

Contribuição da Geologia à Informação Estratégica

Professor

FLÁVIO KOFF COULON *

A Geologia poderá oferecer uma contribuição bastante preciosa à análise de prováveis áreas de operações militares, quer no país, quer no estrangeiro.

Neste artigo pretende-se alinhar uma série de idéias sobre essa contribuição e sobre a maneira de apresentá-la, baseado no trabalho citado na bibliografia.

Informação Estratégica

A informação estratégica caracteriza-se pelo acúmulo de todas as informações possíveis sobre determinada área.

Em relação à geologia, deverá incluir, pelo menos, a compilação de todos os trabalhos, mapas e relatórios geológicos disponíveis sobre a área e, sempre que possível, fotografias aéreas e imagens provenientes de sensoriamento remoto.

De posse desses dados, formar-se-á um processo sobre a área onde toda e qualquer informação julgada de interesse deverá, após analisada e elaborada, ser colocada à disposição do comando das operações.

O Exército, com muita razão, deseja relatórios de informação escritos o mais concisamente possível, em termos que

* Flávio Koff Coulon é Professor de *Geotécnica* e de *Geologia Aplicada* na Escola de Engenharia da UFRGS e de *Geologia para Engenheiros e Mecânica dos Solos* nos cursos de pós-graduação em *Mecânica dos Solos* da EE-UFRGS e em *Hidrologia* do CHA-IPH-UFRGS, respectivamente.

possam ser rápida e claramente entendidos. Logo, como princípio básico fundamental, se fixará que os relatórios geológicos para fins militares deverão evitar os termos geológicos puros e deverão adotar um estilo telegráfico nas informações; sempre que possível, deverão ser utilizados mapas acompanhados por textos em forma de tabelas.

Processo de Informação Estratégica — Geologia

Denominar-se-á *Processo de Informação Estratégica — Geologia* o conjunto de documentos sobre determinada área, que poderão ser colocados à disposição dos estrategistas e que tenham um enfoque geológico ou relacionado com a geologia.

Esse *Processo* na sua parte introdutória deverá apresentar um sumário da situação geral da área, uma lista das principais fontes de informação e uma escala de confiabilidade dos dados. Cada folha de informação do processo deverá apresentar, bem destacado, seu índice de confiabilidade de tal modo que as conclusões possam ser inferidas sempre com um grau mínimo de reserva e segurança. O índice de confiabilidade expressará o nível de confiança que os informantes possuem a respeito de suas informações e interpretações.

Nessa parte introdutória poder-se-á incluir, também, um bloco-diagrama do terreno de operação, com uma visão da perspectiva da superfície esboçada de tal modo que forneça uma rápida e compreensível visão da geomorfologia regional (fisiografia da área). A preparação desses diagramas, a partir dos mapas topográficos ou das fotografias aéreas, se faz, atualmente, rápida e facilmente com o auxílio dos computadores.

Após, o processo passará a englobar os diferentes *Mapas de Avaliação do Terreno* com suas tabelas sumárias e explícitas, com itens ora mais resumidos, ora mais detalhados, função de sua importância para o contexto estratégico.

Esses mapas terão como finalidade principal interpretar em que medida as condições fisiográficas afetarão o mo-

vimento, a cobertura e o ocultamento das tropas e suprimentos. Neles, a área será dividida em diferentes formações de terrenos, função de como cada uma dessas formações afetará o movimento das tropas. Extensões elevadas ou montanhosas com vertentes superiores a 40% são barreiras sobre as quais somente tropas de infantaria e equipamento leve podem se deslocar livremente; uma barreira dessas, entretanto, pode ser atravessada por um amplo vale que origine um corredor pelo qual podem se deslocar as unidades motorizadas e que talvez seja suficientemente largo para dispersar ou desviar as tropas no caso das estradas serem danificadas. As estradas que atravessam regiões montanhosas são, necessariamente, sinuosas, têm gradientes elevados e podem ser facilmente bloqueadas em locais onde o espaço se apresenta insuficiente para a construção de desvios.

Numa região plana ou levemente ondulada onde as inclinações não excedem uma pequena percentagem e onde o subsolo é firme, os veículos podem se mover livremente, independente de estradas. A passagem de rios, contudo, pode depender da estação do ano e o terreno molhado pode ser um obstáculo tão sério quanto uma montanha escarpada. É importante também, saber se o terreno seca rápida ou demoradamente após as chuvas.

No sentido militar, funil é um local onde o movimento está *constringido*, como uma ponte ou uma garganta. Deslocamentos a longo de planícies cruzadas por cursos d'água não vadeáveis são afunilados nas pontes. Pântanos, florestas densas ou declives topográficos abruptos também originam afunilamentos. Correntes com mais de um metro de profundidade e cerca de 800 m de largura são, geralmente, consideradas não vadeáveis por tropas a pé. Pequenos córregos e arroios são considerados obstáculos e não barreiras.

Pequenas feições locais tais como valetas de irrigação, canais, muros de pedra e cercas, fileiras de árvores e edificações são obstáculos que também atrapalham o movimento, devendo ter um tratamento genérico.

O *Mapa Geral de Avaliação do Terreno* deverá ser um mapa topográfico sobre o qual se esboçará, em largos traços, a Geologia e na tabela que o acompanha deverão ser feitas considerações de ordem genérica sobre a topografia, a hidrografia, o clima e a vegetação, a característica das diferentes formações de terreno, etc.

Na coluna TOPOGRAFIA deverão ser descritas feições como altitude, relevo, natureza e extensão dos topos das colinas, declives das vertentes, extensão e tipo de vales, ressaltando sempre as feições mais importantes do ponto de vista estratégico. Nesse caso, por exemplo, numa região montanhosa que possui vales amplos e picos agudos, a descrição do fundo do vale será importante, logo, deverá ser bem detalhada. As vertentes de morros, se barreiras ao movimento de tropas, serão importantes apenas na medida em que os efetivos possam se distribuir, em formação de combate, pelos seus flancos a fim de proteger as colunas que se deslocam no fundo do vale.

Permanecendo inalterados outros fatores, as vertentes de encostas com menos que 12% de inclinação não constituem um sério obstáculo ao movimento de veículos de rodas. Veículos com lagartas e tropas a pé podem se movimentar sobre declives de até 40%; rampas com mais que 40% são consideradas como barreiras militares embora não necessariamente intransponíveis.

Na coluna HIDROGRAFIA serão incluídas as descrições dos rios. Essa coluna poderá ser resumida na tabela e complementada separadamente por se tratar de assunto normalmente bastante extenso.

Os rios serão descritos, em princípio, como barreiras, enfatizando-se suas possibilidades de transposição, de montagem ou construção de pontilhões e de atravessamento por barcas, em função da profundidade e velocidade da corrente, da natureza das margens e soleira, do tipo e extensão das planícies de inundação, da frequência das inundações e do tipo de vale.

A descrição do leito deverá incluir sua largura, o padrão da corrente, tipos de paredes do vale, suas alturas e inclinações, se o vale é sinuoso ou reto, se existem poucos ou muitos locais ao longo da margem que poderão fornecer uma visão tanto vale-acima como vale-abaixo, o tipo de vegetação e de terreno existentes nas margens e no fundo do vale, etc. A descrição da planície de inundação e do canal deverá considerar as suas larguras, as variações de largura ao longo do curso, se os terrenos constituintes são turfosos, argilosos ou arenosos, os tipos de margens e de fundo do canal, se a planície tem expressão apenas em uma das margens ou nas duas, se as árvores ou matas situadas nas margens do rio podem ocultar o movimento de tropas das observações efetuadas do lado oposto do rio, etc.

Considerações sobre o regime da corrente, na medida em que possa afetar as operações militares, incluirão largura, profundidade, velocidade e descarga da corrente, variações sazonais desses fatores bem como variações ao longo de seu curso. De particular importância serão os dados sobre enchen-tes, especialmente sua frequência, possibilidades de previsão, altura atingida e duração estimada.

O CLIMA e a VEGETAÇÃO serão descritos, em coluna própria, em termos gerais suficientes para indicar somente aqueles elementos significativos na avaliação do terreno. A duração das estações, a frequência de nevadas e dos tempos chuvosos, a precipitação anual e a distribuição sazonal das chuvas são os principais fatores climáticos. Os dados climáticos deverão, sempre que possível, ser retirados dos boletins dos institutos meteorológicos.

A vegetação é importante do ponto de vista de camuflagem e como obstáculo ao movimento. O tipo geral de vegetação, sua densidade, distribuição e mudanças sazonais precisam ser considerados. Onde interessante, deverão ser ressaltados aspectos especiais: em regiões secas, por exemplo, a vegetação está perigosamente sujeita a incêndios durante o verão.

Na coluna **CARACTERÍSTICAS DOS TERRENOS**, serão descritas feições como a extensão dos afloramentos de rocha, profundidade e tipo de solos nos vales e colinas, especialmente naquelas faixas da área mais importantes para a movimentação dos efetivos. Os solos serão descritos apenas em termos gerais, indicando-se sua pedregosidade, arenosidade ou conteúdo de argila. O tipo de rocha-mãe que é capeada pelo solo será indicado naquelas áreas onde o substrato rochoso ocorre a pequena profundidade. Os terrenos em si serão interpretados sob o ponto de vista de levantamento de poeira, estabilidade, drenagem e trabalhabilidade. Essa última será indicada, para os diferentes solos, em função do tipo de ferramentas necessárias para sua escavação. Alguns terrenos podem ser trabalhados com ferramentas de mão, outros requerem ferramentas de mão e detonações e outros, ainda, exigem poderosos e pesados equipamentos de perfuração e detonação.

Detalhes relativos ao tamanho e tipo de aglomerados humanos, o número e distribuição das propriedades rurais, a extensão e característica das rodovias e ferrovias são fatores importantes ao estudo do terreno mas não estão dentro da competência dos geólogos de tal modo que esses mapas de avaliação somente deverão incluir uma descrição muito geral dos aspectos populacionais e de comunicação.

Sempre que possível deverá constar do processo um ou vários mapas relacionados com problemas de suprimento d'água onde se indicará a qualidade e a quantidade de cada fonte e se estimará o potencial de água subterrânea que, em determinada área, poderá vir a ser obtido pelos batalhões de engenharia. Nesse particular, os principais aspectos a serem considerados serão: tipos de fontes, profundidade da água subterrânea, provável qualidade d'água, adequabilidade do suprimento existente, fontes recomendadas para tentar um suprimento adicional e tipo de equipamento de perfuração ou escavação necessário para a obtenção de água subterrânea.

O *Mapa de Suprimento D'água* mostrará lagos, lagoas, barragens, canais e aquedutos e distinguirá as correntes pere-

nes das intermitentes. Na tabela que acompanhará o mapa estarão indicadas descargas média, máxima e mínima, caráter químico e bacteriológico da água e da descarga sólida, etc. Quando a escala do mapa for suficientemente grande, serão indicados poços ou fontes individualmente ou grupadamente e será apresentada uma estimativa de sua produção. As fontes deverão ser grupadas em diferentes categorias, de acordo com seu valor militar. Algumas delas produzem permanentemente; outras, somente quando o nível freático está elevado, embora se possa aprofundá-las a fim de buscar água em níveis mais inferiores nos meses secos. Alguns poços devem ser bombeados; outros produzem naturalmente. É muito importante saber até que ponto os suprimentos d'água existentes — superficiais ou subterrâneos — são suficientes para as necessidades locais.

A qualidade d'água diz respeito ao grau de mineralização atingido. Os problemas ligados à contaminação bacteriológica não são da responsabilidade do Geólogo, mas ele deve colaborar com o engenheiro sanitarista indicando as condições geológicas que podem levar à contaminação d'água.

Onde os suprimentos de água existentes são insuficientes para a operação planejada, devem ser exploradas fontes adicionais ou a água terá que ser importada. Novos suprimentos poderão ser obtidos pela expansão ou pela ampliação das instalações existentes ou pela instalação de novos equipamentos. Será interessante incluir no mapa, ou à margem dele, recomendações sobre qual o método mais prático para a obtenção de novos suprimentos de água potável, o modo de ocorrência da água a ser explorada, sua profundidade, qualidade e quantidade, bem como uma indicação do equipamento necessário para essa pesquisa e do procedimento a ser adotado para conduzir a água à central do sistema de distribuição.

É importante saber se um determinado sistema municipal de água capta o líquido a partir de fontes, poços escavados ou perfurados, galerias de infiltração, canais ou rios, bem

como a capacidade estimada da fonte em utilização. A fim de antecipar problemas de reparação, o Exército necessitará saber também se a água é conduzida através de tubulação de ferro, concreto ou alvenaria, de canais ou outra forma de dutos, bem como o comprimento total do sistema; se existem pontes ou viadutos e se a água é bombeada ou flui por gravidade. Outros dados importantes dizem respeito a dureza d'água, sua pureza bacteriológica, sua susceptibilidade à poluição e método de tratamento. A capacidade do sistema de abastecimento comparada com o total de água consumida mede a adequabilidade do sistema em relação à população local.

Folhas especiais sobre suprimento d'água deverão ser incluídas nos processos de áreas onde o modo de ocorrência d'água não é comum e onde um conhecimento especial das condições de ocorrência será considerado essencial para o sucesso do desenvolvimento de um abastecimento d'água. Por exemplo, em certas áreas costeiras, a água doce pode ser retirada de fontes que se situam diretamente sobre o lençol de água salgada utilizando ponteiras ou galerias de infiltração. Esses métodos, contudo, exigem um conhecimento especializado da situação do aquífero, porque tais poços são facilmente arruináveis pela infiltração de água salgada, se perfurados além da profundidade exata ou bombeados com pressões excessivas.

Mapas sobre CONSTRUÇÃO DE ESTRADAS, DE AEROPORTOS e DE DISTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO, também farão parte do processo.

A construção de estradas e os problemas de sua conservação serão considerados sob o ponto de vista dos seguintes fatores: necessidade de curvas fechadas e rampas íngremes, tipos de cortes em encostas, problemas de passagem em cursos d'água ou afunilamentos, necessidade de abrir clareiras e limpar o terreno, capacidade de suporte do sub-leito, adaptabilidade à estabilização betuminosa ou mecânica, problemas de drenagem e sub-drenagem, aproveitabilidade dos ma-

teriais locais para sub-base, base, pista de rolamento, bueiros e construção de pontes.

A seleção de locais para implantação de campos de pouso para aviões e helicópteros de grande porte será um dos principais problemas a serem resolvidos pela Geologia que, além disso, deverá colaborar na previsão de áreas para pistas de taxiamento, distribuição, depósito de combustíveis e munições, alojamento de pessoal e outras edificações necessárias para uma base desse tipo.

Os problemas relacionados com a construção das pistas de aeroportos serão resumidos do mesmo modo que os relacionados com a construção de estradas. Um mapa mostrará a localização dos sítios e a tabela que o acompanha descreverá os acidentes topográficos da zona de aproximação, o nivelamento e a limpeza necessária, a disponibilidade local em materiais de construção e água, o tipo de terreno e sua estabilidade bem como sua acessibilidade. A finalidade desse relatório é a de apressar o reconhecimento do terreno e ajudar na seleção dos locais mais favoráveis.

A distribuição dos diferentes tipos de materiais de construção numa determinada área poderá ser indicada adaptando o mapa geológico de tal modo que agrupe tipos de rochas que tenham propriedades geotécnicas similares. No processo, esses mapas sobre materiais de construção serão acompanhados por tabelas que descreverão cada tipo de material e indicarão sua aplicabilidade como agregado de concreto, macadame, *rip-rap*, pedras de construção, blocos, cal, cimento, argamassa e reboco. Combustíveis minerais locais que foram ou poderão vir a ser rapidamente explorados, serão descritos em termos de qualidade, espessura e profundidade, problemas de exploração e extensão da jazida.

Mapas especiais poderão vir a ser preparados para algumas áreas, tratando de problemas especiais, tais como trafegabilidade de tanques, adequabilidade do terreno ao uso de detectores magnéticos e minas e a escavação de esconderijos subterrâneos e vulnerabilidade de túneis ferroviários.

Especialistas de solos, componentes essenciais da equipe, prepararão mapas e tabelas mostrando a distribuição dos diferentes tipos de solos bem como de suas propriedades antes e após sua utilização.

Conclusão

A base do estudo proposto serão os mapas topográficos e geológicos existentes. Especialmente em nosso país haveria necessidade de se incrementar esses tipos de mapeamentos a fim de que, cada vez mais, se passasse a aumentar o detalhe das cartas existentes, reduzindo a escala das folhas a 1:50.000 ou 1:100.000, muito especialmente em zonas consideradas de segurança nacional.

A presença de elementos especializados em geologia aplicada a operações e obras militares nessas equipes de mapeamento resultaria num acréscimo notável de informações estratégicas aos mapas finais, com pequeno acréscimo de despesa.

A idéia da introdução da *Geologia Militar* no Brasil fica lançada. Esse assunto tem recebido um tratamento bastante especial em países da Europa e, especialmente, nos Estados Unidos. É de se supor que também o receba nos países da cortina de ferro.

A Geologia e a Geotecnia brasileiras, pelo estágio de desenvolvimento alcançado, reconhecido mundialmente, estão em condições de assumir o compromisso quando convocadas.

BIBLIOGRAFIA

- HUNT, Chas. B. — 1958. *Military Geology. Application of Geology to Engineering Practice — Berkeley Volume*. Geological Society of America, pg. 295-327. New York.