A ALTERAÇÃO DAS ROCHAS COMO PARÂMETRO DE PERFURABILIDADE*

Rock weathering as a drillability parameter

por
A. MOURAZ MIRANDA**
F. MELLO MENDES**

RESUMO — Referem-se abreviadamente trabalhos anteriores dos autores sobre perfurabilidade de rochas, correlações de propriedades de rochas utilizadas para a definição da perfurabilidade e domínios de perfurabilidade correspondentes às diversas técnicas de perfuração. Em especial, chama-se a atenção para o interesse da consideração da energia específica como característica mais representativa da perfurabilidade.

No trabalho apresentado mostra-se, com base em experimentação e recorrendo à energia específica, como o grau de alteração do material rochoso pode constituir um valioso parâmetro definidor da perfurabilidade. Refere-se igualmente como se afigura possível optimizar as operações de perfuração, controlando os respectivos parâmetros de modo a minimizar a energia específica a despender para uma dada rocha com um dado grau de alteração.

SYNOPSIS — Previous papers of the authors on rock drillability are referred, as well as on correlations of rock properties regarding to the definition of drillability and on drilling domains corresponding to various techniques. In particular, the concept of specific energy is emphasized, as the most representative variable of drillability.

It is shown, on an experimental basis, and utilizing specific energy, how the weathering degree of a rock material may be a reliable parameter for the definition of drillability. Also, it is shown how to optimize drilling operations by means of controlling its parameters so that specific energy is minimized for a certain rock and a given weathering degree.

O conhecimento das rochas a perfurar é fundamental para o engenheiro de perfuração.

Sob o ponto de vista da perfurabilidade, a interacção da rocha e da ferramenta que a ataca não pode deixar de ser tida em consideração. Esta interacção pode traduzir-se, por um lado, por uma velocidade de penetração da rocha pela ferramenta, por outro, por um desgaste da ferramenta pela rocha. Esta a razão por que a perfurabilidade se exprime usualmente como uma função da penetração e do desgaste. Para facilitar a comparação das representações de perfurabilidade por pontos de diagramas velocidade de penetração/velocidade de desgaste, estas duas grandezas são geralmente determinadas em condições normalizadas.

No campo tecnológico, a necessidade de perfurar rochas por métodos cada vez mais baratos forçou os fabricantes de equipamentos a desenvolverem unidades capazes de o conseguir. Um vasto número de técnicas de perfuração de rocha foi, em consequência, lançado, mas apenas algumas delas receberam aceitação industrial. As correspondentes mais altas eficiências foram,

*Apresentado oralmente ao 6.º Congresso da ISRM, Montreal, 1987. A discussão do trabalho está aberta por um período de três meses.
**Professor, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa.

no entanto, exigidas para tipos específicos de rocha. Consequentemente, a aplicabilidade de cada uma circunscreveu-se a domínios limitados nos diagramas velocidade de penetração/ /velocidade de desgaste, com natural sobreposição parcial desses domínios.

Em prévios trabalhos, os autores trataram de aspectos relacionados com a perfurabilidade e com os métodos de perfuração. Apresentaram igualmente resultados obtidos numa linha de investigação visando a selecção, à custa do conceito de perfurabilidade, dos mais convenientes métodos de perfuração.

A definição da perfurabilidade por meio de uma velocidade de penetração e de uma velocidade de desgaste, obtidas em condições normalizadas, não é todavia prática. Por isso, também os autores se esforçaram para correlacionar aquelas características com outras que fossem, por um lado, mais fáceis de obter, por outro, mais significativas; com este objectivo foram exploradas as potencialidades da microdureza Vickers e do poder reflector.

O aprofundamento da consideração destes assuntos levou à compreensão de que a penetração e o desgaste são aspectos parciais duma realidade mais lata: a energia total de perfuração requerida pelo processo. Assim a energia específica apresenta-se como a melhor característica a associar ao conceito de perfurabilidade. Algumas promissoras correlações com a microdureza Vickers e com a velocidade de penetração, também já divulgadas, parecem de resto comprová-lo.

O trabalho agora apresentado é resultado duma linha de investigação mais ambiciosa: a da optimização das operações pelo controlo cuidadoso dos parâmetros reais da perfuração.

Como caso prático de estudo, escolheu-se a perfuração dum maciço granítico, desde o solo da zona superficial meteorizada até à rocha sã. Seleccionaram-se dois métodos correntes de perfuração vertical: por martelo de fundo de furo, usado na indústria de perfuração de furos de água, e por rotação com coroa diamantada, utilizado nas investigações geológicas. Como parâmetro de perfurabilidade usou-se o grau de alteração observável num perfil paralelo aos furos.

A Fig. 1 mostra o perfil de alteração e as variações, com a profundidade, das velocidades de penetração obtidas, pelos dois métodos, em mais de cinquenta furos. Igualmente se apresentam as variações de algumas características da rocha: microdureza Vickers, peso específico, velocidade ultra-sónica longitudinal e RQD. Embora evidenciando dispersões e perturbações bem visíveis, estas características não fornecem, todavia, quaisquer indicações que permitam melhorar as operações de perfuração. O mesmo pode dizer-se das velocidades de penetração.

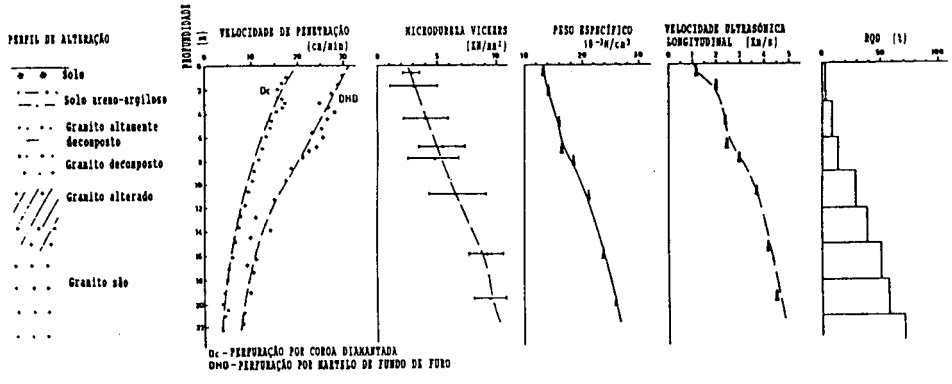

Fig. 1

Foi por isso tentada uma investigação mais aprofundada, utilizando a energia específica. Usaram-se para tal os princípios da fórmula estabelecida por Bullock, considerando as componentes de energia pertinentes para cada um dos métodos de perfuração, ou seja, as correspondentes à percussão, à rotação e à pressão de avanço.

Para os cálculos, usaram-se, como percentagens de utilização das energias disponíveis de percussão, de rotação e de avanço, respectivamente, 70% (Bullock, 1976 e Finger, 1984), 10% (Mouraz Miranda, dados de campo) e 0% para os martelos de fundo de furo e 0%, 95% (Teale, 1965) e 25% (Holster e Kipp, 1984) para a rotação com coroas diamantadas. As variações obtidas da energia específica com profundidade (Fig. 2) mostraram andamentos semelhantes, com valores mínimos correspondentes à zona de transição entre solo e rocha. Este facto, já observado em relação ao peso específico e à velocidade ultra-sónica longitudinal (Fig. 1), está possivelmente relacionado com a ocorrência de leitos mais porosos no maciço rochoso, onde a água está percolando com menos resistência.

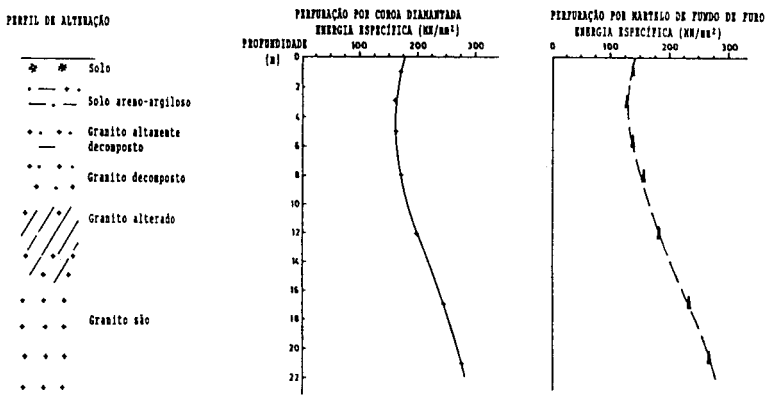

Fig. 2

A quase não existência de desajustamento entre as duas curvas de variação de energia específica da Fig. 2 comprova que as percentagens adoptadas para cada componente da energia foram razoavelmente correctas.

A correspondência entre o grau de alteração no respectivo perfil e a energia específica mostraram-se assim independentes do método de perfuração utilizado, resultado este promissor para o desenvolvimento da investigação. Com efeito, a optimização das operações de perfuração pelo controlo dos respectivos parâmetros, tendo em vista minimizar a energia específica a despender para uma dada rocha com um dado grau de alteração, apresenta-se em consequência como possível.

Para os métodos de perfuração considerados, os parâmetros a controlar são o esforço de sustentação, a velocidade de rotação, a pressão e o consumo de ar, para os martelos de fundo de furo, o esforço de avanço, a velocidade de rotação, a pressão e o caudal de água ou lamas, para a rotação com coroas diamantadas.

Um dos passos da investigação seguintes dirá respeito à sensibilidade da energia específica a variações dos mais pertinentes destes parâmetros, para dados graus de alteração do maciço rochoso a perfurar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MELLO MENDES, F. e MOURAZ MIRANDA, A. (1979) — *Correlation of rock properties with a bearing on workability.* "Proc. IVth Cong. Int. Soc. Rock Mechanics", vol. III, pp. 429-431, Montreux.

MOURAZ MIRANDA, A. (1982) — *Brief survey of Portuguese water-well drilling industry.* "Registo III Encontro Nac. Engenheiros de Minas". Ordem dos Engenheiros, Lisboa.

MOURAZ MIRANDA, A. e MELLO MENDES, F. (1983) — *Drillability and drilling methods.* "Proc. Vth Cong. Int. Soc. Rock Mechanics", vol. 5, E195-E200, Melbourne.