



**COBENGE 2005**

**XXXIII - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia**

"Promovendo e valorizando a engenharia em um cenário de constantes mudanças"

12 a 15 de setembro - Campina Grande - Pb

Promoção/Organização: ABENGE/UFPE-UFPE

## **GEOLOGIA APLICADA À ENGENHARIA: EXPERIÊNCIA DIDÁTICA NA UFPE**

**Evenildo Bezerra de Melo** – [evenbm@ufpe.br](mailto:evenbm@ufpe.br)

**Felisbela Maria da Costa Oliveira** – [felisbela.oliveira@ufpe.br](mailto:felisbela.oliveira@ufpe.br)

Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Geologia.

Rua Acadêmico Hélio Ramos, s/n. Sala 304 e 311. Cidade Universitária.

50740-530 – Recife – Pernambuco

**Diego Ricardo Laranjeira** – [dilaranjeira@msn.com](mailto:dilaranjeira@msn.com)

Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Engenharia Civil.

Rua Acadêmico Hélio Ramos, s/n. Sala 311. Cidade Universitária.

50740-530 – Recife – Pernambuco

**Resumo:** *O programa da disciplina Geologia Aplicada 1A, vem sendo ministrada no curso de graduação em Engenharia Civil, buscando a adequação e aproximação entre os conteúdos teóricos e práticos, explicitando exemplos locais de fácil observação. Assim, as aulas práticas utilizam laboratórios e também enfatizam visitas e exercícios pertinentes às obras da região.*

*Na expectativa de realmente envolver o aluno no aprendizado, a tarefa de simplificar a transmissão do conhecimento geológico passa pelo resgate e aplicação de conceitos de física, química, geografia, ciências e conhecimentos das demais disciplinas que compõem as Ciências da Natureza. O propósito é despertar no estudante um pensar emancipado, indispensável à busca de soluções necessárias ao esclarecimento dos problemas.*

*A metodologia tem focado os conhecimentos de disciplinas básicas das geociências, tais como mineralogia, petrografia, geologia física, fisiografia etc, à luz das propriedades físico-mecânicas (resistências) e também da alterabilidade, sobejamente importantes à formação básica do engenheiro para a execução de obras e sua correlação com os terrenos nos quais serão implantadas.*

**Palavras-chave:** Geologia aplicada, Mineral, Rocha.

### **1. INTRODUÇÃO**

A chegada do terceiro milênio sucinta em cada um de nós a aproximação de um futuro que, outrora, pensávamos que nunca aconteceria.

A Geologia de Engenharia, área de conhecimento afim da Engenharia Civil, Engenharia de Minas e Geologia, tem um papel primordial na formação dos profissionais que atuam neste interregno, e é tanto mais importante à medida que as populações se urbanizam, muitas vezes de forma desordenada. A ordenação é indispensável para resgate do mercado de trabalho dos profissionais de engenharia e para a melhoria da qualidade de vida da sociedade.

Os professores desta área de conhecimento verificam que é indispensável à consolidação dos conceitos e sua integração com a aplicação. Para possibilitar ao estudante de graduação de engenharia uma melhor compreensão e aprendizado dos conteúdos geológicos, interligam-se os conceitos e sua aplicação nas diversas áreas afins: engenharia civil (materiais de construção, solos, fundações, estabilidade de taludes em rocha), engenharia de minas, etc.

## **2. PROGRAMA DA DISCIPLINA**

Há cerca de 15 anos, esta disciplina se dividia em duas: Geologia Aplicada 1 e Geologia Aplicada 2. A última reforma da grade curricular promoveu uma redução da carga horária e unificou as duas disciplinas. Assim, a disciplina Geologia Aplicada 1A passou a ser responsável pelos programas das duas disciplinas extintas. O programa foi elaborado visando dar ao estudante de Engenharia Civil conhecimentos necessários e suficientes para, na vida profissional, ser capaz de encaminhar as soluções adequadas. Desta forma foram contemplados na ementa desta disciplina os seguintes pontos:

- Introdução à Geologia;
- Minerais: classificação química e sua utilidade em Engenharia Civil;
- Rochas, propriedades físicas, químicas e mecânicas;
- Elementos estruturais geológicos;
- Estabilidades de taludes em rochas
- Investigação do subsolo;
- Água subterrânea;
- Classificação de maciços rochosos e barragens.

## **3. METODOLOGIA DE ENSINO**

Na tentativa de compensar a falta de carga horária, os alunos são estimulados aos trabalhos extra-classe, inclusive de pesquisa, relacionados aos conhecimentos ministrados. Assim, é comum os estudantes serem levados a se familiarizarem com as propriedades de minerais essenciais de rochas mais utilizadas em Engenharia Civil.

Os estudantes visitam obras onde possam coletar britas, materiais pétreos de revestimento, observá-los macroscopicamente e estabelecer contato com o campo profissional, familiarizando-se com critérios usados para a aplicação desses materiais.

Considerando a existência de obras civis com diferentes idades que já explicitam patologias, é enfocada a questão dos riscos oriundos dos materiais pétreos e vinculados com a geologia.

Exemplo ilustrativo é a observação macroscópica da brita, cuja composição mineral é determinante para a sua aplicação mais adequada.

O engenheiro civil decide sobre os materiais de construção a serem utilizados na obra, apoiado em estudos realizados por profissional capacitado para esse fim.

Normalmente são usadas rochas magmáticas e metamórficas para a fabricação de agregados para a construção civil e também para a confecção de placas pétreas para fins de revestimento de pisos e paredes, interiores e exteriores. Os minerais essenciais desses materiais são principalmente o quartzo, o K-feldspato e o plagioclásio constantes das classificações de rochas magmáticas e ortometamórficas.

Para facilitar o aprendizado quanto à aplicação dos vários tipos de rochas magmáticas, o triângulo de Streickeisen (1976) foi adaptado às recomendações de seu uso otimizado em Engenharia Civil, conforme a figura 1.

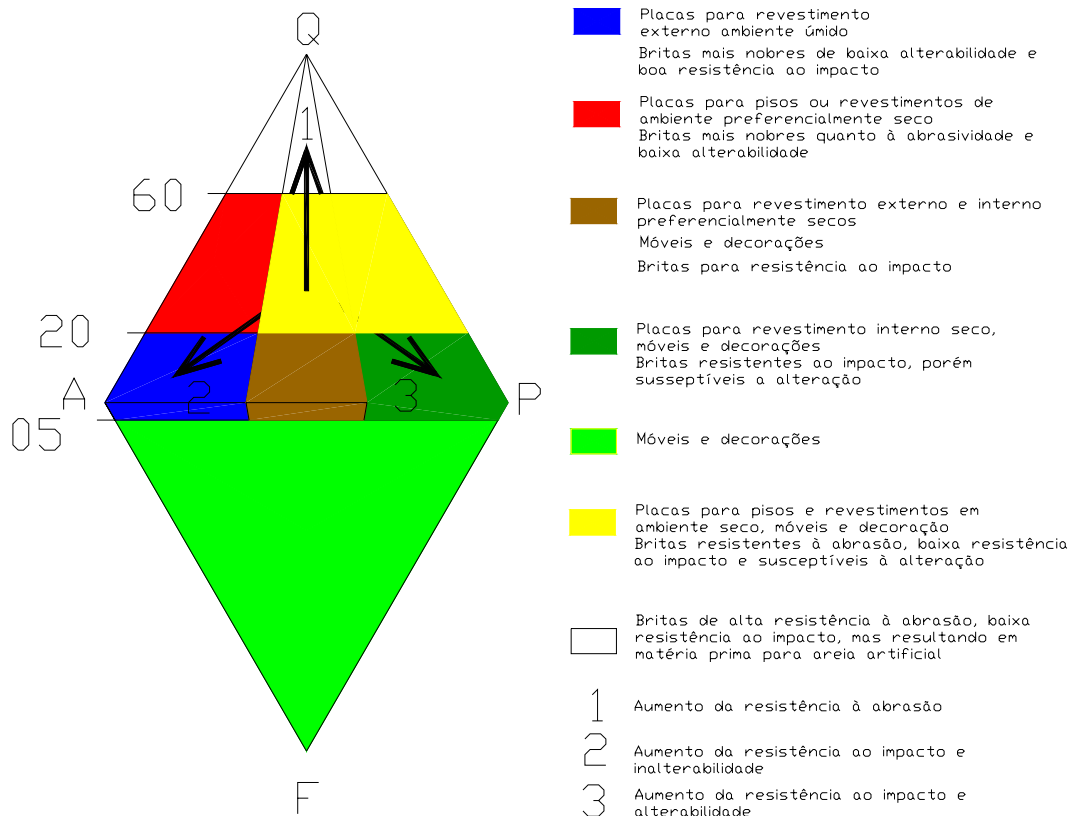


Figura 1 – Triângulo de Strekeisen adaptado

Levando-se em consideração as rochas utilizadas em engenharia para revestimentos e para confecção de concretos, sua composição mineralógica modal é plotada no triângulo acima e, de acordo com a área onde o ponto é localizado, é sugerida a adequação ao uso.

Há também que se considerar a granulometria e o arranjo (textura) dos cristais da rocha. Texturas afaníticas, são mais susceptíveis de alteração pois grãos de dimensões máximas microscópicas apresentam elevadas superfícies específicas e, portanto, alta susceptibilidade de alteração.

Além da composição mineralógica das rochas, vale salientar a importância da textura na sua adequação ao uso. Rochas de granulação fina não devem ser colocadas em locais úmidos ou sujeitos à intempérie.

As melhores ilustrações se dão a partir de exemplos práticos que interrelacionem as propriedades mineralógico-petrográficas com aquelas geomecânicas e/ou químicas.

Exemplos resgatáveis são as propriedades mineralógicas de quartzo, feldspatos, micas e argilas. Interessante perceber que a falta de clivagem do quartzo lhe confere pequena resistência ao impacto, ao passo que a sua composição química mais simples e a sua estruturação hexagonal mais compacta lhe conferem menor alterabilidade e maior dureza, portanto maior resistência à abrasão. Oportuno então considerar que o processo de produção de brita ou chapas a partir de uma rocha muito quartzosa resultará em produtos que tenderão a apresentar microfissuras (devidas à resistência ao impacto diminuída), estimulantes de maior absorção de umidade.

Portanto a presença do quartzo poderá estimular a alterabilidade em rochas em que esse mineral esteja associado com feldspatos e/ou micas.

A presença de micas e feldspatos apesar de mais susceptíveis de desencadarem a alterabilidade nas rochas, contribui para o aumento da resistência ao impacto.

A resistência à compressão é sobretudo dependente da textura, que nas rochas magmáticas se expressa de modo visível (fanerítica) segundo grãos equigranulares, ou não, arranjados homogeneamente ou não. Há texturas em que grãos maiores (pórfiros) se inserem numa matriz bem mais fina, resultando numa feição textural de indivíduos de tamanhos heterogêneos, cujas propriedades geomecânicas se aproximam do caso da textura inequigranular. Finalmente, conforme citado anteriormente, há a textura afanítica, em que os minerais apenas são vistos sob o microscópio. As texturas inequigranulares e porfíricas são comprometedoras para essa resistência. Similarmente, rochas com texturas equigranulares serão tanto mais resistentes à compressão quanto mais finos forem os seus minerais.

Quanto à alterabilidade, resgata-se a integração do conhecimento da mobilidade dos elementos químicos para explicar a alterabilidade diferencial entre plagioclásios e feldspatos potássicos, explicando-se assim a maior nobreza de rochas mais ricas em K-feldspatos para a produção de chapas ornamentais e britas.

A reatividade desencadeada por minerais hidratados, sejam as variedades polimorfos de sílica (opala, calcedônia ou ágata) ou micas, deve despertar a atenção do engenheiro, sobretudo enfatizada pelo exemplo da reação álcali-agregado. É preciso considerar que a granulometria mais fina para os minerais resulta no aumento de superfície específica que contribui de forma direta para as reações químicas, entre as quais a alterabilidade se inclui.

Portanto rochas coletadas em locais de cominuição natural devem também ser evitadas para a produção de britas. Assim, as zonas de falha são mais susceptíveis à existência de rochas naturalmente cominuídas, denominadas pelos geólogos como cataclasadas, milonitizadas ou pseudo-taquilitizadas.

Esta questão traz à tona o risco de exploração de pedreiras próximas às obras de barragens e/ou pontes, pois os rios aproveitam zonas de falhas, nas adjacências das quais, as rochas cedo ou pré-cristalizadas são naturalmente cominuídas e, portanto, têm possibilidade de conter minerais mais reativos como os já citados.

Questão ainda pertinente quanto à alterabilidade, é a presença de intercrescimentos entre espécies minerais essencialmente formadoras de rochas, principalmente os mais comumente observados em escala microscópica, do tipo mirmequítico, antipertítico e pertítico. Devido à elevada superfície específica podem desencadear tanto mais alterabilidade quanto mais fina for a granulometria do mineral hóspede.

É verdade, contudo, que os intercrescimentos também contribuem para a melhoria da qualidade do brilho das chapas polidas de materiais pétreos, pois além de permitirem uma melhor homogeneização na peça, conhecida como fechamento, também induzem uma melhoria do aspecto estético com a produção de brilho iridiscente.

No domínio das rochas sedimentares e parametamórficas, a grande resistência ao impacto das argilas e micas se desdobra para as rochas delas derivadas e/ou compostas. Outrossim, a sua composição hidratada resulta em baixa resistência à abrasão, mas induz ao conforto térmico. Não é por outro motivo que filitos e ardósias são materiais pétreos usados como revestimento em circunstâncias de proporcionar maior conforto térmico (graças ao conteúdo em minerais hidratados), mas devem ser usados em ambientes internos e secos, pois são susceptíveis de alterabilidade.

Exemplos práticos do uso de argilas como mecanismo para correção e/ou proteção de obras sob solicitação de riscos gerados por impacto, existem inúmeros. Pode ser citado o exemplo das obras de proteção ao Teatro Santa Izabel, Recife, PE.

Dado interessante sobre a baixa resistência ao impacto do quartzo reside no fato de que os siltes são predominantemente quartzosos, justamente pela sua maior cominuição por ocasião dos transportes naturais por saltitação. Daí os siltes, mais quartzosos, são o material de aterro com menor alterabilidade e com maior resistência à compressão.

Para conferir a resistência ao impacto que o aterro necessita usa-se argila, ou o barro que é o sedimento natural que mistura os dois tipos granulométricos: silte e argila.

Portanto, a metodologia tem focado os conhecimentos de disciplinas básicas das geociências (mineralogia, petrografia etc) à luz das propriedades físico-mecânicas (resistências) e também da alterabilidade, importantes à formação básica do engenheiro e sua capacidade de fazer a aplicação otimizada.

#### **4. CONCLUSÕES**

Dois aspectos podem ser resumidos: falta de estabilidade na base conceitual e falta de carga horária compatível.

A questão mais explícita é a necessidade de que os conceitos sejam colocados com perspectivas de aplicação para permitir uma otimização da carga horária das disciplinas aplicadas.

Trata-se de quanto é desejável que os conceitos sejam introduzidos vinculadamente com exemplos, os quais seriam enfatizados e aprofundados nas disciplinas de aplicação.

A redução de carga horária transformou em opção a busca de tempo extra-classe para a integração do conhecimento.

A questão do tempo restrito também é agravada pela sobreposição de horários das provas do Ciclo Básico e pela cultura criada de que os alunos precisam faltar às aulas de outras disciplinas nos horários às vésperas daquelas provas. Praticamente perde-se, no mínimo, 10 % do tempo de carga horária prevista.

Finalmente seria oportuno promover ações que auscultem os nossos alunos de graduação, estimulando a sua formação profissional dentro de princípios emancipadores.

#### **5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Strekeisen, A. L., 1976 – Classification of de commom igneous rocks mesnd of their chemical compositiom: a provisional attempt. Newes Jahrbuch fur Mineralogie Monatshefte, p 1-15

## **ENGINEERING GEOLOGY: DIDACTIC EXPERIENCE IN UFPE**

***Abstract:** The program of Engineering Geology has been presented in adequation with theoric and practice examples. Laboratories and work building are used for most conditions of study and assimilation.*

*The purpose of easy knowledge about geology theme needs to involve the basic sciences.*

*The methodology consists to integrate basic sciences, geology and geotechnology sciences.*

**Key-words:** Geology of applications, Mineralogy, Petrology