

A PÓS-GRADUAÇÃO E A FORMAÇÃO DE PESQUISADORES EM  
METALURGIA NA UFSCAR<sup>(1)</sup>

JOSÉ ROBERTO G. DA SILVA<sup>(2)</sup>

JOSÉ DE ANCHIETA RODRIGUES<sup>(3)</sup>

R E S U M O

Este trabalho apresenta informações sobre a área de concentração de Metalurgia do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais da UFSCar, com análise de limitações de seu desempenho, e de comentários sobre a avaliação global de programas de pós-graduação.

- 
- (1) Apresentado no Seminário da COENS-ABM sobre "Pós-Graduação e Formação de Pesquisadores em Metalurgia no Brasil", 25 e 26 de julho de 1988, sede da ABM, São Paulo(SP).
  - (2) Membro da ABM e da COENS, Professor Adjunto do Departamento de Engenharia de Materiais (DEMa) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Via Washington Luiz km 235, CEP 13.560 São Carlos(SP), Caixa Postal 676, Tel. (0162) 72-7404
  - (3) Membro da ABM, Professor Adjunto do DEMA/UFSCar

## 1 - INTRODUÇÃO

A Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, teve seu início de funcionamento em 1970, quando teve também início o curso de graduação em Engenharia de Materiais, com as modalidades Materiais Metálicos, Materiais Cerâmicos e Materiais Poliméricos. Este curso já formou 511 Engenheiros até 1987 dentro de uma proposta de formação interdisciplinar de um profissional dirigido para o parque industrial brasileiro.

Dentro dessa mesma proposta foram criados grupos de pesquisa no Departamento de Engenharia de Materiais visando a pesquisa, o desenvolvimento e a aplicação de materiais de alto desempenho que hoje desenrolam um papel muito importante nas transformações que estão nos levando a um novo ciclo tecnológico.

Assim, em 1979 foi implantado então o Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Materiais com o curso de Mestrado em Engenharia de Materiais, representando uma etapa de consolidação da estrutura de ensino de graduação; e em 1987 foi implantado o curso de Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais. O curso de Mestrado foi credenciado pelo CFE em 1985 e o de Doutorado foi pré-credenciado pela CAPES recentemente para receber auxílios de agências federais tais como: FINEP, CNPq e a própria CAPES.

A Ciência e Engenharia de Materiais (CEM) é entendida como sendo a área do saber ligado à geração e aplicação do conhe-

cimento que relaciona a composição, o processamento e a estrutura dos materiais com suas propriedades e usos [1].

É portanto o objetivo do curso de Mestrado, segundo o Regimento Interno do atual PPG-CEM, possibilitar condições ao aluno de desenvolver estudos de natureza científica e tecnológica para o domínio dos instrumentos conceituais e metodológicos da área de Engenharia de Materiais, qualificando-o para a docência, a pesquisa e para o exercício profissional especializado.

Por outro lado, o curso de Doutorado visa formar cientistas de alto nível com capacidade de solução de problemas de fronteira do conhecimento da área de Ciência e Engenharia de Materiais, resultante de investigação que propicie uma contribuição original nessa área.

Atualmente está sendo criado um curso de pós-graduação "latu-sensu", a nível de Especialização, em Ciência e Engenharia de Materiais ligado ao PPG-CEM, com duração de 360 horas, sem algumas das exigências da pós-graduação "strictu-sensu" (defesa de dissertação, exame de qualificação, ter um orientador, etc) sem currículo mínimo, dirigido a profissionais de empresas; conferindo um certificado de Especialista.

O curso de Mestrado já formou, até meados de 1988, 34 Mestres assim distribuídos:

Metalurgia: 14 (41,0%)

Polímeros: 09 (26,5%)

Cerâmica: 11 (32,5%)

Dos 14 Mestres formados na área de concentração Metalurgia, 07 foram contratados ou continuaram contratados em Universidades, 6 foram para indústrias de transformação dos estados das regiões sudestes e sul, e 1 sem informação. Desses 14 Mestres, 1 já se doutorou, outros 4 estão matriculados em cursos

de doutorado e 9 não continuaram a pós-graduação.

O curso de Doutorado deverá formar o primeiro Doutor a partir de 1989. Atualmente o curso de Mestrado tem 83 alunos matriculados, dos quais 27 na área de concentração Metalurgia; e o de Doutorado tem 7 alunos, dos quais 2 são da área de concentração Metalurgia.

A duração média de formação dos 34 Mestres já formados está em torno de 43 meses.

## 2 - ESTRUTURA DOS CURSOS "STRICTU-SENSU"

O atual Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais (PPG-CEM) oferece os cursos de Mestrado em Engenharia de Materiais e de Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais com as mesmas áreas de concentração de Cerâmica, Metalurgia e Polímeros coordenado por uma Comissão (CPG) composta de 3 docentes e 2 alunos, sujeita a uma Câmara de Pós-Graduação e Pesquisa (CaPG), do Conselho de Ensino e Pesquisa (CEPE).

### 2.1- EXIGÊNCIAS REGIMENTAIS

O Regimento Geral da Pós-Graduação da UFSCar requer o cumprimento de 120 créditos para o Mestrado, com 60 créditos referentes a disciplinas convencionais e os outros 60 créditos referentes à atividade de pesquisa da dissertação, além de outras exigências regimentais tais como um exame de idioma estrangeiro, um exame de qualificação, apresentar um seminário aberto

sobre o tema de sua dissertação, e cumprir a disciplina Estudos de Problemas Brasileiros. Para o curso de Doutorado o Regimento Geral da Pós-Graduação da UFSCar requer o cumprimento de 200 créditos, com 90 créditos em disciplinas convencionais (dos quais 60 são comuns ao curso de Mestrado) e os outros 110 créditos são referentes à atividade de pesquisa da tese, além de outras exigências regimentais tais como: dois exames de idiomas estrangeiro, um exame de qualificação, cumprir a disciplina Estudos de Problemas Brasileiros, apresentar um seminário aberto sobre o tema de sua tese.

A seleção de candidatos é feita mediante um exame, uma entrevista, análise de currículo vitae, de histórico escolar e de cartas de recomendação. Pretende-se criar um curso de nivelamento a ser oferecido antes da seleção dos candidatos ao curso de Mestrado que não tenham formação em materiais em seus cursos de graduação.

## 2.2- CURRÍCULOS

Os cursos de Mestrado e de Doutorado têm as seguintes disciplinas convencionais com o caráter de obrigatórias gerais:

### a) Mestrado

- Ciência de Materiais (10 créditos, teórica)
- Técnicas Experimentais em Engenharia de Materiais (10 créditos, experimental)

## b) Doutorado

- Ambas as disciplinas citadas para o Mestrado, mais
- Termodinâmica dos Sólidos (10 créditos, teórica)
- Cristalografia e Difração de Raios-X (10 créditos, teórica)

Outras exigências feitas para o cumprimento de créditos referentes às atividades de dissertação ou de tese, na forma de "disciplinas" não convencionais são:

## a) Mestrado

- Pesquisa e Dissertação A (10 créditos, prática)
- Pesquisa e Dissertação B (10 créditos, prática)
- Dissertação de Mestrado (exame propriamente dito) (40 créditos)

## b) Doutorado

- Pesquisa e Tese (30 créditos, prática)
- Tese de Doutorado (defesa propriamente dita) (90 créditos)

Na área de concentração Metalurgia devem ser cursadas as seguintes disciplinas: tanto para o Mestrado como para o Doutorado:

- Metalurgia Física (10 créditos, teoria)
- Processos de Transformações de Metais (10 créditos, teoria)

Para completar os 60 créditos em disciplinas convencionais do curso de Mestrado, deve-se cursar 20 créditos em disciplinas optativas gerais dentro de um elenco de disciplinas oferecidas mediante procura dos alunos e disponibilidade de docentes, conforme o catálogo do PPG-CEM [2]. Para completar os 90

créditos em disciplinas convencionais do curso de Doutorado, deve-se cursar 30 créditos em disciplinas optativas gerais, dos quais pode-se aproveitar os 20 créditos já cursados no curso de Mestrado.

### 2.3- ETAPAS PRINCIPAIS

A primeira matrícula do aluno nos cursos se faz após sua seleção já com a definição de qual é o seu orientador e o tema de dissertação ou tese.

Algumas etapas a serem cumpridas, que seguem a filosofia geral de orientação e acompanhamento do aluno, descrita por Christopherson et. alli [3]; são aqui apresentadas numa sequência não obrigatória, como segue:

#### 1º ANO

- Cumprir disciplinas convencionais com caráter de obrigatórias da área de concentração, e alguma disciplina optativa;
- Cumprir pelo menos a disciplina "Pesquisa e Dissertação A";
- Eventualmente já cumprir a disciplina EPB e exame(s) de idioma(s) estrangeiro(s).

#### 2º ANO

- Cumprir alguma disciplina convencional para completar os 60 ou 90 créditos requeridos para os cursos de Mestrado ou de Doutorado, respectivamente;
- Cumprir as disciplinas "Pesquisa e Dissertação B", ou "Pesquisa e Tese", submeter-se ao exame de qualificação, e apresentar o seminário obrigatório;

- Eventualmente submeter a exame a sua dissertação de mestrado e entregar a versão definitiva da mesma.

### 3º ANO

- Submeter a exame a sua dissertação de mestrado, e entregar a versão definitiva da mesma;

- Eventualmente submeter a tese de doutorado à defesa e entregar a versão definitiva da mesma.

### 4º ANO

- Submeter a tese de doutorado à defesa e entregar a versão definitiva da mesma.

## 2.4- DIMENSÃO DO PPG-CEM

O PPG-CEM conta atualmente com 35 docentes credenciados dos quais 15 estão ligados quase exclusivamente à área de concentração Metalurgia; entre os quais estão os seguintes docentes:

a) Lotados no Departamento de Engenharia de Materiais:

Hans-Jürgen Kestanbach, Ideonor Novaes da Conceição, Isa Maria M. Spinelli, José de Anchieta Rodrigues, José Roberto G. da Silva, Kazuyuki Akune, Levi de Oliveira Bueno, Maurizio Ferrante, Nelson Guedes de Alcântara, Oscar Balancin, Sebastião Elias Kuri, Tomaz T. Ishikawa e Walter José Botta Filho.

b) Outros: Carlos Ventura D'Alkaine (DQ-UFSCar), Paulo Roberto Mei (FEM-UNICAMP).

Docentes do Grupo de Metalurgia em formação de Doutorado e portanto ainda não credenciados junto ao PPG-CEM: Professores

José Angelo Gregolin e Vitor Luiz Sordi.

O corpo discente atual da área de concentração Metalurgia é o seguinte: 27 alunos matriculados no curso de Mestrado e 02 no curso de Doutorado; resultando uma relação média de aproximadamente 02 orientados por orientador.

As atuais linhas de pesquisa dessa área de concentração são: Metais e Ligas Refratárias, Gases em Metais, Aços ao Nióbio, Corrosão, Tecnologia da Soldagem, Fluência, Tenacidade à Fratura, Metalurgia do Pó, Superligas, Ligas Magnéticas, União Metal-Cerâmica e Transformações de Fase.

Dentre as 34 dissertações de mestrados já defendidas no PPG-CEM, 14 são da área de concentração Metalurgia, assim distribuídas cronologicamente:

|           |  |           |  |                      |
|-----------|--|-----------|--|----------------------|
| 1983 - 03 |  | 1985 - 03 |  | 1987 - 02            |
| 1984 - 02 |  | 1986 - 03 |  | 1988 - 01 (até maio) |

## 2.5- CONVÊNIOS ESPECIAIS:

O PPG-CEM da UFSCar vem sendo aberto ao estabelecimento de convênios especiais entre este e outros programas da região assim como entre este e Centros de Pesquisa de Empresas da área de materiais. Como melhores exemplos, vale a pena citar:

- Convênio UFSCar-USIMINAS: Convênio para "Formação de Recursos Humanos a Nível de Pós-Graduação e Treinamento de Pessoal, ambos em Engenharia de Materiais". Visa-se com isto levar para dentro do Centro de Pesquisa da USIMINAS, em Ipatinga, a oferta de disciplinas e a orientação das dissertações que possibilitem a formação de quadros de pesquisadores de alto nível naquele Cen-

tro. Desde 1985, iniciou-se com atividades no setor de refratários para a siderurgia com 04 alunos e a partir de 1987 se desenvolve especificamente dissertações na área de corrosão e transformações com mais 04 alunos. A experiência está sendo de grande riqueza para a UFSCar no sentido de poder orientar trabalhos com alto interesse aplicativo.

- Convênio UFSCar-AVEIRO: "Cooperação na Formação de Recursos Humanos e Desenvolvimento de Pesquisa", com a Universidade de Aveiro, em Portugal. A nível de pós-graduação possibilita programas "sandwich".

- Convênio UFSCar-CBMM: estabelece o financiamento de bolsas para temas que envolvam nióbio.

- Convênio UFSCar-UNICAMP: estabelece com a Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP, a co-orientação em ambos os Programas de Pós-Graduação.

- Convênio UFSCar-COSIPA: estabelece o financiamento de bolsas e de material para pesquisa. Ainda em trâmite.

## 2.6- SITUAÇÃO DE SÃO CARLOS

Desde 1984 a região de São Carlos tem contado com a ação da FPaqTC: Fundação Parque de Alta Tecnologia de São Carlos e do CEDIN: Centro de Desenvolvimento de Indústrias Nascentes, formando um polo nacional de alta tecnologia apoiado na UFSCar e no campus da USP, resultando na criação de várias micro-empresas que demandarão cada vez mais profissionais especializados, entre os Mestres; para as áreas de produção de ligas especiais, instrumentação, mecânica fina, etc.

3 - AVALIAÇÃO GERAL DE DESEMPENHO

O único mecanismo institucional até agora utilizado para a avaliação global de desempenho do curso de Mestrado do PPG-CEM tem sido o da CAPES, pelo qual esse curso recebeu os seguintes conceitos:

|          |  |          |  |                            |
|----------|--|----------|--|----------------------------|
| 1979 - B |  | 1981 - B |  | 1983 - B                   |
| 1980 - A |  | 1982 - B |  | 1984/1985 - A <sup>-</sup> |

Não há na UFSCar um mecanismo interno de avaliação global de desempenho dos seus cursos de pós-graduação "strictu-sensu".

O mecanismo utilizado pela CAPES é considerado satisfatório quanto a sua mecânica de operação, sem a eficácia necessária quanto aos seus efeitos (recursos insuficientes para a manutenção dos cursos bem classificados, incapacidade de resolver os problemas de limitações institucionais graves que afetam os cursos, redução dos prazos de conclusão, etc).

A avaliação da CAPES não distingue aqueles alunos bolsistas com dedicação integral ao curso e aqueles ainda funcionário de indústrias e que dividem seu tempo com o curso de mestrado e portanto com tempo médio de formação, em geral, maior.

O PPG-CEM utiliza meios próprios de avaliação de aspectos específicos tais como: a) qualidade de ensino; b) acompanhamento do aluno pelo orientador; c) desempenho mínimo semestral em disciplinas; d) participação de alunos em publicações; e) relatório das disciplinas Pesquisa e Dissertação A e B, e Pesquisa e Tese, etc.

#### 4 - LIMITAÇÕES E DIFICULDADES

Nos parece que nestes dois últimos anos, uma das grandes limitações para o desenvolvimento e mesmo para a produção dos vários Programas de Pós-Graduação tem sido a descontinuidade e a insuficiência dos recursos institucionais e de projetos alocados especificamente neste setor. Frente ao tamanho deste Programa, assim como frente a seriedade da avaliação global realizada pela CAPES e mesmo de suas exigências (por exemplo, de redução do tempo médio de formação), nos parece desproporcionalmente pequeno os recursos alocados pela própria CAPES, único órgão financiador diretamente comprometido com os cursos de Pós-Graduação. Excluindo-se as bolsas, os recursos para todas as alíneas, previsto para 1988 está em torno de Cz\$ 2.000.000,00 o que significaria um orçamento anual por docente do Programa de apenas Cz\$ 57.000,00. Este valor é nitidamente insuficiente para a condução de qualquer dissertação de mestrado ou tese de doutorado. Porém devemos lembrar que o Programa deve subexistir administrativamente o que já leva em grande parte o recurso mencionado.

Restam então ao(s) Programa(s) os recursos obtidos individualmente pelos docentes (muito variáveis, descontínuos e muitas vezes obtidos desarticuladamente) e os grandes projetos institucionais submetidos principalmente à FINEP, e que nestes últimos dois anos tem apresentado grande descontinuidade e sérias faltas de disponibilidades de recursos.

Existem uma série de fatores interrelacionados, no momento fora de controle e que compromete o desempenho dos programas de metalurgia. Por um lado, vemos que se formaram pós-graduados para atuarem como docentes e/ou pesquisadores nas Universidades e Centros de Pesquisa (o tradicionalmente observado

no Brasil) assim como nos setores avançados da indústria (papel este ainda incipente no Brasil). Por outro lado, a rede federal de ensino e os institutos isolados, sofrem os efeitos de decretos-lei que impedem a renovação e mesmo a expansão de seus quadros, inibindo assim as perspectivas de emprego dos pós-graduandos, o que se torna um fator de desestímulo e desistências. Urge portanto um programa integrado de renovação e expansão dos quadros de pessoal das universidades e institutos isolados.

Nos últimos anos tem-se percebido um aumento significativo de candidatos à Pós-Graduação advindos do próprio setor produtivo. Ou seja, a indústria está descobrindo as vantagens de se ter Engenheiros-Mestres (Engenheiros-Doutores ainda é muito raro). Porém parece que ainda os Programas de Pós-Graduação estão despreparados para receber este tipo de aluno, o qual não se desliga da empresa de origem e portanto exige um outro tratamento e distinta condução. Mesmo a CAPES não distingue estes "dois tipos" de alunos e as vezes se torna um tanto incoerente nas exigências de redução de tempo de formação. Os alunos "de indústria" exigem um cronograma diferente para não causar, o que se tem observado, um alto índice de desistências. Daí a importância, que justifica por si só a nossa opção pela criação do curso de especialização.

Um fato que se tem observado, e que nestes últimos anos tem se acentuado muito, é naqueles Programas mais ecléticos, nos quais existem a possibilidade de opção entre várias áreas a forte perda de competição entre a chamada área de metais ou metalurgia frente a outras tais como: cerâmicas, polímeros, eletrônica, informática e outras. Alias, esta perda de opção tem ocorrido já a nível de graduação, com forte opção sobre outras engenharias em

detrimento da metalurgia ou metais. Pelo menos, este problema, ficou constatado e aceito em evento recentemente promovido pela Escola de Engenharia da UFRJ, onde a maioria das Escolas de Metalurgia se reuniram para uma análise da área [5]. Muito embora se sinta o problema, não existe um diagnóstico claro do mesmo e portanto, falta uma estratégia para fazê-lo regredir. Talvez falte motivação a ser transmitida aos alunos, impacto, novidade. Quais são os materiais metálicos do futuro? O que a indústria metalúrgica brasileira necessita para os próximos 10 anos? São realmente os materiais cerâmicos e poliméricos mais importantes do que os metálicos? É preciso muito diálogo entre as várias Escolas e Programas de Pós-Graduação, e entre estes e a indústria para num trabalho conjunto reativar o espírito do metalurgista. Urgentemente a graduação em Metalurgia e Materiais, deve ser ativada por ser a fonte natural de candidatos a Pós-Graduação em Metalurgia.

Um outro aspecto, organizativo, que deve ser levado em consideração, é que em geral os cursos de Pós-Graduação não tem obtido o mesmo "status" na estrutura das universidades como acontece com os cursos de graduação. Para estes últimos, existe o vestibular, nos quais as universidades entram em duras lutas de marketing, existe o departamento de controle acadêmico, a colação de grau e a formatura. Nenhum destes eventos existem coordenadamente para os distintos cursos de pós-graduação de uma universidade. Cada programa pode ter um regimento interno distinto de outros. Note-se que mesmo para o MEC, a atividade docente na Pós-Graduação não é considerada como tal, desvalorizando assim o ensino de 4º grau.

5 - RECOMENDAÇÕES

- Recursos da CAPES, além das bolsas, mais significativos, frente as necessidades reais de apoio institucional aos Programa de Pós-Graduação.
- Criação de Pró-Reitoria de Pós-Graduação nas Universidade que ainda não a possuam.
- Criação nas Indústrias de médio e grande porte, de centros de Pesquisa e Desenvolvimento para absorção de Mestres e Doutores.
- Divulgação maciça da área de metalurgia (carreiras, oportunidades de emprego, etc) pela ABM para atingir o aluno no 2º grau, o vestibulando e o candidato à Pós-Graduação.
- Trabalho conjunto entre ABM e indústria na definição das exigências sobre o Engenheiro Pós-Graduado na indústria com ampla divulgação aos cursos de pós-graduação.
- Criação de programas especiais de especialização e aperfeiçoamento na área de pós-graduação em metalurgia, perfeitamente integrados com as necessidades regionais.
- Oferecimento de pacotes especiais de pós-graduação a grandes centros de pesquisas industriais com flexibilidade de atuação dos docentes "in loco".
- Divulgação pela ABM, através da revista Metalurgia, com secção específica, de dados e informações sobre a pós-graduação em metalurgia. (Por exemplo: secção de Ensino).
- Seminários bianuais da COENS sobre os programas de pós-graduação em Metalurgia, sempre integrados ao setor industrial.
- Viabilização da formação doutoral ou pós-doutoral no Brasil em áreas consolidadas como Metalurgia Física, Soldagem, etc.; cujos custos de financiamento são menores do que os dos programas estrangeiros.

9 - BIBLIOGRAFIA

- [1] SILVA, J.R.G. - "A Ciência em Engenharia de Materiais", Ci. e Cult., 38(1), 93-99, jan/1986.
- [2] CONCEIÇÃO, I.N.(Org.) - "Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais", catálogo nº 7, 26 págs., Gráfica da UFSCar, São Carlos, 1987.
- [3] CHRISTOPHERSON, D. et alli - "O Estudante de Pós-Graduação e sua Orientação: Uma Abordagem Para a Boa Prática da Orientação:", trad. de J.R.G.Silva, 18 pags., Gráfica da UFSCar, São Carlos, 1987.
- [4] HAGE JR., E.(Org.) - "Relatório do Departamento de Engenharia de Materiais em 1987", 155 pags., Gráfica da UFSCar, São Carlos, 1988.
- [5] Encontro sobre a Reforma do Currículo do Curso de Engenharia Metalúrgica, Escola de Engenharia, UFRJ, 05/11/87, Rio de Janeiro.

## A B S T R A C T

This paper brings informations concernning the concentrations area of Metallurgy of the Graduate Program in Materials Science and Engineering of UFSCar, with an analysis of the limitation to its performance, and comments about the global evaluation of graduate programs.