

## **O ENSINO DA ENGENHARIA DE MINAS NO BRASIL: UM DIAGNÓSTICO DOS CURSOS DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE MINAS COM FOCO NAS DISCIPLINAS DA ÁREA DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS**

**SANCHES, J.G.<sup>1</sup>, BERGERMAN, M.G.<sup>2</sup>, DEL ROVERI, C.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Universidade de São Paulo (USP), Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo da Escola Politécnica. email: julia.sanches@usp.br

<sup>2</sup> Universidade de São Paulo (USP), Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo da Escola Politécnica. email: mbergerman@usp.br

<sup>3</sup> Universidade Federal de Alfenas – Campos avançado de Poços de Caldas.  
carolina.roveri@unifal-mg.edu.br

### **RESUMO**

O curso de Engenharia de Minas ainda é pouco conhecido e divulgado nacionalmente, mas sofreu uma expansão, juntamente com todo o ensino superior no país, por volta de 2005. Esse crescimento foi o material de estudos inicial dessa pesquisa. Foi feito um levantamento a partir de informações disponíveis nos sites do MEC e INEP e das universidades, mostrando uma grande disparidade quanto à distribuição geográfica dos cursos, perfil dos docentes e estrutura curricular. Essas grades curriculares foram separadas por área, ou seja, em ensino básico, profissionalizante e específico, que por sua vez, foi dividido em Geologia, Lavra e Tratamento de Minérios a fim de comparar a área de Tratamento entre as universidades brasileiras. Analisou-se a porcentagem de horas-aula dedicadas para tratamento de minérios comparado com o conteúdo total e também na área específica. Os resultados indicam que existem grande diferença nas cargas horárias e conteúdos deste conjunto de disciplinas nos diferentes cursos do país, principalmente entre as universidades públicas e privadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação, Grade Horária, Tratamento de Minério, Engenharia de Minas, Comparativo.

### **ABSTRACT**

The Mining Engineering Undergraduate Course is little known and disseminated nationally yet, but it has expanded along with the higher education as a whole in the country around 2005. This growth was the main raw material of this research. A survey was made based on information available on the MEC, INEP and universities websites. Posteriorly, a analysis was made about the curricular grids of some courses, both brazilians and the world's leading mineral producers countries. These specifics curricular grids were divided in mineral research, prospection and ore treatment. The number of classes dedicated to ore treatment was analyzed and it was compared to the total. The data show a great disparity of this content between the particular and the public brazilian universities and between the brazilian's and universities around the world, considering that in most researcher countries, the ore treatment area is made by Metallurgical ou Chemical Engineering.

**KEYWORDS:** Education, Curricular Grids, Class Schedule, Ore Treatment, Mining Engineering, Comparative.

## **1. INTRODUÇÃO**

A Engenharia de Minas é um curso de graduação pouco conhecido em todo o Brasil. Até o ano de 2004, havia apenas sete instituições que possuíam o bacharelado em Engenharia de Minas no país (INEP, 2005, 2007). Com a criação do Programa Universidade para Todos (Lei nº 11.096, de 13 de janeiro de 2005), aliado ao aumento da produção mineral na primeira década dos anos 2000, cresceu o número de Instituições de Ensino Superior que oferecem o curso.

Atualmente, a mineração é responsável de três a cinco por cento do PIB no Brasil. Porém, o setor carece de estudos detalhados que avaliem como tem sido feita a expansão dos cursos em Engenharia de Minas. Com isso, decidiu-se por analisar as grades curriculares das universidades brasileiras com foco nas disciplinas de Tratamento de Minério. A pesquisa foi realizada em parceria com o Grupo de Pesquisa em Recursos Minerais da Universidade Federal de Alfenas (Unifal-MG).

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Inicialmente foram coletados os nomes das instituições que possuíam o curso de Engenharia de Minas, suas respectivas cargas e grades horárias, a quantidade de vagas, seu ano de fundação, o projeto pedagógico e o corpo docente. Para as universidades do Brasil, alguns dados foram retirados do site do e-Mec, outros dos respectivos sites das universidades e para as principais do mundo, somente nos *websites* das instituições.

As grades curriculares disponíveis tanto das universidades nacionais quanto das internacionais foram divididas em áreas duas vezes: primeiramente em ensino básico, ensino profissionalizante e ensino específico e posteriormente todas as matérias de ensino específico foram separadas em geologia, lavra e tratamento de minério para que pudesse haver uma análise sobre as disciplinas do Tratamento de Minério.

Essa divisão foi feita de forma que as disciplinas básicas são Cálculo, Física, Álgebra, Computação, entre outras. As disciplinas profissionalizantes são àquelas ligadas a Economia, Administração, Ética e todas as que estão ligadas à formação do Engenheiro no geral.

Como a divisão específica teve uma segunda análise, tem-se que as disciplinas consideradas de Geologia são as que têm foco em Pesquisa Mineral como, por exemplo, Processos Formadores de Depósitos Minerais, Geoestatística e Mineralogia e Petrologia. Na Lavra, considerou-se disciplinas como Mecânica de Rochas e Métodos de Lavra Subterrânea e a Céu Aberto. Para o foco do trabalho, o Tratamento de Minério conta com matérias de Cominuição e Classificação, Flotação e Métodos de Separação. Por fim, os conteúdos que não se encaixam em nenhuma divisão (como Trabalhos de Conclusão de Curso e Estágios Supervisionados) ou em mais de uma das três citadas anteriormente (por exemplo, Economia Mineral, Saúde Ocupacional e Caracterização dos Materiais), foram compiladas como “Outros”.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

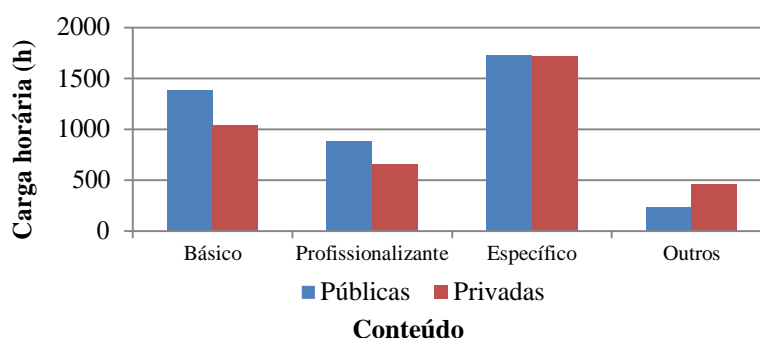
Para o âmbito nacional, foram compilados da base de dados do e-Mec os seguintes dados: carga horária, data de fundação do curso e o número de vagas.

Usando as grades curriculares e os projetos pedagógicos das universidades brasileiras, foram divididas as grades em ensino Básico, Profissionalizante e Específico como mostra a tabela 1, e posteriormente os resultados dos números médios das universidades foram colocados em um gráfico, como mostra a figura 1, para uma melhor visualização dos resultados.

**Tabela 1 - Informações sobre a carga horária de cada componente curricular.**

	<b>Básico</b>	<b>Profissionalizante</b>	<b>Específico</b>	<b>Outros</b>	<b>Total</b>
<b>USP</b>	1020	840	2025	540	4425
<b>UNIFESSPA</b>	1309	1197	1785	354	4135
<b>UFG</b>	1536	432	1968	228	4164
<b>UFPE</b>	1080	705	2060	180	4025
<b>UFBA</b>	1394	986	1815	272	4467
<b>UNIBH</b>	1160	880	1811	712	4563
<b>CEFET-MG</b>	1082	601	1792	65	3540
<b>CETEP</b>	960	390	1852	30	3232
<b>FINOM</b>	945	795	1620	315	3675
<b>UEMG</b>	1322	1000	1680	240	4242
<b>UNIFAL</b>	2034	1124	2000	36	5194
<b>UFOP</b>	1455	1395	1855	640	4065
<b>IFES</b>	1843	893	1460	100	4296
<b>UFRGS</b>	1185	945	1077	200	3407
<b>Média</b>	1289	822	1710	245	4065
<b>Porcentagem</b>	32	20	42	6	100

Fonte: Elaboração Própria



**Figura 1 – Gráfico comparativo das Universidades brasileiras**  
Fonte: Elaboração própria, dados dos sites das universidades.

A maior parte das horas totais dos cursos no geral é da parte específica representando em média 42% das horas totais. Os dados se alteram ligeiramente quando essas divisões são comparadas entre universidades públicas e privadas. O ensino público tem uma média 400h a mais de ensino básico e 300h a mais de ensino profissionalizante que as instituições particulares.

Como para o ensino específico as universidades se equiparam bem em carga horária, decidiu-se por analisar uma segunda divisão, a do ensino específico em Geologia, Lavra e Tratamento de Minério. Ela está presente nas Tabelas 2 com os dados encontrados nos sites das universidades.

**Tabela 2 – Divisão do ensino específico**

	<b>Geologia</b>	<b>Lavra</b>	<b>Tratamento</b>	<b>Outros</b>	<b>Total</b>
<b>USP</b>	375	435	345	870	2025
<b>UNIFESSPA</b>	561	425	357	442	1785
<b>CEULP</b>	646	510	272	540	1968
<b>UFG</b>	450	690	220	700	2060
<b>UFPE</b>	555	420	270	570	1815
<b>UFBA</b>	612	272	349	578	1811
<b>UNIBH</b>	640	440	312	400	1792
<b>CEFET-MG</b>	425	480	275	672	1852
<b>CETEP</b>	540	270	300	510	1620
<b>FINOM</b>	360	240	120	960	1680
<b>FKBH</b>	440	320	320	920	2000
<b>UNIPAC Lafaiete</b>	340	320	140	700	1500
<b>FIP MOC</b>	535	421	264	240	1460
<b>UEMG</b>	397	320	177	183	1077
<b>UNIFAL</b>	400	570	180	182	1332
<b>UFOP</b>	400	330	360	765	1855
<b>FASATC</b>	480	240	240	630	1590
<b>IFES</b>	520	285	315	529	1649
<b>UFRGS</b>	1110	840	420	470	2840
<b>Média</b>	<b>490</b>	<b>414</b>	<b>271</b>	<b>563</b>	<b>1737</b>
<b>Porcentagem</b>	<b>28</b>	<b>24</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	

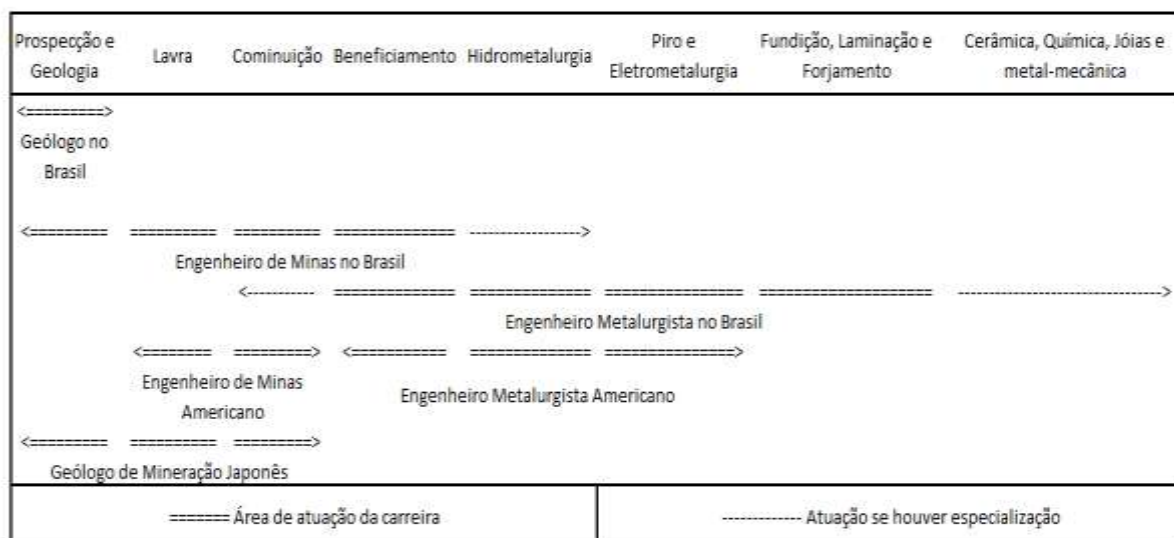
Fonte: Elaboração própria, dados dos websites das universidades.

**Tabela 3 – Divisão do ensino específico das universidades internacionais**

	<b>Geologia</b>	<b>Lavra</b>	<b>Tratamento</b>	<b>Outros</b>
<b>África do Sul</b>				
University of Pretoria	322	457	60	307
<b>Austrália</b>				
University of Adelaide	600	1200	120	600
University of New South Wales	480	1080	0	360
University of Queensland	720	1140	0	240
University of Wollongong	360	840	120	360
Western Australian School of Mines	352	615	105	120
<b>EUA</b>				
Colorado School of Mines	210	390	45	285
New Mexico Institute of Mining and Technology	345	300	0	60
Pennsylvania State University	270	345	0	180
South Dakota School of Mines and Technology	195	360	0	330
University of Alaska Fairbanks	225	450	0	165
University of Arizona	210	465	0	165
<b>Canadá</b>				
École Polytechnique de Montréal	195	420	0	375
McGill University	180	630	0	300
The University of British Columbia	105	420	90	270
Université Laval	180	420	105	180
<b>Chile</b>				
Universidad de Atacama	660	1320	30	570
Universidad de Chile	450	1290	150	990
<b>Média Total</b>	<b>337</b>	<b>658</b>	<b>63</b>	<b>325</b>
<b>Porcentagem</b>	<b>24</b>	<b>48</b>	<b>5</b>	<b>24</b>

Fonte: Elaboração própria, dados dos websites

Apenas como comparativo, a tabela 3 traz os números da divisão da área específica para instituições de alguns dos principais países produtores minerais do mundo (África do Sul, Austrália, EUA, Canadá e Chile). Pode-se observar, então, que a área de atuação da Engenharia de Minas se altera de acordo com o país. Na maioria das instituições dos países pesquisados, não há nenhuma matéria de Tratamento de Minérios na grade curricular, ou seja, não entra no leque de atuação da mineração e sim em Engenharia Metalúrgica e Engenharia Química. Devido a isso, a carga horária de Lavra, por exemplo, aumenta de uma média de aproximadamente 401 h no Brasil para 658 h nos outros países para o curso todo. Na Figura 2, o Chaves (1995) mostra graficamente as áreas de atuações de Geólogos, Engenheiros de Minas e Engenheiros Metalurgistas em três países diferentes, ou seja, Brasil, Estados Unidos e Japão.

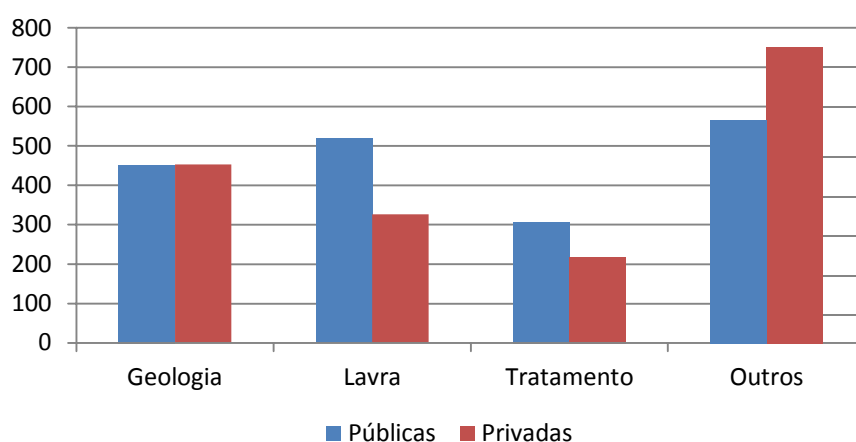


**Figura 2 – Gráfico demonstrativo sobre a área de atuação dos profissionais de mineração.**  
**Fonte: Chaves, 1995.**

Avaliando-se os dados ilustrados na Figura 2, Chaves (1995) afirma que: “Em suma, o escopo de trabalho para um Engenheiro de Minas é muito amplo no Brasil. Isto é entendido como uma consequência de definições legais, bem como das condições de trabalho em áreas remotas.”.

Em relação às matérias específicas no Brasil, o tratamento é responsável por 14% da carga horária total, enquanto que nos outros países analisados é de apenas 5%. Nos Estados Unidos, por exemplo, das universidades que têm a grade horária disponível em seus sites, apenas uma continha matérias de beneficiamento de minérios, a Colorado School of Mines.

Em seguida, foi feita uma análise mais detalhada nas universidades nacionais. A figura 3 mostra a diferença entre as instituições públicas e privadas.

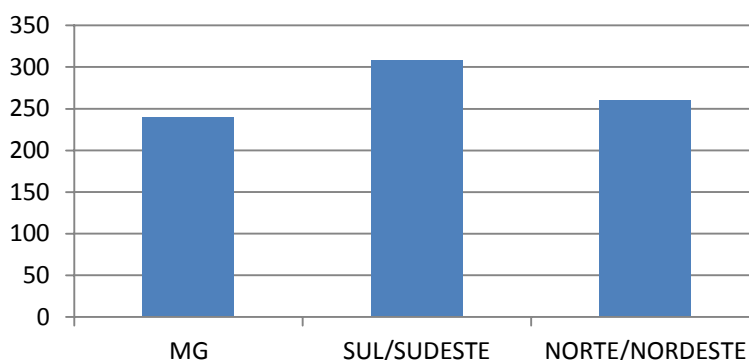


**Figura 3 – Gráfico da quantidade de horas das matérias específicas por universidades públicas e privadas.**

**Fonte: Elaboração própria com dados das universidades.**

Pode-se observar pela análise da Figura 3 que na parte da Geologia as médias quase se igualam em quantidade de horas, porém para Lavra e Tratamento de Minério há uma diferença grande. As instituições privadas só se sobrepõem às públicas em matérias específicas que se encaixaram na divisão “Outros”.

A Figura 4 mostra os números médios do Tratamento de Minérios por regiões.



**Figura 4 – Média de horas de matérias de Tratamento de Minérios por regiões, com exceção de Minas Gerais.**

**Fonte: Elaboração própria com dados das grades curriculares dos cursos.**

Minas Gerais, por ser o maior produtor mineral do Brasil e onde está presente a maior quantidade de cursos de Engenharia de Minas, foi separado dos outros estados do Sul e Sudeste, ou seja, nos números do Sul e Sudeste, Minas Gerais não está inclusa. O Centro-Oeste não foi calculado porque as grades curriculares dos dois cursos da região não estavam disponíveis quando os dados foram colhidos. Vê-se, portanto, que o Sul e o Sudeste, em média, têm mais horas em matérias de Tratamento de Minérios, seguidos pelo Norte e Nordeste.

#### 4. CONCLUSÕES

Em relação a algumas universidades dos países que são principais produtores minerais do mundo, pode-se ver como a área de atuação do profissional pode influenciar na grade horária. Com a divisão das disciplinas em áreas, nota-se que os Estados Unidos, Austrália e Canadá, por exemplo, têm uma média de horas muito maior em lavra do que o Brasil e quase não ministram matérias de Tratamento de Minérios. Isso se deve ao fato de que nesses países o tratamento de não é competência do Engenheiro de Minas.

No Brasil, vê-se a diferença das grades entre universidades públicas e privadas, sendo as públicas que contêm a maior quantidade de horas em disciplinas de Tratamento de Minérios. Além disso, esses números se alteram também quando se diz respeito à região dos cursos. Sul e Sudeste, com exceção do estado de Minas Gerais, maior produtor mineral do Brasil, contam com os cursos que mais têm conteúdo em tratamento de minérios.

## **5. REFERÊNCIAS**

CHAVES, A. P.; The Profile of the Brazilian Mining Professionals. Série qualidade e Produtividade v.7. p.4-8. Rio de Janeiro, 1995.

INEP, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais [homepage on the internet]. Sinopses do ensino superior. [cited 2015 Dec 22] Available from: <http://portal.inep.gov.br/superior-censosuperior-sinopse>

MAGALHAES, A. O. B. F. (Org.) ; ROVERI, C. (Org.) ; HORTA, D. G. (Org.) ; NAVARRO, F. C. (Org.) ; RUSILO, L. C. (Org.) ; BERGERMAN, MAURÍCIO GUIMARÃES (Org.) ; RODRIGUEZ, R. P. (Org.) ; MAGALHAES FILHO, T. (Org.) . Anais do I Workshop de Educação em Engenharia de /minas: rumos da Engenharia de Minas no Brasil. 1. ed. São Paulo: Fishers, 2015. v. 1. 35p .