



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/UFPG-UFPE

ANÁLISE DE CONTEÚDO GEOLÓGICO ENCONTRADO EM CURSOS DE ENGENHARIA CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Simone Andrea Furegatti – sifuregatti@sigmanet.com.br
Universidade Estadual de Campinas – Instituto de Geociências
Cx. P. 6152
CEP 13083-970 – Campinas, SP

Resumo: *A preocupação com as intervenções do homem na natureza evidencia a atuação da Engenharia Civil na atualidade, pois muitas vezes o impacto das obras civis sobre o meio ambiente é imediatamente percebido pela sociedade. Adiciona-se a isso, a consideração da interferência de processos naturais nas obras civis, em suas fases de planejamento e execução. Tais fatos indicam a necessidade do conhecimento a respeito da Natureza como aspecto importante para a formação desse tipo de profissional. Do ponto de vista do meio físico, a Geologia é a disciplina que melhor oferece os conteúdos necessários para a construção desse conhecimento. O presente trabalho faz uma análise de conteúdos geológicos encontrados em cursos de Engenharia Civil oferecidos atualmente no estado de São Paulo. Inicialmente, o presente artigo mostra um panorama do que é ensinado ao estudante em forma de conteúdo programático e analisa a frequência de temas geológicos nos cursos de nível superior. Em seguida, faz um cruzamento de dados relacionando para cada curso, em termos quantitativos, os temas geológicos divididos em dois grupos: "Geologia Geral" e "Geologia Aplicada". Obtém-se, assim, uma idéia da importância dada à Geologia nos cursos analisados.*

Palavras-chaves: Ensino de engenharia – Conteúdos programáticos – Ensino de geologia

1. INTRODUÇÃO

As obras de Engenharia Civil são a mais evidente intervenção do homem na natureza. A preocupação com o impacto causado pelo homem na natureza é ponto de discussão de variadas áreas do saber e está presente nas Diretrizes Curriculares¹ para cursos de Engenharia. Tal fato seria suficiente para justificar a necessidade do estudante de Engenharia Civil obter conhecimento a respeito da Natureza, em sua formação. Porém, existe outro fator significativo. Os processos naturais podem interferir nas obras de engenharia, em sua execução e utilização, devendo ser previstos e considerados no projeto, planejamento e muitas vezes durante a execução.

Do ponto de vista do meio físico, a Geologia é a disciplina que oferece o conteúdo necessário para a construção do conhecimento a respeito da Natureza. O presente trabalho faz

¹ Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia. Parecer nº CNE/CES 1.362/2001 homologado em 12/12/2001 e publicado no Diário Oficial da União de 25/02/2002, seção 1, p.2 (Ministério da Educação e Cultura – MEC – <http://www.mec.gov.br/sesu/ftp/pareceres/136201Engenharia.doc>)

uma análise de conteúdos geológicos atualmente veiculados em cursos de Engenharia Civil do estado de São Paulo e é parcela de trabalho acadêmico em execução.

2. DISTRIBUIÇÃO DO CONTEÚDO GEOLÓGICO EM CURSOS DE ENGENHARIA CIVIL

Os dados considerados a seguir foram obtidos por meio de questionários encaminhados aos professores das disciplinas que veiculam conteúdo geológico nos cursos de Engenharia Civil do estado de São Paulo.

Foram identificados 50 cursos no estado, dos quais obteve-se resposta de 26, caracterizando o montante a ser analisado. Dos 26 cursos, 18 possuem disciplinas específicas de conteúdo geológico. Nos 8 cursos restantes os dados obtidos referem-se às disciplinas geotécnicas, como por exemplo Mecânica dos solos, que continham algum, ou mesmo nenhum, conteúdo de geologia em seu programa.

Apenas 3, dos 26 cursos analisados, apresentam duas disciplinas com conteúdo geológico. O indicador considerado foi o conteúdo geológico encontrado em cada curso, neste momento desconsiderando se estão distribuídos em uma ou mais disciplinas, em um ou dois semestres ou carga horária destas disciplinas.

2.1. Classificação dos títulos extraídos dos programas das disciplinas

Temas de mesmo conteúdo aparecem de formas distintas nos programas das disciplinas analisados. Com a finalidade de consolidar os dados, os títulos extraídos dos programas foram reunidos em conjuntos, destacando-se um de cada conjunto para identificá-los. O critério de reunião dos títulos foi o de avaliar o assunto supostamente tratado por cada um.

Para simplificar o entendimento, os títulos (ou temas) que aparecem nos programas serão tratados por “títulos”. E os temas (ou títulos) adotados para representar cada conjunto de títulos, serão tratados por “temas”.

A escolha do tema que representa cada conjunto de títulos foi por aquele que aparece o maior número de vezes no conjunto. Ou escolhido aleatoriamente, nos casos onde não existe maioria de um título.

Existe a possibilidade de alguns temas definidos englobarem outros. Nestes casos optou-se por mantê-los separados devido à impossibilidade de identificação do real assunto abordado sob determinados títulos dos programas.

2.2. Critérios de classificação dos temas em grupos

Numa primeira análise dos programas obtidos de disciplinas geológicas, nota-se na distribuição dos títulos a preocupação em caracterizar e delimitar conjuntos diferentes de assuntos. Essa divisão do conhecimento geológico se apresenta, em determinados cursos, em forma de disciplinas independentes, e em outros de forma seqüencial dos títulos numa mesma disciplina. Assim, são dois os grupos formados, um contendo temas básicos de Geologia e outro, temas aplicados² de Geologia.

Desta forma optou-se por tratar os dados utilizando o mesmo critério de separação, criando-se os grupos “Geologia Geral” e “Geologia Aplicada”. Este último também identificado por “Geologia de Engenharia”.

2.3. Frequência de temas dos grupos “Geologia Geral” e “Geologia Aplicada”

² O termo “aplicado”, utilizado neste trabalho, refere-se somente à aplicação do conhecimento geológico à Engenharia Civil.

As tabelas e gráficos a seguir, mostram um panorama do que é ensinado ao aluno de Engenharia Civil no estado de São Paulo, em forma de conteúdo programático. Os títulos encontram-se distribuídos entre os dois grupos definidos anteriormente.

A Tabela 1 apresenta as frequências dos temas do grupo “Geologia Geral” nos cursos analisados, enquanto o Gráfico 1 mostra essas frequências ordenadas de forma crescente de ocorrência.

E a Tabela 2 apresenta as frequências dos temas do grupo “Geologia Aplicada” nos cursos analisados, enquanto o Gráfico 2 mostra essas frequências ordenadas de forma crescente de ocorrência.

Um terceiro gráfico (Gráfico 3) busca um consenso entre os cursos e mostra quais temas aparecem em ao menos metade (mínimo de 13 ocorrências) dos cursos, gerando assim um gráfico com os temas de Geologia mais abordados nos cursos de Engenharia Civil do Estado de São Paulo.

Tabela 1: Frequências dos temas do grupo “Geologia Geral”

| Curso Nº | Estrutura da Terra | A crosta terrestre | O homem como agente geológico | Minerais | Rochas | Intemperismo | Erosão | Geologia do estado de São Paulo e do Brasil | Água subterrânea | Água superficial | O ciclo das rochas | Atividade geol. do vento, mar, gelo e organismos | Tectônica de placas | Dinâmica interna e externa da Terra | Tempo geológico | História geológica | Estruturas geológicas | Formação dos solos | Soma Geologia Geral |
|----------|--------------------|--------------------|-------------------------------|----------|--------|--------------|--------|---|------------------|------------------|--------------------|--|---------------------|-------------------------------------|-----------------|--------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|
| 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 1 | | 1 | | | | | 1 | 10 |
| 2 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | | | | 1 | | 1 | 1 | 12 |
| 3 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 12 |
| 4 | 1 | | | 1 | 1 | | | 1 | | | | | 1 | | | | 1 | | 6 |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | | | 1 | | | | 1 | | 8 |
| 7 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | 1 | | | | 1 | | 9 |
| 8 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | | | 1 | | | | | | | | 1 | 1 | 7 |
| 9 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | | | 1 | | | | | | | | 1 | 1 | 7 |
| 10 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | | | 1 | | | | | | | | 1 | 1 | 7 |
| 11 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 16 |
| 12 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 1 | | 1 | | | | | 1 | 10 |
| 13 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 15 |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 |
| 15 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 11 |
| 16 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 11 |
| 17 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 11 |
| 18 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | | | | | 1 | | 1 | 1 | | | | 1 | 8 |
| 19 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 14 |
| 20 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | | 1 | | | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 |
| 21 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 11 |
| 22 | | | | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | 4 |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 |
| 24 | | | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | 1 | 1 | 7 |
| 25 | | | | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 5 |
| 26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 |
| Total | 14 | 7 | 5 | 22 | 22 | 20 | 7 | 13 | 16 | 5 | 6 | 4 | 11 | 8 | 8 | 9 | 15 | 22 | |

Tabela 2: Frequências dos temas do grupo “Geologia Aplicada”

| Curso Nº | Materiais naturais de construção | Investigação do subsolo | Mapas e perfis geológicos | Geologia prática | Geologia de barragens | Geologia de estradas | Geologia de túneis | Taludes naturais e de escavação | Fotografias aéreas | Geologia aplicada ao planej. urbano e regional | Geologia e meio ambiente | Geologia aplicada a fundações | Canais e hidrovias | Tratamento de maciços | Assoreamento | Riscos geológicos | Disposição de resíduos | Contaminação do subsolo | Soma Geologia Aplicada |
|----------|----------------------------------|-------------------------|---------------------------|------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|--|--------------------------|-------------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|-------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | 5 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | | | | | | | 1 | | | | 6 |
| 3 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 4 |
| 4 | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 1 | 1 | 1 | | 1 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | 6 |
| 7 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 14 |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | 1 | | 1 | 1 | | | | | | | 1 | | | | | | | | 4 |
| 12 | 1 | 1 | 1 | | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | 5 |
| 13 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 1 | | | | 13 |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | | | | | | 1 | | | | | 6 |
| 16 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | | | | | | 1 | | | | | 6 |
| 17 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | | | | | | 1 | | | | | 6 |
| 18 | 1 | 1 | 1 | | 1 | | 1 | 1 | 1 | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 10 |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 1 | | | | | | | | 7 |
| 21 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 1 | | | | 1 | | | | | | | 7 |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 11 |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total | 14 | 14 | 15 | 5 | 8 | 6 | 6 | 9 | 5 | 2 | 6 | 4 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | |

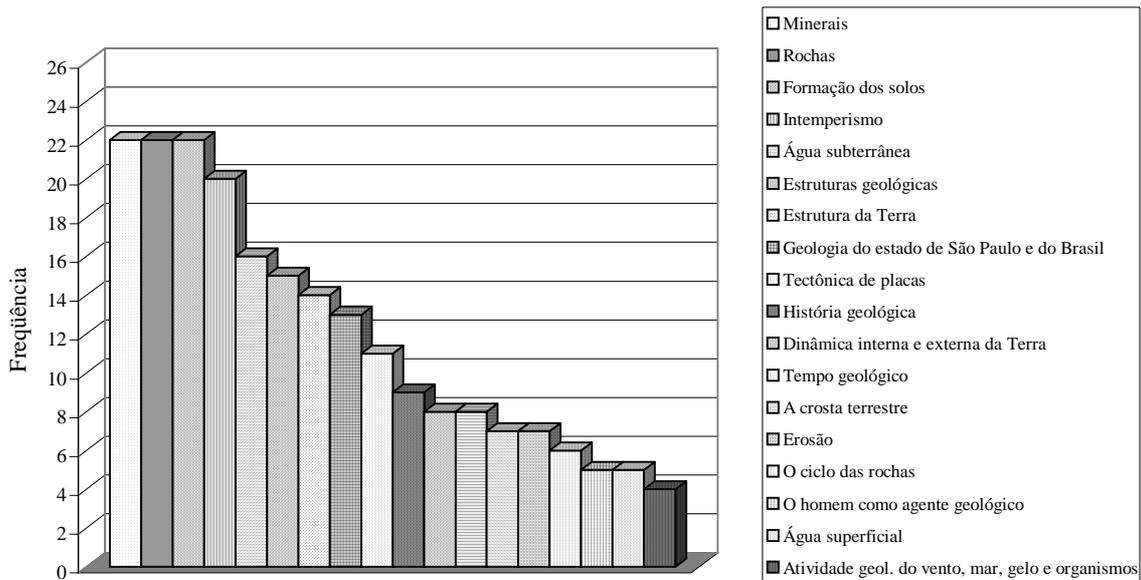


Gráfico 1: Frequências dos temas do grupo “Geologia Geral” em ordem decrescente

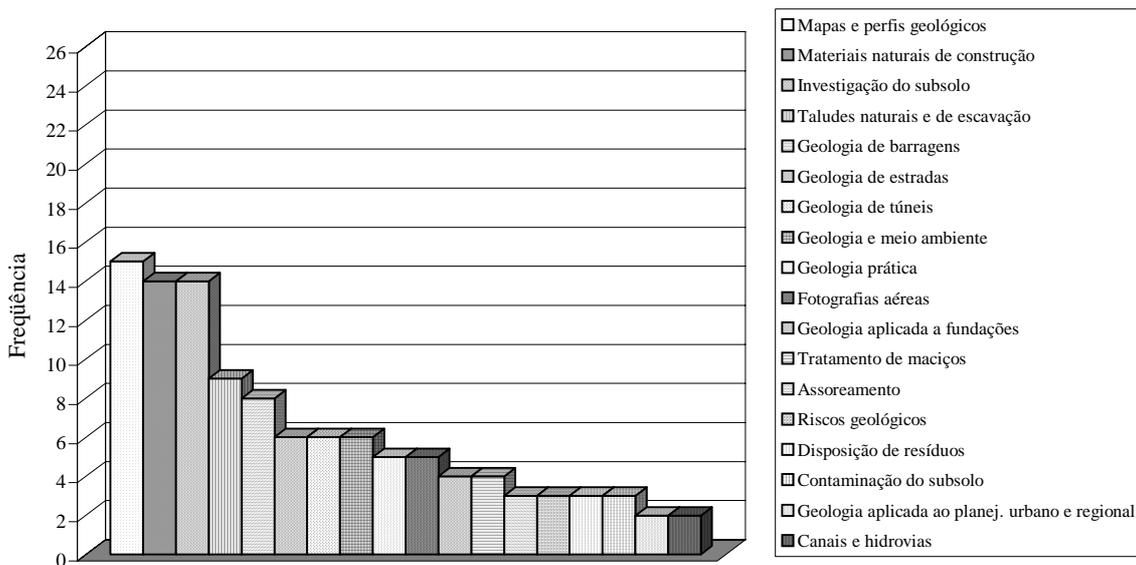


Gráfico 2: Frequências dos temas do grupo “Geologia Aplicada” em ordem decrescente

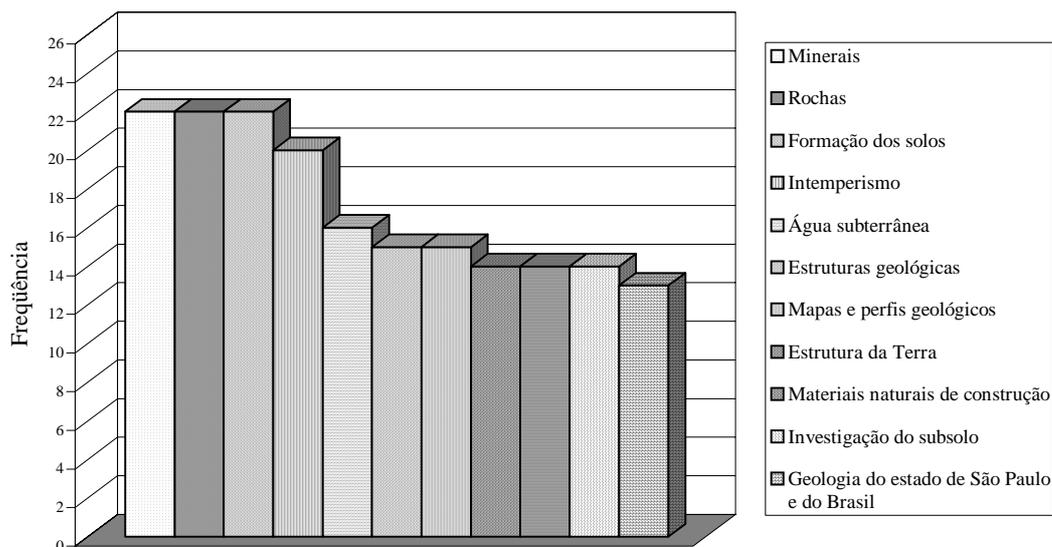


Gráfico 3: Frequências dos temas de Geologia mais abordados nos cursos

Analisando os resultados por grupo é possível observar que as maiores frequências de temas estão no grupo “Geologia Geral”, apesar da quantidade de temas ser, coincidentemente, a mesma nos dois grupos. Esta distribuição sugere uma maior preocupação com temas básicos de Geologia. Lembrando que em 8 cursos o conteúdo geológico é encontrado apenas em fragmentos, dentro de outras disciplinas geotécnicas, pois não há disciplina específica de Geologia.

Dentre os temas de maiores frequências do grupo citado, encontra-se Minerais, Rochas e Formação dos solos, que aparecem em 22 dos 26 cursos analisados, ou em 85% destes. Seguidos por Intemperismo, com frequência 20 (77%).

Na seqüência vêm os temas Água subterrânea, Estruturas geológicas, Estrutura da Terra e Geologia do estado de São Paulo, com respectivamente frequência de 16 (62%), 15 (58%), 14 (54%) e 13 (50%).

Pode-se perceber que os temas até aqui citados aparecem ao menos em metade (50%) dos cursos analisados. Também, é possível observar que são 8, dos 18 temas, que aparecem ao menos em metade dos cursos, configurando um montante de temas básico do estado de São Paulo (vide Gráfico 3).

Os próximos temas são Tectônica de placas, com 11 (42%) citações; História geológica com 10 (38%); Dinâmica interna e externa da Terra e Tempo geológico, ambas com 8 (31%) citações; A crosta terrestre e Erosão, ambas com 7 (27%); O ciclo das rochas, com 6 (23%); O homem como agente geológico e Água superficial, ambas com 5 (19%); e finalmente, Atividade geológica do vento, mar, gelo e organismos, com 4 (15%) citações nos programas analisados.

Ao analisar-se a frequência dos temas do grupo Geologia Aplicada, chama a atenção que apenas três temas tem frequência maior que 13, ou 50%, ou ainda, metade dos cursos analisados. São eles: Mapas e perfis geológicos, com 15 (58%); e Materiais naturais de construção e Investigação do subsolo, ambos com 14 (54%) citações (vide Gráfico 3).

Este fato demonstra, mais uma vez, a maior preocupação dos cursos com o ensino da Geologia básica, com as ciências geológicas, que com a aplicação desta Geologia.

Na seqüência a maior freqüência é de apenas 9 citações, ou 35% dos cursos analisados, com o tema Taludes naturais e de escavação. Segue-se a este os temas: Geologia de Barragens, com 8 (31%) citações; Geologia de estradas, Geologia de túneis e Geologia e meio ambiente, ambos com 6 (23%).

Cabe uma reflexão sobre a pequena freqüência do tema Geologia e meio ambiente. Segundo a definição de Paschoale (1988), “o objetivo principal da manipulação do conhecimento geológico na área de engenharia é o de estruturar uma concepção de natureza, de ambiente, como resultado de um longo processo de desenvolvimento do qual a organização social (a noosfera) faz parte e que por sua vez também é um agente geológico” (Paschoale, 1988, p.164). Parece clara a referência ao meio ambiente, o que coloca em dúvida essa pequena freqüência do tema, encontrada nos cursos. Entende-se que o assunto abordado neste tema deveria ser justamente a aplicação da Geologia ao meio ambiente, ou ao menos a interface entre uma disciplina que trata de assuntos geológicos com outra que trata especificamente do assunto meio ambiente. A existência desta última nos cursos de Engenharia é indicada pelas diretrizes curriculares do Ministério da Educação e Cultura (MEC) como tópico obrigatório constante do “núcleo de conteúdos básicos”, o que leva a crer sua existência em todos os cursos analisados.

Segundo a freqüência dos temas, tem-se Geologia prática e Fotografias aéreas aparecendo ambos em 5 dos cursos analisados, ou em 19% destes. Na seqüência vem Geologia aplicada a fundações e Tratamento de maciços, ambos com 4 (15%) citações; Assoreamento, Riscos geológicos, Disposição de resíduos e Contaminação do subsolo, ambos com 3 (12%); e, finalmente, Geologia aplicada ao planejamento urbano e regional com 2 (8%) citações.

2.4. Relação entre os grupos de temas “Geologia Geral” e “Geologia Aplicada”, segundo divisão de disciplinas

Os gráficos traçam a relação entre os grupos de temas “Geologia Geral” e “Geologia Aplicada” para cada curso, em termos quantitativos. As somatórias dos temas do grupo “Geologia Geral” encontram-se na Tabela 1 e as somatórias dos temas do grupo “Geologia Aplicada” encontram-se na Tabela 2. Os gráficos estão divididos conforme a apresentação das disciplinas de cada curso.

O Gráfico 4 apresenta a relação entre os grupos de temas para os 15 cursos onde há 1 disciplina de Geologia. O Gráfico 5 apresenta essa relação entre os grupos de temas para os 3 cursos que oferecem 2 disciplinas de Geologia. Finalmente, o Gráfico 6 mostra a relação entre os grupos de temas para os 8 cursos que oferecem apenas disciplinas geotécnicas. Cursos estes que não possuem disciplinas geológicas.

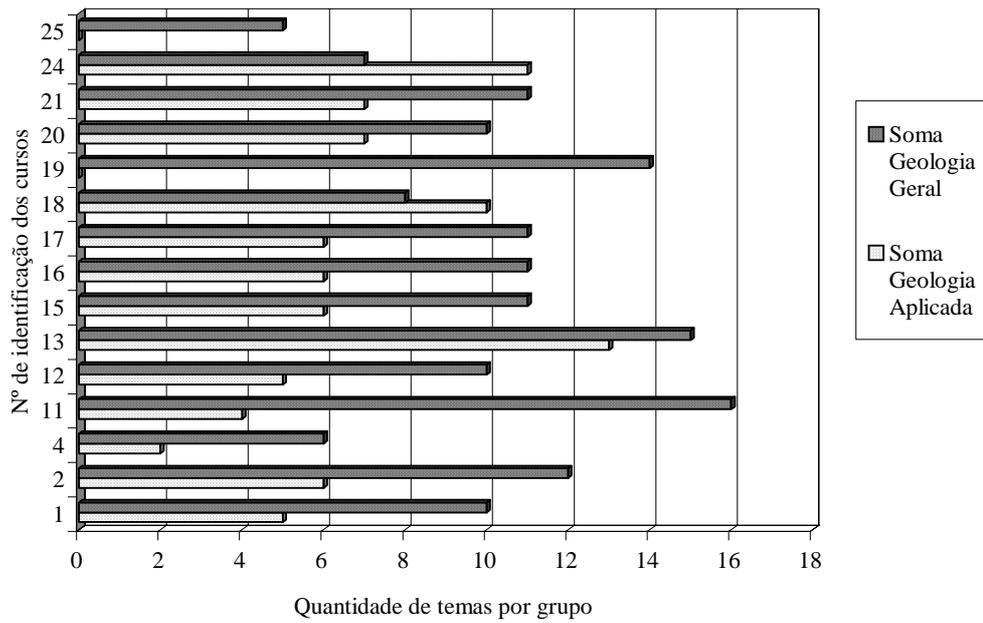


Gráfico 4: Somatória de temas dos grupos “Geologia Geral” e “Geologia Aplicada” em cursos com 1 disciplina geológica.

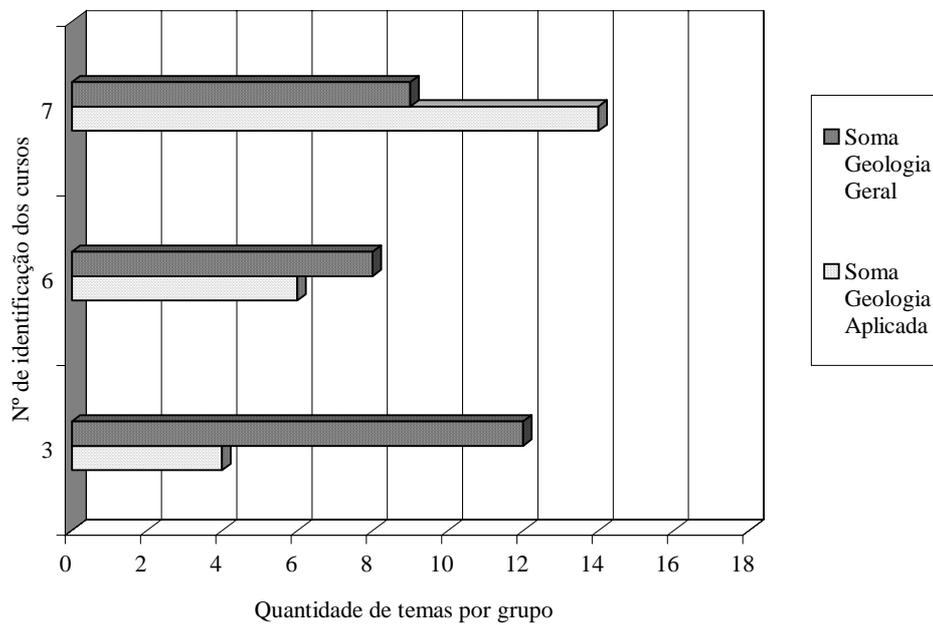


Gráfico 5: Somatória de temas dos grupos “Geologia Geral” e “Geologia Aplicada” em cursos com 2 disciplinas geológicas.

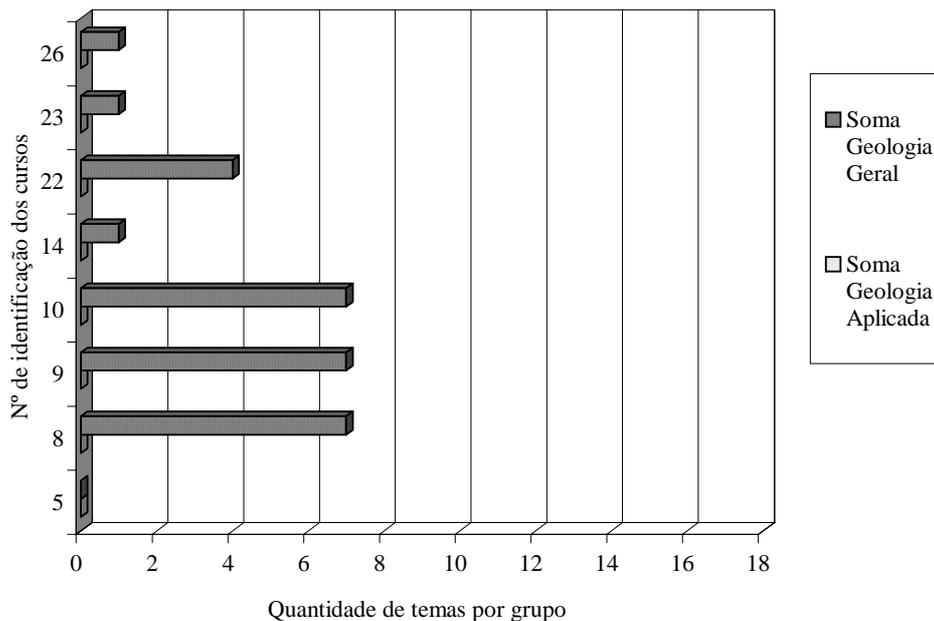


Gráfico 6: Somatória de temas dos grupos “Geologia Geral” e “Geologia Aplicada” em cursos com nenhuma disciplina geológica (disciplinas geotécnicas).

A observação evidente é de que nos cursos onde não há disciplina específica de Geologia (Gráfico 6) os temas geológicos são escassos, ou não existem. Ainda, quando existentes, são somente temas do grupo “Geologia Geral”, temas do grupo “Geologia Aplicada” inexistem nos referidos cursos.

Entre as relações entre grupos de temas dos cursos que possuem 1 e os de que possuem 2 disciplinas, não há evidências observadas, podendo ser tratados conjuntamente. Observa-se, portanto, que apenas 3, dos 18 cursos (15 com 1 disciplina e 3 com 2 disciplinas), trabalham com maior número de temas do grupo “Geologia Aplicada” que do grupo “Geologia Geral”, comprovando a maior preocupação com temas básicos de Geologia, como anteriormente observado. E, em 2 cursos nenhum tema do grupo “Geologia Aplicada” é trabalhado, apenas do grupo “Geologia Geral”.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a necessidade do estudante de Engenharia Civil adquirir conhecimento a respeito da Natureza e o entendimento de que a Geologia fornece parte importante deste conhecimento, chama a atenção que dos 26 cursos analisados, 8 não possuam disciplina de Geologia e que os temas geológicos encontrados em disciplinas geotécnicas nestes cursos são escassos ou mesmo inexistentes.

Dentre os 18 cursos que possuem disciplina específica de Geologia, a maior frequência de temas do grupo “Geologia Geral”, que do grupo “Geologia Aplicada”, sugere uma maior preocupação com temas básicos de Geologia, os quais fornecem conteúdo para o conhecimento a respeito da Natureza. Porém, não tratar de temas de Geologia de Engenharia pode suprimir importante contribuição a respeito do estudo dos impactos ambientais causados por obras civis e a respeito do estudo dos problemas encontrados quando da execução destas obras, causados por processos naturais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MEC/CNE/CES. **Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia**. Parecer CNE/CES 1.362/2001, publicado no Diário Oficial da União de 25/02/2002.

PASCHOALE, Conrado. **Geologia e Engenharia**. Campinas: Simpósio Especialização em Ensino de Geociências no 3º Grau – UNICAMP, 1988.

***Abstract:** The preoccupation about the human interventions over the nature emphasizes Engineering practice nowadays since its action impacts on environment calling the society's attention in an immediately way. In addition, we have to concern the interference of natural process on engineering works, on its planning and execution phases. These facts announces the necessary nature acquaintance required to the education of that kind of professional. Considering physical terms, Geology is the discipline that offers the right contents due to that knowledge. This research analyzes the geological topics included at Engineering Graduation Courses offered at the present time in universities from São Paulo State. First of all, this article introduces a panorama of the different elements that are apprehended by the students through program contents and analyses the frequency of the geological themes included in these courses. Then, proposes a crosschecking connecting, in a quantitative way, to each course, the geological themes separated in two groups: General and Applied Geology. That research gives us a point of view of the value admitted to Geology in the graduation courses analyzed.*

Key-words: Engineering teaching, Program contents, Geology teaching