

SETOR DE METALURGIA BÁSICA

Segmento Fundição

Maria Ilca Lima

n.10



Brasília 2007

SETOR DE METALURGIA BÁSICA

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI

Presidente: Armando de Queiroz Monteiro Neto

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL – SENAI

Conselho Nacional

Presidente: Armando de Queiroz Monteiro Neto

SENAI - Departamento Nacional

Diretor-Geral: José Manuel de Aguiar Martins

Diretora de Operações: Regina Maria de Fátima Torres



*Confederação Nacional da Indústria
Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
Departamento Nacional*

SETOR DE METALURGIA BÁSICA: Segmento Fundição

Maria Ilca Lima



n.10

Brasília 2007



Modelo SENAI de Prospecção

Série Ocupações Emergentes

©2007. SENAI – Departamento Nacional

Qualquer parte desta obra poderá ser reproduzida, desde que citada a fonte.

SENAI/DN

Unidade de Tendências e Prospecção - UNITEP

Ficha Catalográfica

L732s

Lima, Maria Ilca.

Setor de metalurgia básica: segmento fundição / Maria Ilca Lima.

– Brasília: SENAI/DN, 2007.

p. 50 : il. ; (Série Ocupações Emergentes, 10)

ISBN 978-85-7519-207-8

1. Metalurgia 2. Fundição. Título II. Série.

CDU 669

SENAI

Serviço Nacional de
Aprendizagem Industrial
Departamento Nacional

Sede

Setor Bancário Norte
Quadra 1 – Bloco C
Edifício Roberto Simonsen
70040-903 – Brasília – DF
Tel.: (061) 3317-9802
Fax: (061) 3317-9685
<http://www.senai.br>

Lista de ilustrações

Gráfico 1 – Fundição por tipo de metal – China – 2003	21
Gráfico 2 – Volume de produção, em milhões de toneladas métricas, dos produtos de fundição de metais da China, Estados Unidos e Brasil – 1999 e 2003	25
Gráfico 3 – Manufatura anual do segmento de fundição de metais no Brasil, segundo os tipos de metais – 2003	26
Gráfico 4 – Investimentos em pesquisa, segundo os tipos de metal	31
Figura 1 – Percentuais de produção anual por tipo de metal fundido e mercados de consumo	23

Sumário

Apresentação	
1 Introdução	11
2 Metodologia e Considerações	13
3 Caracterização do Setor de Metalurgia Básica: Segmento Fundição	15
4 Tendências Tecnológicas	29
5 Impactos sobre a Estrutura Ocupacional	33
5.1 Considerações para o Brasil	34
6 Mudanças Ocupacionais	37
6.1 Ocupações Emergentes	37
6.2 Ocupações em Evolução	37
6.3 Ocupações Transversais	41
7 Considerações Finais	43
Referências	45
Glossário	47

Apresentação

Dando continuidade à divulgação da Série Ocupações Emergentes, atividade integrante do Modelo SENAI de Prospecção, temos a satisfação de disponibilizar o estudo sobre o setor de Metalurgia Básica: Segmento Fundição, cujo foco se concentra nas mudanças ocupacionais ocorridas no setor.

Este documento tem o objetivo de identificar mudanças ocupacionais no setor, com base em dados de outros países. Compreende a identificação de ocupações e das mudanças relacionadas a essas ocupações mediante comparação entre os dados dos países estudados, de suas classificações ocupacionais e da Classificação Brasileira de Ocupações (CBO).

Espera-se que ele possa ser um importante instrumento de informação sobre o mundo do trabalho para empresas, entidades representativas de empregadores e de trabalhadores, bem como para a tomada de decisões quanto à formulação de políticas de educação profissional e de mercado de trabalho.

José Manuel de Aguiar Martins
Diretor-Geral do SENAI

1 Introdução

Novas tecnologias, mudanças estruturais ou resultantes de regulamentações de mercados de trabalho vêm causando significativas transformações em estruturas ocupacionais. Esses fatores, que podem ocorrer individualmente ou em conjunto, contribuem para o surgimento de novas ocupações ou para mudanças no conteúdo do trabalho de ocupações existentes.

A introdução de novas tecnologias no trabalho demanda profissionais especializados em sua utilização e seu aprimoramento. O estabelecimento de novas leis para resolver conflitos ou proteger setores específicos demanda profissionais especializados na prática dessas regulamentações. Quando as atividades de trabalho de uma determinada ocupação são totalmente distintas das atividades codificadas na estrutura ocupacional vigente, uma nova ocupação é adicionada a essa estrutura. Essa nova ocupação é classificada como ocupação emergente.

Em outros casos, o conteúdo de trabalho de ocupações que fazem parte de uma estrutura ocupacional é modificado. A introdução de novos processos de fabricação para um determinado produto, por exemplo, compreende um novo conjunto de atividades. Esse conjunto de atividades, bem como os conhecimentos, as habilidades e as capacidades necessárias ao seu desempenho, passam a fazer parte das descrições de ocupações que são relacionadas à fabricação deste produto na estrutura ocupacional vigente. Ocupações cujo conteúdo do trabalho é modificado são classificadas como ocupações em evolução.

A identificação de ocupações emergentes e em evolução contribui, entre outros, para a atualização de classificações e guias ocupacionais, a identificação de conhecimentos, habilidades e capacidades para transições de carreiras e o desenvolvimento de cursos de formação profissional e de guias para orientação vocacional.

Este estudo compreende a identificação de ocupações emergentes e em evolução mediante análises de transformações que vêm contribuindo para mudanças no conteúdo de trabalho de ocupações. Ele é parte integrante do

“Modelo SENAI de Prospecção”, desenvolvido pela Unidade de Tendências e Prospecção (UNITEP) do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI-DN), que envolve a identificação de ocupações e funções que estão emergindo em países de referência dos setores industriais estudados pelo modelo.

Os resultados deste estudo envolvem novas tecnologias, técnicas de trabalho e outras características, bem como seus respectivos impactos na estrutura ocupacional do setor de metalurgia básica: segmento fundição. Essas tendências são iniciadas em países nos quais determinados setores e/ou segmentos industriais destacam-se em termos econômicos e tecnológicos, a partir de onde se difundem a outros países. Entender antecipadamente essas tendências e as respectivas transformações causadas sobre estruturas ocupacionais contribui para minimizar futuros impactos decorrentes de sua consolidação, tais como a falta de mão-de-obra especializada e a inexistência de ações imediatas para sua formação profissional.

Este documento está organizado em sete seções, além desta introdução. A segunda seção descreve a metodologia utilizada e algumas considerações sobre este estudo. A terceira seção contém uma caracterização geral do setor de Metalurgia Básica: segmento Fundição. Na quarta seção, descrevem-se as tendências organizacionais e tecnológicas deste setor industrial. A quinta seção analisa os impactos dessas tendências sobre a estrutura ocupacional deste setor. A sexta seção apresenta as ocupações emergentes e em evolução, bem como as ocupações transversais, quando existentes. A sétima seção apresenta uma conclusão geral deste estudo.

2 Metodologia e Considerações

O presente estudo foi desenvolvido a partir de prospecção e análise de fontes de dados secundários. Esses dados são resultantes de estudos setoriais gerais e/ou ocupacionais realizados no Brasil e em outros países. A metodologia de trabalho envolveu duas etapas. A primeira etapa compreendeu um levantamento bibliográfico para identificação de países nos quais o setor de metalurgia básica – segmento fundição – tem relevância econômica e tecnológica. Esse levantamento foi baseado em indicadores econômicos da *American Foundry Society*¹ e do 38º Censo Mundial de Empresas de Fundição de Metais², além das fontes mencionadas nas referências bibliográficas. Estes países são a China e os Estados Unidos.

A segunda etapa deste estudo compreendeu três fases. A primeira fase envolveu a identificação e o detalhamento de ocupações emergentes e/ou em evolução, quando encontradas, a partir deste levantamento bibliográfico. A segunda fase compreendeu uma comparação desses resultados com análises de trajetórias tecnológicas de trabalhos realizados no Brasil, para o segmento industrial estudado. A terceira fase envolveu um detalhamento das ocupações identificadas com seus respectivos conteúdos de trabalho. Em conjunto com este detalhamento, analisaram-se, a partir das fontes de dados secundárias estudadas, razões e/ou hipóteses para a classificação dessas ocupações em emergentes ou em evolução.

Como conceito de ocupações emergentes e em evolução, adotou-se a definição do *Bureau of Labor Statistics* (BLS) dos Estados Unidos da América. Ocupações emergentes compreendem um conjunto de atividades, conhecimentos, capacidades e habilidades totalmente novas. Por essa razão, podem não estar codificadas em estruturas ocupacionais. Quando encontradas nessas estruturas, são representadas por novos títulos.

¹ Stratecast, Inc., AFS Metalcasting Forecast & Trends 2004 American Foundry Society, Des Plaines, October 2003, pg. 32.

² “38th Census of World Casting Production – 2003,” *Modern Casting*, Dec. 2004, p. 25-27.

Ocupações em evolução são ocupações cujo conteúdo de trabalho envolve mudanças. Conhecimentos, habilidades, capacidades e atividades para o exercício dessas ocupações são significativamente diferentes dos originalmente codificados em estruturas ocupacionais vigentes. Essas ocupações são representadas por antigos títulos com novo conteúdo de trabalho.

Em alguns casos, ocupações emergentes de um setor ou segmento industrial podem desempenhar atividades em outros setores ou segmentos industriais. Isso ocorre quando transformações no trabalho que resultam, por exemplo, de novas regulamentações ou da introdução de novos processos de fabricação de produtos demandam a participação, neste setor ou segmento, de ocupações que fazem parte de outro setor industrial. Esse fenômeno é conhecido como transversalidade e as ocupações que dele fazem parte são denominadas ocupações transversais.

Este estudo concentra-se na identificação de ocupações emergentes e em evolução no segmento industrial de produtos da fundição de metais. Quando as transformações no trabalho são significativas em relação ao fenômeno da transversalidade, referenciam-se também as ocupações transversais que vêm atuando neste setor.

3 Caracterização do Setor de Metalurgia Básica: Segmento Fundição

O setor industrial de metalurgia básica de produtos da fundição de metais classifica-se na *International Standard Industrial Classification of All Economic Activities* (ISIC)³ sob os códigos 2731 e 2732 que correspondem, respectivamente, às atividades industriais de fundição de ferro e aço e fundição de metais não-ferrosos. Essas atividades envolvem a fabricação de uma grande variedade de produtos acabados ou semi-acabados, tais como componentes estruturais, esquadrias, partes e peças para ferramentas manuais, artefatos para uso doméstico, recipientes para transporte e armazenagem de gases e reservatórios para armazenamento e processamento de materiais sólidos, entre outros.

Este setor manufatura componentes para diversos setores industriais e de serviços, entre os quais a construção civil, os setores de transporte, aeroespacial e de serviços de saúde. Estima-se que cerca de 90% dos produtos industrializados contêm pelo menos um componente fabricado a partir da fundição de metais. Essa característica é devida a algumas vantagens da fundição sobre outros processos de conformação de metais, entre as quais:

- O estado líquido dos metais, que facilita a moldagem de componentes.
- A ausência de grandes restrições ao tamanho ou peso de partes ou componentes.
- A grande variedade de metais que podem ser submetidos à fundição.
- A facilidade de conformação de partes complexas, que podem ser manufaturadas como um único componente.

³ Ver Divisão Estatística da ONU (Organização das Nações Unidas – <http://unstats.un.org>).

O mercado mundial de produtos da fundição de metais é segmentado entre *commodities* e produtos especializados. As *commodities* são menos sofisticadas e podem ser produzidas por um grande número de empresas, porque não demandam tecnologias e mão-de-obra especializadas. Produtos especializados possuem um *design* mais complexo, demandam tecnologias de manufatura específicas e podem ser de natureza regulamentada por direitos de propriedade industrial. Esses produtos devem estar em conformidade com altos padrões de qualidade, que envolvem estritos graus de tolerâncias dimensionais e especificações de materiais. Como resultado, esses produtos demandam processos de manufatura mais sofisticados.

O segmento de fundição é dividido em metais ferrosos e metais não-ferrosos. A produção mundial de produtos de metais ferrosos supera a de produtos de metais não-ferrosos, porque os metais ferrosos são mais facilmente encontrados e apresentam certas características que favorecem a manufatura de produtos: são mais facilmente fundidos e altamente recicláveis.

A China e os Estados Unidos são líderes mundiais na manufatura de produtos fundidos de metais ferrosos⁴. A China ocupa o primeiro lugar, com quase 26% do mercado mundial. Em segundo lugar, encontram-se os Estados Unidos, que respondem por 16% do mercado desses produtos. O terceiro lugar é segmentado entre a Rússia e outros países do leste europeu.

Na manufatura de produtos da fundição de metais não-ferrosos, os Estados Unidos lideram a produção mundial com 26% do mercado. A China ocupa o segundo lugar, com 11%. O terceiro lugar é segmentado entre a Rússia e o Japão.

O segmento de fundição de metais apresenta grande diversidade em relação ao porte de empresas e ao volume de produção. Encontram-se, nestes países, desde pequenas empresas dedicadas à produção de quantidades reduzidas de produtos bastante especializados até estabelecimentos de grande porte dedicados à produção de grandes quantidades de produtos mais simples.

⁴Fonte: "38th Annual Census of World Casting Production–2003," Modern Casting, Dec. 2004.

Em geral, cada empresa possui equipamentos especializados conforme os tipos de metais, tamanhos de moldes e volumes de produção a que se dedicam. Grande parte dessas empresas classifica-se nas categorias de *job shops* ou de empresas dedicadas à produção sob encomendas. Os *job shops* fabricam produtos de curto ciclo de manufatura destinados a uma grande variedade de clientes. Essa categoria de empresas beneficia-se de reduções de custos resultantes da manutenção de grandes estoques e de mudanças constantes em linhas de produção. Isso contribui para que apresente maior flexibilidade de adequação a mudanças de mercado. Apesar dessas vantagens, muitos *job shops* não possuem os recursos necessários para investir em novos equipamentos, processos e tecnologias.

As empresas que se classificam como dedicadas à produção sob encomenda fazem parte de um grupo de empresas que utilizam produtos da fundição de metais como insumos para a manufatura de seus produtos. Devido a essa característica, causam impactos diretos na produção das empresas que atuam na fundição de metais. Isso contribui para que tenham acesso aos mesmos recursos financeiros dessas empresas e utilizem este benefício para atravessar períodos de baixa produção e investir em novos equipamentos, processos e tecnologias.

Além das categorias anteriores, as empresas que se dedicam à fundição de metais nos países analisados podem ser agrupadas em estabelecimentos que manufaturam grande variedade de produtos para uma pequena quantidade de clientes e em estabelecimentos que manufaturam pequena quantidade de produtos para uma grande variedade de clientes. Empresas com uma pequena base de clientes apresentam maior vulnerabilidade aos ciclos de declínio econômico do segmento de fundição de metais.

Os segmentos de fundição de metais dos países analisados apresentam outras características em comum. Essas características compreendem uma grande diversidade de processos de manufatura e uma uniformidade nas fases de produção. Entre os processos de fundição mais utilizados, encontram-se: fundição utilizando moldes de areia, cera perdida, moldes perdidos em espuma e moldes permanentes, fundição por centrifugação e outras variantes desses processos. As fases de produção envolvem: *design* do produto, ferramentaria, confecção do molde, fusão e vazamento do metal, retirada do molde, limpeza e rebarbação e processamento.

O *design* do produto é geralmente de responsabilidade do cliente. As empresas de fundição de metais podem prover assistência durante essa etapa. Essa assistência é baseada em conhecimentos práticos, tais como a conformidade de tipos de moldes com características do design e de metais. Algumas empresas utilizam *softwares* para simulações de fluxos de metais durante o vazamento em moldes e de processos de solidificação.

Durante a etapa de ferramentaria, o responsável pela confecção do molde projeta e constrói as ferramentas necessárias à sua produção. Nesta fase, é comum a utilização de aplicativos de *software* que simulam o fluxo de vazamento de metais em moldes. Vários modelos são confeccionados e testados antes da confecção do molde. A grande maioria das empresas de fundição de metais encarrega-se desta fase, que demanda significativos investimentos em capital e em mão-de-obra especializada.

A fase de confecção do molde é considerada uma etapa fundamental da fundição de metais. Nos países analisados, o grau de automação dessa fase é associado ao tamanho, à complexidade e ao número de moldes que devem ser produzidos. Nas empresas que manufaturam grandes volumes, essa fase é totalmente automatizada.

A fase de fusão e vazamento do metal é a principal etapa de produção das empresas de fundição de metais. Nos países analisados, os equipamentos utilizados e o grau de automação dessa fase dependem do volume de produção. Durante esta fase, ocorrem os refinamentos necessários à eliminação de contaminantes que podem contribuir para a oxidação dos metais. Quando a qualidade do produto final causa impactos diretos na produção de outras empresas, observa-se uma tendência de utilização de equipamentos que facilitam esses refinamentos.

Depois de solidificado, o produto é retirado do molde. Nessa etapa, observam-se vários métodos de limpeza ou retirada do molde, que dependem do tipo de molde utilizado. A crescente preocupação com a preservação do meio ambiente reforçou determinadas práticas, entre as quais a reciclagem, que é um processo regulamentado nos países estudados. Em função da reciclagem, observam-se cuidados especiais durante a retirada do molde, que permitem máximo reaproveitamento de materiais. Quando são utilizados moldes de

areia, por exemplo, busca-se otimizar sua coleta para posterior processamento e reutilização.

Durante a fase de limpeza e rebarbação, são removidas do produto final as rebarbas, a poeira e outros resíduos. Essa fase tem como resultado produtos não muito refinados, prontos para comercialização ou para novos processamentos. Quando grandes quantidades de um mesmo produto são manufaturadas, verifica-se uma tendência de automação dessa fase, que contribui para reduzir custos de mão-de-obra e aumentar a qualidade dos produtos.

Uma grande quantidade de produtos de metal fundido requer processamento posterior à fase de limpeza e rebarbação, que envolve, por exemplo, a perfuração de superfícies ou operações de acabamento. Em algumas empresas, essa etapa é parte de sua produção. Em outras, é terceirizada. A maior parte das empresas dos países analisados fornece produtos semi-acabados.

O ferro é o metal mais comumente utilizado nas empresas de fundição dos países estudados. Os custos de manufatura de produtos do ferro fundido são mais baixos porque este metal é mais facilmente fundido e vazado em moldes. Ao mesmo tempo, pode ser utilizado na conformação de uma grande variedade de produtos que não demandam a resistência e maleabilidade do aço.

As empresas dedicadas à fundição de ferro manufaturam produtos acabados e semi-acabados. Em geral, são utilizadas sucatas como insumo. O ferro é fundido em fornos de indução elétrica ou a arco, mas a grande maioria das empresas utiliza as tradicionais fornalhas a carvão de coque. O ferro fundido é refinado com a adição de ligas de metal e transferido para a área onde é realizado o processo de vazamento em moldes.

O alumínio e as diversas ligas deste metal são os metais não-ferrosos mais usados nas empresas de fundição dos países estudados. Por apresentarem alta resistência e baixo peso, esses metais são bastante utilizados na indústria de transportes. Especificamente nos setores de transporte aéreo e aeroespacial, o alumínio fundido é empregado na fabricação de motores e partes estruturais. No setor de veículos automotivos, a utilização do alumínio triplicou durante as últimas três décadas.

A seguir, apresenta-se uma visão geral das características do segmento de fundição para os países analisados para este estudo: China e Estados Unidos. Para facilitar a segunda fase deste estudo, apresenta-se também uma visão geral deste segmento no Brasil.

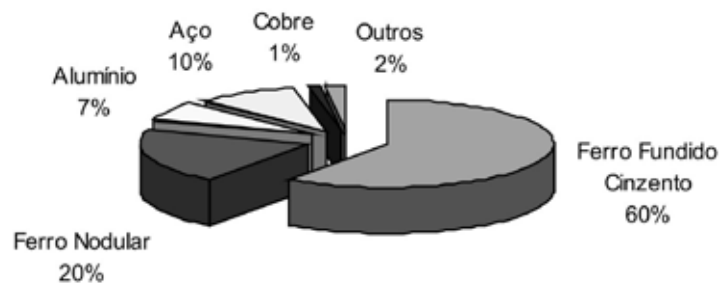
China

A China vem rapidamente ocupando uma posição mundial de destaque no segmento. Em 2004, a produção total do segmento de produtos de metal fundido desse país compreendeu 20 milhões de toneladas métricas e empregou perto de 1,2 milhão de trabalhadores. Entre os anos de 2001 e 2002, a manufatura de produtos de metais ferrosos nesse país aumentou em torno de 9%. Nesse mesmo período, verificou-se um declínio de 0,5% na manufatura de produtos de metais ferrosos nos Estados Unidos.

Quase 25 mil empresas fazem parte da indústria chinesa do segmento de fundição de metais. A desigualdade em termos de porte de empresas e de volume de produção neste setor é marcante. Perto de 20 mil do total de empresas são classificadas como de pequeno porte. A maioria da produção anual por peso, equivalendo a cerca de 70%, concentra-se em um número reduzido de empresas, que envolve mais ou menos 1.400 estabelecimentos.

A manufatura de produtos chineses da fundição de diversos tipos de metal apresenta, desde 1999, um crescimento de cerca de 50%. Empresas já estabelecidas no mercado são responsáveis por esse crescimento da produção, já que o número de novas empresas no setor durante o mesmo período é bastante reduzido.

A maioria dos produtos chineses da fundição de metais compreende produtos de baixo valor de mercado. Essa característica é verificada pela proporção de utilização de ferro nodular em relação ao ferro fundido cinzento. Em 2002, essa proporção correspondeu a 0,3 na China, 0,8 nos Estados Unidos e 1,2 no Japão. Além disso, a proporção de produtos chineses da fundição de alumínio, que são considerados de maior valor, foi, em 2003, de apenas 7% contra 16% dos Estados Unidos. O gráfico a seguir mostra os percentuais de manufatura anual do segmento de fundição de metais na China segundo os tipos de metais.

Gráfico 1 – Fundição por tipo de metal – China – 2003

Fonte: "38th Annual Census of World Casting Production–2003,"
Modern Casting, Dec. 2004.

A rápida expansão desse setor na China é resultante de dois principais fatores. O primeiro compreende o crescimento acelerado da manufatura industrial nesse país, em função de investimentos estrangeiros. O segundo envolve o aumento da demanda mundial de produtos deste setor.

Investimentos estrangeiros vêm contribuindo para a introdução de novas tecnologias e práticas de gestão nas empresas chinesas do segmento de fundição de metais. Verifica-se também que um número cada vez maior de parcerias com empresas de outros países vem consolidando-se como característica estrutural desse segmento. Outra característica envolve a privatização de empresas controladas pelo governo. Em alguns casos, essas empresas vêm sendo totalmente privatizadas. Em outros casos, observa-se também a formação de parcerias com empresas estrangeiras.

Atualmente, cerca de 50% da manufatura de produtos chineses de metais fundidos são fabricados por empresas estatais e os outros 50%, por empresas privadas. As empresas que atuam em parceria com empresas estrangeiras manufaturam produtos mais especializados e de metais com maior valor de mercado, tais como o alumínio. A produção dessas empresas destina-se ao setor automobilístico local ou à exportação. O restante das empresas manufatura produtos de metal fundido de baixa qualidade. Em geral, utilizam equipamentos

antigos e não empregam normas de preservação do meio ambiente. Apresentam baixa produtividade, baixo uso de tecnologias e elevado nível de consumo de energia.

As competências técnicas e de gestão da mão-de-obra empregada nas empresas de fundição de metal chinesas são inferiores aos padrões mundiais. Apenas uma pequena quantidade de empresas classifica-se entre as mais avançadas em nível mundial. Essas empresas possuem parcerias com empresas estrangeiras, manufaturam produtos de alta qualidade, empregam mão-de-obra qualificada e utilizam equipamentos, tecnologias e práticas de gestão avançadas.

Estados Unidos

Nos Estados Unidos, o segmento de produtos da fundição de metais compreende 2.700 empresas que empregam 167.044 trabalhadores⁵. Cerca de 80% dessas empresas empregam menos de 100 trabalhadores, 14% entre 100 e 250 e, um total inferior a 6%, mais de 250 trabalhadores.

O segmento de fundição de metais estadunidense é caracterizado por um alto grau de concentração da produção entre empresas de grande porte e por uma grande quantidade de estabelecimentos de pequeno porte. Os dez maiores estabelecimentos responderam por um total de 32% da produção no ano de 2003.

Desde 1999, verifica-se uma redução contínua do número de empresas da indústria estadunidense de produtos da fundição de metal. Estima-se o fechamento de aproximadamente 50 empresas a cada ano. Esse movimento é resultante de uma desaceleração da demanda, atualmente mais direcionada a outros mercados, tais como a China, onde os preços dos produtos são mais competitivos. Apesar dessa tendência, os Estados Unidos mantêm grandes vantagens competitivas, que envolvem a capacidade de manufatura de produtos mais complexos, curtos ciclos de produção e uma boa infra-estrutura de transportes e de serviços técnicos especializados. Ao mesmo tempo, as

⁵ U.S. Department of Commerce, Bureau of Census, Annual Survey of Manufactures 2003. U.S. Department of Commerce, Bureau of Census, Annual Survey of Manufactures 2001, Table 3 NAICS code 3315.

empresas desse setor vêm aprimorando a prestação de serviços aos clientes e investindo em automação, como resposta ao aumento de competitividade.

O setor automotivo é o maior consumidor de produtos fundidos nos Estados Unidos. Aproximadamente 36% da produção anual total destina-se a esse setor. Entre esses, 11% destinam-se à manufatura de caminhões de pequeno porte. Os principais produtos compreendem: eixos, sistemas de transmissão e de direção e componentes de motores.

Recentemente o aumento da demanda por certos veículos utilitários vem favorecendo as empresas que manufaturam produtos da fundição de alumínio. Por outro lado, a crescente expansão de subúrbios vem favorecendo as empresas que se dedicam à produção de tubulações de ferro fundido. A figura abaixo ilustra os percentuais de produção anual por tipo de metal fundido e os percentuais por mercados de consumo.

Figura 1 – Percentuais de produção anual por tipo de metal fundido e mercados de consumo

Tipos de Metal			Setores de Consumo	
Ferro Fundido Cinzento	36%	→	Automotivo e de Caminhões de Pequeno Porte	35%
Ferro Nodular	34%		Tubulações Industriais	25%
Alumínio	17%	→	Construção, Mineração e Máquinas	6%
Aço	5%		Máquinas para Construção, Mineração, Extração de Petróleo e Gás	5%
Cobre	3%		Ferrovário	5%
Zinco	2%		Motores de Combustão Interna	5%
Outros	3%		Máquinas e Equipamentos para Agricultura	3%
			Outros	16%

Fonte: Metal Casting Fiscal Year 2004 Report – U.S. Department of Energy

Apesar de sua posição de destaque no segmento de fundição, os Estados Unidos dependem de importações para atender a demanda. Em 2004, foram importados quase 2,6 milhões de toneladas de produtos acabados, equivalentes a 18% da demanda total do segmento. As importações de matérias-primas também são significativas. Em torno de 29% de ferro fundido cinza, 13% de aço, 18% de

alumínio e 20% do total de bronze consumidos nas empresas de fundição de metais são importados.

Contratar, treinar e manter trabalhadores é um grande desafio para as empresas de fundição de metal estadunidenses. O trabalho nesse segmento é relativamente árduo, mais propenso a acidentes e a condições de limpeza desfavoráveis. Essas características dificultam a atração de mão-de-obra. As competências necessárias ao trabalho são principalmente adquiridas por meio de treinamento e a alta rotatividade e a baixa capacidade de retenção de trabalhadores dificulta seu desenvolvimento. Outros fatores desfavoráveis são os custos de mão-de-obra. Salários e custos com seguro-desemprego são mais altos neste setor porque a mão-de-obra é mais sujeita ao desemprego e a acidentes de trabalho.

Como forma de atrair novos trabalhadores e manter a mão-de-obra atual, as empresas desse setor contam com diversos incentivos governamentais. O governo estadunidense vem apostando no futuro da indústria de produtos fundidos em função da demanda mundial. Existe, atualmente, grande quantidade de programas para a formação de trabalhadores e aquisição de competências técnicas desde os níveis mais básicos até os mais avançados, bem como de competências de gestão.

Brasil

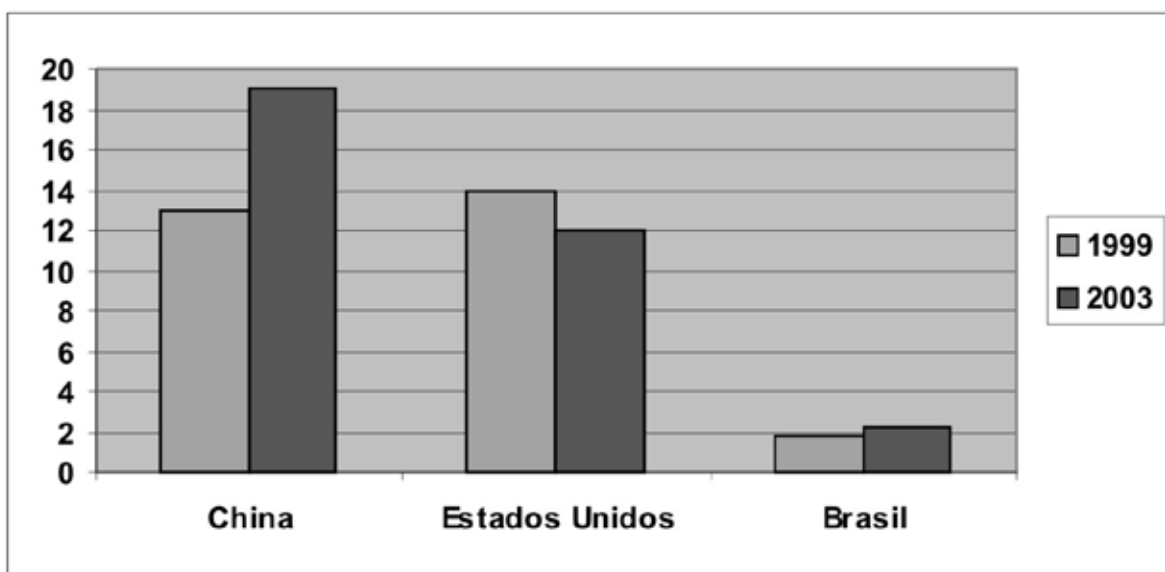
A recuperação da economia brasileira vem aumentando a demanda de produtos fundidos em mercados de intenso consumo, tais como o automobilístico. Estima-se que a demanda interna continue a crescer, em função da estabilização econômica. Apesar de altas taxas de juros, as empresas respondem satisfatoriamente a essa demanda, bem como à demanda internacional, porque contam com uma boa infra-estrutura de transportes e uma grande capacidade de contratar e manter mão-de-obra especializada⁶.

O gráfico 2 apresenta uma comparação do volume de produção, em milhões de toneladas métricas, dos produtos de fundição de metais de China, Estados

⁶ ABIFA Foundry Guide 2004.

Unidos e Brasil para os anos de 1999 e 2003. Em escala mundial, o Brasil posiciona-se em 10º lugar. Cerca de 70% da produção destina-se aos Estados Unidos. Componentes para motores e cilindros de ferro fundidos cinzento e de alumínio, utilizados em motores a diesel, são os principais produtos exportados.

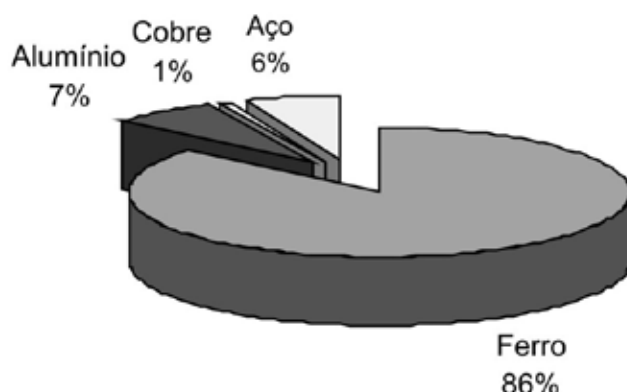
Gráfico 2 – Volume de produção, em milhões de toneladas métricas, dos produtos de fundição de metais de China, Estados Unidos e Brasil – 1999 e 2003



Fonte: 34th and 38th Census of World Casting Production, 1999 and 2003, Modern Casting, Dec. 2000 and 2004.

As empresas brasileiras do segmento de fundição de metais caracterizam-se pelo trabalho intensivo e pela utilização de matérias-primas nacionais. Os processos de fundição são bastante diversos, entre os quais moldes de areia, fundição em casca, utilizando cera perdida e sob pressão. A grande maioria dos produtos é manufaturada a partir de ferro fundido. Em segundo lugar, encontram-se os produtos da fundição de alumínio. O gráfico 3, a seguir, mostra os percentuais de manufatura anual do segmento de fundição de metais no Brasil segundo os tipos de metais.

Gráfico 3 – Manufatura anual do segmento de fundição de metais no Brasil, segundo os tipos de metais – 2003



Fonte: 38th Annual Census of World Casting Production–2003,”
Modern Casting, Dec. 2004.

A presença do ferro na maioria dos produtos contribui para caracterizar a produção brasileira como de baixo valor, visto que os preços de produtos derivados da fundição de alumínio e de outros metais não-ferrosos são mais elevados no mercado internacional.

O Brasil respondeu por quase 3% da produção mundial de produtos de ferro fundido e por 1% de produtos de metais não-ferrosos fundidos no ano de 2003⁷, gerando um total anual de US\$ 2,9 bilhões que correspondeu a 0,58% do Produto Interno Bruto (PIB). A concorrência interna é considerada baixa, com a maioria dos produtos estrangeiros incorporados em partes ou produtos acabados. O mercado automobilístico consome 57% da produção. O setor de bens de capital é o segundo maior consumidor interno.

A maior parte da produção deste segmento concentra-se em 10 empresas. Essas empresas classificam-se entre os maiores empregadores do setor, com cerca de mil trabalhadores. Em 2003, contribuíram com 930.034 toneladas

⁷ “38th Census of World Casting Production – 2003,” Modern Casting, Dec. 2004, p. 26. 8

métricas, equivalentes a 47% da produção anual total. Existe a possibilidade de as empresas do segmento de produtos de fundição de metais brasileiro não terem capacidade de atender a demanda no ano de 2009. Estima-se que a demanda deste ano deve superar a capacidade de produção em cerca de 510 mil toneladas métricas e, como resultado, serão necessários grandes investimentos em equipamentos, tecnologias e mão-de-obra⁸.

Investimentos em tecnologias de produção são considerados importantes para facilitar a manufatura e aumentar a qualidade de produtos, bem como para reduzir custos, o que contribui para manter a competitividade em mercados globais. O segmento de fundição de metais não é considerado um setor de nível tecnológico elevado. As tecnologias existentes são facilmente disponíveis e bem distribuídas em nível mundial.

O nível tecnológico das empresas de fundição de metais no Brasil pode ser comparado ao das empresas estadunidenses. As grandes empresas brasileiras no segmento são intensivas em capital, utilizam muitos equipamentos automatizados e tecnologias de ponta. Essas empresas também contam com laboratórios para medir as propriedades físicas e químicas de metais. Por outro lado, as empresas de pequeno porte utilizam processos de manufatura mais intensivos em trabalho, que envolvem, por exemplo, a confecção manual de moldes.

O desenvolvimento das competências técnicas necessárias ao trabalho é uma das prioridades das grandes empresas que atuam neste segmento, que, em grande medida, realizam treinamentos *on the job* regularmente, com o objetivo de manter e aprimorar competências em diversos níveis⁹.

Os custos de mão-de-obra no Brasil favorecem a competitividade da atividade de fundição em nível internacional, principalmente quando comparados aos dos Estados Unidos. Entretanto, a média salarial por hora é superior à chinesa. Para compensar esse diferencial, as empresas brasileiras vêm investindo em treinamentos como forma de retenção de mão-de-obra e, ao mesmo tempo, aumentaram seus investimentos em automação¹⁰.

⁸ http://www.abifa.org.br/mercado/mercado_prod_fun.asp.

⁹ "Worldwide Labor Rates – Foundry Industry," AFS 2003 Metalcasting Forecast & Trends, p. 31.

¹⁰ Idem.

4 Tendências Tecnológicas

Os mais recentes desenvolvimentos no segmento de fundição de metais são relacionados aos desenvolvimentos das tecnologias de informação. A introdução de tecnologias de controle de processos neste segmento revolucionou várias etapas de produção, que compreendem desde o *design* até o controle de qualidade de produtos. Aplicativos de *software* contribuíram para reduzir o tempo necessário para a confecção de moldes e facilitar o contato entre empresas e clientes. Um número cada vez maior de clientes envia às empresas os arquivos contendo o *design* de seus produtos, que é realizado com aplicativos de *Computer Aided Design* (CAD). As empresas utilizam aplicativos de *software* para prototipação rápida que processam os dados do *design* diretamente desses arquivos. Isso contribui para a redução de tempo e de custos e, ao mesmo tempo, para aprimorar as dimensões e formas dos produtos.

Uma diversidade de aplicativos de *software* para modelagem e *design* permite prever o grau de contração de metais, a taxa de resfriamento e outras propriedades físicas necessárias à confecção de moldes. Esses aplicativos contribuem para reduzir um processo de confecção de moldes de aproximadamente 18 meses para poucas semanas. Novas versões permitem o armazenamento de dados de todas as etapas de produção, tais como graus de impureza e inconsistência.

A instalação de sensores e controles conectados a computadores em que aplicativos de análise são executados contribui para aprimorar a produtividade e a qualidade mediante o monitoramento contínuo da produção. Esses aplicativos permitem reduzir pela metade as perdas durante a etapa de fusão de metais.

Outras tecnologias avançadas vêm sendo cada vez mais utilizadas no segmento de fundição de metais. A espectrografia de Raios X permite, durante a fase de testes, determinar o grau de resistência de produtos. Atividades repetitivas vêm sendo automatizadas com a utilização de robôs ou braços mecânicos.

Mais recentemente, observa-se a difusão do processo *SinterCast* neste segmento. Esse processo tem como objetivo eliminar variações em produtos, prevenir erros de operadores e aumentar a consistência da produção de

moldes¹¹. Mediante análise das propriedades térmicas em tempo real, determina-se o comportamento do ferro fundido de grafite compactado durante a fase de solidificação. O sistema de controle calcula a quantidade de magnésio que deve ser adicionada, bem como de outros aditivos, antes da confecção do molde.

Especificamente na fase de confecção de moldes de areia, são muitas as possibilidades de automação. A confecção desses moldes é um processo intensivo em trabalho. Máquinas automáticas reduzem custos de mão-de-obra e, ao mesmo tempo, aumentam a qualidade dos moldes. Essas máquinas facilitam a confecção de uma superfície mais sólida na cavidade dos moldes, aumentando sua resistência e eliminando ou reduzindo a necessidade de utilização de outras máquinas para seu aprimoramento. As empresas que investem na automação desta fase aumentam sua capacidade de atender pedidos de maior volume.

Para a fase de fusão de metais, encontra-se no mercado uma variedade de tecnologias. Fornos de indução elétrica e fornos de indução a arco facilitam operações intermitentes. Quando são utilizados metais não-ferrosos, cuja temperatura de fusão é baixa, existem outras opções de fornos a gás ou a óleo. Geralmente, os fornos elétricos são utilizados para manter a temperatura dos metais fundidos. Isso permite transferir menores quantidades para a área de vazamento, mantendo o ciclo de produção mais constante.

Outras tendências do segmento relacionam-se ao meio ambiente. A fundição de metais é uma atividade industrial intensiva em consumo de energia e produz emissões que podem causar riscos. Estima-se que nos Estados Unidos, o segmento consome, anualmente, um total de 134 bilhões de Kw/h¹². A fase de fusão de metais consome 55% desse total. A confecção de moldes ocupa o segundo lugar em consumo de energia, que equivale a 12% do total consumido por ano. Os custos anuais com energia equivalem a 10% do custo total da produção anual deste setor.

As emissões industriais resultantes da fundição de ferro e do aço envolvem metais, tais como manganês, cromo, cádmio e níquel e compostos orgânicos,

¹¹ www.sintercast.com

¹² Metal Casting Fiscal Year 2004 Report – U.S. Department of Energy.

entre os quais benzeno, dioxinas, metanol e xileno. Essas emissões podem causar sérios riscos à saúde e ao meio ambiente¹³.

As novas regulamentações de preservação do meio ambiente são bastante rígidas em relação às emissões industriais deste segmento e têm como objetivo a conscientização da importância da redução de consumo de energia e da busca de fontes alternativas de suprimento. Muitas empresas da área de fundição vêm investindo em práticas que asseguram sua conformidade com essas regulamentações, tais como a certificação ISO 14000 e a contratação de profissionais especializados na área de meio ambiente.

Pesquisa e Desenvolvimento – P&D

Na área de pesquisa e desenvolvimento, encontram-se diversas inovações tecnológicas com o objetivo de aprimorar os processos de manufatura de produtos fundidos. A maioria dessas inovações são projetos de universidades estadunidenses financiados pelo governo e, em geral, são desenvolvidos mediante parcerias com empresas. O gráfico abaixo mostra o percentual de investimentos em pesquisa segundo os tipos de metais.

Gráfico 4 – Investimentos em pesquisa, segundo os tipos de metal



Fonte: Metal Casting Fiscal Year 2004 Report – U.S. Department of Energy

¹³ http://www.asce.org/pressroom/news/grwk/event_release.cfm?uid=2370 – American Society of Civil Engineers

Quase 86% do total de projetos de pesquisa concentra-se em inovações na confecção de moldes. O restante compreende a área de processos de fundição avançados. Entre esses projetos, alguns se encontram em fase de testes em empresas. Este é o caso do aplicativo de *software* “Castview”¹⁴, que permite prever o fluxo de metais fundidos durante o processo de vazamento. Este *software* foi recentemente utilizado com sucesso para otimizar a manufatura de secadores de mãos fabricados a partir da fundição de zinco. Outro exemplo envolve um produto que poderá contribuir para grandes reduções de custos no processo de fundição de metais, denominado de “revestimento avançado para cobertura de moldes”¹⁵. Esse produto compreende uma película para revestimento de moldes permanentes com o objetivo de aumentar a vida útil desses componentes. Encontra-se em testes em cinco empresas que utilizam moldes de alumínio.

Pesquisas na área de processos de fundição avançados concentram-se tanto em novas tecnologias quanto em propriedades químicas e físicas, tais como o grau de pureza de matérias-primas e seu impacto na eficiência da fundição de metais. Alguns projetos dessa área buscam otimizar perdas na fusão de metais que causam impactos no consumo de energia.

Em particular, observam-se grandes incentivos a pesquisas com o objetivo de aprimorar a eficiência do consumo de energia em empresas de fundição de metais. Entre essas, as que se dedicam ao desenvolvimento de moldes de alto desempenho, de sensores e controles para maior acompanhamento da manufatura, de ferramentas de prototipagem rápida e de geração de conhecimento de propriedades e desempenho de metais.

¹⁴ <http://www.eere.energy.gov/industry/metallcasting/pdfs/vistool.pdf>.

¹⁵ visit: http://www.eere.energy.gov/industry/metallcasting/pdfs/csm_surfacecoating.pdf.

5 Impactos sobre a Estrutura Ocupacional

A partir das tendências apresentadas anteriormente, observa-se a ausência de transformações significativas no segmento de fundição de metais. Apesar desse cenário, verificam-se alguns fatores que causam impactos sobre sua estrutura ocupacional. Para facilitar a análise desses impactos, considerou-se a divisão da estrutura ocupacional deste segmento, segundo o nível de escolaridade de ocupações. Essa divisão compreende três conjuntos ocupacionais distintos: ocupações com nível de escolaridade correspondente ao ensino fundamental, ocupações com nível de escolaridade correspondente ao ensino médio e ocupações com nível de escolaridade superior.

Em relação às ocupações com nível de escolaridade correspondente ao ensino fundamental observa-se que, em função da tendência de automação, essas ocupações estarão sujeitas a uma forte redução. Esse movimento é verificado em empresas de grande porte e, em menor escala, em empresas de médio porte. Nas empresas de menor porte, o conteúdo de trabalho dessas ocupações permanece inalterado. Isso acontece porque essas empresas são intensivas em trabalho e não se verificam modificações em processos manuais, como os que envolvem a confecção de moldes.

Considerando-se as ocupações de níveis de escolaridade correspondentes ao ensino médio e superior, obtém-se outro cenário. Para as ocupações de nível de escolaridade médio, em função da utilização crescente de aplicativos de *software* que permitem prever e controlar as fases de fundição de metais, observa-se a necessidade de aquisição de competências técnicas para programação, operação e monitoramento desses aplicativos.

Em relação aos profissionais de nível superior, verifica-se a necessidade de aquisição de novas competências relacionadas à implementação e gestão desses aplicativos em empresas do segmento, em menor escala, de competências técnicas para sua construção.

Outros impactos das tendências apresentadas neste estudo sobre a estrutura ocupacional do segmento de fundição de metais relacionam-se à área de meio ambiente. Como resultado de novas regulamentações, observam-se oportunidades de trabalho para ocupações dessa área. Essas ocupações são consideradas transversais em relação ao segmento de fundição e compreendem: Engenheiros de Meio Ambiente, Técnicos em Proteção ao Meio Ambiente, Técnicos em Controle de Poluição, Trabalhadores da Conservação do Meio Ambiente, Trabalhadores do Transporte de Materiais com Potencial de Risco e Trabalhadores da Disposição de Materiais Químicos. O detalhamento dessas ocupações faz parte de outro documento da Série Estudos Ocupacionais do SENAI¹⁶.

5.1 Considerações para o Brasil

Os estudos de dimensões tecnológicas e econômicas para o segmento brasileiro identificam duas características importantes sob a perspectiva da estrutura ocupacional. A primeira compreende a utilização de tecnologias e processos de preservação do meio ambiente, enquanto a segunda envolve a identificação da necessidade de maiores investimentos para atender uma demanda crescente de produtos deste segmento.

Como resultado de novos investimentos no segmento e do conseqüente aumento da capacidade de produção industrial em função desses investimentos, pode-se esperar uma maior atuação de ocupações da área de meio ambiente neste segmento. Essa tendência, também observada nos países estudados para o desenvolvimento deste estudo, envolve um conjunto de ocupações que são consideradas transversais a este segmento. A próxima seção descreve essas ocupações e apresenta as referências ao seu respectivo conteúdo de trabalho.

Ao mesmo tempo, novos investimentos poderão estar associados à aquisição e implementação de novas tecnologias de automação. Como as tecnologias de automação deste segmento contribuem cada vez mais para a redução do

¹⁶ Ver “Ocupações Emergentes – Análise Exploratória” – Série Estudos Ocupacionais – Projeto Observatório Ocupacional – SENAI – 2002.

trabalho intensivo em mão-de-obra, pode-se esperar redução das ocupações de nível de escolaridade mais baixo. Por outro lado, a demanda por ocupações de nível de escolaridade mais alto pode aumentar. Conforme os resultados deste estudo, essas são as ocupações que têm seu conteúdo de trabalho modificado em função das novas tecnologias que vêm sendo empregadas. A próxima seção descreve essas ocupações, que são consideradas ocupações em evolução.

6 Mudanças Ocupacionais

A seguir, apresenta-se um detalhamento das ocupações do segmento de fundição de metais sujeitas às mudanças, de acordo com os impactos mencionados anteriormente. A classificação dessas ocupações segue os conceitos de ocupações emergentes e em evolução também apresentados anteriormente.

6.1 Ocupações Emergentes

Não foram encontradas ocupações emergentes no segmento nos países estudados. As tendências identificadas não contribuíram para gerar transformações radicais no conteúdo de trabalho, o que conforma o principal requisito para a identificação desses tipos de ocupações.

Em geral, verifica-se que os tradicionais processos de fundição de metais são mantidos. Como inovação, existe uma tendência de automação desses processos, mas essa automação não implementa modificações e tem como objetivo facilitar a realização desses processos e aprimorar a qualidade de produtos.

Futuros desenvolvimentos, relacionados a uma maior automação dos aplicativos de *software* utilizados na monitoração de processos de fundição, poderão contribuir para o aparecimento de ocupações emergentes na atividade de fundição de metais. Isso poderá ocorrer quando houver uma total integração desses aplicativos com todos os processos de manufatura de produtos da fundição de metais e na medida em que as atividades relativas à implementação desses aplicativos forem capazes de gerar conteúdos de trabalho radicalmente diferentes dos atuais.

6.2 Ocupações em Evolução

Ocupações em evolução são ocupações que apresentam um conteúdo de trabalho significativamente distinto daquele originalmente codificado em

estruturas ocupacionais. Conforme a análise dos impactos das tendências identificadas neste estudo sobre a estrutura ocupacional do segmento de produtos da fundição de metais, observa-se que algumas ocupações podem ser classificadas como ocupações em evolução. As mudanças no conteúdo de trabalho dessas ocupações são resultantes da utilização de novos aplicativos de *software* para automação de fases da manufatura de produtos da fundição de metais.

A seguir, detalham-se as ocupações em evolução no segmento. Esse detalhamento compreende as atividades de trabalho, especializações, principais áreas de aprendizagem/educação, nível de escolaridade, requisitos de trabalho, condições de trabalho e requisitos pessoais. Em conjunto, essas características representam conhecimentos, capacidades, habilidades e atividades que retratam o conteúdo de trabalho dessas ocupações.

Engenheiros de Fundição de Metais¹⁷

Planejam, projetam e gerenciam a manufatura de produtos da fundição de metais.

Atividades de Trabalho:

- Pesquisam e realizam análises de propriedades físicas de metais para desenvolver novas ligas, novos produtos e processos de manufatura.
- Desenvolvem processos para fusão de metais e para acabamento de produtos da fundição de metais.
- Projetam moldes para a manufatura de produtos da fundição de metais.
- Prestam consultoria em processos de manufatura.

¹⁷ Esta ocupação é, em geral, classificada como especialização de Engenheiros Metalúrgicos.

Novo conteúdo de trabalho: Utilizam aplicativos de *software* para simulações de processos de fundição e para assistir no projeto de moldes.

Especializações

Podem atuar na manufatura de produtos da fundição de metais ou em pesquisa e desenvolvimento.

Principais Áreas de Aprendizagem/Educação

Física, Matemática, Química, Metalurgia.

Nível de Escolaridade

Superior Completo.

Requisitos de Trabalho

Utilização de habilidades individuais, autonomia e capacidade de realização.

Condições de Trabalho

Exposição a materiais tóxicos.

Requisitos Pessoais

Raciocínio Dedutivo, Expressão Verbal, Capacidade de Identificar Problemas.

Técnicos em Fundição de Metais

Auxiliam em pesquisas para o desenvolvimento e aprimoramento de processos de fundição de metais. Controlam processos de fundição de metais.

Atividades de Trabalho:

- Auxiliam em pesquisas para desenvolver e aprimorar processos de fundição utilizando moldes de areia e moldes perdidos, entre outros.
- Confeccionam moldes para testes.
- Testam propriedades de metais e materiais para a confecção de moldes.

- Calculam quantidades de metais, ligas e aditivos para a manufatura de produtos da fundição de metais.
- Realizam testes para aprimorar processos de fusão e vazamento de metais em moldes.
- Controlam processos de vazamento de metal em moldes.
- Testam a qualidade de produtos da fundição de metais.

Novo conteúdo de trabalho: Utilizam aplicativos de *software* para simulações de fluxos de metais durante o vazamento em moldes e de processos de solidificação.

Especializações

Podem se especializar na área de pesquisas ou na área de manufatura de produtos da fundição de metais.

Principais Áreas de Aprendizagem/Educação

Física, Química, Matemática, Fundição de Metais, Informática.

Nível de Escolaridade

Ensino Médio Completo.

Requisitos de Trabalho

Utilização de habilidades individuais, autonomia e capacidade de realização.

Condições de Trabalho

Exposição a materiais tóxicos.

Requisitos Pessoais

Raciocínio Dedutivo, Raciocínio Indutivo, Compreensão Escrita.

6.3 Ocupações Transversais

As ocupações transversais para o segmento de produtos da fundição de metais foram identificadas na seção 5 deste trabalho. Como resultado de novas regulamentações do setor de meio ambiente, passam a existir novas oportunidades de trabalho para essas ocupações segmento de produtos da fundição de metais.

Segundo o documento da Série Estudos Ocupacionais do SENAI¹⁸, existe um conjunto de ocupações do setor de meio ambiente que são consideradas transversais em relação ao segmento de fundição e compreende:

- Engenheiros de Meio Ambiente.
- Técnicos em Proteção ao Meio Ambiente.
- Técnicos em Controle de Poluição.
- Trabalhadores da Conservação do Meio Ambiente.
- Trabalhadores do Transporte de Materiais com Potencial de Risco.
- Trabalhadores da Disposição de Materiais Químicos.
- Toxicologistas.
- Especialistas em conservação de solos.
- Técnico em tratamento e recuperação de águas.
- Biólogos especialistas em *habitat* natural.
- Biometricistas.
- Técnicos em Segurança do Trabalho.

¹⁸ Ver "Ocupações Emergentes – Análise Exploratória" – Série Estudos Ocupacionais – Projeto Observatório Ocupacional – SENAI – 2002.

7 Considerações Finais

Ocupações emergentes e em evolução representam novas oportunidades no mercado de trabalho que resultam da introdução de novas tecnologias, mudanças estruturais ou regulamentações de mercados. Este estudo concentrou-se na identificação dessas ocupações para o segmento de fundição de metais.

As tendências que vêm causando transformações na estrutura ocupacional deste segmento são resultantes da utilização de novos aplicativos de *software* que contribuem para o aprimoramento de processos da fundição de metais e de novas regulamentações no setor de meio ambiente.

Como resultado dos impactos dessas tendências sobre as estruturas ocupacionais dos segmentos de produtos da fundição de metais dos países estudados, observou-se a atuação de ocupações transversais no setor, a ausência de ocupações emergentes e a existência de ocupações em evolução.

As ocupações transversais para o segmento de fundição compreendem um conjunto de ocupações do setor de meio ambiente. A atuação dessas ocupações no segmento de produtos da fundição de metais é resultante de novas regulamentações que têm como objetivo principal a redução de impactos dos resíduos produzidos por este setor sobre o meio ambiente.

As ocupações em evolução do segmento de produtos da fundição de metais compreendem os Técnicos em Fundição de Metais e os Engenheiros de Fundição de Metais. Essas ocupações têm seu conteúdo do trabalho modificado em função da utilização de aplicativos de *software* que permitem simular fases da fundição de metais, contribuindo para maior controle de processos e aumento da qualidade de produtos.

Referências

I38TH CENSUS of World Casting Production : 2003. Modern Casting, Dec. 2004, p. 25-27.

ACCESS EXCELLENCE. Disponível em: <<http://www.accessexcellence.org/AB/CC>>. Acesso em : jun. 2007.

AMERICA'S CAREER INFONET. Disponível em: <<http://www.acinet.org/acinet/>>. Acesso em : jun. 2007.

CAREER GUIDE. Disponível em: < <http://www.acwib.org/cg/cgquiklook.htm>>. Acesso em : jun. 2007.

ERISS EXPRESS. Workforce news & issues. Disponível em: < <http://www.eriss.com/express/>>. Acesso em : jun. 2007.

FUTURESKILLS. Disponível em: <<http://www.citb.co.uk/futureskills/default.asp>> . Acesso em : jun. 2007.

HITEC HIGHLIGHTS. Disponível em: <http://www.cerf.org/hitec/news/fall_2003/home.htm#anchor>. Acesso em : jun. 2007.

ONTARIO WORKINFONET. Disponível em: <<http://onwin.ca>>. Acesso em : jun. 2007.

METAL CASTING. Metal Casting Annual Report . In: **Fiscal Year 2003**, US Department of Energy, jan. 2004.

METAL CASTING. Industry of the Future: Office of Industrial Technologies, Report, 2004.

NOC. National Occupational Classification. Canadá. Disponível em: < <http://www.worklogic.com:81/noc/Query.htm>>. Acesso em : jun. 2007.

ONET. Occupational Network – EUA. Disponível em: <<http://online.onetcenter.org>>. Acesso em : jun. 2007.

SKILLTRAN. Disponível em: <http://www.skilltran.com/jb_newemergoccs.htm>. Acesso em : jun. 2007.

Stratecast, Inc., AFS Metalcasting Forecast & Trends 2004 American Foundry Society, Des Plaines, October 2003.

US DEPARTMENT OF COMMERCE; BUREAU OF CENSUS. **Annual survey of manufactures 2003**. Washington: Bureau of census, Apr. 2005.

US DEPARTMENT OF COMMERCE; BUREAU OF CENSUS. **Annual survey of manufactures 2001**. Washington: Bureau of census, Jan. 2003.

USGS. **Metal Industry Indicators**. Washington: US Department of the Interior; US Geological Survey. Oct. 2005.

Glossário

Acuidade auditiva – habilidade de detectar ou determinar a diferença entre sons que variam entre altas e baixas amplitudes.

Acuidade visual – habilidade de ver detalhes de objetos próximos ou a distância.

Autonomia – capacidade de realizar atividades sem supervisão.

Capacidade de concentração – capacidade de não se distrair durante a realização de uma atividade, dentro de um período de tempo estabelecido.

Capacidade de imaginar a visualização de objetos parados e em movimento – capacidade de prever como será a imagem de um objeto após sua movimentação ou após uma reorganização ou movimentação de suas partes.

Capacidade de memorização – capacidade de recordar informações, tais como palavras, números, imagens e procedimentos.

Capacidade de identificar problemas – capacidade de reconhecer quando algo está errado ou pode dar errado. Envolve somente a identificação do problema e não a sua solução.

Capacidade de organizar informações – capacidade de seguir corretamente uma regra ou um conjunto de regras para organizar objetos ou ações. Objetos ou ações compreendem números, letras, palavras, figuras, frases, procedimentos, operações lógicas ou matemáticas.

Capacidade de realização – motivação para concluir atividades.

Capacidade de sintetizar informações – capacidade de combinar informações de forma coerente.

Capacidade de suporte a atividades e pessoas – capacidade de esclarecer dúvidas e ajudar pessoas.

Clareza de comunicação – capacidade de falar de forma clara, compreensível por ouvintes.

Compreensão escrita – capacidade de ler e compreender informações e idéias apresentadas sob a forma escrita.

Compreensão verbal – capacidade de ouvir e compreender informações e idéias por meio de palavras e frases quando são faladas.

Controle de Máquinas e Processos – capacidade de controlar a operação de máquinas e monitorar o desenvolvimento de processos.

Destreza manual – habilidade de realizar movimentos rápidos e coordenados com uma das mãos, com uma das mãos e um braço ou com as duas mãos. Envolve pegar, manipular ou montar objetos.

Discriminação de cores – habilidade de detectar diferenças entre cores, formas e luminosidade.

Expressão escrita – capacidade de comunicar informações e idéias sob a forma escrita, de modo que outras pessoas possam compreender.

Expressão verbal – capacidade de comunicar informações e idéias por meio da fala, de forma que outras pessoas possam compreender.

Facilidade para trabalhar com números – capacidade de realizar rapidamente e corretamente as operações matemáticas básicas de adição, subtração, multiplicação e divisão.

Flexibilidade – Habilidade de extensão, dobra ou torção corporal, envolvendo tronco, mãos, braços e pernas.

Fluência de idéias – capacidade de gerar idéias sobre um determinado assunto. Refere-se à quantidade de idéias geradas. Não envolve a qualidade e criatividade ou verificação se as idéias são corretas.

Força física – habilidade de levantar, carregar, empurrar ou puxar objetos.

Habilidade de respostas rápidas a estímulos externos – habilidade de responder rapidamente (com mãos, dedos ou pés) a um sinal (som, luz, imagem etc.).

Orientação espacial – capacidade de reconhecer sua localização em relação ao entorno ou a localização de objetos em relação a si próprio.

Orientação por detalhes – capacidade de considerar detalhes em relação a um todo.

Originalidade – capacidade de gerar idéias não usuais ou inteligentes a respeito de um assunto ou uma situação ou de desenvolver soluções criativas para resolver problemas.

Paciência – capacidade de tratar situações difíceis ou inconvenientes mantendo o autocontrole.

Persuasão – capacidade de induzir o curso de uma ação mediante exercício de influência.

Precisão – habilidade de executar ajustes precisos de forma rápida e repetida, movimentando ferramentas, controles de máquinas ou veículos para posições exatas.

Precisão para observações e medidas – capacidade de realizar observações e tirar medidas com exatidão.

Raciocínio crítico – capacidade de avaliar argumentos baseados em critérios.

Raciocínio dedutivo – capacidade de aplicar regras gerais a problemas específicos para obter respostas lógicas. Envolve decidir se uma determinada resposta faz sentido.

Raciocínio indutivo – capacidade de combinar ou separar partes de informações ou respostas específicas para formar regras gerais ou conclusões. Compreende fornecer explicações lógicas sobre a ocorrência de eventos aparentemente não relacionados.

Raciocínio matemático – capacidade de compreender e organizar um problema e selecionar um método ou uma fórmula matemática para sua resolução.

Resolução de problemas complexos – capacidade de identificar problemas complexos e rever informações relativas a esses problemas para desenvolver e implementar soluções para sua resolução.

Utilização de habilidades individuais – capacidade de pôr em prática habilidades individualmente desenvolvidas.

SENAI/DN

Unidade de Tendências e Prospecção - UNITEP

Luiz Antonio Cruz Caruso

Gerente-Executivo

Revisão Técnica

Marcio Guerra Amorim

Equipe Técnica

Marcello José Pio

Marcio Guerra Amorim

Denise Cristina Corrêa da Rocha

Apoio Técnico

Caroline Retameiro Rocha

Eliana Fernandes da Silva

SUPERINTENDÊNCIA DE SERVIÇOS COMPARTILHADOS - SSC

Área Compartilhada de Informação e Documentação - ACIND

Gabriela Leitão

Normalização – Supervisão

Maria Ilca Lima

Elaboração

Renata Lima

Normalização – Apoio Técnico

Romulo Baptista de Souza

Revisão Gramatical

Link Design

Diagramação