embora haja falta ainda de dados resultantes de pesquisas adequadas, parece que os Latossolos Húmicos (e Latossolos em geral) se ressentem, provavelmente, da falta de um ou mais dos chamados pequenos ou micronutrientes (Greene, 1954; Ignatieff, 1949, F.A.O. Development Paper nº 36, 1953).

Com a exceção da reconhecida deficiência de zinco no café, em São Paulo, e de indicações de deficiência de boro nas crucíferas, não nos foi possível tomar conhecimento de quaisquer dados experimentais sobre o assunto, quanto aos solos do Brasil. Se tais pesquisas existem, como devem existir, os resultados devem ser cuidadosamente apreciados em relação aos velhos Latossolos Húmicos inteiramente lixiviados, do Retângulo. Deve ser também estudada a possibilidade de carência de enxofre nessa área não-industrializada, especialmente para legumes e certas verduras tais como as batatas brancas. (Greene, 1954; Russell, 1951; etc.).

Á G U A

O Retângulo tem 5 meses de estação de inverno muito seca (Atlas pluviométrico do Brasil, 1951; Mohr & Van Baren, 1954, capítulo I). Qualquer um estará apto a dizer que a água é um importante nutriente das culturas para assegurar pleno desenvolvimento do potencial dos Latossolos húmicos (Greene, 1954, p. 10; comunicação pessoal de Maurício Sanford, Secretaria de Agricultura, Goiânia, Goiás, Brasil). Com irrigação suplementar e a ajuda das técnicas de manejo científico do solo e das culturas, pode-se assegurar o cultivo durante o ano inteiro no Retângulo.

A maior parte do abastecimento de água terá que provir de reservatórios, de forma que só uma área limitada, de culturas mais valiosas,

merece ser irrigada. Sem irrigação complementar, é indispensável concentrar-se na plantação e cuidadosa distribuição de capins perenes de raízes profundas e resistentes à seca. Os 1.800 mm de precipitação anual do Retângulo ocorrem principalmente no verão. No Instituto Agrônomo de Campinas — São Paulo, o uso de hidróxido de sódio destruiu, com sucesso, a estrutura das argilas dos Latossolos húmicos de forma que podem ser construídas barragens de terra impermeáveis à água.

SUMÁRIO DAS POTENCIALIDADES DOS SOLOS DO RETÂNGULO

A agricultura do Retângulo tem sido a de produzir pastos para o gado de corte zebu, sobre todos os planaltos cobertos de «cerrado» (Latosolos Húmicos) e também sobre considerável parte dos Litossolos e alguns dos planaltos florestados (Latosolos húmicos). As culturas alimentícias como o arroz de planalto, o milho, o feijão, a mandioca, o algodão, as bananas e as frutas cítricas são cultivadas unicamente em solos anteriormente florestados. O café, o algodão, as bananas, as cítricas, a cana-de-açúcar e os abacaxis são também cultivados em solos anteriormente florestados. Os fazendeiros de tôdas as Regiões Equatoriais do mundo reconhecem que os solos recentemente devastados da floresta proporcionarão de 1 a vários anos de boas a razoáveis safras sem fertilização, mas as áreas cobertas de «cerrado» ou as «savanas» de gramíneas baixas, sob condições climáticas semelhantes, em geral indicam solos muito pobres para lavoura.

As raízes profundas da vegetação da floresta, evidentemente, devolvem os nutrientes vegetais à superfície do solo; a devastação e a queima da floresta tornam êsses nutrientes assimiláveis para as plantações cultivadas (Kellogg e Davol, 1949; Reed, 1951; Greene, 1954 e outros).

Embora os mesmos Latossolos húmicos ocorram nos planaltos de «campo cerrado» da mesma forma que nos vales e planaltos florestados, êsses têm uma fertilidade muito mais baixa (nutrientes assimiláveis).

O Quadro nº XX mostra que os horizontes A1 dos solos florestados têm um pH mais elevado, são mais pobres em Al solúvel assimilável e mais ricos em Ca, Mg e K trocáveis que os solos dos planaltos de «campo cerrado» mas os solos de ambas as áreas são criticamente pobres em P. assimilável.

DISCUSSÃO

O Quadro XX mostra que os Latossolos húmicos do Retângulo são criticamente pobres em fósforo assimilável, tendo sido indicado apenas traços ou nenhum. Os resultados dêste método são grosseiramente comparáveis aos resultados dos métodos Truog padrão do H₂ SO₄, quando mul-

tiplicado por 10, e aos resultados do método Bray do NaF e HCl quando multiplicado por 12. Entretanto, 10 ou 12 vezes um traço é ainda muito pouco. Estes resultados concordam, muito intimamente, com os resultados (também traços — não publicados) dos laboratórios de testes de solos em Goiânia — Goiás (450 amostras) relativos a solos não fertilizados, em grande parte, Latossolos húmicos.

Resultados bem semelhantes (usando o método do H₂ SO₄ de Truog para fósforo assimilável) foram obtidos por Kellog e Davol (1949) no Congo Belga: 4.5 a 12.7 kg; e por Reed na Libéria (1951): 6.8 a 12.3 kg, para solos muito semelhantes ou idênticos aos Latossolos Húmicos. O laboratório de testes de solos em Belo Horizonte — Minas Gerais usa um método extrativo de HCl 10%. Os resultados com cerca de 2.000 solos, indicam que o fósforo é o elemento mais seriamente limitativo das boas safras em Minas Gerais.

A quantidade de fósforo em formas orgânicas ou fixadas como fosfatos de ferro e alumínio ou fixados pela fração de caulinita do solo ou o fósforo como mineral primário, (se existir) que deve ser assimilável pelas plantas não é conhecido mas é, indubitavelmente, muito baixo. Estas formas de fósforo não são medidas pelo teste de assimilação, mas são presumivelmente medidas pelo teste de fósforo total.

A calcificação para obtenção de níveis de pH favoráveis (6.0—7.0) tenderia a aumentar a assimilabilidade destas formas fixadas de fósforo.

De uma forma grosseira, os valores do alumínio assimilável (solúvel) maiores que cerca de 100 kg/Ha em solos de regiões temperadas, indicam a presença de quantidades tóxicas, especialmente para certas culturas delicadas tais como legumes e trigo. Os resultados experimentais obtidos por Araújo (1951) sobre os ácidos «Latosolos Pardo-avermelhados» (provavelmente Latossolos húmicos) de Passo Fundo — Rio Grande do Sul, indicam que as falhas localizadas do trigo em determinados pontos, eram devidas à presença de quantidades tóxicas de alumínio solúvel. As "manchas" estéreis tinham um pH de 4.1 a 4.4 e 500 kg ou mais de Al/solúvel/ha.

As áreas de trigo normal tinham um pH de 5.4 e menos de 200 kg de Al solúvel por ha. Os Latossolos húmicos dos planaltos não-florestados do Retângulo todos têm pHs abaixo de 5.0 e mais de 1m e/100 g de de solo de Al. solúvel (200 kg/ha).

O uso de cal para corrigir estas condições é indispensável

Os Latossolos húmicos têm 3 1/2 a 6% de matéria orgânica, igualando, neste ponto, os melhores solos das regiões temperadas. Os valores extremamente baixos do Ca e do Mg trocáveis indicam a carência de calcificação e, muito provavelmente, o uso de formas dolomíticas de calcário.

Os depósitos dolomíticos acham-se presentes no Retângulo nas quadriculas 1,6 e 18. Vários membros de nosso corpo técnico identificaram montanhas de dolomita logo ao sul do Retângulo na estrada de Unai para Paracatu. O calcário ocorre abundantemente na margem norte da Quadricula 4 — pelo menos um morro ali parece ser dolomítico, baseado na sua reação ao HCl frio apenas numa superfície fresca pulverizada (Estação nº 125).

Embora as duas amostras 84F e 84C de uma encosta florestada e de um cafézal de 8 anos em encosta anteriormente florestada, tenham apresentado um pH favorável e um alto nível de Ca, Mg e K, com o usual nível de P. assimilável criticamente baixo, algumas outras encostas testadas no campo tinham pHs abaixo de 6 — chegando até a 5.4.

Portanto, é provável que nem tôdas as encostas florestadas tenham um pH elevado e sejam ricas em outros nutrientes que não o P. Os dados das 450 amostras de solo testadas na Secretaria de Agricultura de Goiânia tenderão a confirmar isto — as amostras são, principalmente, de encostas.

As amplas correlações de pH reportadas pelo Dr. Maurício Sanford — Secretário de Agricultura do Estado de Goiás, as quais foram, em geral, confirmadas por nosso trabalho de campo, são as seguintes:

Solos de planaltos florestados (Mata) — pH 6.2—6.5 (freqüentemente menos).

Solos de encostas de vales (Mata) — pH 6.5—7.0 (às vezes menos).

Solos de encostas, após a floresta ter sido cortada — 6.0—6.5 (às vezes menos).

Solos de planalto coberto de "cerrado" — 5.0—5.5 (O.K.).

Solos de planalto coberto de cerrado após prolongadas queimadas 4.5—5.0 (O.K.).

PROBLEMAS DE MANEJO DO SOLO EM RELAÇÃO AO DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA

Para obter a continuada e mais alta produtividade possível dos solos do Retângulo sob "manejo de 3º plano", vários problemas carecem de solução adequada.

Êstes problemas são os mesmos que foram resolvidos pelo pessoal de qualquer região agrícola, altamente desenvolvida, tal como a de Campinas — São Paulo, Hawaii ou Indonésia cujos solos são semelhantes ou em Regiões Temperadas tais como os Estados Unidos ou o norte da Europa, cujos solos são podzolizados. Êstes problemas serão abordados de uma forma resumida nos parágrafos seguintes :

1. O equipamento mecânico agrícola é essencial a uma lavoura para produzir muito mais que apenas as suas próprias necessidades.

2. O sistema rotativo (culturas alternadas) para aumentar o nível de produção das culturas numa sólida base de conservação permanente do solo.

A seqüência adequada das culturas é mais difícil de projetar para as regiões Equatoriais do que para as Temperadas. (*Alternate Husbandry*, Imperial Agricultural Bureaux Joint Publication nº 6, 157, p.p. 1944; *Legumes in Agriculture*, F.A.O. Public nº 21, 367 p.p. 1953, esp. chapter 7). A elevação dos baixos níveis de produção das culturas, geralmente apresentados pelas áreas de monoculturas aliadas a um baixo nível de manejo do solo, requer o máximo esforço do povo e do governo.

E' provável que os capins, adaptados, de raízes profundas, constituam a melhor escolha para cultura de grama nos Latossolos húmicos do Retângulo (Tempany, 1939, págs. 26, 61 e capítulo 7), embora certos legumes tenham sido plantados juntamente com essas gramíneas, com esperado sucesso, em alguns outros países como a Austrália, a África e a América Central (*Legumes in Agriculture*, F.A.O. Public nº 21, 1953).

Três capins perenes de raízes profundas acham-se bem adaptados no Retângulo — todos os três são cultivados correntemente — um (o Jaraguá) é nativo mesmo do Retângulo. São êles: o *Hyparrhenia rufa* («Jaraguá»), o *Panicum maximum* (capim «Colonião» no Brasil e «Guínea» em outros países) e o *Melinis minutiflora* de pouco crescimento (capim «Gordura», no Brasil, «molasses» em outros países). Êstes 3 capins atendem a uma série de condições e usos no Retângulo. E' urgentemente necessário um manejo adequado das pastagens dêsses capins, especialmente o Jaraguá (6º Congresso Internacional de Prados, 1952). O Colonião é mais saboroso que o Jaraguá. O Gordura (o qual não pode ser queimado) foi um único capim introduzido no Retângulo que nossos especialistas viram se desenvolvendo razoavelmente bem nos lixossolos concrecionais — esta é uma importante observação a considerar no desenvolvimento agrícola do Retângulo.

A sugestão de introduzir outros capins no Retângulo pode ser sujeita a discussão. Entretanto, parece que o capim Guatemala como alimento verde altamente saboroso para vacas leiteiras merece bem ser usado. O Dr. Gomes, Diretor da estação agrícola de Jaraguá, tem cultivado com sucesso êste capim no Retângulo. O capim Parâ (*Panicum purpurascens*) um capim alimentício saboroso de alta produção adaptado a solos úmidos também merece bem ser tentado. O capim Elefante ou Napier (*Pennisetum purpureum*) também merece ser tentado; entretanto, o Colonião não só tem as mesmas excelentes características de melhorar a estrutura e um sistema de retôrno intenso dos nutrientes pelas raízes, mas também é muito mais saboroso e provavelmente resiste melhor à estação sêca do Retângulo. (Tempany, 1949).

Dos resultados dos levantamentos da F.A.O. sobre legumes adaptados para serem cultivados juntamente com capins tropicais (*Legumes na Agricultura*, F.A.O. Public. nº 21, 1953) o que se segue é aplicável ao Retângulo:

1) As Bahamas estão tentando uma pastagem mista de *Lencaena glauca* e Colonião.

O Hawaii se ocupa muito com esse legume carrasquento (Takahashi, VI Congresso Internacional de Prados, 1952).

2) A Jamaica informa que a *Indigofera subulata* se desenvolve melhor com o Colonião e a *Indigofera endecaphylla*, melhor com o Gordura, formando uma camada de vegetação vigorosa com um entrelaçado espesso e resiste à pastagem. Vários outros países da América Central apresentaram relatórios favoráveis sobre estes dois legumes.

3) A Queensland (Austrália) tentou o seguinte legume de pasto com esses capins: *Centrosema pubescens* e Colonião (roxo no topo), *Pueraria phaseoloides* (Tropical Kudzu) e Gordura, *Galopogonium mucunoides* e Gordura, e *Stylosanthes gracilis* e Colonião. A *Desmodium Canum* (Karmiais Clover) se manteve como planta para pasto com o Colonião a despeito da severa competição. A *Desmodium scarpiurus* é saborosa, restabelece-se rapidamente após a pastagem, permanece verde durante a estação seca e se dá bem com o Colonião.

Há uma grande evidência de que certos capins tropicais de raízes profundas, tais como o Elefante e o Colonião, são regeneradores mais efetivos da estrutura do solo que os legumes, sob condições tropicais (*Alternate Husbandry*, Imperial Agricultural Bureau Joint — Publication nº 6, 1949, p. 53-54; Ignatieff, F.A.O. Publication nº 9, 1949; Tempany, 1949, p. 261). Além disso, esses capins de raízes profundas são eficientes em trazer os nutrientes existentes no fundo do solo para o horizonte superior. O autor recebeu alguns relatórios de fazendeiros do Retângulo e de São Paulo que haviam arado velhos sítios de capim Colonião ou Jaraguá e ficaram admirados com a alta produção de milho nessas terras que supunham esgotadas havia muito tempo. São necessárias maiores pesquisas confirmatórias para orientar a seqüência das culturas (rotação) mais adaptáveis ao desenvolver a agricultura do Retângulo.

3. A necessidade de provisão da forragem, no inverno, tanto para gado como, certamente, para gado leiteiro é aguda. Nenhum amontoado de feno ou silagem foi visto embora sejam tão obviamente necessários. Foi relatado que quase 20% do gado de corte em Goiás morreu no fim de estação seca em 1954 — uma estação extraordinariamente longa. A silagem pode vir a ser a melhor solução uma vez que durante o verão, provavelmente não há períodos secos suficientemente longos para secar o feno. Deve ser explorado um programa de entrosagem do manejo de pastagens de capins altos com a silagem. O milho, a cana-de-açúcar e a cana de forragem são excelentes culturas para silagem. As estações agri-

colas de Jaraguá e Planaltina, estão iniciando um programa de silagem. Este trabalho deve ser devidamente mantido e expandido para atender às necessidades de laticínios de uma cidade do tamanho previsto. Mesmo uma área agrícola tão adiantada como Campinas, São Paulo, ainda tem escassez de manteiga de leite em 1954.

4. Uma consideração cuidadosa, mas imediata, deve ser dada ao teste do tipo de vaca leiteira que mais se adapta ao clima particular da zona. A raça Holstein tão bem sucedida no Sul do Brasil e nas Regiões temperadas, não se adapta bem no Retângulo. A raça de gado de corte zebu tão bem adaptada no Retângulo, é má produtora de leite. Entretanto, há tipos de gado leiteiro zebu produzindo bem. Tanto quanto nossos técnicos puderam averiguar, estes são desconhecidos no Retângulo e nas áreas circunvizinhas visitadas. Uma tal raça de gado leiteiro é a Sahiwal do Montgomery District, West Punjab, Pakinstan (F.A.O. Agric. Studies, nº 19, 1953). A produção do Paquistão nas fazendas maiores medeia em 5.000 libras — 2.300 kg por vaca por ano — havendo registros de vacas que produziram, individualmente, 9.000 a 12.000 libras — 4.000 a 5.365kg por ano! Um cruzamento da raça Jersey resistente ao calor, em Jamaica, B.W.I. (18º N. de latitude) está dando uma média de 6.000 libras, 2.700 kg de leite por vaca por dia e 7.000 libras, 2.200 kg nas melhores fazendas. Esta raça é oficialmente chamada a «Jamaica Hope». Embora a produção média anual de leite da raça Zebu Red-Sindhi seja apenas 3.000 a 4.000 libras, 1.400 a 1.800 kg, bons exemplares produzem mais de 6.000 libras, 2.700 kg. Para obter um bom animal produtor de leite para os Estados quentes da Costa do Golfo do México nos Estados Unidos, foram feitos cruzamentos de Red-Sindhi e Jersey, em Beltsville, Maryland. A produção de leite varia de 5.000 a 10.000 libras, 2.300 a 4.500 kg por vaca por ano e os mestiços suportam o calor melhor que os Jerseys.

É recomendável que se iniciem imediatamente experiências com essas 4 raças, de tal forma que existam vacas boas produtoras de leite bem adaptadas às condições de clima, forragem e doenças do Retângulo, em número suficiente quando a capital fôr construída.

5. À medida que se forem intensificando as culturas em fileiras, no Distrito, irão, também, sendo necessárias medidas adequadas para conservação do solo. Embora os Latossolos húmicos sejam mais resistentes à erosão que os solos Podzolizados, as características de precipitação mais intensa e mais pesada das áreas de Latossolos Húmicos tornam necessário o cuidadoso planejamento de medidas de conservação do solo extremamente importantes para o desenvolvimento da agricultura do Retângulo em bases permanentes.

O Brasil já tem um número considerável de resultados de pesquisas em conservação do solo nos Estados de São Paulo e Minas Gerais. Estas informações podem ser utilizadas no planejamento do Retângulo. O Dr. Mário Sanford, da Secretaria de Agricultura do Estado de Goiás, chamou a atenção do autor para a necessidade de medidas de conservação do solo à proporção que a agricultura do Estado se desenvolve. As culturas em faixas seguindo as curvas de nível e os terraços serão particularmente necessários como medidas de sustentação para boas rotações de culturas. A revista de 106 páginas de Sir Harold A. Temperley intitulada «A prática de conservação do Solo no Império Colonial Britânico», Techn. Comuc. Nº 45, Commonwealth Bureau of Soil Science, 1949, contém uma riqueza de informações, pesquisas e experiências práticas, em sua maior parte aplicáveis às condições do Retângulo. Os conteúdos desta publicação devem ser inteiramente estudados em desenvolvendo um programa efetivo e amplo de conservação do solo para o Distrito Federal. Os princípios básicos de conservação do solo em relação aos diferentes tipos de solos foram publicados por Kellogg (1954).

6. Há uma grande necessidade de difundir um conhecimento de fertilidade dos solos entre o pessoal das fazendas, os técnicos agrícolas, etc. e um melhor conhecimento dessa fertilidade dos solos por parte, pelo menos, de alguns dos trabalhadores profissionais em agricultura.

Muitos administradores de fazendas no Retângulo parecem nem mesmo fazer idéia do valor do adubo animal em relação ao aumento de produção das culturas. Em nossa opinião há uma necessidade premente de um Serviço Brasileiro de Expansão Agrícola para levar os resultados do mundo de pesquisas agrícolas brasileiras já existentes, até ao pessoal das fazendas do Brasil. Um excelente trabalho de expansão está sendo conduzido no Estado de São Paulo e em partes de Minas Gerais, neste último em cooperação com a ACAR.

A disponibilidade de crédito agrícola a baixo custo é também um problema crítico. Com estas duas exceções, tôdas as estações experimentais agrícolas visitadas, têm um valioso acervo de resultados de pesquisas mas não têm pessoal ou não dispõem de meios para fazer chegar êsses conhecimentos ao pessoal das fazendas. A grande falta de pessoal cientificamente treinado em agricultura no Brasil, como tão claramente mostrado pelo relatório de 1954 das Escolas de Agronomia e Veterinária do Brasil, está diretamente relacionada com esta falta de conhecimento da fertilidade do solo. Por falar nisso, êste aspecto traz graves complicações para todos os problemas de manejo do solo apontados neste relatório.

Os técnicos observaram o abandono e/ou a queima das cascas do arroz em todo o Retângulo. Raramente um plantador de legumes, mesmo os mais adiantados, utiliza as cascas do café disponíveis na parte oeste do Retângulo como fertilizante. O relatório do Congresso sôbre Produção de Fertilizantes,

sua Distribuição e Utilização na América Latina realizado no Rio de Janeiro em 1951 (F. A. O. Development, Paper N.º 36, 1953) declarou que: "O aumento da produção de víveres para atender as necessidades da população crescente do Brasil implica 3 problemas no uso de fertilizantes:

- 1) Aumento de provisões de fertilizantes a preço razoável.
- 2) Estabelecimento de uma base de conhecimentos para o uso dos fertilizantes.
- 3) Educação do fazendeiro quanto ao uso eficiente dos fertilizantes, especialmente trabalhos de difusão e fazendas de demonstração.

O aumento do emprêgo de fertilizantes é essencial para o futuro desenvolvimento agrícola. Os fazendeiros necessitam de instrução sôbre o uso de fertilizantes e de crédito para possibilitar a compra dêstes". O quadro seguinte, tirado dêsse mesmo relatório, indica que os fertilizantes são necessários para culturas de produção abundante em solos ácidos lixiviados. Os solos de Cuba são muito semelhantes aos do Retângulo. Cuba usa aproximadamente 5 vêzes mais fertilizantes por hectare que o Brasil.

Uso de fertilizantes por Países em 1948-49

País	Média de utilização em kg/hectare			
	N	P	K	Total
Brasil	0.59	1.43	0.52	2.54
Cuba	5.21	5.81	3.49	14.96
Canadá e U.S.A.	4.58	8.72	4.53	17.83

7. Melhorando a fertilidade aumenta a variedade de culturas adaptadas e torna-se cada vez mais importante dispor de estoques de sementes de diversas qualidades provenientes de fontes dignas de confiança.

8. O aumento das culturas requererá melhor difusão entre os fazendeiros do conhecimento das doenças, dos processos de contrôlo dos insetos e a disponibilidade de materiais para êsse contrôlo a preços razoáveis.

9. O desenvolvimento da irrigação complementar tornará possível cultivar o ano inteiro no Retângulo onde a estação sêca dura, em média, 5 meses. Sômente duas instalações de irrigação movidas a motor foram vistas no Retângulo. Ambas a oeste de Goiânia em chácaras de verduras. Ambas foram visitadas por nossos especialistas — os dois proprietários disseram que a irrigação era altamente lucrativa. A irrigação complementar é particularmente necessária no Retângulo para:

- a) Legumes (atualmente é feita muita rega das verduras a mão).
- b) Uso auxiliar durante os períodos em que o arroz dos planaltos está brotando ou está florescendo. São necessários, no mínimo, 5 cm de água, durante 15 dias, em cada período. Uma pequena sêca durante qualquer um dêsses períodos críticos nas plantações de arroz de planalto podem, facilmente, causar uma má colheita.

c) Culturas de pastagens e alimentação das vacas de leite durante o inverno.

d) Caié — um sistema de irrigação do café, em larga escala, foi iniciado próximo a Ceres em 1954. Os resultados experimentais de irrigação pela Estação Experimental de Café, em Ribeirão Preto — São Paulo, são impressionantes. Tempany, 1949, págs. 47 a 50 — Bisset, 1945 e Mahr, 1943 são fontes excelentes de princípios e métodos de construção de pequenas barragens de terra em Regiões Tropicais.

10. O estabelecimento de uma cidade de várias centenas de milhares de habitantes no Retângulo, irá criar quase imediatamente uma crise aguda de combustível de madeira. As cidades de São Paulo e Pelotas enfrentaram esse problema de forma adequada pelo uso de eucaliptos. Das investigações preliminares feitas pelo autor no Retângulo e das visitas às áreas de São Paulo e Pelotas, pôde ele concluir que, pelo menos várias espécies de eucaliptos são bem adaptáveis ao clima e aos solos do Retângulo. Portanto, é mais veementemente recomendado que sejam tomadas providências imediatas para o plantio de uma área suficiente de espécies adaptadas de eucaliptos de tal forma que haja combustível de madeira bastante quando necessitado pela população da nova cidade. Os serviços do batalhão do exército já destacado para a área de Formosa podiam bem ser utilizados para esse fim.

Deve ser feita uma análise cuidadosa das espécies de solo, dos declives e das posições geográficas das áreas a plantar, tendo em vista o sítio que for finalmente selecionado para a cidade. A maioria das plantações imediatas devem ter lugar nos Litossolos e Lixossolos concrecionais não aráveis, muito embora venham a levar um pouco mais de tempo, que o normal (de 6 a 7 anos) para produzir madeira própria para lenha nestes solos. Bons eucaliptos foram observados pelo autor, desenvolvendo-se em Litossolos, entre as cidades de São Paulo e Campinas e a oeste de Pelotas no Estado do Rio Grande do Sul. O corpo técnico da Estação de Horticultura Florestal, próxima a Leopoldo de Bulhões, informou ao autor que o eucalipto se desenvolverá razoavelmente bem nos Lixossolos concrecionais («Cangas»). Atualmente a Estrada de Ferro do governo tem uma nova e extensa fazenda de eucaliptos próxima a Leopoldo de Bulhões. Esta fazenda está na superfície de 2ª erosão e os solos são Latossolos húmicos.

A fazenda da Estação de Horticultura Florestal também está na superfície da 2ª erosão e os solos são Latossolos húmicos. Uns poucos bosques de eucaliptos, alguns talvez com mais de 10 anos de idade, são vistos próximos a Anápolis. A uns 12 ou mais km de Anápolis há uma nova plantação de eucaliptos na superfície de 1ª erosão (chapada). Os solos aí são Latossolos húmicos. A fazenda da Estrada de Ferro está cultivando duas espécies *E. tereticorne* e *E. citriodora* — a última é uma espécie particularmente boa — crescimento rápido, utilizável como combustível, madeira de

construção, fabricação de papel, extração de óleo e também uma excelente planta produtora de mel.

Algumas plantações preliminares de eucaliptos devem também ser feitas em Latossolos húmicos, especialmente alguns dos mais inclinados, de forma a assegurar uma reserva de árvores maiores para extração de madeira de construção, quando necessitado pelos habitantes da cidade.

O notável aperfeiçoamento de criar mudas de eucaliptos para transplantação, em solos úmidos naturais de Gley húmico e não em vasos, foi introduzido pelos especialistas em florestas do Instituto Agronômico de Pelotas — R. G. do Sul. O método economiza tempo; o desenvolvimento das mudas é melhor; reduz os cuidados de rega consideravelmente; não requer vasos, e reduz enormemente o choque da transplantação da muda quando ela é lançada no campo.

É veementemente recomendada a tentativa desse procedimento na cultura de mudas para posteriores plantações no Retângulo.

Talvez alguma consideração deva também ser dada à plantação de bastantes eucaliptos para áreas recreacionais destinadas a piqueniques, próximo à cidade, a serem usadas até que possam ser desenvolvidas as áreas de recreação permanente.



Figura 35 — Latossolo húmico, proveniente de gnaiss gábrico, recentemente devastado e situado na segunda superfície. Solos quase neutros quando despojados da floresta de primeira classe, ao norte de Ceres, logo fora do Retângulo. As palmeiras se conservam em pé. Esta palmeira indica corretamente uma boa fertilidade nativa da terra. Esta área é mapeada como S. A. N.º 5, no primeiro plano, e S. A. N.º 4, no fundo da foto

A acácia, tanto a variedade dura (Pau-ferro-delbuta) como a mole (Pana-garra-molíssima), são bem adaptáveis ao Distrito Federal. Se elas forem plantadas nos Litossolos, talvez algumas devam ser plantadas antes do estabelecimento da cidade.

Tempany (1949, p. 36), diz que muitas cidades européias consideram que, pelo menos, 20% de sua área deve ser florestada para prover madeira e combustível, proteger a superfície e proporcionar condições hidrológicas favoráveis. — Tempany acha que talvez seja necessária uma percentagem maior nos trópicos úmidos, para alcançar os mesmos resultados.

11. A drenagem artificial de alguns solos aluviais (fundos de vales) para produção de legumes. Tais áreas são em geral adjacentes a um manancial de água perene para uso em irrigação durante a estação seca.

CULTURAS ADAPTADAS AOS SOLOS E CLIMA DO RETÂNGULO

A favorável associação, no Retângulo, de elevadas altitudes, estação seca de inverno, alta precipitação no verão, clima equatorial e solos-Latossolos Húmicos fisicamente excelentes, torna possível desenvolver uma grande variedade de cultura. Muitas espécies de culturas tanto de regiões temperadas como tropicais ou estão sendo correntemente cultivadas ou parecem ser bem adaptáveis à zona, baseado em provas experimentais, observacionais ou dedutivas.

Aparentemente, só um número limitado de culturas definitivamente adaptadas aos climas temperado fresco ou tropical quente, não se ajustam bem às condições climáticas do Retângulo.

Mesmo assim, poderão ser cultivadas maçãs e peras, mas as produções são provavelmente muito baixas para merecerem consideração como cultura comercial.

Os cinco meses de severa estação seca de inverno do Retângulo, resultam, atualmente, em uma estação de cultivo de verão, com exceção de algumas culturas de raízes profundas tais como as árvores frutíferas, banana, café, manga, abacate, mandioca, cana-de-açúcar, cana de forragem e os capins de raízes profundas: Jaraguá, Colômbio e Gordura. Com irrigação, a estação de cultivo pode ser contínua para todas as culturas adaptadas — muito diferente do que acontece nas regiões temperadas. As verduras são, atualmente, irrigadas a mão e dão o ano inteiro — é claro que certas variedades produzem mais numa estação ou na outra — tomates, são um exemplo. Entretanto, com adequado controle de moléstias esta diferença de uma estação para outra, certamente, desapareceria. Algumas das crucíferas produzem mais durante os períodos mais frescos do ano. Mas, estas crucíferas, tais como brócolos, são culturas de outono mesmo em climas temperados. Com manejo adequado do solo, tal como foi esboçado na Seção precedente, especialmente fertilização, irrigação e criação das plantas, a variedade de espécies de cul-

turas que podem ser desenvolvidas será ainda maior, — e seriam garantidas, também, produções maiores e mais certas.

Carmin (1953) declarou que as nove culturas principais (em ordem decrescente de valor) em tórno de Anápolis, são: 1) arroz de planalto, 2) milho, 3) mandioca, 4) feijão, 5) cana-de-açúcar, 6) café, 7) fumo, 8) algodão e 9) batata branca.

As espécies e quantidades específicas de fertilizantes para as culturas adaptadas, aqui especificadas, não constituíram um dos objetivos do autor neste estudo investigatório. Entretanto, no curso de nossa investigação ficamos profundamente impressionados com o volume enorme de conhecimentos, sôbre êste assunto, que possuem os diversos agrônomos tanto no Retângulo como nos Estados vizinhos. Dentro do Retângulo, Dr. Sanford — Secretário de Agricultura do Estado de Goiás, Dr. T. Godoy — Diretor da estação experimental agrícola do Ministério da Agricultura em Anápolis, e Dr. Álvaro de Lima — do Ministério da Agricultura, em Goiânia, prestaram especial cooperação dando-nos muito de seu tempo e de seus conhecimentos sôbre fertilizantes, culturas adaptadas, produções médias anuais, problemas agrícolas no presente e no futuro. Os comentários relativos a culturas adaptadas são, em sua grande maioria, uma síntese das entrevistas com êsses homens, das observações e entrevistas com agrônomos em São Paulo e Minas, entrevistas com fazendeiros no Retângulo e as observações do corpo técnico de Belcher & Assoc. durante todo o curso dêstes estudos.

Em geral, as plantas adaptadas a regiões temperadas têm de ser fertilizadas enquanto que as plantas tropicais podem se desenvolver (com baixas produções) sem fertilizantes; isto, provàvelmente, envolve correções com o sistema de enraizamento, a espécie de solo e a aclimação ecológica.

ESPÉCIES DE CULTURAS ADAPTADAS E COMENTÁRIOS

1. *Legumes* — Quase todos os tipos darão bem se bem fertilizados. Muitos tipos darão também na estação sêca de inverno, se irrigados. A couve e a couve-flor dão melhor no inverno. Carecem de completa fertilização. Os hortelãos japoneses relatam grandes aumentos de produção devido à calcificação. Eles também se referem a raízes degeneradas e deficiências de boro nas crucíferas. Não são usados os pequenos nutrientes. As preferências dos brasileiros pelos legumes são as seguintes, em ordem aproximada de importância — todos encontrados no Retângulo e bem adaptados: alface, couve, tomates, espinafre Nova Zelândia, ervilhas, couve-flor, beterrabas, cenouras, rabanetes, pepinos, abóbora (do tipo italiano com medula), «tam-pala» (um tipo de espinafre), batatas (ver comentário especial sôbre estas), pimentas verdes, chicória, cebolas (sementes do Rio Grande do Sul), alhos, vagens, endro, etc., etc. Não há dados de pesquisas sôbre irrigação disponíveis mas foi lembrado que os legumes requerem um metro e meio de água de irrigação além da água das chuvas.

2. *Batatas* (inglêsas) — Os brasileiros gostam muito de batata inglesa. As variedades adaptadas nascem mas, como raramente são fertilizadas, a maioria das batatas tem o tamanho de uma «bola de golfe». As batatas têm de ser altamente fertilizadas e deve ser dada muita atenção às carências de Mg e S. As doenças são más; uma fonte de sementes garantidas é o principal problema em todo o Brasil; as sementes agora são, em sua maioria, importadas. Deve haver uma oportunidade de cultivar sementes em uma chapada alta e isolada, sob a fiscalização de Campinas — São Paulo. A mecanização e a irrigação, com um bom controle das doenças, tornaria facilmente possível a obtenção de 2 a 3 colheitas por ano. O preço é alto, portanto, é comercialmente interessante considerar isso. A produção média de batata fertilizada (1 a 1/2 ton. 5-8-12) é de 12 kg por kg plantado ou 10.000 kg/Ha.

3. *Milho* — O milho é uma cultura amplamente explorada e importante alimento, especialmente para porcos. As variedades cultivadas são principalmente «frints» e «dents»; alguns «dents» híbridos de S. Paulo, os quais apresentam uma produção definitivamente mais alta, são também cultivados. A produção média em Goiás, agora, é de 1.300 kg de espigas por Ha. Isto é muito abaixo do potencial de Latossolos Húmicos com moderno e científico manejo. Há uma grande oportunidade de aumentar a produção de milho usando fertilização, espaçamento dos pés e melhores variedades. Uma variedade híbrida de São Paulo, com aproximadamente 90 kg de P 205 e 55 kg de K₂O por Ha, produziu cerca de 3.300 kg/Ha. Não foi usado azoto. Este teste foi feito em Anápolis, no solo Latossolo húmico pardo avermelhado originado do gnaisse. 6.500 kg/Ha foram obtidos no Retângulo. O milho é, muitas vezes, cultivado como cultura mista juntamente com feijões secos, como na África e, outrora, na Nova Inglaterra (U.S.A.).

4. *Arroz* (plantado) — O arroz de planalto é o principal alimento e a cultura mais rendosa. Os brasileiros, em geral, comem arroz duas vezes por dia. A demanda em Goiás é de 200 ou mais gramas por pessoa por dia. No Rio e em São Paulo é de, apenas, 100 g por pessoa por dia. As produções médias são de cerca de 1.500 kg por Ha, mas variam muito em função das condições atmosféricas. A produção máxima, com condições atmosféricas ideais, pode ser o dobro daquela quantidade. Um ha pode suprir as necessidades de 18 (ou mais) pessoas por ano. Quase todo o arroz é plantado e colhido a mão. Há uma grande carência de fertilização, melhores variedades, mecanização, seqüência efetiva de rotação e irrigação auxiliar durante os períodos em que ele está brotando e florescendo, respectivamente, cada um tendo uma duração de duas semanas. O arroz requer um mínimo de 5 cm de água durante cada período. O Capítulo 9 do livro de D. H. Grist — *Rice*, (1953), intitulado «Dry Land Paddy» págs. 148, 154, resume nitidamente a situação numa frase: «O Brasil é o maior plantador de arrozais em terra seca do mundo». O futuro dos arrozais de terra seca, para obter maiores produções, é: 1) mecanizar; 2) melhorar as variedades; 3) usar a rotação para

conservação do solo; 4) fertilizar, especialmente, com matéria orgânica, e então com Az (formas amoniacais de Az) e P; observar os pequenos nutrientes e balancear muito cuidadosamente os fertilizantes.

No Instituto Agronômico de Campinas — São Paulo, existem dados experimentais excelentes e muita experiência sobre o assunto (Ver Bol. nº 35, 1952, *Instruções para a Cultura do Arroz*, H. S. Miranda). O pH para o arroz deve ser provavelmente abaixo de 6,2. Os arrozais (terreno úmido) podem também ser cultivados em alguns dos vales estreitos mas de fundo plano. Entretanto, uma vez que o arroz de planalto está bem adaptado, as pequenas áreas de solos úmidos são melhor utilizadas para culturas de legumes.

5. *Trigo* (Primavera) — Toda a farinha de trigo para pão e pasteleria é atualmente importada de São Paulo. O trigo pode, entretanto, ser cultivado no Retângulo a altitudes acima de 800 m. Pelo menos estão sendo obtidas, agora, produções razoáveis de cerca de 900 kg/Ha, com o melhor conhecimento atual de manejo do solo. Tal como acontece com o arroz, condições atmosféricas variáveis afetam a produção. A Estação Experimental Agrícola de Anápolis obteve produções variando de 500 a 1.600 kg por Ha, em geral, 1.100 a 1.400. Ampla experimentação sobre trigo em Patos de Minas (Lat. 18° 33', Long. 46° 21') logo a leste do Retângulo, a uma altitude de 852 m, precipitação de 1.766,6 mm deu uma produção de 850 a 900 kg/Ha para os melhores tratamentos (NPK), em 1951-52 (A.M.G. nº 45 — Instituto Agronômico de Belo Horizonte — Minas Gerais, dados de campo não publicados. O tipo de solo é desconhecido mas é, presumivelmente, um Latossolo húmico de textura argilosa). Foram conservados registros completos de condições atmosféricas e umidade. O pH era somente — 5,3 a 5,7. A época do plantio de meados de fevereiro em diante é melhor para o trigo. O trigo não pode ser plantado em terras de florestas recentemente devastadas devido ao excessivo teor de azoto do solo. Em geral, o trigo reage à cal e ao fósforo e quando plantado em solos cultivados por muitos anos, reage ao N e talvez ao K também. Todos os Latossolos húmicos dos planaltos cobertos de «cerrado», no Retângulo, apresentam, provavelmente, quantidades tóxicas de Al solúvel. A calcificação é essencial para produção de trigo nos planaltos cobertos de «cerrado». O arroz não é sensível ao Al solúvel dos solos. As recomendações locais atuais sugerem o uso de rocha fosfatada ou farinha de ossos cremados, em solos ácidos, para o trigo, e o uso de superfosfatos somente onde o pH é 6,5 ou mais.

Há necessidade de variedades especialmente adaptadas; «Colonião», atualmente, é a melhor. Algumas variedades mexicanas parecem boas. As Estações Experimentais Agrícolas de Anápolis e Pelotas trabalham em estreita colaboração nos testes sobre o trigo. Há necessidade de desenvolver variedades melhor ajustáveis à uniformidade dos dias no Retângulo (efeito de fotoperiodismo). As variedades resistentes à «ferrugem» são, sem dúvida,

as que dominam. O trigo é uma planta tão adaptável que parece não haver razão por que não possam ser facilmente criadas variedades adequadas e normas de manejo do solo para o clima e os solos do Retângulo. A realização disso implica numa pesquisa e num programa de difusão bem mantidos e com um corpo técnico bem qualificado.

6. *Gramíneas forrageiras* — As gramíneas vivazes de raízes profundas são bem adaptáveis e vitalmente importantes no desenvolvimento de um tipo de agricultura permanentemente produtiva. Ver outras partes do relatório para informações adicionais.

O capim «Jaraguá» é nativo do Retângulo — mas carece enormemente de um manejo apropriado das pastagens. O capim «Colonião» (Guínea) é, provavelmente, o melhor capim a ser considerado no desenvolvimento agrícola futuro do Retângulo. É mais saboroso para o gado que o Jaraguá e, provavelmente, melhor para retornar os nutrientes ao solo superior e promover a sazão do solo. É muito útil como protetor do solo em plantações de frutas cítricas e café. Dependendo da espécie de economia pecuária desenvolvida no Retângulo, deve ser encorajada a rotação de culturas com 3 a 5 anos de glebas de capim «Colonião», como um bom negócio. O «Gordura» é um capim de estação seca, de pouco crescimento e saboroso; êle tornar-se-á extremamente valioso, especialmente nas bordas de Lixossolo concrecional das chapadas. As gramíneas carecem de fertilização pelo fósforo para melhor desenvolvimento, embora vivam sem fertilização, presentemente. Sob condições agrícolas intensas, a carência de N e K irá, certamente, tornar-se também evidente. O «Guatemala» é um capim de engorda saboroso. É adaptável, especialmente, em solos calcificados. O capim «Pará» pode ser adaptado a solos úmidos; não é cultivado no momento.

7. *Leguminosas* — Os Feijões secos, a soja, o feijão veludo (*mucuna*), a crotalária, o Kudzu tropical, o feijão de porco e os amendoins estão bem adaptáveis. Provavelmente muitos outros legumes são também adaptáveis (ver outras partes dêste relatório) — aquêles utilizados sob condições semelhantes na África, Indonésia, Hawaii e Puerto Rico, devem ser investigados (*Legumes in Agriculture* — F.A.O. Agricultural Studies nº 21 — Abril 1953, 767 págs.).

8. *Frutas cítricas* — As frutas cítricas se adaptam muito bem, no Retângulo, nos Latossolos húmicos anteriormente florestados. Muitas dessas áreas são inclinadas e por isso a erosão logo se torna um problema. Os processos de conservação adequada do solo, tais como, os terraços e as proteções são muito necessários. Alguma irrigação complementar pode também ser necessária nos planaltos cobertos de «cerrado». As deficiências dos pequenos elementos pode bem ser um problema, especialmente Zn e Mg.

As laranjas reagem à fertilização pelo fósforo, atualmente, no Retângulo.

9. *Bananas* — Foram vistas bananas em toda parte. Elas estão, aparentemente, bem adaptadas, a despeito dos 5 meses de estação seca. Os trabalhos publicados sobre a banana indicam a necessidade de chuvas todo mês ou irrigação (Von Loeseche, *Bananas*, 2ª ed. 1950, Interscience Publishers, N. Y. C.). A banana tem uma baixa solicitação de P.; portanto, quanto a este aspecto, ela está bem adaptada. Por outro lado, as bananas têm uma alta solicitação de N e muito alta de K. Uma vez que foi notada, no Brasil, em Latossolos húmicos, pouca reação aos fertilizantes de K, essa solicitação também parece ser atendida. Nosso corpo técnico notou possíveis sintomas de deficiência de boro em algumas bananas vendidas em Anápolis. Muitas das bananas vistas eram de tipos pequenos embora seja usado um tipo grande na zona de Cristalina.

10. *Abacaxis* — Os abacaxis estão bem adaptados. Tanto o tipo branco (favorecido no Brasil) como o amarelo («Dole») dão bem na maioria dos solos. O abacaxi, aparentemente, dá razoavelmente bem em Latossolos húmicos de planaltos cobertos de «cerrado» uma vez que suas raízes podem absorver o fósforo fixado mais facilmente que muitas outras culturas. Entretanto, os abacaxis vistos nos planaltos cobertos de «cerrado» parecem apresentar sintomas de deficiência de fósforo. A opinião geral é de que se fertilizados, os abacaxis crescem mais, porém, perdem sua doçura; talvez isso indique uma necessidade de se estudar o equilíbrio dos fertilizantes. As pesquisas sobre os abacaxis havaianos e porto-riquenhos devem produzir algumas indicações. Os abacaxis colhidos durante a estação nebulosa e chuvosa de verão são mais pobres em teor de açúcar que os colhidos durante a estação seca.

11. *Mandioca* (Manioc — cassava) — A mandioca é uma cultura alimentícia de uso geral na área. É adaptável a todos os solos exceto os mais úmidos e os Litossolos mais rasos. A fertilização para estas culturas é, em geral, considerada desnecessária no Retângulo. Onde a mandioca cresce até a altura de um homem, o povo do lugar acredita, geralmente, que os solos são «bons». A mandioca reage à fertilização pelo P e também às formas amoniacais do N. A fertilização nem sempre é econômica em São Paulo onde as produções em Latossolos húmicos vermelho baço, dizem ser de 30 ton. de raízes por Ha se não fertilizadas, e de 50 a 67 ton. quando fertilizadas com 120 kg de P₂O₅.

12. *Mangas* — As mangas estão bem adaptadas. Os resultados das pesquisas do Instituto Agrônomo de Campinas — São Paulo, podem ser aplicáveis no aumento da produção e facilidade da colheita dessa planta de árvore frutífera.

13. *Abacates* — Os abacates são bem adaptados e reagem à fertilização. Os resultados das pesquisas realizadas na Califórnia (U.S.A.) podem ser úteis para aumentar a produção destas culturas.

14. *Cana-de-Açúcar* — A cana-de-açúcar está bem adaptada aos Latossolos húmicos de textura argilosa. Ela foi vista, principalmente, em terras anteriormente florestadas, mas não exclusivamente. A estação nebulosa e chuvosa reduz a produção de açúcar. Nenhum dado de produção ou fertilização foi obtido no Retângulo mas, em solos semelhantes de São Paulo a produção média de cana é de 20-25 ton por Ha não fertilizado e 50 a 60 ton se fertilizado com PeK; não dá reação ao N nos solos vermelhos. A produção de açúcar é de 10% da produção de cana. A solicitação de P é de 80 kg de P₂O₅ por Ha e a de K é de 50 kg de K₂O. As variedades cultivadas apresentam produções mais elevadas e maior resistência ao mosaico; estas variedades existem disponíveis tanto em fontes privadas como nas estações experimentais. As melhores variedades requerem alta fertilidade; o mesmo que acontece com as variedades cultivadas da maioria das culturas, especialmente o milho. O açúcar de cana (bruto) em blocos como «rapadura» é um alimento açucarado e energético de uso geral no Retângulo. Seu valor nutritivo é maior que o do açúcar branco refinado. Boa porção da safra de cana-de-açúcar é transformada em «pinga» em fábricas locais. O bagaço da cana-de-açúcar constitui um bom protetor para outras culturas. Os resíduos licorosos da «pinga» são um rico fertilizante, além de aumentar enormemente a taxa de infiltração de um solo e aumentar um pouco o seu PH. Em Pôrto Rico estes resíduos são usados como fertilizantes de culturas de legumes. A cana-de-açúcar constitui excelente silagem ou pode ser usada como cultura de alimento verde para pecuária. As folhas são usadas no local como alimento para o gado.

15. *Cana de forragem* — A cana de forragem não tem tanto açúcar como a cana-de-açúcar. É bem adaptada como cultura de silagem ou como cultura de alimento verde. Advogada pela estação agrícola de Jaraquá como um alimento de estação seca.

16. *Capim Sudan, Sorghums* — Variedades selecionadas destas culturas acham-se bem adaptadas.

17. *Eucaliptos* — O eucalipto está bem adaptado como árvore de plantação (ver seção de manejo do solo deste relatório).

18. *Acácia* — A acácia está bem adaptada como árvore de plantação (ver seção de manejo do solo deste relatório).

19. Outras culturas vistas:

Figos: dando bem; *Azeitonas*: dando bem; *Maças*: dando mal; *Pêras*: dando mal; *Pêssegos*: dando mal a sofrível; *Romã*: dando bem; *Caqui*: dando bem; *Uvas*: dando razoavelmente bem mas requer cuidadosa fertilização, especialmente com P. O Diretor do Instituto Agrônomico de Belo Horizonte, Minas Gerais, informou que as uvas de Latossolos húmicos (de textura argilosa, originado de gnaiss-biotítico) requereram fertilização uma vez em

dois anos, com 200 gramas de fertilizante 4-12-4 por pé, mais 10 kg de estrume, sendo que P foi essencialmente importante.

Algodão — Bem adaptado. Uma importante cultura lucrativa mas não há dados específicos reunidos.

A necessidade de completa fertilização foi reforçada pelos agrônomos pesquisadores de Goiás. O algodão é cultivado na «segunda melhor terra» atual, por isso não é necessária a calcificação, no presente. Os fazendeiros do lugar acreditam que o algodão é «duro» naquela zona. Isto é, provavelmente, a manifestação do fato de que o algodão requer grandes quantidades de potássio.

Café — O café é a principal cultura dos planaltos anteriormente florestados a oeste de Anápolis e das encostas de vales também anteriormente florestados. As áreas de melhores florestas as quais encerram os solos de maior fertilidade nativa são usadas para plantações de café. O clima é ideal mas a estação seca é um tanto longa. A irrigação melhoraria a produção. O café quando fertilizado recebe (recomendações da Secretaria de Agricultura do Estado de Goiás) 400 g de fertilizante completo NPK por pé, se for um café ordinário, usam fertilizante 8-12-8, se for um bom café, usam 5-10-5 em quantidade de 300 a 400 g por pé. *A erosão está se tornando extremamente séria* em plantações de café. Os protetores e os terraços são urgentemente necessários. Indubitavelmente há muitas outras culturas que podem ser exploradas com sucesso. Cocos de «planaltos», por exemplo, são relatados como sendo adaptáveis. Culturas adaptadas ao Estado de São Paulo, as quais têm uma estação seca ligeiramente mais curta e um pouco menos de precipitação total, são estudadas com suas bulas agrícolas do Boletim nº 45 — *Instruções sumárias sobre as culturas econômicas do Estado de São Paulo*, Instituto Agrônomo de Campinas — S. P. 1953.

DEFINIÇÃO DOS TÊRMOS

Neste relatório foram usados alguns termos relativamente novos além daqueles já amplamente conhecidos. Os novos, são definidos nesta seção.

Argilas 1 : 1 — relativamente estável, de tipo não expansível, minerais alumino-silicatos com uma camada de óxido de alumínio e uma de óxido de silício constituindo a estrutura de cristais em treliça. O grupo caulinita é o exemplo típico. Argila característica da maioria dos Latossolos.

Argilas 2 : 1 — argilas de estrutura em treliça de tipo expansível com duas camadas de óxido de alumínio para uma de óxido de silício. Estas argilas são mais plásticas e pegajosas que as do tipo 1:1. Elas incham quando molhadas e se contraem quando secas. Em ordem crescente de características de inchação, são exemplos as argilas ilíticas e montmoriloníticas. Elas provavelmente ocorrem apenas localmente (quando ocorrem) em solos úmidos do Retângulo, como alguns dos solos úmidos cinzentos e pretos.

Argilas-óxidas — (R2 03):

Partículas de Fe 03 e A12 03. Estas ocorrem abundantemente em vários graus de hidratação. Caracteristicamente, elas capeiam as partículas e agregados de argila caulínica destes solos, dando assim aos Latossolos as remarcadas características de estrutura granular de extrema friabilidade. As argilas óxidas fixam fortemente o fósforo de forma que muitos Latossolos são extremamente deficientes quanto a este nutriente vegetal. O Fe 03 solúvel e especialmente o A12 03 são tóxicos para a maioria das raízes de plantas.

Fertilidade versus Produtividade:

Fertilidade significa apenas os nutrientes vegetais que o solo pode fornecer enquanto que o termo Produtividade, mais amplo e mais geral, exprime a reação ao manejo. Produtividade compreende fertilidade, drenagem, lavra, declividade, possibilidade de manejo pelo homem, considerações de ordem econômica e muitos outros fatores. De uma certa forma, produtividade (de um solo) é uma soma das qualidades do solo com o seu manejo pelo homem.

Estrutura do solo — Torrões ou agregados de partículas de solo. Estes se caracterizam pela forma, tamanho e gradação (proporção do solo que se acha agregado). A remarcada estrutura granular dos Latossolos é uma razão por que esses solos de textura argilosa reagem ao manejo de forma muito semelhante a das terras francas (ver textura).

Textura do solo — É a proporção de partículas discretas de argila, silte (limo) e areias em um solo (ver estrutura).

Laterita: «Canga» em brasileiro — materiais ricos em ferro e alumínio (em Fe2 03 e A12 03) em geral consolidado ou endurecido. Ocorre em antigas formações das regiões tropicais ou anteriormente tropicais. Associado a uma extrema lixiviação de um solo ou material geológico, constituindo em essência o produto final do intemperismo. A palavra vem do Latim «Lateritis» que significa «um tijolo» e se relaciona com seu uso como pedra para construção. Nome proposto por Buchanan em 1807. Ver capítulo Laterita.

Latossolo: Uma subordem de solos proposta para exprimir solos minerais com ABC de perfis BC com horizontes B ou «friáveis» de laterita a qual é genericamente relacionada aos restos do *solum* (horizontes A1 e B3). Os Latossolos têm as seguintes características gerais:

- 1) pobre em sílica — taxa de sesquióxidos da fração argilosa menor que 2.
- 2) média a baixa capacidade de troca de cátions da fração mineral.
- 3) baixas atividades da argila — argilas R2 — 03 com ou sem tipos 1:1.
- 4) baixo teor de minerais primários, exceto os altamente resistentes.
- 5) baixo teor de materiais solúveis.

- 6) grau de estabilidade do agregado e permeabilidade relativamente altos.
- 7) coloração vermelha ou manchas avermelhadas de outras cores.

Latossolo é o termo proposto para os solos chamados lateríticos ou «Lateritas» (Kellogg, 1949, Kellogg and Davol, 1949). O uso do termo Latossolo foi imediatamente adotado por vários cientistas de solos que trabalham em Regiões Tropicais e severamente criticado por outros (Weegemans, 1954; Jackson and Sherman, 1953; Lugo-Lopez & Bonnett et al, 1954; Mohr and Von Baren, 1954).

As características das espécies de solos compreendidas pelo termo Latossolo são idênticas ou muito semelhantes aos seguintes solos, tal como denominados na literatura: (lista parcial apenas).

- «Lateritas» — África, Ásia, Indonésia.
- «Solos lateríticos» — U.S.A. (outrora), África do Sul, Ásia, Austrália.
- «Terras francas tropicais vermelhas» — vários países.
- «Terra franca vermelha» — Sul do Sudão, África — Greene.
- «Terras vermelhas» — as mais friáveis de vários países.
- «Terras amarelas» — algumas das mais friáveis de vários países.

- «Latossolo vermelho»
 - «Latossolo vermelho terroso»
 - «Latossolo pardo avermelhado»
 - «Latossolo preto vermelho»
 - «Latossolo vermelho-amarelo»
 - «Latossolo amarelo»
- } Congo Belga
Kellog & Davol

- Krasnozems (*) — Austrália, Rússia, etc.
- Krasnozems laterítico — Austrália.
- Terras amarelas lateríticas — África do Sul.
- Terras lateríticas vermelhas — Austrália, África, Índia, etc.

- «Lixivium»
 - «Lateritic Grond»
 - «Tanah Merah»
- } Indonésia.

- Solos pretos e vermelhos — Indo-China Francesa.
- Terra Roxa Legítima — Brasil.
- Terra Roxa Misturada — Brasil.
- Terra vermelha laterizada — África (Milne).
- «Ferralites» — Grã-Bretanha (Robinson).
- «Terrakaolin» — Sul da Rodésia.

Latossolo húmico — Um Grande Grupo de Solos (uma subdivisão da subordem dos Latossolos) para exprimir os Latossolos com as seguintes características: solos vermelhos, pardo-avermelhados, pardo-amarelados ou pardos

(*) Estes são Grandes Grupos de Solos na classificação proposta pela Austrália (Stephens 1953, 1954). A subordem equivalente ao Latossolo seria «solos floculados» a qual é definida como: Solos em que o *solum* é mais ou menos ácido mas que não apresentam pronunciada eluviação da argila (Stephens, 1954). Krasnozems é, provavelmente, equivalente a Latossolo húmico e Latossolo vermelho.

formados sob 40 a 100 polegadas de precipitação sob uma floresta baixa mas densa. Em geral um curto período sêco, mas, solos virgens nunca dissecados. Horizonte A1 bem definido, espesso pardo, fortemente granular, rico em matéria orgânica; não há horizonte A2. Os horizontes abaixo do A1 têm estrutura friável em migalhas a fraca e fina em blocos, que não diferem do A1, em textura. Predominantemente, «argilas friáveis» por todo o perfil, mas com a consistência das terras francas. Bases, sílica e parte do ferro e do alumínio, perdidos. Óxidos livres moderadamente altos. A fração de argila é 30-50% de caulinita e mistura remanescente de óxidos de Fe e Al hidratados. Relações sílicas — sesquióxidos geralmente menores que 1, sílica — alumina quase 1.0, pH geralmente abaixo de 5.0. Capacidade de troca 20 a 40 e fortemente influenciada pela matéria orgânica que se estende até 200 m de profundidade, mas não é reconhecível pela côr. Pobre em potassa; fixa o fósforo. (Kellogg 1949, Cline 1952 — *Soils of Hawaii* — no prelo).

A maioria, mas não todos os solos relacionados sob a definição de Latossolos, são, provavelmente, exemplos de Latossolos húmicos ou, pelo menos, se assemelham muito.

«Lixossolo» — Uma provisória classificação geral de solos lixiviados apresentando horizontes A2. (Esta espécie de perfil que ocorre em Regiões Equatoriais e Subtropicais pode, eventualmente, ser classificada como os solos vermelho-amarelo podzolizado). Mohr usou, originalmente, o termo «Lixivium» para os materiais lixiviados dos trópicos.

CATEGORIAS DE SOLOS PARA AGRICULTURA NO FUTURO DISTRITO FEDERAL DO BRASIL

A interpretação básica destas categorias foi feita com base no grupo de Solos para Engenharia. De conformidade com êsse grupo quanto às características das unidades delineadas e as nossas determinações de campo, é a seguinte a classificação agrícola e pedológica destas categorias.

Ao preparar as sobrecapas de solos para Agricultura, a categoria agrícola aplicável foi referida a cada categoria de solos para engenharia delineada. Na maioria dos casos, os limites das categorias dos solos para Engenharia foram deixados como estavam, porém, em uns poucos casos foram feitas ligeiras mudanças para melhor refletir as implicações agrícolas das categorias. (Ver especialmente categorias n.ºs 4, 5, 5ª de Solos para Agricultura e n.º 12 de Solos para Engenharia — a última categoria foi repartida entre as categorias 7 e 9 de solos para Agricultura como explicado na descrição dessas categorias).

Os termos «Chapada», «Peneplanície» e «Superfície de Primeira Erosão» são sinônimos.

O termo «Superfície de Segunda Erosão» refere-se às terras altas suavemente inclinadas ou onduladas abaixo do nível das chapadas (ver também Seção de Geomorfologia).

O termo «Superfície de Terceira Erosão» refere-se às encostas de vales florestados ou anteriormente florestados. As encostas dos vales variam de 7 a 15 e até 20% de inclinação.

SOLOS PARA AGRICULTURA

Número da Categoria

1. Esta categoria compreende remanescentes de superfície de 1ª erosão (chapada, penepanícies) tais como «buttes» e «serras» («butte» significando um testemunho e serra significando uma chapada estreita entre 2 rios permanecendo ainda como superfície da 2ª erosão ou cabeceiras de vales em anfiteatro ou íngremes áreas Litossólicas invadindo a superfície de 2ª erosão por ambos os lados). — Áreas planas e suavemente inclinadas. O solo é um cascalho laterítico concrecional Lixossolo com uma seqüência de horizontes : A1 cn, A2 cn, B cn, C cn. Êstes horizontes estão se desenvolvendo em uma camada de cascalhos lateríticos concrecionais que varia de 1 a poucos metros de espessura. Os cascalhos em geral se tornam pouco maiores em tamanho e proporção com a profundidade e são, geralmente, mas nem sempre, sustentados por uma camada de laterita pisolítica ou vesicular endurecida. A espessura desta camada não é conhecida mas, nos poucos poços d'água observados, elas variam de 1 ou 2 m até 5 m de espessura. A laterita repousa sôbre argilas latossólicas com muitos metros de espessura; estas argilas podem variar em coloração desde o marrom até o vermelho e pode ou não ser sustentada por uma zona de argila variegada (jaspeada) que, por sua vez, pode ou não jazer sôbre uma zona de «caulim» de coloração pálida (branca e alfazema). Os poços de água de mais de 15 m de profundidade na chapada nem mesmo chegaram a atingir o «bedrock» intemperizado.

Em baixo da argila há, provávelmente, uma zona «bedrock» (alterada) de muitos metros de espessura. A profundidade até o «bedrock fresco» não é conhecida; ela pode bem ser de 25 ou mais metros. Onde esta categoria justapõe-se à categoria nº 2 — Solos para Agricultura (daqui por diante denominados S.A.) a superfície da zona de transição pode consistir de uma argila «friável» de uns poucos centímetros até um metro de espessura.

A vegetação natural é «cerrado», muitas vêzes bem bom, e gramíneas baixas.

Uso: Não arável mas certas variedades de eucaliptos darão bem. O capim gordura (*melinus minutiflorum*) também dará bem.

Encostas curtas e íngremes (20%) ocorrem onde esta categoria se justapõe à de nº 4 S.A. O solo desta categoria presume-se estar se desenvolvendo no subsolo de cascalho concrecional reliquial de um solo anterior cujas camadas superiores de argila têm sido geolôgicamente erodidas devido a sobrelevações secundárias da superfície da terra.

O lixossolo concrecional é, portanto, um solo desenvolvido em função da conformação do terreno, sem qualquer relação com a espécie do «bedrock» (exceto arenitos ou quartzitos).

2. Esta unidade compreende as chapadas — as peneplanícies ou superfícies de 1.^ª erosão. Encostas longas e lisas, planas a suavemente inclinadas. Latossolos húmicos, extremamente profundos, muito fortemente ácidos, de textura argilosa, variando a cor do solo da superfície desde o pardo (pardo quando úmido, mas amarelo ou bege quando seco) até o vermelho escuro. A coloração parece ser relacionada com os minerais da rocha matriz. Não ocorrem camadas de laterita, baseado nos dados limitados obtidos em pouquíssimos poços água domésticos, exceto ao longo de quase todas as bordas dessas formações. Ver também categoria detalhada S.A. 2b e 2a nas áreas dos sítios. A categoria 2b é de Latossolo húmico de textura argilosa e a 2a é o «debrum» da laterita.

O debrum de laterita é essencialmente o mesmo que S.A. nº 1, mas tem menos metros de espessura e fica bem nas arestas das chapadas; acredita-se, de acordo com os limitados dados de campo, que a espessura do debrum de laterita vai se tornando rapidamente mais delgada à medida que se desloca da base para o topo, de forma que, em cima, a 100 ou menos metros, para dentro (contados horizontalmente a partir da aresta da chapada) já não existe mais laterita. A argila destes Latossolos húmicos é do tipo friável (caulim reticulado 1:1 e óxidos hidratados de Fe e Al). — A sequência dos horizontes do solo é: A1 até cerca de 28 cm, B1 de 28 até 50 cm, B2 de 50 a 110 cm, C1, mais de 100 cm. A argila parda a vermelha escura pode estender-se por muitos metros de profundidade — ela foi observada em 2 poços água a 12 e 15 m de profundidade. Em certas partes, pelo menos das maiores chapadas, podem existir zonas de argila caulínica ou variegada. Não foi possível qualquer observação de campo. Aubert (1954), entretanto, relata que as zonas de argila caulínica ou variegada são comumente encontradas sob latossolos com pouco ou nenhuma estação seca, cobertos de florestas tropicais e topografia suave. Porém, à medida que a estação seca vai se tornando mais acentuada, a vegetação raquítica substitui as grandes árvores e a topografia se torna mais dissecada. Estas zonas de argila tanto decrescem em espessura como se tornam descontínuas. Em uma área com acentuada estação seca tal como a do Retângulo, a ocorrência destas zonas de argila está, presumivelmente, relacionada com os lençóis freáticos localmente profundos e favoráveis. Se esta generalização de Aubert também é válida para o Retângulo, as investigações futuras é que vão dizer. Neste particular, o clima atual é comparável às condições de clima que prevaleceram em períodos mais antigos da história deste solo (?) A profundidade do «bedrock» intemperizado (alterado) acredita-se ser muito grande; talvez 20 ou mais metros. Os limites superior e inferior do «bedrock» alterado são, provavelmente, variáveis em vista da resistência, local, da rocha à al-

teração pelo lençol freático permanente cujo nível hidrostático, indubitavelmente, se eleva durante a estação chuvosa e cai durante a estação seca. Os poços vistos tinham água até cerca de 11 e 13 m, no fim da estação seca de 1954. O «bedrock» fresco ocorre, com certeza, a grande profundidade; talvez a cerca de 30 m ou mais.

Vegetação: Cerrado e capins baixos.

Uso: Todas as culturas adaptadas, usando cal e fertilizantes. Sem cal e fertilizantes, são possíveis apenas pastagens de capins nativos, exceto quando vários anos de plantio de capins perenes dos tipos Colômbio ou Jaraquã, de raízes profundas, tornam possível um ou mais anos de cultivo. Esta categoria é relacionada à forma do terreno e não tem correlação com a espécie do «bedrock» (exceto a coloração do Solo). O arenito e os quartzitos estão excluídos desta afirmação.

3. (Mesmo que S.E. nº 3). Os solos desta categoria quase sempre ocorrem em pequenas colinas de forma arredondada convexa e oblonga. Geralmente os topos são logo abaixo do nível da chapada. As encostas são às vezes suaves onde esta categoria ocorre sob a forma de pequenos bancos em áreas da categoria nº 4 de S.A. As encostas são íngremes onde esta unidade ocorre em ou adjacente a Litossolos montanhosos e escarpados — (S.A. nº 9).

Dois condições gerais ocorrem : 1) o «bedrock» intemperizado é geralmente próximo à superfície (comumente 1/2 a 1 m na maioria das áreas desta categoria na metade leste do Retângulo; área de «bedrock» sedimentar dobrado). Nesta área, sobre o «bedrock» intemperizado, há uns poucos centímetros de cascalho laterítico concrecional misturado com argila mais ou menos friável que repousa sobre uma camada de laterita maciça endurecida. Esta camada de laterita tem a mesma forma da superfície atual do terreno mas pode ou não ser uma reliquia de um período climático anterior mais úmido. A espessura do «bedrock» intemperizado é desconhecida, mas, provavelmente, é de vários metros. Agricolamente, o solo é uma espécie de Litossolo e não é arável. 2) Na metade oeste do Retângulo (áreas de «bedrock» de xisto e gnaíse) os solos da categoria têm mais profundidade até o «bedrock» intemperizado talvez 1 a 2 ou mais metros. A camada superficial, geralmente, consiste de cascalhos lateríticos concrecionais e é, provavelmente, um Lixossolo concrecional muito semelhante ao da categoria nº 1-S.A. A laterita maciça endurecida pode não ocorrer de uma forma generalizada. Muitas áreas que ocorrem dentro da categoria nº 4-S.A. podem ter uma camada superficial fina de argila friável uns poucos cm até 1 m de espessura sobre os cascalhos lateríticos concrecionais. Isto é exatamente o que acontece nas áreas dos sítios para as quais foram elaborados mapas interpretativos detalhados. A profundidade da rocha fresca é desconhecida.

Vegetação: fraca; cerrado baixo e esparsos e capim baixo para a condição nº 1, até um cerrado razoável para a condição nº 2.

Uso : Condição nº 1 — não arável. Condição nº 2 — algumas áreas aráveis; outras adequadas para eucaliptos e capim «Gordura».

4. (O mesmo que a categoria nº 4 da S.E., exceto onde S.E. nº 5 justapõe-se aos limites da S.A. nº 4, caso em que os limites desta (S.A. nº 4) foram mudados do ponto de ruptura do declive para a borda da floresta atual ou anteriormente existente). A superfície de 2ª erosão, na maioria dos casos, tem 3 a 5% de declividade mas algumas áreas têm 5 a 15%. As encostas são extensas e lisas. Próximo aos rios, as encostas têm muitas vezes 10 a 15% de declividade. O solo é um Latossolo húmico de textura argilosa, muito profundo e muito fortemente a fortemente ácido. A coloração da superfície do solo quando úmido varia de pardo avermelhado a vermelho escuro. Raramente, vermelho baço quando proveniente de rochas ígneas muito alcalinas. Geralmente, uma zona transicional estreita de cor parda, onde a S.A. nº 4 justapõe-se às categorias que envolvem superfícies de 1ª erosão como as S.A. nº 1 e 2 e algumas nº 3.

A seqüência dos horizontes dos solos e a espécie das argilas são as mesmas que para a S.A. nº 2. Em geral não há zona de argila caulínica ou variegada; a argila de coloração uniforme repousa diretamente sobre o «bedrock» intemperizado que fica à profundidade, desde 2m (raramente) até 12m. Os registros de sondagem dos furos feitos sobre uma longa encosta a leste de Anápolis, na Q-9, não apresentaram «bedrock» intemperizado a profundidades de 12 a 18m. Localmente, em algumas encostas, como ao sul de Goiânia, ao norte de Anápolis, etc., ocorrem zonas de Caulim. A profundidade do «bedrock» fresco não é conhecida, mas os registros de sondagem dos furos feitos para poços d'água indicaram, em 3 deles, que ela pode ser maior que 25m. Existe laterita, embora raramente, como se segue:

a) Blocos expostos de laterita vesicular endurecida com cerca de 1m de espessura próximo à base de algumas encostas, assinalando áreas de exsudação antigas, em sua maioria, ou, raramente, atuais.

b) Alguns cascalhos lateríticos concrecionais sobre os pontos de ruptura do declive; esporádicos, mas ocorrem.

c) Uma área de uma longa ravina a oeste de Leopoldo de Bulhões apresenta uma camada de cascalho laterítico concrecional de 1 a mais de 2m de espessura, 1/2 a 3 ou mais metros *abaixo* da superfície, nos 2/3 superiores de uma longa encosta. Uma ravina semelhante ocorre na vertente oposta deste mesmo vale. Nenhuma outra ravina foi observada na superfície de 2ª erosão que apresentasse tal laterita.

d) Uma perfuração feita em um ponto da Q-8 na superfície de 2ª erosão, mostrou uns poucos cascalhos concrecionais entre 2 e 2,5 metros na base de uma longa encosta de 5% de declividade, e muito pouco a 3,5m mais ou menos no meio da encosta. Isto pode bem indicar a possibilidade de algum desenvolvimento atual de cascalho laterítico concrecional nesta

superfície de erosão. Esta categoria se distribui por muitas áreas pequenas a regulares, em geral, menores que as da categoria nº 2-S.A. Entretanto, a oeste de Anápolis ela ocorre sobre áreas extensas.

Vegetação: «Cerrado»; originalmente bom a muito bom; exceto em uma área a oeste de Anápolis, norte de Goiânia e sul de Jaraguá, a qual é florestada.

Uso: Área de «campo cerrado». Todas as culturas adaptadas, se calcificadas e fertilizadas, mas um ou dois anos de possível cultivo sem fertilizantes após vários anos de plantio de capins perenes Colômbio ou Jaraguá, de raízes profundas.

Área florestada: Cultivo possível por um pequeno número de anos até a fertilidade nativa ser esgotada. Se forem usados capins de raízes profundas em «rotação» com as culturas, é possível o cultivo por muitos anos sem fertilizantes, embora o nível de produção seja reduzido em vista da crítica falta de fósforo disponível. Todas as culturas adaptadas darão boas produções, se fertilizadas em rotação. Há riscos de erosão moderada a séria dependendo da intensidade do cultivo.

5. O mesmo que parte da nº 5 de S.E. (Solos para Engenharia) a qual tem agora ou *teve* uma vegetação de floresta. (Nunca florestadas como as áreas da cat. nº 5-S.E. as quais são representadas como S.A. nº 5a). Além disso, os limites de S.E. nº 4, onde se justapõem à cat. nº 5-S.E., foram ajustados para correr ao longo das bordas das florestas da S.A. nº 3. As razões para este ajuste dos limites foram para melhor refletir 1) as diferenças de fertilidade natural dos Latossolos húmicos e 2) as diferenças texturais dos solos; as da cat. nº 4-S.A. sendo, em sua maior parte, de textura argilosa, enquanto que os da cat. nº 5-S.A. têm textura ora argilosa ora de terra franca. A cat. nº 5-S.A. consiste, essencialmente, de pequenas vertentes de vales florestados ou anteriormente florestados, da superfície de 3ª erosão, variando de 5 a 15% de declividade com ou sem elementos longos e estreitos de várias espécies de solos aluviais. Esta categoria é, em essência, uma catena parcial (algumas vezes de 2ª ordem como definido por Milne na África em 1936), em que os solos húmicos foram influenciados por materiais transportados pelas águas de superfície provenientes das partes superiores das encostas, e assim não são desenvolvidos estritamente da mesma espécie de rocha matriz como acontece com a maioria dos solos das regiões temperadas. Esta catena de 2ª ordem é bem, nitidamente, manifestada em Regiões Equatoriais um tanto mais secas do Estado de Mato Grosso onde os planaltos são uma espécie de Latossolo de argila friável e os vales são ocupados pelo solo argiloso cinza escuro a preto, com argilas que se contraem e incham fortemente quando secas e quando úmidas, respectivamente. As vertentes dos vales são de solo profundo (de uns poucos a vários metros) do tipo dos Latossolos húmicos de textura argilosa

ou de terra franca que são apenas ácidos a ligeiramente ácidos nos horizontes Al e Bl (aproximadamente os primeiros 45 cm) mas são fortemente ácidos e abaixo dessa profundidade. A coloração da superfície do solo úmido varia de pardo avermelhado a vermelho escuro. Em geral os solos das partes inferiores das encostas parecem ser um pouco menos profundos que os das partes superiores; um fato bem inesperado uma vez que a ação coluvial com profundidades de solo superespesadas é o que, normalmente, seria esperado nos pontos mais baixos das encostas em uma paisagem antiga. A ausência geral de efeitos coluviais é, provavelmente, explicável pela sobrelevação relativamente recente ou as periódicas sobrelevações da área e rejuvenescimento do ciclo de erosão geológica. Os fundos dos vales são variáveis. Eles podem conter faixas estreitas de aluvião indiferenciados ou um Gley pouco húmico de textura de argila cinzenta, ou um Gley húmico preto, ou um solo turfoso de poucos metros de largura até 30 a 100 m, como no caso dos últimos dois solos citados.

Quase toda a agricultura atual (fora dos planaltos florestados) está concentrada nestas vertentes de vales da cat. nº 5-S.A. Os fazendeiros acham, pela experiência, que os Latossolos húmicos desta categoria proporcionarão vários anos de culturas sem fertilização. Ocorre, também, um perene abastecimento d'água proveniente dos rios e fontes quase que em toda a extensão dos vales. Os solos da cat. nº 5-S.A. são, entretanto, muito pobres em fósforo assimilável, especialmente após uns poucos anos de cultivo. Com o plantio de capins perenes de raízes profundas como o «Colonião» (especialmente) e também o «Jaraquá», por uns poucos anos, alternando com uns poucos anos de culturas em fila ou em grãos, é possível obter produções razoáveis, por muitos anos, sem fertilizantes; mas, boas produções só com fertilizantes que contenham fósforo. Todas as culturas adaptadas podem ser desenvolvidas nos solos desta categoria. A maioria dos legumes são plantados nas terras bem drenadas e fertilizadas dos fundos dos vales desta categoria e da S.A. nº 8. A erosão é o maior problema em solos cultivados, especialmente, com café e cítricas, mas ocorre também com todas as culturas limpas (capinadas); especialmente se é praticada a monocultura ou a rotação sem incluir culturas de gramíneas.

5a. (Mesmo que as partes *nunca* florestadas da cat. nº 5, de S.E.). Os solos e as condições são semelhantes aos da cat. nº 5-S.A. mas são sempre fortemente ácidos e mais pobres em fertilidade nativa. Nesse particular eles são essencialmente idênticos aos solos da cat. nº 4 de S.A. e devem ser manejados como no tocante aos fertilizantes. O risco da erosão do solo é o mesmo da cat. 5-S.A. Os solos de 5a são menos cultivados no momento.

Vegetação natural: «Cerrado» — muitas vezes, bom.

6. O mesmo que S.E. nº 6 e Utilização da terra nº 8 onde esta última não tem conexão com um rio. Solos indiferenciados úmidos a

molhados (mais comumente) fora dos vales dos rios. Esta categoria inclui áreas de «bancos de argila». As argilas das áreas mais úmidas são um pouco mais pegajosas e plásticas do que as dos solos dos planaltos bem drenados das categorias de S.A. nºs 2, 4, 5, 5a e 8. As argilas desta categoria contêm, provavelmente, uma apreciável percentagem de argilas do tipo 2:1. Subjacentes a algumas ou parte de algumas das áreas de «bancos de argila», há laterita maciça endurecida.

7. (Mesmo que S.E. nº 7, 14 e partes não florestadas da 12). Um Litossolo sobre quartzito ou arenito. Montanhoso, escarpado ou inclinado. Não arável. A principal razão para distinguir esta categoria de outros Litossolos é que a S.A. nº 7 não é adaptável à plantação de eucaliptos. Em geral, áreas pequenas, entretanto, as áreas arenosas próximo a Cristalina são grandes e podem ter uma camada de laterita maciça endurecida por baixo da camada fina de solo arenoso da superfície.

8. (Mesmo que S.E. nº 10). Semelhante a S.A. nº 5, mas os vales são mais largos, planos e úmidos. A categoria é uma catena — as encostas variam de 5 a 10, às vezes chegam a 15% de declividade e são constituídas de Latossolos húmicos escarpados, fortemente ácidos, de textura argilosa (às vezes terra franca). Esta categoria pode justapor-se à nº 2-S.A. (superfície da 1ª erosão) ou à nº 4-S.A. (superfície da 2ª erosão). Presumivelmente, alguns «debruns» de laterita ocorrem onde esta categoria justapõe-se à nº 2-S.A., mas este ponto não foi analisado no terreno. A não ser assim, pouca ou nenhuma laterita ocorre nestas encostas.

A vegetação natural destes Latossolos húmicos é o «cerrado». Os fundos de vales chatos são, em geral, florestados, os solos são planos, e turfosos, com 50 a 75 cm de profundidade (talvez mais fundos em certos pontos) sobre argilas cinzentas um tanto plásticas. — Provavelmente, ocorrem também Gleys húmicos argilosos, pretos e muito mal drenados. Em alguns lugares, provavelmente, ocorrem, também, Gleys húmicos cinzentos mal drenados. Localmente, ocorrem também pequenas quantidades de aluvião arenoso ou argiloso.

Uso : Latossolos húmicos — tôdas as culturas adaptadas se calcificados e fertilizados. A erosão é, definitivamente, um problema.

Fundos dos vales: se drenados, excelentes para legumes, com fertilização e cal.

9. (Mesmo que S.E.-8, 9, 11 e 18). (Mesmo que partes florestadas de S.E. nº 12). Litossolos de tôdas as rochas exceto dos arenitos e quartzitos. Desde rocha quase descoberta, profundamente intemperizada até vários centímetros de solo (horizonte A1) de terra franca arenosa, terras francas ou argila sobre o «bedrock» intemperizado. Montanhoso a escarpado. Camada de espessura descontínua e variável de cascalhos lateríticos concrecionais sobrepõe-se ao «bedrock» intemperizado. Uma camada resi-

dual de fragmentos de argila pode ou não ocorrer. Ela ocorre, sem dúvida, onde a rocha original contém quartzo livre. Às vezes a laterita e a camada residual de quartzo ocorrem juntas ou superpostas. Localmente, podem ocorrer pequenas áreas de solos, mais profundos; estes são Latossolos húmicos interpostos aos Litossolos e Latossolos húmicos. (S.E. nº 18 é um Litossolo proveniente de «bedrock» de dolomita ou calcário).

Vegetação : Desde rocha intemperizada nua, até vários tipos de «cerrado» e floresta baixa rala a densa.

Uso : Não arável mas algumas variedades de eucaliptos estão adaptadas. Muitas áreas desta categoria devem ser plantadas de eucaliptos tanto para fornecer madeira para construção e lenha como para o benefício hidrológico das bacias hidrográficas.

10. (Mesmo que S.E. nº 13). Gleys húmicos arenosos, muito mal drenados, em fundos de vales na área do domo arenítico de Cristalina. Pouca extensão. Podem ser utilizados para plantação de legumes com calcificação e fertilização se necessário.

11. (Mesmo que S.E. nº 15). Os limites desta categoria foram muito difíceis de determinar e são sujeitos a discussão em alguns lugares. Enquanto muitas áreas são realmente areias, algumas serão provavelmente terras francas arenosas; e no último caso, a espécie de perfil é um Latossolo húmico (textura de terra franca arenosa) em alguns lugares, e um solo vermelho amarelo podzolizado, em outros lugares. O tempo de que se dispôs no campo não permitiu estudo bastante para desenvolver um conceito mais completo destes solos arenosos. Outros quase idênticos foram observados no Estado de São Paulo onde, com fertilização estes solos de terra franca arenosa são altamente apreciados para café, milho, algodão e fumo. Os solos de terra franca arenosa do Retângulo seriam bons locais para culturas especializadas como amendoim, batata-doce e, especialmente, as culturas de latadas como os pepinos, cantalupos e melancias. Com irrigação e fertilização adequada, inclusive pequenos nutrientes, estes solos seriam bem adaptados para produção comercial de rabanetes. As categorias de terra franca arenosa e areia não foram delineadas a não ser quando havia alguma evidência de afloramentos de arenito ou o próprio arenito presente. Há várias áreas que são apenas areias médias soltas. Estas são, provavelmente, os «Latossolos arenosos» — uma classificação provisória. Um poucas áreas apresentam cascalho quartzoso; provavelmente cascalhos finos. Em algumas áreas ocorrem camadas de cascalho laterítico concrecional; em outras áreas, são ausentes. Pode ocorrer uma camada residual de fragmentos de quartzo, em áreas onde tenha havido intrusões de quartzo lenticular no arenito, como ao norte de Luziânia.

Vegetação nativa: Provavelmente toda de cerrado, em algum tempo — agora, bom cerrado até quase nenhum cerrado.

12. (Mesmo que S.E. n^o 16). Laterita hidromórfica. Umás poucas áreas em tórno de Cristalina, uma área na Q-4 e umas poucas na Q-2, umas poucas áreas ocorrem também na Q-3 e Q-5. Areias mal drenadas, desde uns poucos cm até 60 cm; em geral, esta última fica sôbre uma camada de 50 a 100 cm de laterita maciça macia ou de laterita maciça endurecida. Não existe vegetação de mata. As áreas dêste solo examinadas próximo a Cristalina (ver solos para Agricultura e foto em prêto e branco, 4-25) têm um espêso horizonte Al, e moderadamente espêso A2, sôbre o horizonte Ccn. Êstes horizontes Al relativamente espessos indicam a possibilidade de um tipo de perfil entremeado com uma espécie de Podzolo hidromórfico com laterita (são necessários mais estudos de campo sôbre êstes solos). As áreas desta categoria são pequenas e de pouca significação agrícola. — Muitas são, provâavelmente, inadequadas para agricultura.

13. (Mesmo que S.E. n^o 17. Combinação de S.E. n.^{os} 10 e 11). Esta é uma categoria inteiramente interpretativa e não há dados de campo a mão para caracterizar os solos apropriadamente. Em geral, a categoria é um complexo de materiais arenosos e argilosos com os dois componentes ocorrendo em uma disposição bem intrincada, isto é, como camadas entremeadas de arenitos, calcários e folhelhos. Ocorre tanto na área sedimentar dobrada como na de xistos metamórficos (derivados das sedimentares). Na Q-1 e Q-2 há alguns solos profundos, desta categoria, que são, inteiramente, de Litossolos. Ocorre sôbre folhelhos, com pequenas quantidades de arenitos interpostos. As áreas da Q-11 são montanhosas e escarpadas. As da Q-12 são onduladas a montanhosas. As áreas da cat. 13 S.A. na Q-11 e na Q-12 são, em essência, equivalentes às da categoria n^o 9-S.A.

CLIMA

A finalidade desta seção do relatório é expor os métodos de avaliação do macroclima e do mesoclima do Retângulo e analisar os vários fatores que pesaram nos valores climáticos considerados na designação dos 5 sítios.

O clima tem muitos efeitos de longo alcance e é interessante notar os muitos e variados meios pelos quais êle exerce sua influência sôbre um problema tal como a seleção de um sítio para uma cidade.

A distinção entre «clima» e «tempo» (condições meteorológicas) é mais ou menos artificial, uma vez que o clima de uma área é apenas uma composição de tôdas as condições atmosféricas dia a dia. O «tempo» é apenas uma decomposição do clima dia a dia. Mas para a cidade e para a agricultura em geral (a qual tem uma correlação direta com o clima), êle é mais uma média das condições de maior importância do que as flutuações de dia para dia.

A Climatologia — o ramo da meteorologia que se ocupa do clima — progrediu muito nos últimos anos. Ela tem exercido uma profunda influên-

cia no contrôle de muitas atividades humanas correlatas. Algumas destas irão ser revistas, à luz de sua influência na nova capital. Por exemplo, a técnica moderna de conservação do solo preocupa-se muito em superar os riscos de erosão do solo e sua exaustão. Em muitos casos, a correção ou o contrôle destes fatores implica na obtenção da correta espécie de cobertura vegetal da terra, permanentemente, temporariamente ou em rotação com outras culturas. Fundamentalmente, o clima de uma área determina a espécie de plantas que podem ser ali usadas. Entretanto, o clima, em geral, não significa coisa alguma até que possamos determinar, exatamente, de que forma os elementos do clima afetam a cobertura vegetal e quais são os seus efeitos. A vegetação pode medrar em uma região com uma certa quantidade de chuva e falhar miseravelmente em outra com a mesma quantidade. É claro que a precipitação não conta a história e isso é particularmente verídico para o Retângulo pois não é a quantidade de chuvas o fator decisivo, mas a quantidade de água que atinge as plantas, e esta depende de uma série de coisas além da precipitação total. Depende da natureza do solo, da quantidade de ventos, da luz do sol e nebulosidade, da umidade do ar, da temperatura e acima de tudo da taxa de evaporação e transpiração. Por essa razão, na classificação universal de microclima, a designação dada a qualquer uma determinada área pode não parecer ter uma correlação direta com a precipitação conhecida. Há 8 divisões principais e 5 delas são em regiões onde as temperaturas prevalentes são quentes, mornas ou frescas de forma que a umidade, e não a temperatura, é o fator principal de classificação e é o que mais afeta o crescimento das plantas. Estas 5 divisões são: 1) superúmido; 2) úmido; 3) subúmido (tendência para sêco); 4) semi-árido; (bem sêco); 5) árido (muito sêco).

Em termos de uma classificação universal de climas achamos que, em geral, o Planalto fica dentro de uma região subúmida ou daquelas regiões com tendência para sêco. Isto, sem dúvida, é devido, em parte, ao fato de que a precipitação é concentrada numa estação do ano e que o inverno é caracterizado por um longo intervalo sêco. É também atribuível ao fato de que os solos são profundos e porosos e, como tal, absorvem a umidade da chuva e a carregam para o lençol freático bem abaixo da zona de crescimento das plantas. Portanto, em suma e substância, a área parece ser mais sêca que indicada só pela precipitação.

Em nossa civilização industrial moderna, terras que foram ou podiam ter sido usadas para fazendas de subsistência estão divididas em áreas altamente especializadas. Cada uma devotada a uma ou algumas culturas produzidas em escala comercial. Isto é especialmente aplicável às áreas influenciadas pela criação de uma nova cidade no Retângulo. Em geral, uma área será especialmente adequada, pelo clima e pelo solo, a produzir um dado tipo de cultura. Às vezes, entretanto, o clima não é devidamente considerado e o resultado é quase sempre a falência das culturas, da terra

e dos seres humanos. Isto é notadamente verdadeiro onde o cultivo é levado até certas áreas climaticamente desaconselháveis para produção de culturas. É possível evitar esta espécie de fracasso dando logo a máxima atenção ao clima. Aliás, deve ser dada, em futuro próximo, especial consideração a esse fator pelas autoridades encarregadas do aproveitamento do potencial agrícola desta área. Tem sido longamente discutido que os caucasianos não podem viver uma vida normal nos trópicos. Para os climas tropicais mais moderados, pelo menos, como esse do Retângulo, isto foi desmentido pelas experiências de núcleos coloniais no Brasil, em Pôrto Rico e no Hawaii.

O fator preponderante parece ser não o clima mas as condições econômicas. Com a criação de uma nova cidade no Retângulo, o fator econômico será favorecido e a valorização encorajará a colonização de grandes áreas do Retângulo, e das circunvizinhanças. Jean Brock concluiu que a colonização em tais regiões deve ter liderança experimentada e deve ser precedida de adequada experimentação. Ele diz que, nos planaltos mais frescos dos tópicos e nas suas bordas mais baixas, há melhores oportunidades que nas verdadeiras florestas da região.

Uma vez que já há um grande interêsse na colonização da área atualmente, e um paralelo interêsse em encontrar locais para colônias de refugiados europeus, promete vir a haver importante migração para esta área, com uma simultânea ampliação do fomento econômico e outros fatores que estimularão a pesquisa e a experimentação, conduzindo ao desenvolvimento da agricultura nesse interior.

Há também uma considerável correlação entre o conforto, as doenças e o clima. Poucas doenças são causadas diretamente pelo clima mas, entre as que são, encontram-se a insolação, a exaustão, a «cegueira pela neve», a «mordida da geadas» e a doença das montanhas.

Muitas delas não se aplicam ao caso mas estão associadas a climas extremos.

O clima estimula os organismos que transmitem certas doenças, como a malária, e também afeta a resistência dos indivíduos às doenças. Sob este aspecto isolado, nosso estudo concluiu que há uma diferença sensível entre as áreas mais baixas, mais mornas e mais úmidas da parte sudoeste do Retângulo e os pontos mais altos do Planalto, a qual merece consideração.

Seria útil possuir uma escala absoluta de conforto em relação à temperatura e à umidade mas toda tentativa feita para elaborar uma tal escala defrontou-se com 2 dificuldades básicas. Há uma remarcada diferença entre o que dois indivíduos consideram confortáveis, e o que é confortável para um indivíduo em uma determinada época pode não ser em outra. As pessoas concordam apenas em certos extremos. Por exemplo, todos irão

dizer que está muito quente quando a temperatura é de 36°C e a umidade 75%, e todos irão concordar que está frio quando a temperatura está entre 10° e 12°C.

No que concerne à saúde, a monotonia do clima tropical é mais prejudicial que o calor e a umidade pois as variações do clima são muito pequenas de um dia para outro e entre as estações, e o corpo perde sua capacidade de adaptar-se às mudanças. Assim ele se torna mais sensível às mudanças que realmente ocorram.

Em virtude de sua correlação com a temperatura confortável, a umidade alta é mais desfavorável, especialmente quando acompanhada de alta temperatura. Em temperaturas do ar acima de 26°D (80°F) as umidades relativas acima de 50% são desconfortáveis ou opressivas mas não a baixas temperaturas entre 10° e 20°D (50° e 70°F). As umidades mais favoráveis são de 40% a 60%, a umidade de 20% ou menos tem um efeito ressecante e irritante sobre a pele e as mucosas a qualquer temperatura e isto contribui para a aparição da bronquite, influenzas e outras doenças do aparelho respiratório. As condições mais favoráveis são os valores intermediários da umidade moderada, em geral acompanhadas de brisas frescas. A luz solar é outro elemento do clima diretamente relacionado com a saúde. É essencial para o homem bem como para as plantas, e é geralmente reconhecido que uma abundância de radiação solar é um dos elementos de um clima salubre, embora, sob certas condições, a luz solar possa ser muito intensa.

Foi observado que as variações do «mecanismo climático» medidas especialmente por mudanças de temperatura e tempo (condições meteorológicas) resultam em diferentes graus de energia e atividade. Estas diferenças de energia existem de uma geração para outra e com o tempo resultam naturalmente em diferenças no progresso racial e no grau de civilização entre os diferentes povos. As nações mais adiantadas e ativas de hoje são aquelas que tiveram o que se chama um clima «estimulante». Estão elas, em particular, localizadas nas regiões das latitudes médias onde a temperatura média anual fica entre 4° e 20°C, onde há considerável variação diária do «tempo» e uma variação anual ainda maior.

O clima ideal para a saúde mental e física e o conforto da maioria dos povos é aquele que se caracteriza por variações freqüentes mas moderadas das condições meteorológicas; variações de temperatura do dia para a noite e mudança gradual das estações. Um tal clima médio tem sido considerado como revigorante e estimulante para o corpo humano. Uma umidade relativa entre 40% e 60% é considerada mais satisfatória do ponto de vista de boa saúde e conforto. Com esses fatores em mente, podemos olhar para o mesoclima do Rio de Janeiro e ver que ele depende da topografia local e da associação dos climas marinho e continental. O Rio de Janeiro está situado no ponto de conflito destas duas áreas climáticas. Ele tem um

clima marinho típico beneficiado pelo efeito da massa de água tão próxima, a qual reduz e atenua as variações das condições. Ali a variação anual da temperatura é de 6°C. O mesoclima depende da turbulência do ar a qual, por sua vez, é função da topografia, temperatura e umidade.

A variação brusca de temperatura contrastando as terras planas ao nível do mar com as montanhas atrás da cidade, resulta em nuvens, nevoeiro e alta umidade. Em comparando isto com a área do Retângulo pode-se verificar que as variações na temperatura por si só não são tão importantes como a combinação de temperatura, umidade e intensidade de luz solar.

Uma das primeiras fases do trabalho empreendido foi um estudo do macroclima do Retângulo. Num dos primeiros estágios de nossas investigações, foram eliminadas de nossas cogitações consideráveis áreas, à base do macroclima. Embora não existam *grandes* diferenças no macroclima, foram representados dentro dos 20 sítios potenciais selecionados originalmente. Uma vez determinada a seleção final de 5 sítios, o clima tornou-se novamente importante não somente do ponto de vista do macroclima, porém, mais especificamente com relação aos problemas de mesoclima. Nesse particular, cada área foi cuidadosamente analisada quanto às características potenciais de seu mesoclima.

Os termos «macroclima», «microclima» e «mesoclima» esclarecem por si sós sua significação. *Macroclima* aplica-se às amplas considerações climáticas que permitam a previsão das condições meteorológicas para áreas de dimensões consideráveis. Estas são concernentes às tendências anuais, sazonais e diárias do «tempo» aplicadas a consideráveis áreas do país. Por outro lado, *microclima* se preocupa principalmente com a agricultura. Como tal, êle se ocupa principalmente das condições climáticas próximo à superfície do terreno. Em geral, o limite superior desta zona climática fica situado a aproximadamente 2 metros do terreno de forma que são consideradas nêle as condições de temperatura, umidade e vento dentro dos limites do meio ambiente das plantas.

Mesoclima é menos "bem definido", uma vez que êle tem aplicação especial em cidades e outras funções localizadas tais como aeroportos. O termo "mesoclima" significa o clima intermediário — a zona entre as condições restritas e mais controladas do microclima e o aspecto muito amplo e geral do macroclima. O mesoclima é considerado como tendo seu limite superior à altitude aproximada de 150m. Assim o movimento do ar, as condições de umidade e influências climáticas nesta zona são diretamente aplicáveis aos problemas da cidade. Esta é a zona dentro da qual estamos principalmente empenhados no que concerne à orientação e localização da cidade. Ao selecionar a área geral do Planalto Central como local para o Futuro Distrito Federal, o governo fixou as condições do macroclima da futura capital. Em outras palavras, ao considerá-la adequada para sua ca-

pital êle estabeleceu as amplas condições climáticas gerais que existem por tódia a área.

Em geral, será observada uma cobertura de nuvens estendendo-se de uma extremidade a outra do Retângulo; a chuva e outras características bem definidas existem. em geral, por tódia a área, isto é, quando o tempo está fresco, prevalece uma temperatura baixa desde Goiânia até Formosa. Mas o mesoclima, no que afeta a seleção do local exato da cidade, se ocupa das condições locais tais como bôlsas de ar nos vales, drenagem do ar, ar estagnado, umidade e outras correlações estabelecidas pela topografia e condições locais de temperatura. Estas variam de área para área através do Retângulo.

O tempo e os dados não permitiram um tratamento mais acurado e minucioso dos dados climáticos e, portanto, uma descrição mais completa do clima da região em estudo. Assim é que não foi possível utilizar, com o mesmo grau de precisão, os dados da temperatura do ar, da umidade absoluta, da umidade relativa e da nebulosidade às 7 a.m., 14 p.m. e 21 p.m. existentes para Formosa, Pirenópolis e Luziânia; e tampouco foi possível calcular as freqüências da temperatura e da precipitação e as temperaturas efetivas, por meio das quais podem ser avaliadas as zonas de conforto humano. Só foram determinadas as características daquelas variantes climáticas que são mais relevantes para a formação de uma estimativa geral do macroclima. Apesar disso, os dados apresentados no relatório proporcionam informações suficientes para uma descrição fidedigna do macroclima do futuro Distrito Federal dos Estados Unidos do Brasil.

Os dados básicos obtidos no «Atlas Pluviométrico do Brasil» e alguns dados recentes tirados agora, dos registros das estações meteorológicas, foram usados para analisar os locais dos sítios individuais. Êsses dados foram lançados no apêndice.

A descrição do macroclima da área de, aproximadamente, 50.000 quilômetros quadrados, que se situa entre paralelos de latitude 15°30' e 17°00' Sul e os meridianos de longitude 46°30' e 49°30' Oeste, é conjectural. É baseada em dados climáticos provenientes de cinco estações. Quatro destas estações, a saber, Formosa, Pirenópolis, Anápolis e Luziânia, estão dentro dos limites acima descritos; as três primeiras acham-se próximas às bordas do Retângulo, a altitudes de 915 m, 745 m e, aproximadamente, 700 metros, respectivamente, enquanto a última, Luziânia, acha-se localizada mais centralmente, a uma altitude de 900 metros. A quinta estação — Paracatu — fica logo abaixo do limite sul do Retângulo. Apesar disso, não obstante a rede esparsa de estações climáticas e a distribuição irregular das existentes, é possível fazer-se uma estimativa razoável do macroclima de tódia esta região por extrapolação dos dados climáticos calculados disponíveis, pois o terreno é homogêneo, as estações são representativas das várias altitudes

e o clima geral, dentro do qual está situada a área em estudo, é bastante uniforme.

TEMPERATURA ATMOSFÉRICA

A área ocupada pelo Retângulo reflete a uniformidade de temperatura, que é característica do Brasil devido a sua localização dentro da zona tropical, ao fato de seu extenso interior norte ser aberto às massas de ar marítimas procedentes do nordeste, e à vasta extensão do Vale do Amazonas, o qual, com suas florestas densas e úmidas, e seus pântanos e rios, age como um oceano moderando a temperatura continental e fornecendo uma grande quantidade de umidade à camada atmosférica.

Dentro desta área de, aproximadamente, 50.000 quilômetros quadrados, que se estende por $1.1/2^{\circ}$ de latitude a temperatura atmosférica é determinada não pela distância do Equador, e sim pela topografia, notadamente a altitude. Embora uma comparação exata das características da temperatura das várias localidades seja impossível, devido a diferenças nos períodos de observação (sòmente um ano em Anápolis e nove anos em Paracatu), para as quais foram determinadas as normais, certos aspectos bem definidos podem, contudo, ser inferidos dos dados resumidos no Quadro XXIV.

QUADRO XXIV

DISTRIBUIÇÃO, NO ESPAÇO E NO TEMPO, DA TEMPERATURA NO RETÂNGULO

LOCALIDADE	ALTITUDE	LATITUDE	MÉDIA ANUAL	MÉDIA ANUAL DAS MÁXIMAS	MÉDIA ANUAL DAS MÍNIMAS	MÁXIMA ABSOLUTA	MÍNIMA ABSOLUTA	VARIAÇÃO ANUAL	MAIS ALTA MÉDIA MENSAL DAS MÁXIMAS	MAIS BAIXA MÉDIA MENSAL DAS MÍNIMAS	VARIAÇÃO DIÁRIA DA MÉDIA ANUAL	MÉDIA DO VERÃO	MÉDIA DO INVERNO
			°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
Formosa.....	915m	15°32'S.	21	27.5	12.8	set. 35.3	agosto 6.2	3.8	29.3	13.8	14.4	21.1	18.9
Pirenópolis.....	745m	15°51'S.	22.5	28.7	17.8	set. 36.6	julho 7.0	3.3	30.9	14.7	10.9	22.2	21.1
Luziânia.....	910m	16°16'S.	20.5	28.2	14.3	nov. 36.0	maio 2.0	4.3	30.6	9.6	14.0	21.7	18.9
Anápolis.....	1000m	16°19'S.	21.7	26.0	17.2	—	—	4.9	28.0	14.1	15.5	22.8	19.5
Paracatu.....	610m	17°53'S.	21.5	17.4	16.5	out. 36.6	julho 0.5	4.9	29.3	11.2	11.0	22.2	18.9
<i>Média</i>			21.4	27.5	15.8	—	—	—	—	—	—	—	—

A uniformidade da distribuição, no espaço e no tempo, da temperatura entre as diferentes localidades e sua dependência à altitude são evidentes no Quadro XXIV. Assim o desvio da temperatura média anual entre as diferentes estações, não excede a 2°C; o desvio da média anual das máximas e da média anual das mínimas ultrapassa 2.8°C e 5°C, respectivamente, e as máximas e mínimas absolutas têm uma variação espacial de 1.3°C e 6.3°C, respectivamente; se fôr excluída Paracatu, visto estar não somente fora do Retângulo, mas também, a uma altitude consideravelmente mais baixa (610 metros), a variação espacial da mínima absoluta passa a ser, então, de 5°C. Também espacialmente, a variação anual da temperatura entre os meses mais quentes e os mais frios, a qual reflete a diferença de temperatura entre as estações, atinge somente 1.5°C.

O efeito da altitude sobre a temperatura do ar é evidente se compararmos as temperaturas das localidades de mesma latitude. Pirenópolis e Formosa estão em latitudes aproximadamente idênticas, porém em altitudes diferentes, 745 m e 915 m respectivamente. A temperatura média anual, a média anual das máximas e a média anual das mínimas, e as temperaturas máxima e mínima absolutas são mais baixas na segunda que na primeira; e as variações anuais e diárias são maiores em Formosa do que em Pirenópolis. Da mesma forma, Luziânia e Anápolis, distantes apenas de 3' em latitude, porém, a altitudes de 900 m e 1.000 m, respectivamente, evidenciam o efeito da altitude reduzindo a magnitude da temperatura do ar e aumentando a variabilidade das estações do ano. Luziânia situada a uma altitude maior apresenta uma temperatura média anual e uma média anual das mínimas, mais baixa. Contudo, a comparação não pode ser satisfatoriamente levada mais adiante, por cobrirem os dados relativos à temperatura em Anápolis somente um ano de observações.

Partindo dessas considerações, é possível apresentar uma estimativa geral da variação da temperatura do ar dentro do Retângulo. Essa estimativa está resumida no Quadro XXV.

QUADRO XXV

TEMPERATURAS ESTIMADAS DO AR

ALTITUDE	MÉDIA ANUAL	MÉDIA ANUAL DAS MÁXIMAS	MÉDIA ANUAL DAS MÍNIMAS	MÁXIMA ABSOLUTA	MÍNIMA ABSOLUTA	VARIAÇÃO ANUAL	MAIS ALTA MÉDIA MENSAL DAS MÁXIMAS	MAIS BAIXA MÉDIA MENSAL DAS MÍNIMAS	VARIAÇÃO DIÁRIA DA MÉDIA ANUAL	TEMPERATURA MÉDIA DE VERÃO	TEMPERATURA MÉDIA DE INVERNO
Metros.....	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
700.....	21.5 ±	28.5 ±	18 ±	36.5 ±	8 ±	5 ±	31 ±	14.5 ±	11 ±	22.5 ±	20.5 ±
850.....	21 ±	26.5 ±	15.5 ±	36 ±	4.5 ±	4 ±	30.5 ±	13 ±	12 ±	22 ±	20 ±
1000.....	20.5 ±	27 ±	13 ±	35 ±	1.5 ±	3.5 ±	28.5 ±	10 ±	14 ±	21 ±	19 ±

TENSÃO DO VAPOR ATMOSFÉRICO

A umidade atmosférica, isto é, o conteúdo de água do ar, é expresso neste estudo em termos de tensão do vapor.

A distribuição espacial e por estação climática, da tensão do vapor atmosférico é bastante uniforme, dentro da área do Retângulo. A diferença na tensão média anual do vapor entre as três estações que dispõem de tais elementos atinge, somente, 1,7 mm e a variação anual é de 4.9 a 6.4 mm. Tal como a temperatura atmosférica, a tensão do vapor também decresce com a altitude, e um confronto dos valores da tensão do vapor em Formosa e Pirenópolis, ambas situadas a latitudes praticamente idênticas, mas a altitudes diferentes, evidencia que, na primeira, que está a uma altitude maior, a média anual, bem como as médias mensais mais alta e mais baixa da tensão do vapor, são inferiores às da segunda. Estes aspectos da tensão do vapor são ilustrados no Quadro XXVI.

QUADRO XXVI

DISTRIBUIÇÃO, NO ESPAÇO E NO TEMPO, DA TENSÃO DO VAPOR NO RETÂNGULO

LOCALIDADE	ALTITUDE	LATITUDE	MÉDIA ANUAL	VARIÇÃO ANUAL	MÉDIA MENSAL MAIS ALTA	MÉDIA MENSAL MAIS BAIXA	MÉDIA DE VERÃO	MÉDIA DE INVERNO
	(m)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Formosa.....	915	15°32's	13.2	6.2	15.6	9.4	14	1
Luziânia.....	910	16°16's	14.8	6.4	17.5	11.1	16	12
Pirenópolis.....	745	15°51's	14.8	4.9	16.5	11.6	16	12
Paracatu.....	610	17°52's	14.9	6.0	17.5	11.4	17	11

Ademais, as variações da tensão do vapor pelas estações do ano, bem como as variações diurnas são idênticas às da temperatura atmosférica. A tensão do vapor atmosférico é mais alta durante a estação de verão e mais baixa durante a estação de inverno, e atinge seus valores diários máximo e mínimo quase ao mesmo tempo em que são registradas as temperaturas diárias máxima e mínima. isto é, cêrca de 06.00 e 15.00 horas. A tensão do vapor atmosférico varia, outrossim, com a distribuição anual das chuvas. Isso é particularmente verdadeiro para a tensão do vapor no verão, a qual é mais elevada nos anos em que os meses de maio, junho, julho e agosto, no inverno, registram chuvas.

O Quadro XXVII apresenta a tensão estimada do vapor atmosférico no Retângulo.

QUADRO XXVII

TENSÃO ESTIMADA DO VAPOR ATMOSFÉRICO NO RETÂNGULO

ELEVAÇÃO OU ALTITUDE	MÉDIA ANUAL	VARIAÇÃO ANUAL	MÉDIA MENSAL MAIS ALTA	MÉDIA MENSAL MAIS BAIXA	MÉDIA DE VERÃO	MÉDIA DE INVERNO
(m)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
(700 m).....	15	4	17	13	16	12
(850 m).....	14	5	16	11	15	11
(1000 m).....	13	6	15	9	14	10

A natureza das variações da tensão do vapor atmosférico pelas estações do ano bem como as variações diurnas são de considerável relevância para o conforto humano num clima tropical como o do Brasil Central. Uma vez que o conforto humano depende da evaporação do suor da superfície da pele e uma vez que a taxa de evaporação é uma função da diferença entre a tensão do vapor na superfície da pele e a tensão do vapor na atmosfera ambiente, é óbvio que uma elevada tensão do vapor atmosférico reduz a taxa de evaporação da superfície da pele. Por conseguinte, durante os meses de verão e à tarde quando a temperatura atmosférica é a mais elevada e um resfriamento por evaporação da umidade da pele seria o mais benéfico, a tensão do vapor atmosférico atinge então o seu máximo, de tal forma que uma parcela adicional de calor é imposta ao corpo humano.

QUADRO XXVIII

UMIDADE ATMOSFÉRICA RELATIVA

Distribuição, no espaço e no tempo, da umidade relativa no Retângulo

LOCALIDADE	ALTITUDE	LATITUDE	MÉDIA ANUAL	VARIAÇÃO ANUAL	MÉDIA MENSAL MAIS ALTA	MÉDIA MENSAL MAIS BAIXA	MÉDIA DE VERÃO	MÉDIA DE INVERNO
	(m)		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Formosa.....	915	15°32'S.	74	26	83	57	82	59
Luziânia.....	910	16°16'S.	79	27	91	64	87	67
Pirenópolis.....	745	15°51'S.	73	22	82	60	80	62
Paracatu.....	610	17°52'S.	79	17	86	69	85	71

A umidade relativa é uma função da temperatura e da tensão do vapor. Ela aumenta quer quando diminui a temperatura, quer quando sobe a tensão do vapor, e diminui quer quando sobe a temperatura, quer quando cai a tensão do vapor. O Quadro XXVIII mostra que a umidade relativa média

anual não apresenta valores coerentes com as variações de latitude ou altitude. Por outro lado, a umidade relativa média mensal mais alta e a variação anual de umidade relativa mostram um nítido aumento com a altitude; mas a correlação da mais baixa umidade relativa média mensal com a altitude é menos claramente revelada.

Dentro desta área considerada em seu conjunto, a umidade relativa é bastante uniforme. As diferenças entre as várias localidades atingem um máximo de seis por cento para a umidade relativa média mensal, nove por cento e doze por cento para a umidade relativa média mensal mais alta e a umidade relativa média mensal mais baixa, é, finalmente, nove por cento para a variação anual. O Quadro XXIX ilustra a distribuição estimada da umidade relativa dentro do Retângulo.

QUADRO XXIX

DISTRIBUIÇÃO ESTIMADA DA UMIDADE RELATIVA NO RETÂNGULO

ALTITUDE (m)	MÉDIA ANUAL (%)	VARIAÇÃO ANUAL (%)	MÉDIA MENSAL MAIS ALTA (%)	MÉDIA MENSAL MAIS BAIXA (%)	MÉDIA DE VERÃO (%)	MÉDIA DE INVERNO (%)
(700 m).....	74 ±	22 ±	84 ±	62 ±	80 ±	62 ±
(850 m).....	76 ±	25 ±	88 ±	63 ±	84 ±	64 ±
(1000 m).....	80 ±	30 ±	92 ±	62 ±	88 ±	68 ±

REGIME DE VENTOS NO RETÂNGULO

Os aspectos mais notáveis do regime de ventos no interior do Brasil são a elevada frequência de calmarias e a raridade de ventos fortes; a velocidade do vento raramente ultrapassa 25 a 30 km por hora. O vento predominante no interior nordestino é geralmente este ou nordeste. No interior central e sulino, a direção predominante é sul no inverno e norte ou nordeste, no verão. Contudo, são freqüentes ventos calmos e variáveis com direção predominante indistinta.

Um exame das freqüência e velocidade do vento nas diversas estações do ano em Formosa, Luziânia e Pirenópolis, indica que no Retângulo prevalece o regime de ventos do interior. Em Formosa, predominam os ventos norte e nordeste durante o verão (representado por janeiro) e os ventos sul e sudeste durante o inverno (representado por julho); a freqüência das calmarias é baixa durante o ano todo. Por outro lado, tanto Luziânia, como Pirenópolis, são caracterizadas por ventos variáveis e uma elevada percentagem de calmarias. Em Luziânia, os ventos leste são mais freqüentes, quer no verão, quer no inverno; em Pirenópolis, os ventos leste são mais freqüentes no verão enquanto que os ventos leste e oeste são mais freqüentes no inverno.

QUADRO XXX
 FREQUÊNCIA DO VENTO PREDOMINANTE NO RETÂNGULO

LOCALIDADE	ALTITUDE	LATITUDE	LONGITUDE	JANEIRO (VERÃO)								
				N.	N. E.	E.	S. E.	S.	S. O.	O.	N. O.	CALMO
				(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Formosa.....	915m	15°32'S.	47°18'O.	32.7	9.7	11.3	3.8	19.8	4.0	9.4	3.9	5.4
Luziânia.....	910m	16°16'S.	47°33'O.	3.9	0.5	10.9	0.2	0.4	0.2	2.1	1.4	80.4
Pirenópolis.....	745m	15°51'S.	48°58'O.	1.3	0.8	3.4	1.1	1.3	1.0	2.1	2.5	85.5
				JULHO (INVERNO)								
Formosa.....	915m	15°32'S.	47°17'O.	7.5	7.2	21.0	21.6	26.5	8.0	1.6	2.4	4.2
Luziânia.....	910m	16°16'S.	47°33'O.	0.0	1.3	16.0	0.5	1.2	0.0	0.0	0.0	81.0
Pirenópolis.....	745m	15°51'S.	48°58'O.	1.7	2.6	9.6	1.4	2.0	4.2	10.9	2.2	65.4

As velocidades do vento mostram sua maior amplitude em Formosa, onde atingem uma média anual de 9 km por hora, sendo muito fracos tanto em Luziânia, como em Pirenópolis.

QUADRO XXXI

VELOCIDADE DO VENTO NO RETÂNGULO

LOCALIDADE	MÉDIA ANUAL	JANEIRO (Verão)	JULHO (Inverno)	VARIAÇÃO ANUAL
	(km/hora)	(km/hora)	(km/hora)	(km/hora)
Formosa.....	8.8	7.8	8.0	1.0
Luziânia.....	2.6	3.2	2.6	1.4
Pirenópolis.....	2.4	1.8	4.0	2.6
Paracatu.....	5.8	7.7	5.0	2.7

Não é possível generalizar muito a respeito das freqüências e direções específicas do vento uma vez que as peculiaridades topográficas e a exposição dos anemômetros modificarão consideravelmente o regime geral de ventos de uma localidade. Contudo, pode-se estimar que, em geral, a velocidade média anual do vento varia, no Retângulo, de cerca de 3 a 10 km por hora, com velocidades mais altas no inverno do que no verão. Provavelmente as velocidades do vento em geral são algo mais elevadas a altitudes maiores. Finalmente, no que diz respeito às freqüências do vento, é bastante provável que as de Luziânia representem melhor todo o Retângulo do que as das outras estações.

REGIME DE CHUVAS NO RETÂNGULO

Não é possível fazer um estudo adequado das chuvas de qualquer região sem uma densa rede de estações pluviométricas e sem longos períodos de observação, os quais são necessários para se estabelecer as normas de chuvas. A grande variabilidade das chuvas, no tempo e no espaço, e o fato de serem mais influenciadas por fatores orográficos e outros fatores topográficos do que por outras variáveis meteorológicas, tais como, a temperatura, tornam arriscada a análise das chuvas de uma região se os dados relativos a elas são incompletos. Isto é particularmente verdadeiro para a área abrangida pelo Retângulo, onde se notam tôdas as deficiências de registros de chuvas. Dentro dessa extensa área, existem somente quatro estações e seus períodos de observação variam de um a dezoito anos.

As características das chuvas desta região são determinadas pela natureza geral das chuvas sobre a parte central do Brasil. Ai as chuvas de-

pendem da precipitação convectiva, do ar tropical marítimo, o qual se tornou instável devido ao aquecimento continental. Este ar ocupa uma área maior no verão (janeiro) do que no inverno (julho). Conseqüentemente, a precipitação é mínima no inverno e máxima no verão, e, certamente, a maioria das chuvas ocorre no fim da tarde.

QUADRO XXXII
DISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS NO RETÂNGULO

LOCALIDADE	ALTITUDE (m)	LATITUDE	MÉDIA ANUAL (mm)	MÉDIA ANUAL DE DIAS DE CHUVA	MÉDIA MEN- SAL DE INVERNO (mm)	MÉDIA MEN- SAL DE VERÃO (mm)
Formosa.....	915	15°32'S.	76.6	133	4.4	33.2
Pirenópolis.....	745	15°51'S.	70.9	124	0.6	29.5
Luziânia.....	910	16°16'S.	70.5	122	0.9	34.7
Anápolis (*).....	1000	16°19'S.	58.1	...	0.0	22.0
Paracatu.....	(aprox.) 810	17°13'S.	76.1	119	1.7	37.8

(*) Período de observação: 1 ano.

Um exame do Quadro XXXII mostra que a distribuição das chuvas pelas estações do ano, no Retângulo, se enquadra no regime geral de chuvas do Brasil Central. As chuvas são mais intensas no verão do que no inverno, em toda esta área. A variação das chuvas em relação às estações do ano é manifestada mais claramente pelas quantidades médias mensais de chuvas. Estes valores médios, contudo, mascaram o fato de que em certos anos os meses inverniais de junho, julho, agosto e, às vezes, até maio e setembro, podem não registrar chuva alguma, em absoluto. Não são raros os verões completamente secos; num período de nove anos de observações para Pirenópolis, cerca de quatro anos foram caracterizados por verões completamente secos. E o mesmo se verifica para Formosa e Luziânia durante um período idêntico.

A variação das chuvas de ano para ano é assunto de especial interesse. Em vista dos curtos períodos de registro disponível para todas as estações, não se julgou aconselhável analisar pormenorizadamente a variação das quantidades de chuva de ano para ano. Basta salientar que as quantidades anuais podem variar de 1.175 a 2.175 milímetros em Pirenópolis, de 1.375 a 2.250 milímetros em Luziânia, e de 1.475 a 2.275 milímetros em Formosa.

Estritamente ligado à quantidade de chuvas, está o número de «dias de chuva». Em média, chove de 3 em 3 dias durante o ano. Entretanto se excluirmos os meses de verão, chove dia sim, dia não, em todas as localidades para as quais foram coligidos os dados.

A variação da quantidade de chuva entre as várias estações não é muito pronunciada. Se excluirmos os dados relativos a Anápolis (uma vez

que só existem registros de um ano e, um ano sêco, naquela zona), o desvio da média anual das chuvas é de, no máximo, 150 milímetros. O desvio da média anual do número de dias de chuva é de quatorze dias e, se excluirmos Paracatu, êle então se reduz a, apenas, nove dias. Em um ano inteiro, as chuvas ocorrem de três em três dias, em tôdas essas localidades; e se considerarmos sômente a estação úmida do verão, as chuvas ocorrem dia sim, dia não. Ademais, a intensidade média anual das chuvas é de cêrca de 15 mm em tôdas as estações meteorológicas e de cêrca de 22 mm até 25 mm durante o verão.

Em vista de ser incompleto o período de observações de chuvas, não é possível tirar quaisquer conclusões gerais quanto à variação da quantidade de chuvas com a altitude. Se se comparar Formosa com Pirenópolis, tem-se a impressão de que a quantidade de chuvas e o número dos dias de chuva aumentam com a altitude, pois a primeira está situada a uma altitude maior do que a segunda e ambas estão aproximadamente à mesma latitude.

A estimativa geral da distribuição das chuvas, no Retângulo, acha-se representada no Quadro XXXIII.

QUADRO XXXIII

CÁLCULO DA DISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS NO RETÂNGULO

ALTITUDE (m)	QUANTIDADE MÉDIA ANUAL (mm)	MÉDIA ANUAL DE DIAS DE CHUVA	MÉDIA ANUAL DE INVERNO (mm)	MÉDIA ANUAL DE VERÃO (mm)	MÁXIMA DE CHUVA EM 24 HORAS (mm)
700 m.....	1775	120±	25	750	50
850 m.....	1875	127±	38	825	75
1000 m.....	1925	135±	75	875	100

Nebulosidade

A nebulosidade apresenta uma uniformidade notável dentro do Retângulo. A nebulosidade média anual entre Formosa e Pirenópolis e Luziânia é de cinco a seis décimos. A variação anual é de cinco décimos em Formosa e Pirenópolis e de quatro décimos em Luziânia. Em tôdas as localidades, a nebulosidade máxima é registrada durante o verão e a nebulosidade mínima durante o inverno.

Não há elementos disponíveis com relação aos tetos. Contudo, é regra geral que no interior do país, especialmente nos planaltos central e nordestino do Brasil, a freqüência de tetos baixos varia de acôrdo com as estações úmida e sêca mais elevada durante a primeira e mais baixa durante a última.

FENÔMENOS METEOROLÓGICOS DIVERSOS

Com os dados limitados e o pouco tempo disponível, é possível apenas abordar, de uma maneira muito generalizada, alguns fenômenos meteorológicos da região.

Tempestades

As tempestades estão indicadas nos boletins climáticos sob o título : trovão e relâmpago. A tabela seguinte indica o número médio, anual e mensal, de tempestades em Formosa e Pirenópolis.

QUADRO XXXIV
NÚMERO MÉDIO ANUAL E NÚMERO MÉDIO MENSAL DE TEMPESTADES

	ALTITUDE (m)	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	AN.
Pirenópolis (1913-1921).....	745	2	2	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	9
Formosa (1913-1921).....	915	1	1	2	3	0	0	0	2	1	2	1	3	16

Parece que a altitudes *maiores*, de cêrca de 900 metros, o número de tempestades é maior do que a altitudes aproximadas de 750 metros.

Granizo e Neve

O granizo é extremamente raro na área em estudo. Num período de oito anos, ocorreu granizo uma única vez, em outubro, na cidade de Pirenópolis. Durante o mesmo período de observações, não foi reportada qualquer ocorrência de granizo em Formosa e Luziânia.

Não se registrou qualquer nevada, num período de nove anos, em qualquer uma das estações meteorológicas da área em estudo.

Bruma

Os dados climáticos relativos à névoa sêca, densa, no boletim climático parecem ser discutíveis. Isso se aplica principalmente aos dados relativos a Formosa; ali foi registrada uma média anual de 77 dias de bruma sêca intensa; num ano, foram registrados 122 dias de névoa densa, enquanto em outro não foi registrado um só dia. Isto está em desacôrdo com o fato geral de que, no interior do Brasil, com exceção do vale do Amazonas e dos planaltos próximos à costa, há de dez a vinte dias de névoa sêca densa, por ano. Para cada ano de per si, foram registrados de sete a quatorze dias de névoa sêca densa para Formosa, dezessete dias para Luziânia e qua-

torze dias para Pirenópolis. A maioria dos dias de bruma sêca ocorre na estação de verão.

Fumaça

A prática de queimadas, numa estação do ano, dos pastos durante os meses de julho, agosto e setembro dá formação a uma camada de fumaça na atmosfera que reduz criticamente a visibilidade e empresta uma aparência sombria à região do interior. Esta é uma condição usual na área do Retângulo e é uma coisa que pode ser reduzida durante muitas gerações à medida que os processos agrícolas se modifiquem. Os discutíveis dados relativos à bruma são, provavelmente, causados por uma interpretação errônea.

Orvalho

O orvalho é um fenômeno muito comum no Retângulo. Para Formosa, o número de dias com orvalho varia de 140 a 215, e para Pirenópolis, de 143 a 184 dias por ano. Estes dados referem-se a um período de registros de quatro anos, apenas.

APRECIÇÃO CLIMÁTICA DOS SÍTIOS

Os estudos do mesoclima dos sítios não foram fundamentados em um programa de "fumaça" (*) como planejado originalmente. Um tal programa não foi praticável, em vista do fator tempo, nem necessário, por causa das condições do terreno dos sítios selecionados.

O movimento do ar é um dos mais importantes fatores do mesoclima porque o ar em movimento removerá as concentrações locais de umidade, bolsas de ar quente, e criará também um frescor na pele.

O movimento do ar é controlado pela força superior dos ventos predominantes quando estes estão soprando em toda a área. Caso não estejam, então o movimento do ar é regulado pelas correntes de convecção geradas pela temperatura local e as diferenças de umidade geralmente relacionadas à topografia. No Retângulo os ventos são, em geral, leves e são freqüentes e prolongados os períodos de calmaria. Por exemplo, Luziânia, em registros de seis anos, apresenta uma velocidade do vento média anual de 2,8 km por hora e 78% de calmaria. Nestas condições, o mesoclima atinge uma significação mais alta do que em Formosa, onde a velocidade média anual do vento é, aproximadamente, 9 km por hora e a percentagem de freqüência de calmaria, somente 5.1.

Partindo da localização e dos dados das estações, foi apreciado cada sítio de cidade por interpolação e extrapolação das altitudes e proteções topográficas.

(*) Ver Apêndice.

Isto colocou claramente os Sítios Castanho, Verde, Vermelho, Amarelo e Azul nesta ordem relativa, como favoráveis em geral; os Sítios Castanho, Verde e Vermelho, considerados como um grupo, definitivamente superior, na base destes fatores, aos Sítios Amarelo e Azul, os quais são semelhantes nesse aspecto e, portanto, intercambiáveis na escala de avaliação.

Neste ponto, a avaliação foi baseada nas características de temperatura, umidade, precipitação, vento e cobertura de nuvens observadas nas estações registradas e transportadas para os sítios individuais por extensão dos dados sobre princípios conhecidos. Estes são os fatores macroclimáticos.

Com estas classificações estabelecidas, a importância relativa do mesoclima foi considerada para cada um. Os resultados destas avaliações mostraram que os sítios Vermelho, Verde e Castanho, nesta ordem, foram fortemente suscetíveis das influências do mesoclima, enquanto que os sítios Azul e Amarelo foram pouco afetados.

No Sítio Vermelho, o vigoroso e abrupto contraste de altitude, topografia e cobertura vegetal entre o planalto suavemente ondulado e a baixada úmida, densamente florestada, do rio Prêto, deixou concluir que o movimento do ar seria um fator importante.

O Sítio Verde é, de uma maneira geral, um sítio de vale. Em parte, é relativamente restringido por sua topografia e é orientado de tal forma que os ventos predominantes, nos meses quentes, sopram sobre e transversalmente a ele em vez de o fazerem dentro dele, transformando-o em uma poça de ar sensivelmente estagnado. Com estas condições topográficas, o ar aquecido do vale geraria correntes de convecção: Um paralelo pode ser feito entre esta situação de terreno alto, plano e seco, adjacente a um vale aquecido, e o platô calcário e seco acima de Hetzles próximo a Erlangen nos Alpes Franceses. A mudança brusca da topografia entre a planície alta e seca e o vale em baixo geraram um problema de poeira na área circunvizinha em vista da turbulência do ar na borda da planície, isto é, a leste de Planaltina.

O Sítio Castanho foi obviamente influenciado pelos fatores mesoclimáticos. A velha regra fundamental, proposta por A. Woeikof, (*) de que as áreas convexas (Sítio Castanho) têm um clima moderado, enquanto que as áreas côncavas (Sítio Verde) têm um clima de extremos, aplica-se aqui. Os últimos são caracterizados por extremos tanto de temperatura como de umidade e com uma duração maior desses extremos.

Os sítios Azul e Amarelo são pouco afetados por influências locais. Eles sofrem de um ambiente mais monótono, o qual produz contrastes insuficientes para gerar um mesoclima que é significativamente superior ao macroclima.

(*) Temp. u. Feucht. in. Berg. u. Tal im Amurland, Met. Z. 31, 140-143, 1914.

Os sítios Azul e Amarelo, nesse ponto, ficaram em desvantagem, em bases de clima geral (macro). Restou, então, estudar as condições locais nos sítios Verde, Vermelho e Castanho.

O Sítio Verde tem a desvantagem topográfica de ser uma situação convexa, em parte. O problema da poeira já foi explicado. Fôsse êle um vale relativamente sêco e algumas vantagens ter-se-iam acrescido ao sítio, porém a situação é oposta. As fotografias aéreas, os mapas de drenagem e as maquetas todos ilustram as numerosas fontes, áreas de exsudação e terras pantanosas associadas com êste vale. Dentro do sítio de vale, existem os ingredientes para umidade e temperatura elevadas. Isto foi realçado pelos relatórios de campo que dizem que, de quando em quando, foram observadas nuvens pairando sôbre o vale após as áreas adjacentes já se encontrarem limpas. A zona próxima a Formosa foi originalmente eliminada, em vista da alta percentagem de áreas pantanosas contribuindo para a maior umidade e doenças. O fator umidade foi ressaltado pela própria análise *macroclimática*. A relação desta área úmida com os ventos predominantes e a vizinhança do Sítio Verde apresentam uma influência adicional duvidosa.

Um estudo das típicas correntes de convecção em vales e o do próprio vale, indicou vigorosamente que as discrepâncias em temperatura seriam relativamente altas, porém que as correntes de convecção seriam lerdas para se iniciar e perderiam a velocidade e a direção benéficas para produzir arrefecimento. Estas circunstâncias anulam, de certa forma, a vantagem de uma elevada altitude e colocaram o Sítio Verde em desvantagem, neste particular.

O Sítio Castanho é um sítio convexo. É aberto a tôdas as influências dos ventos predominantes e, durante os períodos de calmaria, êle tem uma forma topográfica ideal para promover a drenagem do ar através do sítio da cidade. O ar se movimenta do planalto alto e sêco através da área da cidade e se drena dentro do vale florestado do rio São Bartolomeu. Êste vale florestado é de tamanho suficiente e fica a uma distância suficiente para não constituir uma desvantagem para o Sítio Castanho. A área do sítio é bem drenada, condição esta que reduzirá a umidade a um mínimo. Ela é coberta com uma floresta de árvores baixas de melhor qualidade que a de quaisquer outras áreas altas. Isto influenciará favoravelmente o *microclima* e dessa forma reduzirá a temperatura do solo e a influência da radiação noturna.

A análise investigou cada fator inteiramente e o resultado foi uma inqualificável vantagem climática para o Sítio Castanho.

O Sítio Vermelho possui os contrastes topográficos e vegetativo que promovem fortes correntes de convecção. Estas parecem assegurar a circulação do ar na borda da chapada, mas também exigem que a cidade seja localizada à beira da mesma para usufruir desta vantagem. É certo que o

ar que se eleva das terras baixas do rio Prêto será mais úmido que o das altas planícies. A importância disso não é definida uma vez que pode ser vantajosa nos meses quentes e o reverso no inverno. Seu potencial como fator de produção de nuvens foi considerado. As leituras da umidade efetuadas no campo permitem inferir que as discrepâncias não foram suficientemente grandes para causar formações de nuvens, embora possa ser esperado que o nevoeiro ou a bruma pairarão sobre as baixadas durante as primeiras horas em certas estações. Conseqüentemente, ao Sítio Vermelho foi dada uma classificação de 2º lugar, abaixo do Sítio Castanho e acima do Sítio Verde.

Em suma, os estudos climáticos indicaram que o Sítio Castanho é claramente o sítio preferido; os sítios Vermelho e Verde, seguindo esta ordem (mas bem abaixo do Sítio Castanho), foram superiores, em tôdas as vantagens climáticas, aos sítios Azul e Amarelo, que foram consideravelmente menos satisfatórios.

Embora uma classificação numérica verdadeira não seja possível, a avaliação pode ser expressa como um percentual para fins de ilustração.

São êles :

Sítio Castanho	95%
Sítio Vermelho	85%
Sítio Verde	80%
Sítio Azul	50%
Sítio Amarelo	50%

TRANSPORTES

A situação de projeto e construção de rodovias, ferrovias e aeroportos é extremamente favorável. Os problemas de topografia, solos e escavação são mínimos, e não é prevista qualquer construção de ponte mais importante.

A topografia é tal que as áreas planas ficam nas altitudes mais elevadas. Em geral, as áreas planas são interligadas, de maneira que é de se esperar uma uniformidade de alinhamento horizontal e vertical. Os solos são excelentes, especialmente do ponto de vista da drenagem e há uma abundância de materiais naturais a serem usados na construção.

Os meios de transporte de tôdas as três espécies são, sem dúvida, vitais.

AEROPORTOS

Os aeroportos são necessários para transporte, em alta velocidade, de pessoal, correio e mercadorias de alto valor e pêso leve. Neste tipo de desenvolvimento, pode ser dito com certeza que o transporte aéreo será de importância relativa maior que tem sempre sido em situações paralelas.

Considerável reflexão e estudo foram dados ao tipo, localização e influência de aeroportos para servir à capital. Embora os planos feitos tenham sido traçados para acomodar modernas aeronaves, deve-se reconhecer que, dentro de duas décadas, o quadro da aviação ter-se-á alterado tanto materialmente que os requisitos de um aeroporto serão, também, grandemente modificados. As aeronaves subindo verticalmente devem diminuir grandemente o tamanho da área necessária. Portanto, no projeto da cidade, deve ser mantido um certo grau de flexibilidade, de maneira que as modificações nas aeronaves não afetem a execução de um plano geral de urbanismo.

O valor do mapeamento conduzindo para a seleção do sítio já foi ilustrado por seu uso como base para a localização do primeiro campo de pouso na área do sítio final. Combinando as sobrecapas de solos para engenharia com os mapas topográficos e os dados climáticos, engenheiros brasileiros e oficiais da Força Aérea Brasileira foram capazes de realizar uma completa e satisfatória seleção do local. Na sobreposição geral, apresentada juntamente com o mapeamento geral do sítio selecionado, um símbolo de aeroporto (três pistas cruzadas) indica os locais recomendados para o lançamento de pistas de pouso e aeroportos. O símbolo é envolvido por um limite que define a área dentro da qual as condições são favoráveis para localização e construção. Muitas áreas no Retângulo são ideais para sítios de aeroportos. As áreas designadas por um, dois e quatro nos mapas de solos para engenharia são, geralmente, as mais adequadas para aeroportos. Estas áreas são relativamente grandes e planas e os solos, quando não perturbados, possuem boa drenagem interna. Muito pouca inclinação é o necessário. Em geral, existem cascalhos lateríticos para serem usados como agregado no embasamento.

A área necessária para um campo de pouso dependerá do comprimento, da orientação e da configuração das pistas. O comprimento necessário das pistas dependerá da altitude do aeroporto e também dos tipos de avião a serem utilizados.

O engenheiro bem sabe que, ao selecionar um sítio para campo de pouso, são importantes os seguintes itens:

- 1) *Dimensões adequadas* para atender aos requisitos operacionais;
- 2) *Acessibilidade e disponibilidade de comunicações;*
- 3) *As obstruções*, tanto naturais como artificiais, devem ser evitadas, especialmente em cada extremidade das pistas. Além das obstruções físicas, devem ser levadas em consideração as reações dos pilotos. Uma pista com uma extremidade situada próxima à borda de uma chapada, pode ter condições de aproximação perfeitas, mas os pilotos irão sempre pousar bem para dentro da pista (pousar longo). O resultado desta reação humana é equivalente ao de um encurtamento da pista;

4) *As condições meteorológicas* são extremamente importantes. Ventos, chuvas e brumas devem ser considerados na seleção do local uma vez que, cada um de per si ou combinados uns com os outros, podem restringir o uso operacional do aeródromo. As condições meteorológicas devem ser registradas *no local*, pois podem variar de um ponto para outro, mesmo vizinhos. São particularmente sensíveis às diferenças de altitude e à topografia as correntes descendentes e os ventos de través, o nevoeiro, a bruma e a precipitação;

5) *As condições hidrológicas* a serem consideradas são as flutuações anuais do nível hidrostático e das características de enchente dos rios contíguos ao local de campo;

6) *Um suprimento d'água adequado* é necessário durante a construção e mais tarde durante a operação de aeródromo. A água é, geralmente, necessária durante a operação de compactação, e grandes quantidades são requeridas quando as pistas vão ser pavimentadas a concreto.

Deve ser aqui repetido que as chapadas mapeadas como 1 e 2 são mais adequadas para campos de pouso — do ponto de vista da topografia, da drenagem dos solos e da disponibilidade de local de agregados.

ESTRADAS DE RODAGEM

À medida que a cidade cresce e se desenvolve, tem de haver uma rede de estradas ligando-a a pontos locais e regionais que lhe darão apoio agrícola. O acesso por estradas à região, e mesmo a outras partes do Brasil, desenvolver-se-á sob a forma de um sistema principal de rodovias. Localmente, será necessário um sistema secundário, em data muito próxima, para atender às necessidades de transporte de mercadorias das fazendas para os mercados. Estes serão, obviamente, de um tipo de construção menos dispendioso.

Este relatório e os mapas que o acompanham, baseados em um estudo detalhado das fotografias aéreas, fornecem, ao engenheiro rodoviário, informações seguras sobre a natureza do solo do «subgrade», bem como os locais exatos onde os cascalhos lateríticos e a rocha firme podem ser encontrados. Estudada quantitativamente, as fotografias proporcionam informações sobre «grades», curvatura, terraplenagem e outras coisas tão importantes para localização econômica de rodovias. À medida que os pontos fixos de controle diminuem, as variáveis com que o engenheiro se defronta aumentam, rapidamente, e a fotografia aérea é a mais valiosa (e muitas vezes a única) ferramenta disponível para escolher diversas diretrizes e selecionar a melhor diretriz dentre as várias alternativas.

Na apreciação das vantagens e desvantagens das diversas diretrizes, o engenheiro, em geral, analisa cuidadosamente os seguintes fatores:

1) *A retidão da diretriz* — O comprimento da diretriz afeta o custo tanto da construção da estrada como da operação dos veículos (comprimento medido no mapa ou no mosaico aerofotográfico).

2) *Natureza dos solos do «subgrade»* — O custo da construção e manutenção são reduzidos em um «subgrade» estável e bem drenado. Nos mapas de solos para engenharia, os melhores «subgrades» acham-se nas categorias 1, 2, 4 e 15.

3) *Ocorrência de pântanos ou áreas pantanosas* — As áreas alagadas, as quais requererão tratamento especial, devem ser evitadas, se possível. Estas são designadas pelos números 6, 10, 13 e 16 nos mapas de solos para engenharia.

4) *Disponibilidade de agregado próprio* — Um transporte de agregado a curta distância reduzirá o custo de construção e manutenção da estrada. Os locais onde se encontram cascalhos lateríticos e fontes de rocha firmes acham-se indicados nos mapas de solos e geologia.

5) *Número e custo das obras de arte* — Do ponto de vista da economia, o número de pontes e bueiros (especialmente pontes) deve ser reduzido ao mínimo. Os mapas de drenagem mostram a localização de todos os drenos onde deve ser lançado algum tipo de cruzamento. As fotografias aéreas fornecerão uma boa estimativa do vão de ponte necessário para atravessar qualquer dos drenos mais importantes. As fotografias podem indicar também, através das mudanças da vegetação, o nível máximo durante a estação chuvosa. Isto irá fornecer informação valiosa sobre a folga necessária entre a ponte e o fundo do dreno. Um estudo estereoscópico das fotografias aéreas definirá a área da bacia hidrográfica e fornecerá outras informações valiosas para calcular a seção de vazão necessária tanto para pontes como para bueiros.

6) *Natureza dos locais de pontes* — Informações sobre o perfil geral do solo ao longo dos vales, complementadas pela exploração de campo, fornecerão valiosa informação para os requisitos de cálculo, fundações, encontro e estribo.

7) *Rampas* — O mapa topográfico indicará que «grades» serão encontrados em cada uma das diferentes diretrizes. Uma rampa mínima de, aproximadamente, 1% é desejável para fins de drenagem, porém devem ser evitados os rampamentos excessivos. Os «grades» muito íngremes aumentam o custo de operação dos veículos e são muito suscetíveis de erosão. Em estradas não revestidas, a aderência pode ser insuficiente nas rampas muito íngremes durante a estação chuvosa.

8) *Curvatura* — Do ponto de vista de segurança, deve ser escolhida a curvatura menor possível. Se forem lançadas diferentes diretrizes sobre mapas ou mosaicos aerofotográficos com auxílio de uma régua flexível, a curvatura pode ser facilmente estimada.

9) *Terraplenagem* — Os volumes aproximados de terraplenagem — corte e atêrro — podem ser calculados pelo mapa topográfico. É claro que é desejável um mínimo de terraplenagem.

10) *Indenização de terras* — Os mapas de utilização da terra fornecem um excelente inventário do valor atual e potencial da terra. A grande ocorrência de terras agrícolas valiosas deve ser evitada e quaisquer terras utilizadas devem ser cortadas o menos possível.

11) *Custo do direito de servidão* — Os limites de propriedade podem, em geral, ser traçados no mosaico aerofotográfico. Êste fornece um excelente inventário das terras que devem ser compradas para servidão de passagem da estrada. Os mapas de utilização da terra indicarão o valor relativo do direito de servidão e ajudarão a reduzir o custo dessa servidão a um mínimo.

Nenhum item desta lista de contrôle pode determinar a melhor das várias diretrizes. Cada um dêles deve ser avaliado à luz de todos os outros de tal forma que seja selecionada a melhor diretriz. Muitas das considerações podem ser convertidas em valor monetário; outras, embora impalpáveis, podem ser exatamente da mesma importância. As fotografias aéreas e os mapas e sobrecapas delas obtidos são de valor inestimável e devem ser usados em tôda a sua plenitude.

ESTRADAS DE FERRO

Foi feito um esforço maior para estudar a praticabilidade de meios de transportes ferroviários para os sítios propostos. Sem dúvida, a estrada de ferro é uma necessidade para o abastecimento da população da cidade.

A divisão dos cinco sítios escolhidos em grupos, foi imediatamente procedida ao considerarmos os transportes. Os sítios Azul e Amarelo são servidos pela estrada de ferro existente. Esta estrada é atualmente inadequada em vista das condições de raios de curva, «grade» e leito da estrada, a bitola e o pêso dos trilhos e o material rolante. Se um dêstes sítios tivesse de ser escolhido, seria necessária uma completa remodelação e reconstrução para proporcionar um serviço ferroviário adequado.

Os sítios Verde, Castanho e Vermelho estão semelhantemente situados em um divisor que foi estudado com algum detalhe como rota para uma conexão ferroviária.

Ê sèriamente recomendado que, para um serviço ferroviário de qualquer um dêsses sítios, seja selecionada uma localização que venha a utilizar a rota que atinja o Retângulo pelo Sul, passe através de Cristalina e prossiga para o norte até Planaltina. Esta rota selecionada é uma das mais econômicas sempre testemunhada pelo nosso corpo de engenheiros. Ela tem a distinta vantagem de um gradiente baixo e uniforme, não cortado por cursos d'água numa extensão de muitos quilômetros. O alinhamento hori-

zontal requer poucos desvios e o vertical se aproxima do ideal. Uma tal estrada exercerá uma grande influência no futuro da região, uma vez que serviria extensas áreas agrícolas e passaria próximo às áreas capazes de produzir pedra para construção, cimento portland e cal agrícola.

Do coração do Sítio Vermelho a êste eixo principal da rota, pode ser construído um ramal de 26 km que não cruza qualquer curso d'água, teria uma rampa quase nula e requereria um mínimo de preparação do terreno, se tanto. Esta rota apresenta o mais promissor acesso para o norte e esperamos que sua construção será executada com uma conexão final à área do Vale do São Francisco. O Sítio Verde tem uma conexão direta com esta rota e o Sítio Castanho fica a uns poucos quilômetros a oeste, requerendo apenas um pequeno ramal para proporcionar-lhe acesso direto.

O mapa do Retângulo que acompanha êste relatório indica a localização dêste e de outros meios de transporte.

APRECIÇÃO DOS CINCO SÍTIOS

SÍTIO AMARELO

Êste sítio, próximo a Leopoldo de Bulhões e de Vianópolis, é ondulado com uma parte plana cortada por uma série de vales relativamente pequenos. O terreno, em essência, não é diferente do do Sítio Azul, próximo a Anápolis, mas, aqui, os vales não são tão largos e o campo não é tão extenso. Dos cinco sítios, êste é o que apresenta compartimentos topográficos menores e mais unidos. O terreno, contudo, não é tão acidentado, a ponto de tornar a área impraticável ao desenvolvimento urbano. Aqui teria de ser estudado um tipo de cidade bem diferente do que o seria para os sítios Vermelho ou Castanho, que apresentam amplas áreas de terra com as mesmas características essenciais. A alternância de colinas e vales poderia proporcionar posição bem agradável para uma cidade, principalmente para os distritos residenciais.

O sítio não apresenta forma tão compacta quanto os demais, sendo alongado em razão das limitações da topografia. Um divisor que se desenvolve de noroeste para o sudeste constitui amplo dorso do qual pequenos divisores ramificam-se para o norte e para o sul. Na extensão daquele divisor corre a estrada principal de Anápolis e Vianópolis, uma das maiores do distrito. Os vales, especialmente na parte sul, são agradáveis, em parte florestados, em parte cultivados e de flancos suaves. Os solos dos vales são muito bons para agricultura.

As altitudes dentro do sítio variam de 850 a 1.050 metros. Os altos das colinas são chapadas típicas, numa altitude de cerca de 1.000 metros, mas êsses platôs, algumas vezes monótonos e planos, não predominam no sítio como acontece em alguns dos outros.

Os solos para obras de engenharia e as condições geológicas deste sítio variam de regulares a bons. Nesta área, os solos são profundos e bem satisfatórios para fins de engenharia. Entretanto, têm, sem exceção, uma granulação um pouco mais fina do que nos sítios mais a leste e, sendo friáveis, têm uma tendência a erodir-se facilmente. A finura da contextura, embora relativamente sem importância neste caso, imprime-lhes uma tendência a tornarem-se moles sob a ação do tráfego e, portanto, requererão pavimentação relativamente espessa. Isto não teria qualquer influência nas condições dos alicerces dos edifícios. A rocha firme está relativamente profunda, mas é de ótima qualidade e, assim, dispensa qualquer preocupação com referência às condições das fundações neste sítio.

O clima dessa área é um pouco mais quente e mais úmido que nos sítios Castanho, Verde e Vermelho. Não há, entretanto, diferença sensível entre os climas deste e do Azul.

Do ponto de vista do planejamento urbano, esta área não tem um ponto focal especial no qual os edifícios públicos devessem ser agrupados. Ela permite a maior flexibilidade na disposição e planejamento da cidade.

As áreas circunvizinhas têm facilidades apenas modestas para atividades recreativas uma vez que não há maiores áreas florestadas, nem rios ou vales que proporcionem locais a preservar para recreação.

O sistema de drenagem da área é bom. Os solos são bem drenados, não havendo risco para a saúde decorrente de águas estagnadas como acontece em outros locais. Há uma série de pequenos cursos d'água que são perenes, mesmo durante a estação seca, mas não há grandes rios. A uma pequena distância, ao norte do sítio, passa o rio Piracanjuba. Este rio apresenta considerável volume de água e tem produzido uma série de inundações na estação chuvosa. O Sítio Amarelo compartilha com o Azul na ausência de grandes rios.

A proximidade deste sítio à cidade de Anápolis, traria uma vantagem considerável durante os primeiros anos de vida da cidade. Durante o período inicial de construção da capital, haveria vantagem em dispor das facilidades já existentes em Anápolis quanto à mão-de-obra e vias de comunicação com o resto do Brasil, enquanto estivessem se desenvolvendo as facilidades próprias da nova cidade. Não há dúvida de que a estrada de ferro existente seria inadequada para servir à Capital, mas o fato da presente linha atravessar este sítio constituiria uma vantagem inicial. Não haveria qualquer dificuldade em enquadrar este sítio no plano de transporte regional, em desenvolvimento, uma vez que o terreno permitiria a construção de estradas em todas as direções.

Uma vantagem adicional é a presença de solos para agricultura relativamente bons nas proximidades desta área. Aqui também, numa primeira fase, o custo de transporte para o abastecimento de víveres da Capital seria baixo, uma vez que a agricultura já está bem desenvolvida nas vizinhanças.

Numa fase mais avançada, o desenvolvimento da técnica agrícola e o incremento de culturas adequadas tornariam este fator de menor importância.

Os *sítios para reservatórios* d'água nas proximidades desta área são limitados em capacidade. Isto significa que, à medida que a cidade fôsse crescendo, o sistema de reservatórios para fornecimento d'água teria de ser, necessariamente, estendido a distâncias consideráveis do sítio e o custo relativo do suprimento de água para o Sítio Amarelo seria alto.

As *fontes de energia hidrelétrica* estão a uma distância econômica de transmissão (ao sul); nesse ponto, aliás, as vantagens são relativamente poucas para qualquer dos sítios.

A presença de materiais de construção no sítio é limitada. Este fator pode ser contrabalançado, durante o período de construção, pela presença da estrada de ferro que, após uma melhoria, poderia transportar esses materiais, economicamente, de outras áreas.

Do ponto de vista econômico não resta dúvida que o valor das terras nessa área é relativamente alto; os do Sítio Azul sendo os mais altos. Estando nas bordas da zona agrícola, a vantagem do abastecimento local de víveres seria reduzida pelo custo de desapropriação das terras e do restabelecimento das pessoas que no momento trabalham nas lavouras.

SÍTIO AZUL

Esta área, que fica a leste de Anápolis, é um sítio essencialmente ondulado com vales suaves e colinas arredondadas. Como no Sítio Amarelo, o principal acidente geográfico é um divisor que se lança pelo meio da área na direção leste-oeste. O terreno cai para o norte e para o sul do divisor. A chapada está mais ou menos a 1.050 metros. O terreno varia de mais ou menos 850 a 1.100 metros de altitude. As encostas, do alto das colinas para o fundo dos vales, têm uma declividade média de cerca de cinco por cento. Em sua conformação, o terreno é semelhante ao Sítio Amarelo, porém, mais amplo. As encostas são mais suaves, os topos das colinas mais largos e os vales mais amplos do que no Sítio Amarelo ou na área adjacente dissecada, ao norte. A conformação ondulada da terra torna possível visualizar aqui uma cidade aprazível, com os vales ou os topos das colinas formando unidades celulares que poderiam ser desenvolvidas em distritos residenciais separados por parques e alamêdas. Os topos planos das colinas são suficientemente extensos para permitir um monumental agrupamento de edifícios públicos. O mais amplo desses topos tem mais ou menos 10 quilômetros de comprimento por 2 de largura. Há diversos pontos de onde se descortinam lindas vistas das colinas através ou para dentro dos vales. Os fundos dos vales e encostas são florestados e cultivados. Os altos das colinas são típicas chapadas. Bons solos ocorrem aqui em maior percentagem do que em grande parte do Distrito. O ponto mais alto é o Morro Caiapó, que fica praticamente no centro do sítio. Esta colina domina a paisagem.

Os solos para engenharia e as condições geológicas dêste sítio preenchem satisfatòriamente os mínimos requisitos. São similares aos encontrados no Sítio Amarelo em que os solos, em geral, são de contextura relativamente fina, exigindo pavimentações e pistas um pouco mais fortes. Possuem as mesmas características de erodibilidade que, mesmo em seu atual estágio de utilização, tornam-nos difíceis de trabalhar. Com obras de maior vulto na área, isto tornar-se-ia um problema sério. As condições do «bedrock» são bem satisfatórias para fundações, embora a profundidade da rocha viva seja bem grande, em muitos pontos.

O clima aqui é, naturalmente, semelhante ao de Anápolis. A área é, provàvelmente, menos sujeita a nevoeiro que a de qualquer dos outros sítios, mas esta vantagem é prejudicada pelo fato de que a temperatura média é alguns graus mais elevada que nos sítios de leste e a umidade relativa é mais alta.

Há uma similaridade de tòda a área dêste sítio a qual permite uma ampla variação no planejamento da cidade. A parte central do sítio é o único ponto focal natural para o agrupamento dos edificios públicos, e o terreno ondulado produz agradável efeito a tòda a área.

Os recursos recreacionais são um tanto limitados nas áreas circunvizinhas, embora as quase espetaculares montanhas de quartzito próximas a Corumbá de Goiás, proporcionassem um cenário excelente e uma mudança drástica no tipo de topografia, mudança esta que é essencial a tais recursos.

As condições de drenagem da área são excelentes uma vez que os solos são bem drenados internamente e cursos d'água são encontrados em todo o sítio. As condições de salubridade são, portanto, excelentes em vista da completa ausência de águas estagnadas. Isto, entretanto, é contrabalançado pelo fato de que, não havendo maiores rios na vizinhança, a situação do suprimento de água será menos favorável do que nos outros sítios. O maior rio das proximidades é o Ribeirão das Antas que constitui o limite norte do sítio. Êste nada mais é do que um pequeno afluente do rio Corumbá. Um suprimento adequado de água poderia ser obtido com reservatórios construídos nas colinas ao norte da área. Em consequência disso, o sistema de reservatórios que supririam êsse sítio teria de estender-se por distâncias consideráveis e, portanto, requereriam um sistema relativamente laborioso e despesas de bombeamento extremamente altas.

O sítio está mais próximo do aproveitamento hidrelétrico do Rio Paranaíba. Embora isso não alivie a situação de fornecimento de água, seria de alguma vantagem para o fornecimento de energia elétrica à Capital.

O potencial agrícola dessa área é muito alto: de fato, o melhor de todos os sítios. Está mais próximo, e até abrange alguns dos mais férteis solos do Retângulo. Assim, no primeiro estágio de desenvolvimento da

3a linha
de São 245
o depois 1a
linha

para suprir a população afluyente.

Se êsse sítio fôr escolhido para a nova Capital, exigirá uma *despesa* Capital, os recursos agrícolas da região circunvizinha estariam disponíveis maior na compra das terras pelo Govêrno. Uma vez que essas terras já têm culturas em produção, seu valor imediato é maior que o de qualquer dos sítios e, além disso, excluiria da produção agrícola e taxaço futura uma área considerável.

Esta área é servida pela estrada de ferro existente e, por isso, tem uma vantagem inicial. Além disso, está situada na atual rodovia trans-brasileira. Esta área oferece oportunidades ilimitadas de expansão das facilidades de *transporte* e há uma série de locais inteiramente satisfatórios para aeroportos que serviriam, ou poderiam servir, à nova Capital. A vantagem que êste sítio oferece é que, dos cinco, é o mais próximo de Anápolis. Assim, Anápolis serviria de base de operações durante o período inicial de construção e tenderia a eliminar a necessidade do desenvolvimento de vilas provisórias para trabalhadores.

Do ponto de vista de *materiais de construção*, não há nada próximo ao sítio, embora haja suprimento ilimitado de materiais nos espigões de quartzito logo ao norte dêle.

SÍTIO VERDE

Em contraste com as características de convexidade do Sítio Castanho, o Sítio Verde é, essencialmente, um sítio de vale. O vale do Sobradinho é amplo e um dos mais bonitos de todo o Distrito. Êste vale fica logo a oeste de Planaltina, que está incluída no sítio. As colinas ao sul de Planaltina estão quase no centro geográfico do sítio. Ficam ao norte do vale e dominam a paisagem numa distância de vários quilômetros.

Um problema especial é criado por um divisor de serras altas e escarpadas que cortam o sítio pelo centro de nordeste para sudoeste. Essas serras dividem o sítio aproximadamente em dois. Há, entretanto, passagens naturais por entre as serras, e embora essa barreira de serras viesse a ser um fator de complicação no desenvolvimento da cidade, ela poderá ser bem integrada num amplo planejamento que abrangesse tôda a cidade.

A parte mais atraente dêste sítio é o vale acima mencionado. As chapadas da zona leste são monótonas e não se distinguem das chapadas do Planalto em geral. Ao norte há serras altas com possibilidades de recreação e, ao sul, há outras tantas mais altas cortadas pelo Rio Prêto. O Rio São Bartolomeu, um dos principais rios do Retângulo, corre pelo centro dêste sítio.

Os *solos de engenharia* e a *geologia* dêste sítio são, em geral, bons. Há algumas áreas de solos arenosos que são menos friáveis do que as argilas friáveis que predominam em outras áreas. A profundidade da rocha firme aqui é bem variável, mas parece não haver razão para acreditar que, numa

área que venha a ser escolhida para os edifícios públicos, sejam encontradas dificuldades. Os solos friáveis soltos e o «bedrock» formam uma combinação excelente neste sítio.

Os resultados das investigações de *clima* dão uma ligeira indicação de que os nevoeiros pela manhã podem ser típicos durante alguns períodos do ano. E, uma vez que esta é uma área de vale, isso é de ser esperado. A elevação da área torna-a uma zona climática favorável como a do Sítio Castanho.

Os *recursos recreacionais* têm muito de comum com o Sítio Castanho, exceto o fato de estarem a uma distância maior. Êsses, são tão variados como excelentes, variando desde as encostas densamente florestadas do Rio Paranoá até a formação rochosa que circunda o antigo monumento de 1922.

A *drenagem* desta área varia consideravelmente. Algumas partes são muito bem drenadas, mas há uma percentagem de áreas mal drenadas a leste de Planaltina. Esta percentagem maior de áreas pouco drenadas é devida à tendência geral dos solos de se tornarem mais rasos para leste e para o sul. Uma consulta ao mapa de classificação da terra mostrará também que uma proporção maior da área está ocupada pelo «bedrock» exposto.

Os solos agrícolas deste sítio e vizinhanças são do mesmo tipo que os mencionados no Sítio Castanho. Há toda certeza de que, com fertilização própria e pesquisa de culturas adequadas, essas terras produzirão excelentes rendimentos. Entretanto, no primeiro estágio da vida da cidade, deve ser reconhecido que este sítio fica distante das boas fazendas do oeste.

As facilidades de *transporte* são limitadas à estrada principal que o liga a Anápolis. Entretanto, o futuro do transporte é excelente já que Planaltina está diretamente no eixo norte-sul em um excelente local potencial para uma estrada de ferro e de rodagem vindas do sul. Há uma série excelente de sítios para aeroportos nas elevações mais sensíveis deste sítio, os quais serviriam adequadamente à cidade em toda sua existência.

A situação do *fornecimento de água* é boa. Há uma possibilidade de poços artesianos que poderiam abastecer a cidade durante sua fase inicial. Entretanto, no futuro, seriam necessários reservatórios no Paranoá.

As fontes de energia hidrelétrica são as mesmas do Sítio Castanho. A energia local poderia ser conseguida com menores aproveitamentos hidrelétricos nos rios Paranoá e São Bartolomeu. Regionalmente, a energia hidrelétrica poderia ser trazida da Cachoeira Dourada ou do projeto das Três Marias.

As reservas de *materiais de construção* são muito boas.

SÍTIO VERMELHO

O Sítio Vermelho é o que fica mais a leste de todos os cinco, sobrepondo-se à fronteira entre o Estado de Goiás e o Estado de Minas Gerais. Consiste, essencialmente, de uma vasta planície de pasto drenada pelo Rio São Marcos e pelo Rio Prêto. Não há vilas dentro do sítio e muito pouca terra cultivada ou coberta de floresta. Os solos são de baixa fertilidade.

Este sítio tem uma característica de grandeza somente compartilhada pelo Sítio Castanho. A planície lisa, que se estende em tôdas as direções, permitiria quase completa flexibilidade no desenvolvimento de um plano para a cidade. O terreno mais baixo, especialmente ao longo do Rio São Marcos, é úmido mesmo no fim da estação seca. Essas áreas úmidas poderiam ser consideradas uma desvantagem num sítio de cidade, mas poderiam também tornar-se uma decidida e especial vantagem se fôsem transformadas em uma série de lagos e reservatórios.

A altitude da planície, em geral, é de cêrca de 900 metros; o mais baixo de todos os cinco sítios. À parte leste eleva-se a uma altitude de 1.000 metros. A planície tem uma variação topográfica muito pequena. Não há acidente geográfico que, obviamente, se manifeste como ponto focal da cidade, como é o caso em alguns dos outros sítios.

No momento, este sítio é o mais inacessível de todos os cinco. É o único que não é atravessado por uma estrada. Do ponto de vista do futuro, entretanto, pode bem ser o mais acessível de todos. Qualquer estrada principal de rodagem ou de ferro fazendo conexão do norte do país com o sul, pelo interior, passaria, provavelmente, pelo Sítio Vermelho ou muito próximo dêle, pois é cortado pela mais adequada rota norte-sul através do Retângulo.

Outra vantagem peculiar do sítio é a proximidade das serras escarpadas de leste, que constituem a Serra do Rio Prêto. Essas serras florestadas poderiam constituir uma grande área servindo para a recreação da população da Capital. O Rio Prêto, com suas muitas quedas d'água, contribui com uma parcela de especial interesse, pois êle corta seu caminho por entre as serras.

É possível que a presença das serras de leste pudesse constituir uma recomendação para o desenvolvimento da cidade e até mesmo um motivo de realce. Iriam entretanto oferecer uma barreira à expansão da área urbana para leste. A área de sítio propriamente dita é, entretanto, suficiente para acomodar uma cidade de qualquer tamanho previsível.

Os solos para engenharia e a geologia são excelentes. Os solos são bem drenados e suficientemente profundos para propiciar condições ideais à construção da cidade. Sob esse aspecto, as condições em tôda a área são mais uniformes do que em qualquer dos outros sítios.

Em vista da altitude variar de 850 a 1.000 metros as condições climáticas são boas em tôda a área. As baixadas a leste, formando o vale do

Rio Prêto, são densamente cobertas de floresta. Com essas condições e a queda brusca de altitude, pode haver oportunidade de se formar bruma seca abaixo da altitude da cidade durante curtos períodos do ano. Não obstante, esta situação inclui um divisor baixo, com encostas satisfatórias que promoveriam uma renovação do ar e produziriam um microclima favorável para a cidade.

Os recursos recreacionais da área são excelentes e centralizar-se-iam ao redor das cachoeiras e serras florestadas do vale do Rio Prêto. Um dos possíveis pontos focais da área da Capital daria lugar a um plano urbanístico interessante e fora do comum ao ocupar a cidade a franja de terra que vislumbra o Vale do Rio Prêto. É interessante notar que, nesta situação, a cidade ficaria num espigão estreito que limita uma bacia hidrográfica. Isto permitiria que as águas servidas da cidade fôsem descarregadas através do sistema de drenagem do São Marcos, que corre para o sul, e assim protegeria as áreas contíguas de recreio no Vale do Rio Prêto.

O sítio também apresenta vantagens herdadas do regime de drenagem, uma vez que permitirá a construção de estradas de acesso e a locação de estrada de ferro dentro da cidade, em plano inferior ao nível geral dos principais edifícios públicos.

O potencial dos solos para agricultura é igual, ou melhor, que o dos outros dois sítios do leste, — o Sítio Castanho e o Sítio Verde, — embora a tendência desta área seja para agricultura menos diversificada por causa da uniformidade do solo e das condições de umidade das terras adjacentes ao sítio.

Tanto as reservas de água como as limitadas de energia podem ser desenvolvidas no Rio Prêto. A distâncias um pouco maiores, os potenciais de energia são aumentados, consideravelmente, embora estejam fora do atual Distrito Federal e não sejam, por isso, mostrados nesse levantamento.

Os materiais de construção disponíveis neste sítio são um tanto limitados. Há vastas áreas de calcário e dolomita a menos de 50 quilômetros mas não há nada suficientemente extenso e facilmente acessível nas áreas adjacentes.

A parte econômica do terreno em si é muito favorável uma vez que não haverá problema de restabelecimento e pode-se estimar que o custo da terra seria o mais baixo de todos os cinco sítios.

Grandes setores desta área são adequados à construção de aeroportos, mais do que em qualquer um dos outros sítios. Os solos são excelentes e as possibilidades são ilimitadas.

SÍTIO CASTANHO

A fisiografia deste sítio, a 25 quilômetros a sudoeste de Planaltina, é inteiramente diferente da dos outros quatro. Seu detalhe topográfico prin-

cial é um domo de forma triangular definido pelo Córrego Fundo e o Ribeirão Bananal, quando se juntam para formar o Rio Paranoá, que então corre no rumo leste para o Rio São Bartolomeu. A colina plana entre êsses cursos d'água alcança uma elevação de 1.200 metros e se estende muitos quilômetros para oeste além da fronteira do sítio. Os fundos dos vales estão a mais ou menos 1.000 metros acima do nível do mar. Êste sítio e o Sítio Verde, que se justapõe a êle, são de todos os cinco, os que se acham a altitudes mais elevadas.

A extensa planície, de suave declividade para os rios limítrofes, presta-se ao desenvolvimento de uma grande cidade de qualquer tipo possível, sem a obrigação de interromper acidentes topográficos. A matéria orgânica do solo é, relativamente, alta para áreas de planalto como esta. A maior parte dela está coberta com floresta de crescimento secundário e não da vegetação baixa, típica das chapadas.

A área focal do sítio, como delimitado, é um triângulo na confluência do Córrego Fundo e do Ribeirão Bananal mas os vales a sudeste e nordeste foram incluídos, juntamente com as encostas dos divisores mais afastados. Essas encostas ao longo dos vales são suaves e adequadas para edificações. Os vales em si poderiam ser desenvolvidos para edifícios públicos e a sede do Governo. As encostas da área são de tal ordem que, se a cidade fôsse construída aqui, haveria muitos setores da cidade com vistas ilimitadas para os vales contíguos. Ao mesmo tempo, a associação de terrenos planos contíguos às encostas proporcionam uma excelente combinação para aeroportos a serem localizados próximos à cidade, ainda assim, com um mínimo de interferências dos estorvos operacionais de um aeroporto.

A configuração do terreno é tal que um sistema de *drenagem* compreendendo tôda a cidade seria um problema muito simples. Os solos dêste sítio são, provavelmente, os mais bem drenados de todos os cinco. O Sítio Castanho é particularmente favorecido pela drenagem regional porquanto seria possível aproveitar, como *reservatórios* adequados, as bacias hidrográficas desenvolvidas a montante da cidade, enquanto as águas servidas da cidade poderiam ser descarregadas a jusante e, dessa maneira, eliminaria as possibilidades de contaminação. Nesse particular, é também uma sorte o fato do Rio Paranoá apresentar uma longa série de quedas e corredeiras, condição que possibilita uma purificação natural das águas servidas descarregadas da cidade. A declividade do terreno e a presença dos dois maiores sistemas de drenagem promovem também uma quebra na monotonia que existe em muitos outros locais da vizinhança.

Os solos para obras de engenharia e as condições geológicas do sítio igualam ou excedem os dos demais. Os solos são bem drenados, granulares e de estabilidade consideravelmente maior. A profundidade dos solos varia, em todos os pontos, especialmente, para o desenvolvimento da cidade em si, a rocha firme está a uma profundidade razoável abaixo da superfície, de tal forma que não interferirá nas obras subterrâneas próximas da superfície.

Ao mesmo tempo, dentro do sítio em si, e nas baixadas fora das vistas da cidade, há afloramentos rochosos de arenito que fornecerão agregados de qualidade razoável e talvez venha a ser constatado, após os testes, que esses afloramentos produzirão pedras satisfatórias para construção. Nas áreas adjacentes ao sítio, é também encontrado calcário.

O *clima* desta área, assim como o microclima dentro do sítio, tem muitos aspectos favoráveis. A declividade do terreno e a zona baixa do vale do Rio Paranoá para leste promovem a circulação e a renovação do ar do sítio. Sua altitude média de 1.100 metros nivela-o ao Sítio Verde como os de mais baixa temperatura média anual de todos os cinco.

Os *recursos recreacionais* da vizinhança são tão variados como excelentes, variando desde as encostas densamente florestadas do Rio Paranoá até os pontos vizinhos onde é possível construir lagos artificiais.

O *potencial agrícola* dessa área é repartido com os Sítios Verde e Vermelho. Os solos dessas áreas requereriam fertilização adequada e supervisão do solo, as quais não poderiam ser empreendidas nos primeiros anos de existência da cidade. Entretanto, a opinião dos técnicos agrícolas é de que, sob orientação adequada e fertilização, culturas adaptadas podem se desenvolver nessas áreas e a produtividade de toda a área bem diversificada e aumentada. A desvantagem desse sítio, nesse ponto, é que o suprimento inicial de víveres deve ser importado do sul e do oeste. Isto, porém, é contrabalançado pelo fato de que a estrada principal de Anápolis a Planaltina passa por esse sítio e os suprimentos poderiam ser, imediatamente, transportados para o sítio.

Do ponto de vista do *transporte* futuro, esses três sítios de leste ficam no eixo natural norte-sul de uma excelente localização potencial para uma estrada de ferro. O sistema rodoviário existente tem conexão, por esse eixo, com Formosa e Cristalina para o sul, e a atual estrada para Anápolis é a maior artéria na direção leste-oeste.

O *potencial de suprimento d'água* é excelente. Grandes bacias hidrográficas ao norte e a oeste do sítio prometem fornecer quantidades adequadas de água com talvez um mínimo de bombeamento requerido para trazê-la à cidade.

A energia local poderia ser conseguida com pequenos aproveitamentos elétricos nos rios Paranoá e São Bartolomeu. Regionalmente, a energia hidrelétrica poderia ser trazida da Cachoeira Dourada ou do projetado plano das Três Marias.

A *parte econômica* deste sítio é favorável no tocante ao custo da terra o qual é previsto vir logo acima do mais baixo, o mais baixo sendo o do Sítio Vermelho. Não há problema de realojamento, uma vez que ele é muito extenso.

APÊNDICE

FOTOGEOLOGIA

CLIMATOLOGIA

Parte I — Dados climáticos para Formosa, Pirenópolis, Luziânia, Anápolis e Paracatu.

Parte II — Instruções para observações micromesoclimatológicas.

Parte III — Referências.

REGISTROS DE SONDAGENS

BIBLIOGRAFIA DE HIDROLOGIA

FOTOGEOLOGIA

Embora não seja uma parte integrante do relatório, o assunto de como a foto-análise e interpretação foram realizadas tem surgido muitas vezes. Obviamente, não podemos incluir aqui um método de instrução mas podemos dar alguma assistência neste campo ilustrando alguns dos detalhes técnicos de identificação de rochas. Nesta ordem de idéias, nosso corpo técnico preparou uma série de 12 planilhas para atender a pedido especial de alguns membros da Comissão. Escolhemos cuidadosamente uma série de fotografias entre a coleção de fotos do Retângulo e preparamos legendas descrevendo-as.

Deve ser aqui lembrado que todo o trabalho dessa natureza foi feito com visão estereoscópica em três dimensões e que estas são apresentadas em duas. Não obstante, mesmo um rápido exame mostrará que a impressão geral de cada tipo de rocha (na planilha) apresenta um aspecto que contrasta grandemente com as demais.

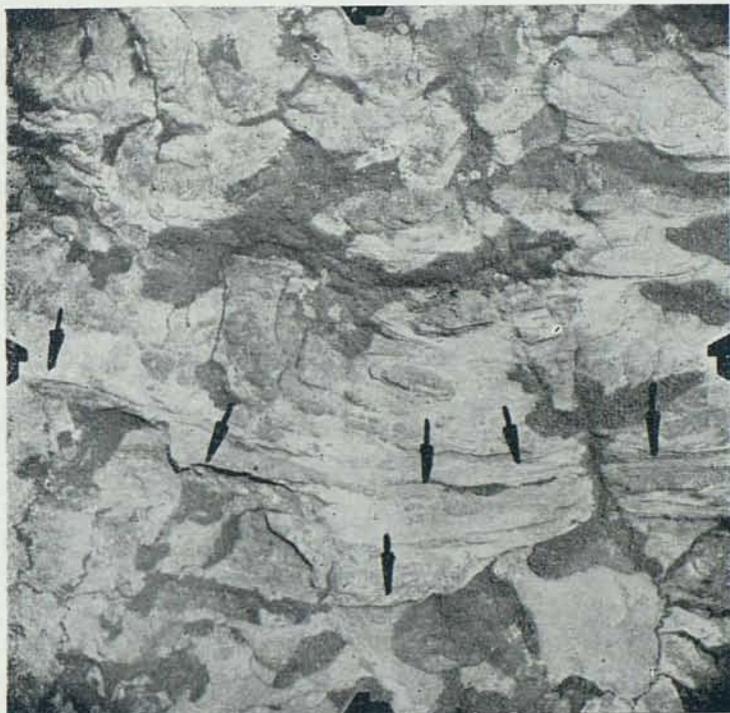


Figura I — Uma fotografia aérea de alguns dos muitos espigões de quartzito que existem no Retângulo. Eles podem ser reconhecidos por seu relêvo arredondado e rugoso em forma de espigões. Sua resistência ao intemperismo e sua grande massa fazem com que eles se destaquem das rochas de outras características que os circundam, as quais são menos resistentes às forças naturais. As setas indicam os espigões escarpados e claros de quartzito que se dispõem em faixas através do centro da fotografia. Estes são importantes fontes de pedra excessivamente dura e resistente



Figura II — Uma vista aérea mostrando uma área de típico gnaisse tal como é encontrado nas vizinhanças de Nerópolis. Nesta área, o gnaisse foi despojado do material da chapada e a rocha pode ser reconhecida por suas formas de drenagem características, pelo manto de solo e pela forma dos morros. A aparência desta disposição deve ser comparada com a do xisto na fotografia n.º III



Figura III — Os xistos que são criados pelas forças do metamorfismo são menos resistentes que os gnáisses. Uma observação acurada desta fotografia aérea mostrará o alto grau de desenvolvimento do sistema de drenagem. Quando observados em três dimensões, com estereoscópio, verifica-se que os morros são baixos e arredondados. Esta fotografia de xisto é típica e mostra a área próxima a Lagolândia



Figura IV — Grandes áreas de xisto fíltico foram encontradas no Retângulo. É uma rocha relativamente mole e menos permeável que a maioria das rochas. Sua coloração uniforme, a falta de vegetação devida à pobreza do solo e seu sistema de drenagem intenso tornou possível mapear este tipo de rocha com grande precisão. A grande diferença na aparência pode ser vista por comparação com ilustração de outros tipos de rocha



Figura V — O gnaiss calcário distingue-se da forma comum de gnaiss porque produz um solo inteiramente diferente. Foram traçados aqui os limites que definem a área em forma de uma fotografia aérea. Sua aparência lisa e uniforme pode ser rapidamente destacada das áreas adjacentes. Esta é ao norte de Jaraguá

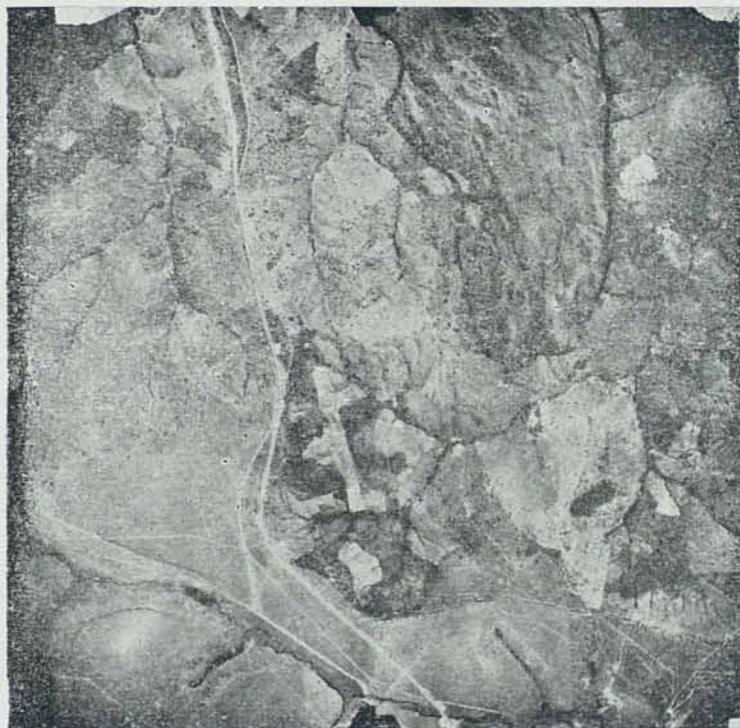


Figura VI — A serpentina tem sido sempre uma rocha bem distinta, que pode ser reconhecida numa fotografia aérea; sua característica principal é a falta de vegetação (geobotânica) causada por grande ausência de alimentos para as plantas no manto de solo. Ela é, variavelmente, uma fonte de ferro, alumínio e asbesto. Esta fica imediatamente ao norte de Hidrolândia



Figura VII — Os calcários do Retângulo são caracterizados pelos mesmos aspectos encontrados no mundo inteiro. Esta fotografia de uma área no canto sudeste do Retângulo ilustra a mudança de aparência que é experimentada quando o calcário é encontrado adjacente a outros tipos de rocha. Quando observado, estereoscópicamente, verifica-se que a área possui uma topografia cárstica típica completa, com dolinas, montanhas cônicas abruptas e falta de drenagem superficial. Tais áreas podem conter depósitos de bauxita ou matérias-primas essenciais para a manufatura de cimento portland. É, certamente, uma fonte de cal agrícola tão necessária para o tratamento dos solos do Retângulo



Figura VIII — O calcário dolomítico é, em geral, mais resistente que o calcário ordinário. Nesta área do Retângulo ele forma um divisor de 150 m de extensão com uma tonalidade clara contrastando com a do calcário comum coberto de vegetação densa



Figura IX — Esta é uma fotografia dos arenitos maciços que são encontrados nas vizinhanças do Sítio Castanho. Estes são os duros e resistentes arenitos que formam os afloramentos escarpados e angulosos onde quer que se projetem para fora do manto de solo. As setas indicam os afloramentos mais proeminentes



Figura X — Na parte leste do Retângulo, as rochas sedimentares foram revolvidas de tal maneira que elas formam espigões e vales alterados. Os arenitos duros formam os espigões e os folhelhos facilmente erodidos se estendem sob os vales. Esta fotografia aérea mostra a disposição dessas rochas como elas aparecem no Retângulo e como acontece em qualquer parte do mundo. Estes arenitos são próprios para fins de construção na nova Capital



Figura XI — O folhelho é, em geral, um tipo de material rochoso indesejável. É imediatamente identificado em fotografias aéreas por seu sistema de drenagem bem característico e suas numerosas pequenas colinas tendo, em geral, declives suaves



Figura XII — A rocha siltica não tem valor prático algum como material. É facilmente reconhecida por seu sistema de drenagem intrincado e pela forma de suas grotas. Sua facilidade de erodir-se e encher os vales de tremendas quantidades de silte torna-o objeto de séria consideração na localização de reservatórios adequados. É importante proteger estas áreas com cobertura florestal, se possível, a fim de que os rios e vales não venham a ser obstruídos pela silte erodida

CLIMATOLOGIA

PARTE I — Dados climáticos para Formosa, Pirenópolis, Luziânia, Anápolis e Paracatu.

PARTE II — Instruções para observações micromesoclimatológicas.

PARTE III — Referências.

PARTE I

DADOS CLIMATICOS PARA FORMOSA, PIRENÓPOLIS, LUZIANIA,
ANÁPOLIS E PARACATU

QUADRO 1

FORMOSA, GOIÁS

Lat. 15° 32' S.; Long. 47° 18' W.

910 metros acima do nível do mar

Temperatura média mensal e anual e média das máximas e das mínimas (*)

Temperaturas máxima e mínima absolutas (*)

MESES	MÉDIA MENSAL		MÉDIA MENSAL DAS MÁXIMAS		MÉDIA MENSAL DAS MÍNIMAS		MÁXIMA ABSOLUTA		MÍNIMA ABSOLUTA	
	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
Janeiro.....	21.3	70.30	26.6	80.02	17.2	63.02	31.7	89.06	13.2	55.76
Fevereiro.....	21.5	70.80	27.1	80.94	17.1	62.99	32.4	90.50	13.4	56.12
Março.....	21.6	71.07	27.5	81.63	17.3	63.16	31.7	89.06	14.3	57.74
Abril.....	21.1	70.01	27.4	81.05	16.3	61.37	30.6	87.26	11.4	52.52
Maió.....	19.9	67.97	26.5	79.84	14.1	57.32	31.3	88.52	7.8	46.04
Junho.....	18.6	65.53	24.7	76.25	12.3	54.25	30.3	86.36	7.7	45.86
Julho.....	18.5	65.44	26.5	79.75	11.7	53.17	31.2	88.16	6.9	44.60
Agosto.....	20.4	68.77	27.8	82.04	13.0	55.35	22.2	91.94	6.2	43.16
Setembro.....	22.2	71.96	29.3	84.70	15.1	59.21	35.2	95.54	10.0	50.00
Outubro.....	22.4	72.42	28.8	83.72	16.7	62.10	34.8	94.46	11.7	53.06
Novembro.....	21.5	70.91	27.7	81.91	17.2	63.02	33.8	92.66	10.7	51.26
Dezembro.....	21.3	70.39	27.0	80.69	17.0	62.68	34.2	93.74	13.5	56.30
ANUAL.....	20.8	69.62	27.4	81.05	12.8	55.14	35.2	95.54	6.2	43.16

(*) Período de Registros — 10 anos

QUADRO 2

FORMOSA, GOIÁS

Lat. 15°32' S.; Long. 47° 18' W.

910 metros acima do nível do mar

Média mensal e anual da tensão do vapor atmosférico

e da umidade relativa (*)

MESES	TENSÃO MÉDIA MENSAL DO VAPOR (mm)	UMIDADE RELATIVA MÉDIA MENSAL (%)
Janeiro.....	15.6	83
Fevereiro.....	15.4	81
Março.....	15.6	80
Abril.....	14.9	79
Maió.....	12.4	73
Junho.....	11.0	70
Julho.....	9.8	63
Agosto.....	9.4	57
Setembro.....	11.0	57
Outubro.....	14.2	71
Novembro.....	15.6	81
Dezembro.....	13.7	82
Anual.....	13.2	74

(*) Período de Registros — 10 anos

QUADRO 3

FORMOSA, GOIÁS

Lat. 15°32' S.; Long. 47°18'W.

910 metros acima do nível do mar

Precipitação média mensal e anual (*)

MESES	PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL		MÉDIA MENSAL DO NÚMERO DE DIAS DE CHUVA	PRECIPITAÇÃO MÁXIMA EM 24 HORAS	
	(mm)	(pol.)		(mm)	(pol.)
Janeiro.....	315.	12.6	21	97.5	3.9
Fevereiro.....	245.	9.8	17	90.	3.6
Março.....	170.	6.8	13	65.	2.6
Abril.....	150.	6.0	11	62.5	2.5
Maió.....	207.5	8.3	5	17.5	0.7
Junho.....	82.5	3.3	2	22.5	0.9
Julho.....	5.0	0.2	1	10.	0.4
Agosto.....	22.5	0.9	3	42.5	1.7
Setembro.....	70.0	2.8	7	62.5	2.5
Outubro.....	140.	5.6	13	82.5	3.3
Novembro.....	197.5	7.9	18	62.5	2.5
Dezembro.....	317.5	12.7	22	100.	4.0
Anual.....	192.2	76.9	133	—	—

(*) Período de Registros — 10 anos.

QUADRO 4

FORMOSA, GOIÁS

Lat. 15°32' S.; Long. 47°18' W. — 910 metros acima do nível do mar

Frequência e velocidade médias mensais e anuais do vento (*)

MESES	N.	N.E.	E.	S.E.	S.	S.W.	W.	N.W.	CALMO	VELOCIDADE MÉDIA DO VENTO POR HORA
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	km
Janeiro.....	32.7	9.7	11.3	3.8	19.8	4.0	9.4	3.9	5.4	7.8
Fevereiro.....	28.8	10.4	16.0	6.6	19.9	4.5	5.8	3.5	5.3	8.6
Março.....	25.4	8.7	15.3	7.0	21.2	7.7	8.4	1.8	4.5	8.5
Abril.....	16.3	9.6	20.0	14.0	27.2	5.4	3.5	0.7	3.3	9.0
Maió.....	14.9	8.4	18.4	14.2	27.6	5.7	3.9	1.2	5.2	8.9
Junho.....	9.5	10.0	19.1	14.6	26.2	8.0	3.7	1.1	7.8	9.3
Julho.....	7.5	7.2	21.0	21.6	26.5	8.0	1.6	2.4	4.2	9.0
Agosto.....	8.7	9.1	20.6	18.2	25.3	6.9	2.6	3.8	4.7	8.2
Setembro.....	12.7	10.8	22.4	14.9	21.1	6.9	2.8	3.2	4.0	9.3
Outubro.....	17.3	11.8	17.5	9.4	21.4	7.0	7.0	3.0	5.6	9.4
Novembro.....	26.9	9.6	13.4	4.9	20.3	6.2	6.6	6.0	5.1	8.6
Dezembro.....	31.0	10.0	12.6	7.5	13.6	7.4	6.9	2.6	6.5	8.5
ANUAL.....	18.4	9.6	17.3	11.4	22.6	6.6	5.2	2.8	5.1	8.9

*) Período de Registros — 10 anos.

QUADRO 5

FORMOSA, GOIÁS

Lat. 15°32' S.; Long. 47°18' W.
 910 metros acima do nível do mar
 Nebulosidade média mensal e anual (*)

MESES	NEBULOSIDADE MÉDIA MENSAL (décimos)
Janeiro.....	8
Fevereiro.....	7
Março.....	7
Abril.....	6
Maio.....	5
Junho.....	5
Julho.....	3
Agosto.....	4
Setembro.....	5
Outubro.....	7
Novembro.....	7
Dezembro.....	8
Anual.....	6

(*) Período de Registros — 10 anos.

QUADRO 1

PIRENÓPOLIS, GOIÁS

Lat. 15°51' S.; Long. 48°58' W — 740 metros acima do nível do mar
 Temperatura média mensal e anual (1) e Média das máximas e das mínimas (2)
 Temperaturas máxima e mínima absolutas (2)

MESES	MÉDIA MENSAL		MÉDIA MENSAL DAS MÁXIMAS		MÉDIA MENSAL DAS MÍNIMAS		MÁXIMA ABSOLUTA		MÍNIMA ABSOLUTA	
	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
Janeiro.....	22.4	72.32	27.5	81.50	18.7	65.66	33.0	91.40	16.0	60.80
Fevereiro.....	27.7	72.86	28.2	82.76	18.8	65.84	32.9	91.22	16.0	60.80
Março.....	22.7	72.86	28.6	83.63	18.9	66.02	32.6	90.68	15.0	59.00
Abril.....	22.7	72.86	28.0	82.40	18.6	65.48	32.0	89.60	15.5	59.90
Maio.....	22.2	71.96	27.7	81.86	16.8	62.24	31.4	88.52	9.3	48.92
Junho.....	21.0	69.8	28.3	82.94	20.0	68.00	31.0	87.50	8.8	47.84
Julho.....	20.8	69.52	29.6	85.46	14.7	58.46	32.0	89.60	7.0	44.60
Agosto.....	22.7	72.86	29.6	85.46	15.0	59.00	33.6	92.48	9.0	48.20
Setembro.....	24.2	75.56	30.8	87.62	17.6	63.68	36.6	97.88	9.6	49.28
Outubro.....	23.8	74.84	29.6	85.46	17.8	64.04	36.0	96.80	12.2	53.96
Novembro.....	23.0	73.40	28.4	83.12	18.2	64.76	34.8	94.64	14.0	57.2
Dezembro.....	22.5	72.50	28.1	82.58	18.8	65.84	33.5	92.30	16.3	60.26
ANUAL.....	22.6	72.61	28.7	83.73	17.9	64.15	36.6	97.88	7.0	44.60

(1) Período de Registros — 14 anos

(2) Período de Registros — 10 anos

QUADRO 2
PIRENÓPOLIS, GOIÁS

Lat. 15°51' S.; Long. 48°58' W.

740 metros acima do nível do mar

Média mensal e anual da tensão do vapor (1) e da umidade relativa (2)

MESES	TENSÃO MÉDIA MENSAL DO VAPOR	UMIDADE RELATIVA MÉDIA MENSAL
	(mm)	(5)
Janeiro.....	16.5	82
Fevereiro.....	16.5	80
Março.....	16.5	81
Abril.....	15.8	78
Maió.....	14.2	72
Junho.....	13.2	68
Julho.....	11.6	65
Agosto.....	12.2	60
Setembro.....	13.4	62
Outubro.....	15.2	70
Novembro.....	16.0	77
Dezembro.....	16.3	81
Anual.....	14.3	73

(1) Período de Registros — 10 anos

(2) Período de Registros — 14 anos.

QUADRO 3
PIRENÓPOLIS, GOIÁS

Lat. 15°51' S.; Long. 48°58' W.

740 metros acima do nível do mar

Precipitação média mensal e anual (*)

MESES	PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL		MÉDIA MENSAL DO NÚMERO DE DIAS DE CHUVA	PRECIPITAÇÃO MÁXIMA EM 24 HORAS	
	(mm)	(pol.)		(mm)	(pol.)
Janeiro.....	340.	12.6	18	71	2.8
Fevereiro.....	254.	10.0	16	76	3.0
Março.....	279.	11.0	17	71	2.8
Abril.....	134.	5.3	9	63	2.5
Maió.....	28.	1.1	3	51	2.0
Junho.....	7.6	0.3	1	33	1.3
Julho.....	5.1	0.2	1	20	0.8
Agosto.....	10.2	0.4	1	35	1.4
Setembro.....	38.	1.5	4	33	1.3
Outubro.....	152.	6.0	13	71	2.8
Novembro.....	240.	9.5	18	80	3.3
Dezembro.....	340.	12.6	21	71	2.8
Anual.....	179.	70.5	122	—	—

(*) Período de Registros — cerca de 18 anos.

QUADRO 4

PIRENÓPOLIS, GOIÁS

Lat. 15°51' S.; Long. 48°58' W. 740 metros acima do nível do mar

Freqüência e velocidade médias mensais e anuais do vento (*)

MESES	N.	N.E.	E.	S.E.	S.	S.W.	W.	N.W.	CALMO	VELOCIDADE MÉDIA DO VENTO
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	km
Janeiro.....	1.3	0.8	3.4	1.1	1.3	1.0	2.1	2.5	85.5	1.8
Fevereiro...	1.0	0.1	8.2	1.6	1.8	1.5	2.1	1.4	82.3	2.1
Março.....	1.3	0.7	5.1	0.8	1.5	1.3	0.8	0.5	88.0	1.8
Abril.....	0.8	0.9	7.1	0.2	0.6	0.5	2.1	0.7	87.1	1.8
Maió.....	0.5	0.6	13.1	0.6	0.7	2.0	4.6	0.5	77.4	2.9
Junho.....	1.1	3.8	14.8	1.7	1.6	2.9	6.5	1.3	66.3	4.0
Julho.....	1.7	2.6	9.6	1.4	2.0	4.2	10.9	2.2	65.4	4.0
Agosto.....	2.3	4.1	12.0	1.2	1.3	4.6	6.5	2.3	65.7	3.5
Setembro...	1.5	2.6	9.5	1.5	1.4	1.6	4.1	6.8	77.0	2.9
Outubro....	0.7	1.1	4.2	1.8	1.0	1.7	3.5	2.0	84.0	1.8
Novembro...	1.7	1.4	2.9	1.3	1.2	1.0	3.7	2.2	84.7	1.4
Dezembro...	1.1	1.3	3.3	2.1	1.8	1.7	1.9	1.1	85.7	1.4
ANUAL.....	1.2	1.6	7.7	1.2	2.3	2.0	4.0	1.4	78.6	2.4

(*) Período de Registros — 9 anos

QUADRO 5

PIRENÓPOLIS, GOIÁS

Lat. 15°51' S.; Long. 48°58' W.

740 metros acima do nível do mar

Nebulosidade média mensal e anual (*)

MESES	NEBULOSIDADE MÉDIA MENSAL (décimos)
Janeiro.....	8
Fevereiro.....	8
Março.....	7
Abril.....	6
Maió.....	4
Junho.....	3
Julho.....	3
Agosto.....	4
Setembro.....	4
Outubro.....	6
Novembro.....	7
Dezembro.....	8
Anual.....	5

(*) Período de Registros — 10 anos.

QUADRO 1

LUZIÂNIA, GOIÁS

Lat. 16°16' S.; Long. 47°33' W.

905 metros acima do nível do mar

Temperatura média mensal e anual (1) e Média das máximas e das mínimas (2)
Temperaturas máxima e mínima absolutas

MESES	MÉDIA MENSAL		MÉDIA MENSAL DAS MÁXIMAS		MÉDIA MENSAL DAS MÍNIMAS		MÁXIMA ABSOLUTA		MÍNIMA ABSOLUTA	
	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
Janeiro.....	21.7	71.1	28.0	82.4	16.3	61.3	32.8	91.0	11.0	51.8
Fevereiro.....	21.8	71.2	28.2	82.8	16.3	61.3	32.4	90.3	12.0	53.6
Março.....	21.5	70.7	28.2	82.8	16.1	61.0	32.8	91.0	12.0	53.5
Abril.....	21.2	70.2	27.9	82.2	15.2	59.2	32.0	89.6	7.7	45.9
Maió.....	19.6	67.3	27.1	80.9	12.6	54.6	32.0	89.6	6.5	35.6
Junho.....	18.8	65.8	26.7	80.1	10.3	50.5	30.4	86.7	6.8	35.8
Julho.....	18.3	64.9	26.6	79.7	9.6	49.2	35.0	95.0	1.2	34.2
Agosto.....	20.4	68.7	28.6	83.5	11.3	52.3	35.5	95.9	3.8	38.8
Setembro.....	22.6	72.7	30.6	87.1	14.1	57.4	35.7	96.3	4.0	39.2
Outubro.....	22.3	72.1	29.8	85.6	16.0	60.8	35.5	95.9	8.0	46.4
Novembro.....	21.9	71.4	28.3	82.9	16.3	61.3	36.0	96.8	9.0	48.2
Dezembro.....	21.5	70.7	27.8	82.0	16.7	62.1	34.0	93.2	11.0	51.8
ANUAL.....	20.5	68.9	28.2	82.7	14.3	57.7	36.0	96.8	1.2	34.2

(1) Período de Registros — 10 anos

(2) Período de Registros — 16-17 anos

QUADRO 2

LUZIÂNIA, GOIÁS

Lat. 16°16' S.; Long. 47°33' W.

905 metros acima do nível do mar

Média mensal e anual da tensão do vapor e da umidade relativa (*)

MESES	TENSÃO MÉDIA MENSAL DO VAPOR	UMIDADE RELATIVA MÉDIA MENSAL
	(mm)	(%)
Janeiro.....	16.2	88
Fevereiro.....	16.8	86
Março.....	16.9	88
Abril.....	15.7	83
Maió.....	13.6	80
Junho.....	12.0	74
Julho.....	11.1	70
Agosto.....	11.5	64
Setembro.....	13.7	67
Outubro.....	16.2	80
Novembro.....	17.0	86
Dezembro.....	17.5	91
Anual.....	14.8	79.8

(*) Período de Registros — 16 a 17 anos.

QUADRO 3

LUZIÂNIA, GOIÁS

Lat. 16°16' S.; Long. 47°33'W.

905 metros acima do nível do mar

Precipitação média mensal e anual (*)

MESES	PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL		MÉDIA MENSAL DO NÚMERO DE DIAS DE CHUVA	PRECIPITAÇÃO MÁXIMA EM 24 HORAS	
	(mm)	(pol.)		(mm)	(pol.)
Janeiro.....	340	12.6	18	71	2.8
Fevereiro.....	254	10.0	16	76	3.0
Março.....	279	11.0	17	71	2.8
Abril.....	134	5.3	9	63	2.5
Maió.....	28	1.1	3	51	2.0
Junho.....	7.6	0.3	1	33	1.3
Julho.....	5.1	0.2	1	20	0.8
Agosto.....	10.2	0.4	1	35	1.4
Setembro.....	38	1.5	4	33	1.3
Outubro.....	152	6.0	13	71	2.8
Novembro.....	240	9.5	18	80	3.3
Dezembro.....	340	12.6	21	71	2.8
Anual.....	179	70.5	122		

(*) Período de Registros — cêrca de 18 anos.

QUADRO 4

LUZIÂNIA, GOIÁS

Lat. 16°16' S.; Long. 47°33'W. — 905 metros acima do nível do mar

Freqüência e velocidade médias mensais e anuais do vento (*)

MESES	N.	N.E.	E.	S.E.	S.	S.W.	W.	N.W.	CALMO	VELOCIDADE MÉDIA DO VENTO POR HORA
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	km
Janeiro.....	3.9	0.5	10.9	0.2	0.4	0.2	2.1	1.4	80.4	3.2
Fevereiro...	0.9	0.3	18.8	0.6	0.8	0.0	3.2	0.0	75.4	2.9
Março.....	2.2	0.4	13.4	0.3	0.6	0.0	1.8	0.3	81.0	1.8
Abril.....	1.1	1.1	12.5	0.6	0.4	0.0	1.0	0.4	82.9	1.8
Maió.....	0.6	0.8	16.0	0.0	2.1	0.0	3.2	0.9	76.4	1.8
Junho.....	1.2	0.0	30.0	0.6	3.1	0.4	2.3	1.1	61.2	2.9
Julho.....	0.0	1.3	16.0	0.5	1.2	0.0	0.0	0.0	81.0	2.6
Agosto.....	1.2	1.2	14.6	1.2	1.2	0.5	0.0	0.0	81.3	2.9
Setembro...	1.0	2.9	10.9	0.5	1.9	1.1	0.2	0.0	81.5	2.9
Outubro.....	0.5	2.2	14.2	2.4	0.8	0.5	1.6	0.6	77.0	2.9
Novembro...	0.5	1.0	12.0	1.6	2.6	0.4	2.9	1.7	77.3	4.0
Dezembro...	0.2	1.2	13.5	0.7	1.9	0.4	1.4	0.4	80.3	1.8
MÉDIA.....	1.1	1.1	15.2	0.8	1.4	0.3	1.6	0.5	78	2.6

(*) Período de Registro — 6 anos.

QUADRO 5

LUZIÂNIA, GOIÁS

Lat. 16°16' S.; Long. 47°33' W.

905 metros acima do nível do mar

Nebulosidade média mensal e anual (*)

MESES	NEBULOSIDADE MÉDIA MENSAL (décimos)
Janeiro.....	6
Fevereiro.....	6
Março.....	6
Abril.....	4
Maio.....	4
Junho.....	4
Julho.....	2
Agosto.....	2
Setembro.....	4
Outubro.....	6
Novembro.....	6
Dezembro.....	6
Anual.....	5

(*) Período de Registros — 6 anos.

QUADRO 1

ANÁPOLIS, GOIÁS

Lat. 16°19' S.; Long. 48°58' W.

Aprox. 1000 metros acima do nível do mar

Temperatura média mensal e anual e média das máximas e das mínimas (°)

MESES	MÉDIA MENSAL		MÉDIA MENSAL DAS MÁXIMAS		MÉDIA MENSAL DAS MÍNIMAS	
	(°C)	(°F)	(°C)	(°F)	(°C)	(°F)
Janeiro.....	22.8	73.20	26.4	79.52	19.2	66.74
Fevereiro.....	23.0	73.40	26.0	78.80	19.8	67.64
Março.....	22.4	72.32	25.6	78.08	19.1	66.38
Abril.....	22.0	71.60	25.7	78.44	18.2	64.94
Maio.....	20.0	68.00	24.3	75.74	15.7	60.26
Junho.....	18.8	65.84	23.4	74.12	14.1	57.38
Julho.....	18.6	65.48	23.2	73.76	14.1	57.38
Agosto.....	20.7	69.26	25.8	78.48	14.7	59.54
Setembro.....	22.6	72.68	27.7	81.86	17.4	63.32
Outubro.....	23.5	74.30	28.1	82.58	18.9	66.02
Novembro.....	22.5	72.50	27.3	81.14	17.8	64.04
Dezembro.....	23.3	73.94	27.0	80.60	17.3	63.14
ANUAL.....	21.7	71.04	26.4	78.59	17.2	63.06

*) Período de Registros — 1 ano.

QUADRO 2

ANÁPOLIS, GOIÁS

Lat. 16°19' S.; Long. 48°58'W.

Aprox. 1000 metros acima do nível do mar

Precipitação média mensal e anual (*)

MESES	PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL	
	(mm)	(pol.)
Janeiro.....	63.5	2.5
Fevereiro.....	312.	12.3
Março.....	303.	12.0
Abril.....	160	6.3
Maió.....	0	0
Junho.....	0	0
Julho.....	0	0
Agosto.....	0	0
Setembro.....	0	0
Outubro.....	139	5.5
Novembro.....	342	13.6
Dezembro.....	149	5.9
Anual.....	147	58.1

(*) Período de Registros -- 1 ano

QUADRO 1

PARACATU, MINAS GERAIS

Lat. 17°13' S.; Long. 46°53'W

600 metros acima do nível do mar

Temperatura média mensal e anual e Média das máximas e das mínimas (*)

Temperatura máxima e mínima absolutas (*)

MESES	MÉDIA MENSAL		MÉDIA MENSAL DAS MÁXIMAS		MÉDIA MENSAL DAS MÍNIMAS		MÁXIMA ABSOLUTA		MÍNIMA ABSOLUTA	
	(°C)	(°F)	(°C)	(°F)	(°C)	(°F)	(°C)	(°F)	(°C)	(°F)
Janeiro.....	22.7	72.86	28.9	82.04	18.9	66.02	35.0	95.0	15.2	59.36
Fevereiro.....	22.6	72.68	27.7	81.86	18.9	66.02	32.8	91.04	14.1	57.38
Março.....	22.7	72.86	27.6	81.68	18.9	66.02	32.0	89.6	15.5	60.08
Abril.....	22.0	71.60	27.6	81.68	17.5	63.50	32.0	89.6	13.0	55.40
Maió.....	20.2	68.18	26.6	79.88	14.9	58.82	32.6	90.68	6.4	43.52
Junho.....	18.9	66.02	26.0	78.98	12.8	55.04	31.5	88.70	5.3	41.36
Julho.....	17.8	64.04	25.5	77.90	16.7	62.16	30.5	86.90	0.5	32.90
Agosto.....	20.2	68.36	27.4	81.32	14.9	55.04	36.0	96.80	3.9	39.02
Setembro.....	22.7	72.86	29.3	84.74	16.1	60.98	36.4	97.52	7.4	45.32
Outubro.....	22.6	72.68	29.0	84.20	17.8	64.04	36.6	97.88	13.2	55.76
Novembro.....	22.7	72.86	29.3	84.74	18.6	65.48	33.5	92.30	14.3	57.92
Dezembro.....	22.2	71.96	27.5	81.50	19.6	67.28	35.5	95.90	15.2	59.18
ANUAL.....	21.4	70.58	27.4	81.37	16.5	61.70	36.6	97.88	0.5	32.90

(*) O período de registros para jan.abr., inclusive, é de 8 anos; para os outros meses é de 9 anos.

QUADRO 2

PARACATU, MINAS GERAIS
 Lat. 17°13' S.; Long. 46°53'W.
 600 metros acima do nível do mar

Média mensal e anual da tensão do vapor e da umidade relativa (*)

MESES	TENSÃO MÉDIA MENSAL DO VAPOR	UMIDADE RELATIVA MÉDIA MENSAL
	(mm)	(%)
Janeiro.....	17.4	85
Fevereiro.....	17.3	85
Março.....	17.5	87
Abril.....	15.7	81
Maio.....	13.2	80
Junho.....	12.3	78
Julho.....	11.4	73
Agosto.....	11.4	69
Setembro.....	13.4	69
Outubro.....	15.4	76
Novembro.....	17.1	82
Dezembro.....	17.4	86
Anual.....	14.9	79

(*) Período de Registros — 8 a 9 anos.

QUADRO 3

PARACATU, MINAS GERAIS
 Lat. 17°13' S.; Long. 46°53'W.
 600 metros acima do nível do mar
 Precipitação média mensal e anual (*)

MESES	PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL		MÉDIA MENSAL DO NÚMERO DE DIAS DE CHUVA	PRECIPITAÇÃO MÁXIMA EM 24 HORAS	
	(mm)	(pol.)		(mm)	(pol.)
Janeiro.....	373	14.7	17	192	7.6
Fevereiro.....	350	13.8	19	147	5.8
Março.....	320	12.6	16	165	6.6
Abril.....	94	3.7	6	88	3.5
Maio.....	23	0.9	3	30	1.2
Junho.....	7.6	0.3	2	101	0.4
Julho.....	5.1	0.2	2	278	1.1
Agosto.....	30	1.2	4	203	0.8
Setembro.....	41	1.6	8	56	2.2
Outubro.....	114	4.5	11	68	2.7
Novembro.....	220	8.7	13	68	2.7
Dezembro.....	365	14.4	18	112	4.4
Anual.....	195	76.6	119	—	—

(*) Período de Registros — 7 a 9 anos com alguns anos incompletos.

QUADRO 4

PARACATU, MINAS GERAIS

Lat. 17°13' S.; Long 46°53'W.

600 metros acima do nível do mar

Precipitação total anual

ANO	PRECIPITAÇÃO	
	(mm)	(pol.)
1919.....	2550	100.4
1920.....	1900	75.2
1921.....	1400	55.5
1922.....	1590	62.6
1923.....	1225	91.7
1924.....	2545	101.2
Média anual.....	2060	81.1

QUADRO 5

PARACATU, MINAS GERAIS

Lat. 17°13' S.; Long. 46°53'W.

600 metros acima do nível do mar

Velocidade média mensal e anual do vento (*)

MESES	VELOCIDADE MÉDIA MENSAL DO VENTO
	(km/h)
Janeiro.....	7.4
Fevereiro.....	5.9
Março.....	5.9
Abril.....	3.8
Maio.....	4.6
Junho.....	5.9
Julho.....	5.0
Agosto.....	6.4
Setembro.....	3.8
Outubro.....	6.7
Novembro.....	6.4
Dezembro.....	6.7
Anual.....	5.8

(*) Período de Registros — 8 a 9 anos.

QUADRO 6

QUADRO 7

PARACATU, MINAS GERAIS

Lat. 17°13' S.; Long. 46°53'W.

600 metros acima do nível do mar

Média mensal e anual de horas de luz do sol (*)

Quantidade anual de luz do sol (*)

MESES	QUANTIDADE MÉDIA MENSAL DE LUZ DO SOL
	(horas/mês)
Janeiro.....	160.2
Fevereiro.....	113.8
Março.....	162.6
Abril.....	242.6
Maió.....	222.0
Junho.....	226.5
Julho.....	270.0
Agosto.....	275.7
Setembro.....	215.0
Outubro.....	187.1
Novembro.....	169.1
Dezembro.....	131.0
Anual.....	2375.6

Ano	Horas/ano
1919	2396.9
1920	2428.7
1921	2795.6
1922	2632.6
1923	2481.4
1924	2377.7
1925	2338.2
Média	2493.1

(*) Período de Registros — 8 a 9 anos com alguns anos incompletos.

PARTE II

INSTRUÇÕES PARA OBSERVAÇÕES MICROMESOCLIMATOLÓGICAS NO RETÂNGULO

As observações meteorológicas necessárias para completar os dados microclimáticos existentes para o Retângulo não são microclimáticas no verdadeiro sentido da palavra. Rigorosamente falando, o microclima é o clima dos dois metros de atmosfera mais próximos da terra. Por outro lado, o clima que é importante para um planejamento regional ou a seleção de um sítio é mais propriamente chamado mesoclima ou clima local. Este clima inclui a atmosfera dentro dos primeiros 150 metros acima do terreno, ou seja, a região em que o relevo suave, as pequenas áreas abertas ou florestadas, e massas regulares de água influem nas condições atmosféricas.

O clima local é investigado pelos mesmos aparelhos e métodos empregados na prática ordinária da meteorologia. Entretanto, os estudos climáticos locais caracterizam-se pelo fato de que as observações meteorológicas são aplicáveis a uma pequena área, talvez apenas uns poucos quilômetros quadrados, e que as observações são planejadas e interpretadas com referência à natureza do terreno imediato. Por essa razão, a análise do clima local envolve tanto as observações meteorológicas, como a cuidadosa descrição topográfica.

As observações microclimáticas

São registrados os seguintes elementos meteorológicos: temperatura dos termômetros seco e úmido, direção e velocidade do vento, quantidade de chuvas e hora de sua ocorrência, estado do céu (proporção de nebulosidade), estado do solo e fenômenos meteorológicos tais como nevoeiro, poeira, bruma, orvalho, tempestades, granizo e geada. As observações devem ser representativas das estações de inverno e verão. Por isso, elas são feitas durante, pelo menos, um mês nos períodos de maio a agosto (inverno) e setembro a abril (verão). Elas devem ser feitas todo dia, três vezes por dia, *meia hora antes do sol nascer, entre 14 e 15 horas e cerca de uma hora depois do sol se pôr*. Todos os elementos meteorológicos devem ser registrados *simultaneamente no local dado e na hora especificada*; os outros fenômenos devem ser registrados tanto nas horas prefixadas como nas horas em que ocorram. As observações sobre o comportamento da fumaça, a temperatura, o vento e o estado do terreno são feitas nas vizinhanças imediatas do gerador de fumaça. Também

as observações sôbre bruma, orvalho, geada e neblina devem ser feitas nas imediações do gerador de fumaça.

PROCESSOS DE OBSERVAÇÃO

1. *A determinação dos aspectos gerais do clima local.*

Algumas das mais importantes características gerais do clima de uma localidade podem ser estimadas, com segurança, pela análise do comportamento da fumaça gerada artificialmente. A maneira e a taxa de difusão da fumaça refletem a forma de movimento do ar sôbre a área considerada e servem para determinar a direção e a velocidade do vento, a existência de inversões e o grau de estabilidade do clima local.

2. *O processo do «tubo de fumaça».*

Ao determinar o clima local de um vale como, por exemplo, aquêlo do Sítio Verde, o número de geradores de fumaça a colocar depende do tamanho, da forma e das características de seu relêvo e vegetação e de sua correlação com os vales adjacentes, montanhas etc. No caso de pequenos vales, com, aproximadamente, 5 km² de área, nos quais os flancos e fundos sejam cobertos de relva e pequenos arbustos e por um terreno não dissecado, 5 geradores de fumaça são suficientes. Suas posições são as seguintes: um no meio de cada flanco, um na entrada, um na saída e um no fundo do vale, aproximadamente no centro.

Entretanto, no caso de um vale caracterizar-se por um terreno ondulado e irregular, os flancos e o fundo sejam parcialmente cobertos de relva, pequenos arbustos e pequenos bosques, ou ainda que sejam parcialmente limpos, pela presença de um rio, pela existência de ravinas etc., o número de geradores de fumaça necessário para indicar o movimento do ar e a ventilação pode ter de ser aumentado. O número deve corresponder aos diferentes acidentes que complicam a topografia. A drenagem do ar, os ventos ao longo dos flancos dos vales subindo ou descendo as encostas são influenciados pela vegetação, especialmente por grupos de árvores ou bosques, por um rio ou riachos. Por isso, os tubos de fumaça devem ser dispostos em relação a êstes acidentes de forma a revelar o escoamento do ar. Da mesma forma, em outras partes do vale, um fundo ondulado, a presença de um bosque ou grandes áreas cobertas de relva, todos servindo para complicar o terreno, influirão no escoamento do ar e também na sua temperatura. Em tôdas essas situações especiais, serão necessários geradores de fumaça adicionais.

Descrição do comportamento da fumaça

Devem ser registradas as seguintes características do comportamento da fumaça:

- 1) se a fumaça fica colada no chão.
- 2) se a fumaça sobe verticalmente.
- 3) se a fumaça espalha-se horizontalmente.
- 4) se a fumaça espalha-se tão horizontal como verticalmente.
- 5) se a dissipação da fumaça é turbulenta.
- 6) as direções em que a fumaça se espalha e deixa o vale.
- 7) o tempo que a fumaça leva para dissipar-se inteiramente.
- 8) se a fumaça permanece em cima do vale.

O comportamento da fumaça pode ser registrado muito eficientemente por meio de câmaras cinematográficas ou ainda por fotografias terrestres ou aéreas quando há luz suficiente; no caso destes testes o método fotográfico poderia ser usado apenas durante as observações de 14,00 a 15,00 h. A direção do movimento da fumaça ou de sua dissipação é determinada por meio de uma bússola. São registradas as seguintes direções:

N., N.E., E., S.E., S., S.W., W., N.W.

3. *Observações sobre os ventos.*

As direções do vento podem ser determinadas pela direção do escoamento da fumaça (como descrito na seção 2 (a) — Descrição do comportamento da fumaça). Um simples cata-vento também dará indicações precisas da direção do vento. A velocidade do vento pode ser estimada muito bem por processo visual com auxílio da Escala de Beaufort.

O anemômetro manual não deve ser usado para medir velocidade do vento uma vez que não registra baixas velocidades do vento, as quais são características do Retângulo. Observações mais precisas e seguras podem ser obtidas por meio de anemômetros de copos e o tubo de pressão ou anemômetro de Dines o qual também registra as rajadas de vento. Estes aparelhos, entretanto, criam os problemas de custo, instalação e operação. Quando são usados anemômetros mecânicos estes devem ser colocados a aproximadamente 3 metros acima do solo.

4. *Temperatura e umidade atmosféricas.*

Ao todo, foram feitas 10.000 leituras tanto de temperatura como de umidade relativa, em todo o Retângulo. As temperaturas dos termômetros sêco e úmido devem ser registradas na mesma ocasião em que as observações do "tubo de fumaça" estão sendo feitas. Estas podem ser medidas eficientemente com um psicrômetro giratório. Os termômetros devem ser protegidos contra as radiações solares e o calor dos geradores de fumaça.

5. *Precipitação* (Sòmente os registros das estações existentes foram considerados).

Devem ser registradas as quantidades de chuva diárias e anotada a hora do início e do fim da chuva. A quantidade de chuva pode ser medida com um simples pluviômetro. Deve ser dada especial atenção ao registro do tempo decorrido entre a ocorrência da chuva e o início da produção de fumaça.

6. *Estado do céu.*

E' muito importante descrever o estado do céu a cada hora prefixada quando a produção de fumaça está se processando. O estado do céu pode ser descrito bem satisfatôriamente da seguinte maneira:

- céu limpo — ausência completa de nuvens
- ligeiramente nublado — poucas nuvens observáveis no céu
- nublado — nuvens numerosas ou grandes áreas do céu cobertas com buracos entre elas
- encoberto — céu inteiramente coberto sem furos entre as nuvens.

7. *Estado do solo.*

O estado do solo deve ser registrado cuidadosamente sempre que as observações de fumaça estão sendo levadas a efeito.

O estado do solo é registrado nos seguintes termos:

- 1) a superfície do solo está seca (pode haver orvalho e a grama pode estar molhada)
- 2) a superfície do solo está úmida
- 3) a superfície do solo está molhada (águas paradas em pequenas ou grandes poças na superfície).

8. *Outros fenômenos meteorológicos.*

- a) Ocorrência de orvalho (o orvalho ocorre em noites limpas e calmas)
- b) Nevoeiro (início e fim)
- c) Cerração (início e fim)
- d) Ruço (início e fim)
- e) Nevoeiro
- f) Poeira
- g) Chuvisco
- h) Granizo
- i) Tempestades
- j) Ocorrência de geada.

A ocorrência desses fenômenos deve ser anotada sempre que possível nas horas de observação prefixadas e também nas outras horas em que se manifestam.

PARTE III

REFERÊNCIAS

Brasil. Serviço de Meteorologia. *Normais Climatológicas*.

Climatological data for Anápolis, Pirenópolis and Luziânia provided by Mr. Frederick W. Edmondson of Donald J. Belcher and Associates, Inc., Ithaca, New York.

Haurwitz, Bernhard and Austin, James M. *Climatology*. New York, McGraw-Hill 1944, 410 páginas.

Knoch, K. *Klimakunde von Sudamerika*. Berlin Gebruder Borntrager. 1930, 348 páginas (Handbuch der Klimatologie, W. Koppen and R. Geiger, eds. Vol. 2, Pt. G).

Minas Gerais. Serviço de Meteorologia — *Dados Meteorológicos* May-Dec. 1918.

Minas Gerais. Serviço Meteorológico — *Boletim Annual* 1919-1926.

Morize, Henrique — *Contribuição ao Estudo do Clima do Brasil*. Rio de Janeiro, 1922. 119 páginas (Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, Observatório Nacional do Rio de Janeiro).

U. S. Weather Bureau, Weather Summary, Brazil H. O. N° 527, Washington. Hydrographic Office, U. S. Navy Department, 1945, 207 páginas.

REGISTROS TÍPICOS DE SONDAGEM

QUADROS DE SONDAGEM

BD1 — 5 Q 3 — 937

4 de fevereiro de 1955

0 — 0.30 m. (0-1')	Castanho muito escuro (10 YR 3/4) limo e argila, granular pequena, com alta proporção de pelotinhas de canga de cerca de 1 cm (1/2") de diâmetro.
0.30 — 1.80 m. (1-6')	Castanho avermelhado escuro (2.5 YR 3/4) limo e argila em grãos muito finos e alta proporção de pelotinhas de canga de maior tamanho (até 5 cm [2"] diâmetro).
1.80 — 2.40 m. (6-8')	Argila castanho avermelhada escura (2.5 YR 3/4) com canga aparentemente endurecida à medida que a máquina foi cortando, e os pedaços que vieram à superfície são angulares e fraturados.
2.40 — 3.70 m. (8-12')	Castanho avermelhado escuro (2.5 YR 3/4) canga aparentemente tanto endurecida como em pelotinhas, pois apresenta pequenos seixos de superfície rolada (até dois centímetros, [3/4"] mas principalmente um centímetro [1/4"] ou menos), mas também apresenta partículas angulares de uma variedade de tamanho.
3.70 — 5.50 m. (12-18')	Vermelho amarelado (5 YR 4/4) — embora a cor varie; granular desde 1.80 m (6') de argila, com proporção de argila a canga crescendo gradualmente para baixo e o teor de umidade crescendo também; a cor também se torna mais clara, sendo vermelho amarelada (5 YR 5/6 a 4.50 m (15')).
5.50 — 6.00 m. (18-20')	Argila vermelha (2.5 YR 5/6), úmida e pegajosa, estrutura em pedaço e também em grânulos finos; muito poucas e pequenas pelotinhas de canga (1 cm [1/2"]).
6.00 — 9.20 m.	Argila vermelha (2.5 YR 5/8), úmida e viscosa; encerra algumas pelotinhas de canga muito pequenas e facilmente quebráveis.

BD2 — 2 Q 3 — 941

17 de janeiro de 1955

0 — 2.70 m. (0-9')	Argila limosa granular vermelha escura (10 R 3/6), pH 5.4.
2.70 — 3.70 m. (9-12')	Argila vermelha (10 R 4/6), mais úmida e mais coesiva.
3.70 — 7.00 m. (12-23')	Argila vermelha (9 10 R 4/6), ligeiramente úmida, adesiva em grãos finos.
7.00 — 10.60 m. (23-35')	Argila vermelha (2.5 YR 5/8) encharcada e ligeiramente fluida, contendo pequenas quantidades de partículas finas ásperas e nódulos facilmente quebráveis. A 9.70 m (32') obtêm-se blocos de massas coesivas; a 10.30 m (34') es-correndo bem livremente.

- 10.60 — 16.10 m.
(35-53) Argila vermelha amarelada (5 YR 6/8), muito pegajosa e úmida, não viscosa, contendo partículas ásperas do tamanho de grãos de areia.
- 16.10 — 16.70 m.
(53-55) Argila arenosa amarela parda (10 YR 6/6) com estrias amarelas e brancas, partículas também de areia quartzosa, em faixas obviamente rochas decompostas.

Nota: os últimos 0.60 m (2') foram lidos fora do trado quando este veio à superfície uma vez que a 16.70 m (55') não veio mais material à superfície e a sondagem teve de ser descontinua.

BD2 — 4 Q 3 — 941

25 de janeiro de 1955 10:30 — 14 h

- 0 — 0.60 m.
(0-2') Pardo muito escuro (7.5 YR N2), granular, limo e argila.
- Nota: Não foram conduzidos testes de pH nesta série uma vez que os resultados de hoje foram bastante uniformes para dispensar essa perda de tempo.
- 0.60 — 2.10 m.
(2-7') Pardo avermelhado escuro (2.5 YR 3/4), grânulos mais finos que acima, aumentando à medida que se progride para baixo; mais úmido e mais argiloso.
- 2.10 — 6.00 m.
(7-20') Argila vermelha (2.5 YR 4/8), plástica e inteiramente úmida.
- 6.00 — 6.70 m.
(20-22') Pardo avermelhado escuro (2.5 YR 3/4) pequenos grânulos e mais seco que acima, *MAS* estes podem ter caído da camada de 0.60 — 2.10 m (2-7') uma vez que a vibração era extrema e não há segurança de que o material do fundo do furo atingiu a superfície.
- 6.00 (ou 6.70) — 7.60 m.
(20 ou 22-25') Pequenos grânulos argilosos vermelho amarelados (5 YR 4/6), apenas ligeiramente úmidos. Dentro destes, há pequenas quantidades de minerais sólidos (diâmetro máximo de 1,5 m [1/16"] de cor preta; os maiores, quando rompidos, são sem dúvida pequenas pedrinhas de laterita (tomada amostra).
- 7.60 — 9.10 m.
(25-30') Excessiva vibração tornou impossível trazer qualquer amostra à superfície. Quando a broca foi removida, apresentava uma película fina de argila molhada amarela avermelhada clara (5 YR) sobre si; mas, ao lançar material sólido dentro do furo, não foi ouvido som de água no fundo. (Isto pode, contudo, indicar apenas que o furo foi parcialmente cheio (aterrado) com material que deixou de vir à superfície).

BD2 — 5 Q 3 — 941

2 de fevereiro de 1955 12:00 — 15:30 h

- 0 — 0.30 m.
(0-1') Profusas pelotinhas de canga em fina camada à superfície (lavada).
- 0 — 0.60 m.
(0-2') Cascalho amarelado escuro (10 YR 4/4) limo e argila, um tanto granular.
- 0.60 — 0.90 m.
(2-3') O mesmo que acima, com impurezas de pelotinhas de canga a cerca de 50% do volume.
- 0.90 — 1.20 m.
(3-4') Argila encharcada vermelho escura (2.5 YR 3/6) com pelotinhas de canga.

- 1.20 — 1.50 m.
(4-5') Argila vermelho amarelada (5 YR 5/8), muito úmida, com blocos angulares de canga (provavelmente endurecida quando quebrados, embora difícil de afirmar, uma vez que não houve diferenças flagrantes durante a execução da sondagem).
- 1.50 — 6.70 m.
(5-22') Argila encharcada amarelo avermelhada (7.5 YR 6/8), viscosa, com pequena quantidade de partículas subangulares de canga que diminui para baixo em tamanho e quantidade.
- Nota: Todas as partículas de canga são predominantemente de cor vermelho escura, exceto de 1.20m a 1.50m (4 a 5') onde as cores amarelas predominam.
- 6.70 — 8.50 m.
(22-28') Argila amarelo avermelhada (7.5 YR 6/8) escorrendo livremente com água também praticamente não misturada; a coloração varia gradualmente para amarelo pardo (10 YR 6/8) — a argila apresenta partículas ásperas do tamanho de um grão de areia, de uma cor preta e lustrosa como ferro.
- 8.50 — 9.40 m.
(28-31') Argila amarelo parda (10 YR 6/8), muito pegajosa e viscosa mas não encharcada ou fluida; textura arenosa desaparecida — grandes blocos ondulares de canga nele incluídos novamente.
- 9.40 — 18.20 m.
(31-60') Argila áspera, fluida, encharcada, amarela (10 YR 7/6).
- Nota: 1. Aparência de canga (provavelmente endurecida) em dois níveis distintos.
2. 10 minutos depois do trabalho ter sido interrompido e a sonda removida, o furo estava cheio até 1.20m da superfície.

BIBLIOGRAFIA DE HIDROLOGIA

- Introduction to Mathematical Statistics*, P. G. HOEL, J. WILEY and Sons.
- Treatment of Experimental Data*, A. G. WORTHINGTON, J. WILEY and Sons.
- Applied Hydrology*, LINSKY, KOHLER and PAULHUIS, MCGRAW-HILL.



DEPARTAMENTO DE IMPRENSA NACIONAL
RIO DE JANEIRO — BRASIL — 1957