



## RECOMENDAÇÕES Setor de Fundição

n.8



Brasília 2007





# RECOMENDAÇÕES

## Setor de Fundição

## **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*



## RECOMENDAÇÕES Setor de Fundição

n.8



Brasília 2007



©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

---

S491s

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Nacional.  
Setor de fundição: recomendações / Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. – Brasília : SENAI/DN ; 2007.  
92p. : il. (Série Antena Temática; n.8)

ISBN: 978-85-7519-224-5

1. Fundição I. Título II. Série

CDU 621.74

---

#### **SENAI**

Serviço Nacional de  
Aprendizagem Industrial  
Departamento Nacional

#### **Sede**

Setor Bancário Norte  
Quadra 1 – Bloco C  
Edifício Roberto Simonsen  
70040-903 – Brasília – DF  
Tel.: (0xx61) 3317-9001  
Fax: (0xx61) 3317-9190  
<http://www.senai.br>

# Lista de tabelas

Tabela 1 – <i>Ranking</i> dos dez maiores produtores mundiais de fundidos, 2001 – 2004 (milhões de toneladas)	21
Tabela 2 – Tecnologias emergentes específicas selecionadas	31
Tabela 3 – Conhecimentos, habilidades e atitudes identificados pela pesquisa de impactos ocupacionais para os profissionais de pesquisa e desenvolvimento	46
Tabela 4 – Conhecimentos, habilidades e atitudes identificados pela pesquisa de impactos ocupacionais para supervisores de produção	47
Tabela 5 – Conhecimentos, habilidades e atitudes identificados pela pesquisa de impactos ocupacionais para técnicos de engenharia de processo	48
Tabela 6 – Conhecimentos, habilidades e atitudes identificados pela pesquisa de impactos ocupacionais para operadores de produção	49
Tabela 7 – Conhecimentos, habilidades e atitudes identificados pela pesquisa de impactos ocupacionais para diretores	50
Tabela 8 – Conhecimentos, habilidades e atitudes identificados pela pesquisa de impactos ocupacionais para profissionais de engenharia de produto	51
Tabela 9 – Conhecimentos, habilidades e atitudes identificados pela pesquisa de impactos ocupacionais para técnicos em planejamento e controle de produção	52
Tabela 10 – Legendas utilizadas na classificação das projeções por ocupação	62
Tabela 11 – Projeções de novos empregos (2006-2010) por família ocupacional para o setor de fundição	63
Tabela 12 – Impacto de tecnologias emergentes associadas a novos produtos sobre as ocupações do segmento de fundição	65
Tabela 13 – Impacto dos sistemas robotizados nas etapas de produção sobre as ocupações do segmento de fundição	66
Tabela 14 – Impacto de tecnologias emergentes relacionadas às questões ambientais sobre a ocupação técnico em controle ambiental e utilidades	67



# Sumário

## Apresentação

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>11</b>
1.1	Interação para a Difusão Tecnológica	13
1.2	Gestão de Modernização do SENAI	13
<b>2</b>	<b>Modelo SENAI de Prospecção</b>	<b>15</b>
2.1	Estruturação da aplicação do Modelo SENAI de Prospecção para o setor de fundição	18
<b>3</b>	<b>Características do Setor de Fundição</b>	<b>21</b>
3.1	Produção mundial de fundidos	21
3.2	A produção brasileira de fundidos	22
3.3	Características da cadeia produtiva brasileira de fundição	23
3.4	Características tecnológicas do setor de fundição	25
<b>4</b>	<b>Mudanças Prováveis em Perfis Ocupacionais</b>	<b>27</b>
4.1	Prospecção tecnológica	27
4.2	Estrutura da pesquisa <i>Delphi</i> para a dimensão tecnológica	30
4.3	Prospecção organizacional	31
4.4	Resultados obtidos	32
4.5	Ocupações emergentes e em evolução	34
4.6	Pesquisa de impactos ocupacionais	36
<b>5</b>	<b>Mudanças Prováveis na Educação Profissional</b>	<b>45</b>
5.1	Pesquisa de impactos ocupacionais (conhecimentos, habilidades e atitudes que ganharão importância)	45
5.2	Estudos comparados de educação profissional	52

<b>6</b>	<b>Demanda por Recursos Humanos: Aspectos Quantitativos</b>	<b>61</b>
6.1	Projeções de novos empregos formais 2006-2010 para o setor de fundição	62
<b>7</b>	<b>Recomendações</b>	<b>69</b>
7.1	Introdução	69
7.2	Atualização curricular e desenvolvimento profissional de trabalhadores (atualização de discentes)	70
7.3	Ações para atualização de docentes do SENAI	80
7.4	Ações para oferecimento de serviços técnicos e tecnológicos de informação tecnológica	82
<b>8</b>	<b>Relação de Especialistas</b>	<b>85</b>
8.1	Lista de especialistas que responderam aos questionários <i>Delphi</i> na prospecção tecnológica	85
8.2	Lista de especialistas que responderam aos questionários <i>Delphi</i> na prospecção organizacional	85
8.3	Especialistas: pesquisa de impactos ocupacionais	86
	<b>Referências</b>	<b>87</b>
	<b>Anexo</b>	<b>89</b>
	ANEXO A – Glossário (definições utilizadas para as recomendações específicas)	91

# Apresentação

**E**m 15 de dezembro de 2006, realizou-se na cidade de Brasília a Antena Temática para o setor de Fundição. Esse evento é parte integrante do Modelo SENAI de Prospecção, o qual tem por objetivo prever a necessidade futura de mão-de-obra qualificada.

A Antena Temática é uma etapa analítica na implementação do Modelo. Nela são discutidos os resultados da dimensão quantitativa da demanda (análise de tendências ocupacionais) e da dimensão qualitativa da demanda, a qual se refere às prováveis mudanças em perfis ocupacionais e na educação profissional. Com base na identificação dessas prováveis mudanças, a Antena Temática formula *Recomendações* referentes ao setor em questão, disponibilizando-as para as áreas de educação e de tecnologia do Departamento Nacional (DN) e dos Departamentos Regionais (DRs), e para todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para alcançar esses resultados.

Este documento apresenta uma síntese de todas as etapas do Modelo SENAI de Prospecção, finalizando com as Recomendações referendadas pelo Grupo Executor (GE), o qual é composto por especialistas do setor em questão e que tem como objetivo orientar e validar todas as etapas e todos os estudos do Modelo SENAI de Prospecção. Ressalta-se que tais informações estratégicas serão encaminhadas a diferentes fóruns de discussões sobre a cadeia produtiva analisada.

Com a publicação do referido documento, o SENAI – Departamento Nacional na figura de sua Unidade de Tendências e Prospecção (UNITEP), alcança a 100ª publicação sobre estudos prospectivos nos mais diversos setores industriais. O atingimento dessa marca demonstra o comprometimento do SENAI – DN na geração de informações estratégicas para que os vários tomadores de decisão, associados à indústria, desenvolvam estratégias educacionais, industriais e tecnológicas na busca de aumento da competitividade da malha produtiva brasileira.

*José Manuel de Aguiar Martins*  
Diretor-Geral do SENAI/DN



# 1 Introdução

**A**o longo das últimas décadas, as mudanças estruturais, tecnológicas, produtivas e organizacionais têm afetado o mundo do trabalho e provocado uma reestruturação significativa dos fluxos produtivos. Este fenômeno tem como pano de fundo o acelerado desenvolvimento tecnológico visando ao aumento da produtividade e da competitividade e à constituição de um mercado de trabalho cada vez mais competitivo e seletivo. Isso pode ser observado pelas mudanças verificadas desde o modelo *fordista* até os atuais sistemas flexíveis de produção.

Este processo de globalização econômica tem como um de seus principais focos o desenvolvimento, a comercialização e a utilização de tecnologias de elevado valor agregado, que tem eliminado, de forma constante, as vantagens comparativas baseadas no baixo custo da mão-de-obra e na abundância de matérias-primas.

Essa nova estratégia competitiva, baseada no processo de inovação tecnológica, tem influenciado consideravelmente a quantidade, a estruturação dos empregos e a alteração dos perfis profissionais, uma vez que o desenvolvimento e o estabelecimento de uma estrutura produtiva avançada, do ponto de vista tecnológico, vão além do oferecimento de incentivos financeiros e fiscais: engloba a necessidade de uma força de trabalho capaz de atender os novos paradigmas tecnológicos atuais e futuros.

Além disso, as mudanças organizacionais experimentadas pelas empresas, tais como reengenharia, produção enxuta, sistemas de qualidade e gerenciamento de redes, geram estruturas mais complexas, as quais modificam o trabalho e, por conseguinte, as exigências de qualificação profissional. Como exemplo, pode-se considerar que em um processo de desverticalização com o uso das tecnologias da informação e comunicação existe a tendência de ocorrer mudança no processo de comunicação. Essa nova forma de fluxo da comunicação poderá alterar a estrutura organizacional e a realização dos processos, além de poder afetar a relação das pessoas por meio da comunicação efetuada em redes de computadores.

Este novo cenário tem interposto um perfil profissional que requer, de forma geral, o uso pleno dos sistemas de comunicação, a interpretação de dados, a flexibilização das atividades, a integração com os diversos níveis ocupacionais e a geração, interiorização e troca de conhecimentos múltiplos. Além disso, existe uma busca crescente por profissionais que estejam aptos a interpretar informações estruturadas e semi-estruturadas, trabalhar com sistemas automatizados e ter uma postura mais ativa, participando mais amplamente dos processos produtivos devido ao seu perfil mais polivalente. De forma sintética, considera-se que o moderno trabalhador deverá, cada vez mais, ser capaz de utilizar suas habilidades profissionais de modo integrado às suas características pessoais e vivências socioculturais. Se as tendências tecnológicas e organizacionais verificadas para os setores industriais forem confirmadas, o trabalhador do modelo *taylorista-fordista* começará a perder importância nos novos sistemas produtivos. Essa tendência demonstra que a especialização, sem agregação de conhecimento, tenderá a perder cada vez mais significado com o advento dos sistemas inteligentes.

Dentro desse contexto de mudanças nos perfis profissionais ligados aos sistemas produtivos, é fundamental para uma instituição de formação profissional possuir ferramentas para acompanhar, de forma antecipativa, tais alterações.

Vale lembrar que, para uma instituição com essas características, a demanda de mão-de-obra qualificada na fase de expansão econômica pode ser atendida considerando a formação de novos profissionais, a requalificação de trabalhadores deslocados de suas funções tradicionais ou daqueles que se encontram sob ameaça de perda de emprego.

Contudo, deve-se lembrar que os esforços de capacitação profissional vão depender da extensão do ciclo de expansão da economia, do tipo de mão-de-obra requerida pela demanda, e da mão-de-obra que foi sendo desligada pelas empresas, na fase anterior à do ciclo expansivo.

Para tratar das questões relacionadas às possíveis mudanças em perfis ocupacionais, o Sistema SENAI, em conjunto com alguns dos principais centros acadêmicos do País, desenvolveu o Modelo SENAI de Prospecção, que tem por objetivo geral prever a necessidade futura de mão-de-obra qualificada na indústria e que será visto em todas as suas etapas no documento em questão.

Além da questão da qualificação futura da mão-de-obra, o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) tem, atualmente, desenvolvido ações e estratégias que visam estimular o desenvolvimento adequado para a difusão de novas tecnologias, visando ao aumento da competitividade das cadeias produtivas estudadas.

Para tal, o SENAI/DN, na figura de sua Unidade de Tendências e Prospecção (UNITEP), tem desenvolvido produtos<sup>1</sup> que objetivam criar um ambiente institucional favorável ao processo de difusão tecnológica atingindo os seguintes atores: instituições de formação profissional, empresas e trabalhadores. Os produtos desenvolvidos pela UNITEP, e suas respectivas ações, têm o Modelo SENAI de Prospecção como sua principal fonte informacional. Eles podem ser assim descritos:

## 1.1 Interação para a Difusão Tecnológica

- **Difusão Tecnológica em Empresas:** São ações que permitem a diminuição da incerteza no processo de escolha e aquisição de novas tecnologias pelas empresas.
- **Atualização Curricular e Desenvolvimento Profissional de Trabalhadores:** São ações que buscam o desenvolvimento de ambientes informacionais sobre as Profissões Industriais.

## 1.2 Gestão de Modernização do SENAI

- **Adequação da Estrutura de Atendimento:** Consiste em um painel de indicadores que permite verificar o grau de adequação da estrutura de atendimento de cada escola do SENAI em relação à demanda, atual e futura, do sistema produtivo, na área de abrangência dessas escolas.

---

<sup>1</sup> Para maiores informações ver: CARUSO, L.A.C. **Modelo SENAI de Prospecção:** principais produtos. Brasília: SENAI/DN., 2006.

**Atualização do SENAI:** Ações voltadas para a atualização tecnológica e capacitação de recursos humanos das escolas do SENAI, em função da demanda, atual e futura, do sistema produtivo na área de abrangência dessas escolas.

## Estruturação do Documento

O presente documento é composto por oito tópicos considerando a introdução como o 1º tópico. No 2º tópico, o Modelo SENAI de Prospecção é apresentado com suas dimensões de estudo/pesquisa. As características econômicas, organizacionais e tecnológicas do setor são apresentadas no 3º tópico. O 4º trata do perfil das ocupações sob os aspectos tecnológicos, organizacionais e das ocupações emergentes, enquanto o 5º tópico observa as prováveis mudanças na educação profissional, mediante estudos de impactos ocupacionais e estudos comparados de educação profissional em outros países.

A demanda por recursos humanos no setor de fundição considerando aspectos de cunho quantitativo é mostrada no 6º tópico. As *Recomendações*, oriundas das análises de todos os estudos anteriores e geradas na Antena Temática, são mostradas no 7º tópico. As listas nominais dos participantes dos estudos de prospecção (tecnológica e organizacional) e das outras etapas do Modelo são apresentadas no 8º tópico. O documento contém, ainda, um anexo no qual são apresentadas informações sobre a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), que foram utilizadas nas descrições das *Recomendações*.

## 2 Modelo SENAI de Prospecção

Considerando que um dos seus principais focos é a formação de mão-de-obra qualificada, o SENAI teria uma considerável vantagem competitiva se seus tomadores de decisão passassem a conhecer, antecipadamente, a demanda por mão-de-obra qualificada. Isso possibilitaria uma melhor preparação do SENAI na oferta de tal mão-de-obra, reduzindo os efeitos negativos trazidos por sua ausência, especialmente nas fases de crescimento econômico, no qual sua intensidade é maior. Além disso, a antecipação de possíveis mudanças nos setores estudados pode vir a gerar uma série de serviços tecnológicos a serem ofertados pelo SENAI.

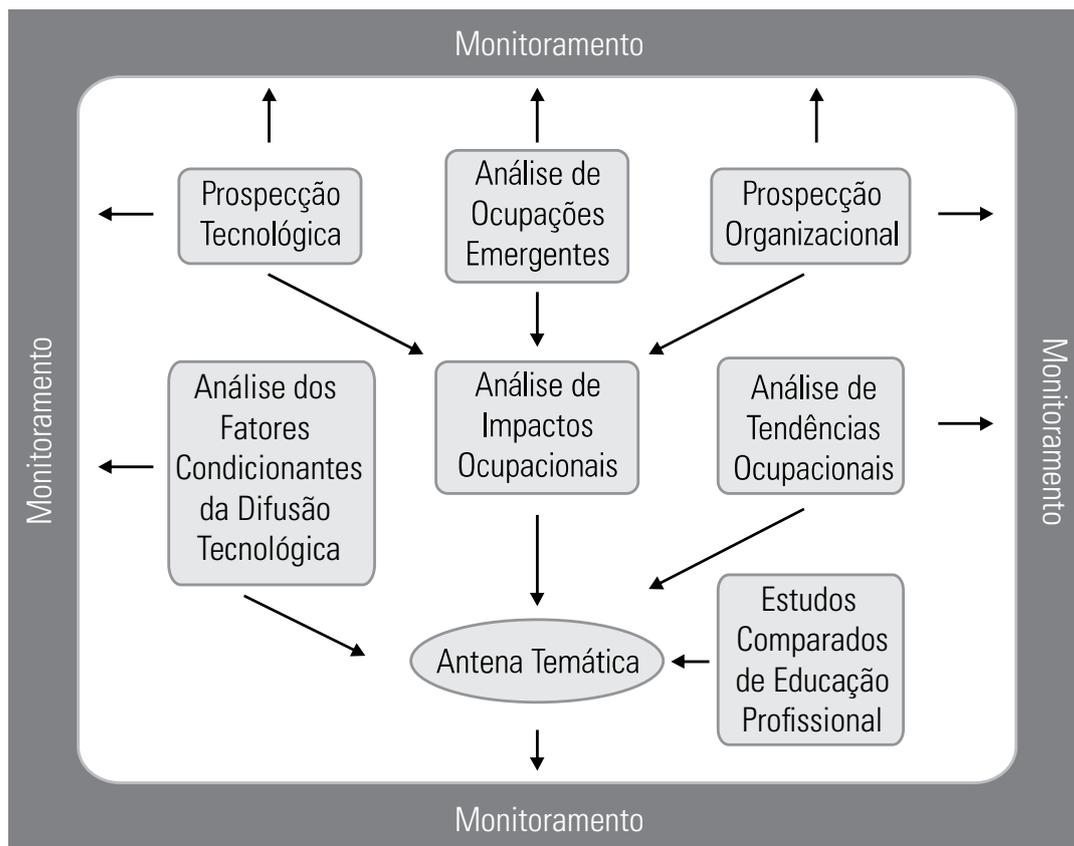
No Modelo SENAI de Prospecção, essa necessidade de mão-de-obra qualificada é considerada nas seguintes dimensões:

- **Estimativa da quantidade de trabalhadores qualificados.**
- **Identificação de mudanças prováveis no perfil da ocupação.**
- **Identificação de mudanças prováveis na oferta de educação profissional (cursos regulares e de requalificação).**

Entre as atividades previstas no Modelo, merece destaque a Antena Temática, a qual realiza uma síntese dos resultados das várias atividades relacionadas com tecnologia, organização, trabalho e educação. Considera-se a Antena Temática uma etapa no processo de discussão, na qual é registrado o estágio dos conhecimentos obtidos até o momento. Na seqüência, ações de monitoramento da difusão serão deflagradas e novos conhecimentos serão produzidos, debatidos e difundidos em fóruns especificamente criados para esse fim.

As *Recomendações* decorrentes das Antenas Temáticas servem de orientação para o desenvolvimento de atividades futuras no campo de educação profissional, Serviços Técnicos e Tecnológicos (STTs) e atualização de recursos humanos. A figura 1, a seguir, mostra esquematicamente o fluxo de atividades do processo prospectivo do Modelo SENAI de Prospecção. As principais características e os objetivos das atividades são detalhados após a referida figura.

**Figura 1 – Esquema geral do Modelo SENAI de Prospecção**



- **Prospecção Tecnológica:** Objetiva identificar Tecnologias Emergentes Específicas (TEEs) – caracterizadas pelo Modelo SENAI de Prospecção como inovações em fase de desenvolvimento, pré-comercial ou recentemente introduzidas no mercado ou aquelas com baixo grau de difusão apesar de serem de conhecimento do mercado – que terão um grau de difusão de até 70% do mercado usuário em um horizonte temporal de 5 a 10 anos.
- **Análise dos Fatores Condicionantes à Difusão Tecnológica:** O objetivo desta atividade é identificar, com representantes do meio produtivo e outros especialistas do setor, fatores que impactam negativamente a difusão das TEEs selecionadas na prospecção tecnológica.
- **Prospecção Organizacional:** Objetiva verificar as possíveis ocorrências de determinadas tendências organizacionais. No mesmo horizonte temporal definido na prospecção tecnológica.
- **Análise de Ocupações Emergentes:** O estudo tem o objetivo de identificar, em determinados países, mudanças ocupacionais nos setores estudados,

classificando-as em ocupações emergentes, em evolução e estáveis, segundo definição do *Bureau of Labor Statistics* (BLS) dos Estados Unidos da América.

- **Análise de Impactos Ocupacionais:** O objetivo principal desta atividade é discutir, com representantes de empresas e de universidades, os possíveis impactos das mudanças tecnológicas e organizacionais nas ocupações, as quais foram identificadas nas atividades de prospecção.
- **Análise de Tendências Ocupacionais:** Esta metodologia visa projetar a demanda por mão-de-obra do mercado de trabalho nacional e estadual, por setor e ocupação. Tal projeção é realizada com base na construção de cenários macroeconômicos e setoriais. As projeções podem servir de referência para o ajuste e a formulação de programas de formação profissional por parte de instituições de educação profissional.
- **Estudos Comparados de Educação Profissional:** O estudo objetiva – por meio de pesquisa analítica comparativa, em países que são referência de ensino no setor estudado – observar as principais mudanças na estrutura da educação profissional nesses países e verificar a possibilidade de adequação ao sistema de educação profissional oferecido pelo SENAI ou por outras instituições de educação profissional.
- **Antena Temática:** É a etapa final e analítica do Modelo SENAI de Prospecção. Nela são discutidos todos os resultados obtidos nas etapas anteriores. A análise desses resultados permitirá a geração de Recomendações para os tomadores de decisão do Sistema SENAI, no que se refere às ações de Educação Profissional e Serviços Técnicos e Tecnológicos, que permitirão ao SENAI atuar como um agente de “indução” à difusão tecnológica, mediante ações que diminuam o grau de incerteza dos tomadores de decisão na etapa de aquisição das TEEs.
- **Monitoramento:** Esta atividade permite a retroalimentação do Modelo SENAI de Prospecção. Nesta etapa, busca-se acompanhar a ocorrência dos resultados obtidos pelos estudos prospectivos e de tendências ocupacionais. Esses resultados permitirão novas ações do SENAI para intensificar o processo de suporte à difusão tecnológica e da modernização das unidades operacionais do SENAI.

Deste modo, o Modelo SENAI de Prospecção possibilita analisar, de forma integrada, setores de atividade econômica e fornecer diretrizes para melhor atuação das instituições de formação profissional.

A explanação sobre o Modelo permite a compreensão linear e lógica dos tópicos subseqüentes, os quais estão estruturados de acordo com a metodologia estabelecida. Além disso, as técnicas empregadas serão vistas de forma aplicada ao setor em questão. No tópico seguinte, será vista uma síntese do estudo setorial do setor de fundição. Este estudo é a base para a escolha das TEEs e dos fatores organizacionais, que vão compor os questionários *Delphi*, uma vez que retrata a estrutura econômica, organizacional, e tecnológica do setor. Isso permite que se construa um arcabouço de premissas básicas para a escolha das tecnologias e dos fatores organizacionais no período temporal determinado. Vale ressaltar que a inserção de novas tecnologias e as possíveis mudanças organizacionais dependem do inter-relacionamento dos segmentos (elos) que compõem o setor, da dinâmica comercial envolvida entre os atores e das características do sistema de inovação setorial.

## 2.1 Estruturação da aplicação do Modelo SENAI de Prospecção para o setor de fundição

A aplicação do Modelo no setor de fundição contou com a participação de quatro grupos específicos de especialistas:

**Grupo Executor (GE):** Grupo de especialistas, em fundição, que tem por objetivo orientar tecnicamente os estudos para o setor em questão. Entre suas atribuições, podem ser citadas: escolha, descrição e aprovação das tecnologias e formas de organização, que vão compor os questionários *Delphi*; escolha e aprovação das listas de especialistas que vão compor o Painel *Delphi*; validação dos resultados dos estudos de prospecção tecnológica e organizacional e recomendação de mudanças nos estudos setoriais. O GE para o setor de fundição foi assim formado:

- Três especialistas externos oriundos do meio empresarial e acadêmico.

- Dois consultores setoriais externos, que foram também responsáveis pelo estudo setorial nas dimensões organizacional e tecnológica.
- Cinco especialistas internos oriundos de Unidades do SENAI especializadas no setor.

**Grupo de Apoio:** Formado pela equipe da UNITEP e consultores de universidades. Este grupo tem por objetivo gerenciar as atividades do Modelo fornecendo os subsídios metodológicos necessários para execução das pesquisas e estudos. O Instituto de Economia (IE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) forneceu o apoio metodológico para a prospecção tecnológica, enquanto a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) auxiliou a execução da prospecção organizacional. Cada universidade contou com a participação de dois professores.

**Especialistas integrantes dos Painéis *Delphi*:** Grupo formado por especialistas do setor de fundição que responderam aos questionários *Delphi* nas dimensões tecnológica e organizacional.

**Especialistas participantes da pesquisa de impactos ocupacionais:** Grupo formado por especialistas de empresas do setor de fundição que participaram da pesquisa de impactos ocupacionais.

No total, a aplicação do Modelo SENAI de Prospecção contou com a participação de 43 especialistas, assim distribuídos: Grupo Executor (10); especialistas do Painel *Delphi* na dimensão tecnológica (13); especialistas do Painel *Delphi* na dimensão organizacional (12); especialistas participantes da pesquisa de impactos ocupacionais e fatores condicionantes à difusão tecnológica (8). Os especialistas que participaram de mais de uma atividade somente foram computados naquela de participação mais relevante.



## 3 Características do Setor de Fundição

### 3.1 Produção mundial de fundidos

A produção de fundidos dos dez maiores produtores mundiais em 2004 atingiu 66,95 milhões de toneladas, de acordo com a revista *Modern Casting* (tabela 1). Estima-se que a produção conjunta dos dez maiores países produtores mundiais seja equivalente a 84% da produção global de fundidos, que ultrapassou 79 milhões de toneladas em 2004. China, Estados Unidos e Japão foram os três maiores produtores mundiais de fundidos em 2004. Em 2001 e 2002, o Brasil ocupava a décima posição no *ranking* mundial setorial. Em 2003, o País encontrava-se na nona posição, devido ao aumento de sua produção e também à queda da produção mexicana. Já em 2004, passou a ocupar o sétimo posto devido ao crescimento de 25,8% na produção desse ano em relação a 2003, superando adversários como França e Itália.

**Tabela 1 – Ranking dos dez maiores produtores mundiais de fundidos, 2001 – 2004 (milhões de toneladas)**

Posição 2004	Países	2001	2002	2003	2004
1º	China	14.888.992	16.261.563	18.145.966	22.420.452
2º	EUA	11.871.000	11.811.742	12.069.563	12.314.121
3º	Japão	5.841.175	5.751.760	6.111.405	6.386.449
4º	Rússia	6.200.000	6.200.000	6.200.000	6.300.000
5º	Alemanha	4.463.430	4.595.442	4.722.583	4.984.473
6º	Índia	3.155.000	3.267.000	4.038.000	4.623.000
7º	Brasil	1.761.000	1.970.631	2.249.413	2.829.916
8º	França	2.527.146	3.018.180	2.484.527	2.465.617
9º	Itália	2.393.337	2.440.566	2.441.000	2.441.282
10º	México	1.880.000	2.030.000	1.822.980	2.185.200
Total	54.981.080	57.346.884	60.285.437	66.950.510	

Fonte: *Modern Casting*, ABIFA (2005)

Em relação ao tipo de material ou liga, verifica-se que o ferro fundido é o principal segmento, com produção de mais de 60 milhões de toneladas (ou

76% do total), em 2004. Em seguida, aparece a produção do alumínio fundido, com mais de 10 milhões de toneladas (13%), e a de aço fundido, 6,6 milhões de toneladas (8%). A produção total de não-ferrosos (alumínio, cobre, zinco e magnésio) chegou a quase 13 milhões de toneladas em 2004.

## 3.2 A produção brasileira de fundidos

A principal característica da produção brasileira de fundidos, no período 1994-2004, foi sua relativa estabilidade na segunda metade da década de 1990 e a aceleração da produção a partir do ano 2000. A produção média de fundidos foi de 1,5 milhão de toneladas anuais, no período de 1994-1999. Em contrapartida, a produção média de fundidos entre os anos de 2000-2004 atingiu 2,2 milhões de toneladas. O crescimento da produção brasileira de fundidos entre os anos de 1994 e 2004 foi de 4,8% ao ano.

Registre-se que o ano de 2004 se notabilizou pelo grande volume de produção (2,8 milhões de toneladas), perfazendo aumento de 25,8% em relação a 2003 e de 60,4% em comparação a 1994. Estimativas preliminares indicam que a produção brasileira de fundidos cresceu 4,9% em 2005 (Revista da ABIFA, 2005).

A taxa de crescimento das exportações brasileiras de fundidos superaram a da produção. De fato, no período 1994-2004, o volume (tonelagem) cresceu 11,4% ao ano, ao passo que a receita financeira das exportações subiu em média 13,1% ao ano. Em 2004, por exemplo, as exportações foram equivalentes a 534,9 mil toneladas e a US\$ 852,3 milhões. Estimativas preliminares apontam que as exportações totalizaram US\$ 1,09 bilhão em 2005 (ABIFA, 2005).

Os fundidos de ferro são os mais exportados no País. Entre 1994-2004, as exportações de fundidos de ferro cresceram 11,7% ao ano, chegando a 456 mil toneladas em 2004. No mesmo período, as exportações de fundidos de aço elevaram 11,9% ao ano, alcançando 46 mil toneladas em 2004, enquanto as exportações de fundidos de não-ferrosos aumentaram 7,2% ao ano e chegaram a 32 mil toneladas em 2004 (ABIFA, 2005).

A estrutura da produção brasileira de fundidos é similar à da indústria mundial. À semelhança do que ocorre com a produção mundial, o fundido de ferro é o mais produzido no País, na ordem de 2,3 milhões de toneladas em 2004. Em seguida, aparecem o aço fundido (211 mil toneladas) e o alumínio para fundição (209 mil toneladas). A produção de não-ferrosos, incluindo o alumínio, totalizou 240,6 mil toneladas em 2004 (ABIFA, 2005).

No Brasil, além do universo das 1.264 fundições formais, existem muitas informais e um número considerável de empresas a jusante e a montante da cadeia produtiva como um todo, podendo ser verificados os fornecedores típicos de equipamentos para processos e controle de qualidade, de fornos, fornecedores de *softwares*, ligas, sucatas e outros.

Em termos de distribuição geográfica, o estado de São Paulo concentra o maior número de fundições do País e a maior produção, participando em 35,7% (2005) da produção brasileira, seguido pelos estados de Minas Gerais (24,6%) e Santa Catarina (23,9%) (Koch, 2006). Além disso, o estado de São Paulo conta com o maior número de máquinas CNC em fundições, abrangendo em torno de 49% do total existente no País em 2004, seguido pela Região Sul com 38% dessas máquinas, o que indica o grau de automação dessas empresas (Gorini, 2005).

### 3.3 Características da cadeia produtiva brasileira de fundição

A cadeia produtiva é fortemente comandada pelos fabricantes de bens finais, principalmente no segmento automotivo, e tem na produção seriada de fundidos uma característica de altos investimentos para acompanhar o estado da arte dos equipamentos e atender os requisitos de custos, qualidade, volume e condições de entrega como fatores mais relevantes. Isso requer mão-de-obra preparada para operação e manutenção, visando ao funcionamento sem interrupção não programada das linhas de produção.

Na produção não-seriada, o fabricante de produtos finais também comanda a cadeia, com um conjunto de requisitos prioritários formado principalmente pelo atendimento à especificação de produto e prazo geralmente

apertado de entrega, requerendo corpo técnico com conhecimento metalúrgico para obtenção da conformidade das peças na primeira vez.

Qualidade, meio ambiente, responsabilidade social, segurança e insalubridade no trabalho são questões que vão cumulativamente se aprofundando na cultura e prática das fundições para possibilitar a permanência no mercado e desenvolvimento das empresas.

Não se observa ainda um desenvolvimento significativo na articulação das fundições em programas como o de arranjos produtivos locais, o que seria bastante positivo para o aproveitamento do apoio governamental e de múltiplas instituições, no desenvolvimento das pequenas empresas que são a grande maioria da indústria no Brasil.

As mudanças por que passou e passará a indústria de fundição nacional trazem grandes desafios para as organizações e *stakeholders* do setor. Merecem destaque:

- A crescente modernização industrial e incorporação de sistemas de administração, que requerem dos empregados maior capacitação. Pode-se citar como exemplo o uso de sistemas computacionais e automatizados.
- A verticalização das atividades de usinagem e montagem, para agregação de valor aos produtos e atendimento ao cliente, que requer mão-de-obra com formação diferenciada da tradicional.
- A divisão das fundições em dois segmentos (seriada e não-seriada) com características bem distintas de produção e necessidades diversas quanto à formação do empregado, indo da necessidade de treinamento para manutenção do sistema em funcionamento nas fundições seriadas à necessidade de conhecimento metalúrgico profundo para os empregados das fundições não-seriadas.

### 3.4 Características tecnológicas do setor de fundição

As inovações no setor de fundição são incrementais. Os processos de fundição mais importantes não sofreram mudanças radicais desde os anos 80/90. O que vem ocorrendo no setor são mudanças tecnológicas nos fornos que passaram a ter controle eletrônico de temperatura e controle de emissões, melhorias nos equipamentos de transporte e vazamento, introdução de espectrofotômetros para controle da composição química e melhorias na limpeza e organização etc.

Além disso, a formulação de novas ligas metálicas, como ferro fundido vermicular, aços duplex e outras ligas leves em aço também são inovações incrementais introduzidas nas fundições. A Fundição Tupy, por exemplo, é hoje em dia uma das maiores fornecedoras mundiais de blocos de motor em ferro fundido vermicular, exportando 70% da sua produção em blocos de motor<sup>2</sup>.

Os requisitos ambientais também têm sido uma fonte de mudanças no setor. As fundições estão sendo instadas a coletar seus gases tóxicos, fazer a recuperação da areia de fundição e tratar seus resíduos, de forma a se adequar às normas ambientais. Também estão sendo feitos esforços para melhorar a eficiência energética e diminuir as perdas e os desperdícios durante o processo.

---

<sup>2</sup> REVISTA FUNDIÇÃO & MATÉRIAS-PRIMAS. São Paulo: ABIFA, 2002.



## 4 Mudanças Prováveis em Perfis Ocupacionais

Neste tópico, serão apresentados os resultados das ações associadas à identificação dos fatores tecnológicos e organizacionais que poderão modificar os perfis ocupacionais, bem como a forma de modificação. O tópico em questão apresenta, inicialmente, os resultados das prospecções tecnológica e organizacional, apresentando a lista de TEEs com maior probabilidade de difusão e as tendências organizacionais para o setor no horizonte temporal estabelecido (10 anos).

A seguir, são apresentados os resultados do estudo de ocupações emergentes e em evolução, que objetivam identificar, em países referência para o setor, o surgimento de novas ocupações, bem como as mudanças sofridas por aquelas já existentes decorrentes, principalmente, da evolução tecnológica. Por fim, o tópico apresenta os possíveis impactos das tecnologias e mudanças organizacionais nos perfis profissionais.

### 4.1 Prospecção tecnológica<sup>3</sup>

O setor de fundição, de forma geral, é considerado, segundo a classificação de Pavitt (1998), como “intensivo em escala” (*scale-intensive firms*). De acordo com o autor, esses setores se caracterizam pela acumulação tecnológica por meio do *design*, da construção e da operação de sistemas de produção complexos. As principais fontes de desenvolvimento tecnológico são os departamentos de engenharia e *design*, a curva de experiência produtiva e fornecedores especializados de máquinas e equipamentos. Em relação às fontes de inovações, pode-se considerar que o desenvolvimento tecnológico para o setor de fundição nacional é bastante influenciado pelo principal usuário (setor automobilístico).

---

<sup>3</sup> SENAI/DN. *Tendências organizacionais e de difusão tecnológica para o setor de fundição*. Brasília: SENAI/DN, 2007.

Uma vez que o aprendizado tecnológico é oriundo de diversas fontes, esses setores dependem tanto de conhecimentos tácitos<sup>4</sup> quanto explícitos<sup>5</sup>. As inovações tecnológicas de produto e processo ocorrem de forma incremental tendo como base a experiência operacional estabelecida e as otimizações feitas em máquinas, equipamentos e subsistemas.

As Tecnologias Emergentes Específicas listadas pelo GE e que compuseram o questionário *Delphi* abrangeram, de forma quase igualitária, as principais fontes de desenvolvimento tecnológico para o setor brasileiro de fundição. As TEEs foram classificadas em três grandes segmentos: *tecnologias de produto*, *tecnologias de processo* e *tecnologias de gestão*. De forma ampla, pode-se considerar que as TEEs representam as estratégias tecnológicas usadas pelas empresas do setor, isto é, uso de tecnologias que buscam melhorias no fluxo produtivo (tecnologias de processo e de gestão) e a agregação de valor mediante uso de novos materiais.

Essa predominância de tecnologias relacionadas à melhoria de processos e de agregação de novos materiais pode indicar o estágio tecnológico atual do setor, o qual pode ser caracterizado pela busca de maior modernização de suas linhas fabris (inovações de processos<sup>6</sup>) simultaneamente ao oferecimento de produtos diversificados e de maior valor agregado (inovações de produtos<sup>7</sup>). Essa orientação tecnológica está muito associada à concorrência de outros países tanto no mercado interno quanto no externo. Outra característica observada é que a maioria das TEEs associadas à gestão da produção é do tipo não-incorporada<sup>8</sup>.

---

<sup>4</sup> Pode ser caracterizado como um conhecimento oriundo de ações, emoções, valores e experiências dos indivíduos. É altamente pessoal e de difícil formalização. Isso dificulta sua transmissão e seu compartilhamento com outros.

<sup>5</sup> Pode ser caracterizado como um conhecimento que consegue ser expresso pelos indivíduos, tornando-se acessível aos outros. É o conhecimento formal e estruturado, podendo ser encontrado nas diversas formas de comunicação (ex.: livros, CDs).

<sup>6</sup> São inovações relacionadas às melhorias ou mudanças nos processos produtivos. Essas inovações ocorrem, por exemplo, mediante aquisição de novas máquinas ou equipamentos integrados ao fluxo produtivo.

<sup>7</sup> São inovações relacionadas ao desenvolvimento de novos produtos ou à melhoria daqueles já existentes.

<sup>8</sup> Tecnologias não-incorporadas são aquelas que se apresentam de forma intangível. Métodos e ferramentas gerenciais são exemplos dessas tecnologias.

No que tange à complexidade das tecnologias, observa-se que a maioria das TEEs relacionadas se caracterizam como inovações incrementais<sup>9</sup>. Deve-se lembrar que, de acordo com a definição de Tecnologia Emergente Específica, algumas já são de conhecimento do mercado, mas se encontram em baixo grau de difusão. Isso significa dizer que o GE não vislumbrou, para o horizonte temporal estabelecido, a entrada de inovações radicais<sup>10</sup>, seja de processo ou de produto.

Em relação à quantidade de *inputs* que intervêm no fluxo produtivo (Rosseger *apud* Roca, 1994), as TEEs listadas não possuem uma caracterização explícita. Foram relacionadas para o questionário *Delphi* tecnologias “poupadoras” de trabalho (ex.: sistemas robotizados nas etapas de produção), “poupadoras de capital” (ex.: moldes metálicos na fabricação de peças ferrosas) e neutras, isto é, não são nem “poupadoras” de trabalho nem “poupadoras” de capital (ex.: peças de aço fundido inox duplex).

Isso ratifica as observações anteriores sobre a tendência do setor, cristalizadas pelos especialistas do Grupo Executor, na busca por melhorias de processos e oferecimento de produtos mais diversificados e com maior valor agregado para enfrentar o aumento de concorrência no mercado interno e externo.

No que se refere à predominância das forças de demanda e oferta, a lista de TEEs não mostrou nenhum tipo de tendência, isto é, ela possui tecnologias associadas ao modelo *technology push*<sup>11</sup> (ex.: tecnologia *squeeze casting*) e aquelas associadas ao modelo *demand pull*<sup>12</sup> (ex.: sistemas de certificação no gerenciamento da qualidade).

---

<sup>9</sup> São inovações que adicionam pequenas melhorias em produtos ou processos. Surgem de atividades diárias que buscam otimizar ou adaptar produtos e/ou processos. Seu efeito acumulativo pode ter um impacto econômico considerável, mas não chega a alterar radicalmente o fluxo produtivo nem criar um produto.

<sup>10</sup> São inovações que alteram o “estado tecnológico” estabelecido, seja pelo desenvolvimento e um novo produto ou processo. Tais inovações são descontínuas e modificam as estruturas vigentes.

<sup>11</sup> *Technology push* – Este modelo considera que a tecnologia é um fator autônomo, isto é, as inovações possuem um caminho lógico seqüencial, partindo das pesquisas básicas e chegando à etapa de comercialização (difusão). As condicionantes de mercado não são consideradas por este modelo.

<sup>12</sup> *Demand pull* – Este modelo considera que o desenvolvimento de novas tecnologias é iniciado, *a priori*, para atender as demandas e necessidades do mercado consumidor. As forças de mercado são as principais determinantes do progresso tecnológico.

## 4.2 Estrutura da pesquisa *Delphi* para a dimensão tecnológica

A pesquisa *Delphi* contou inicialmente com uma lista de 40 especialistas oriundos do setor produtivo, e teve como representantes engenheiros, diretores e consultores de uma forma geral. Os questionários para a 1ª e 2ª rodadas foram estruturados com 34 TEEs e suas respectivas descrições (anexo).

Foram devolvidos 12 questionários ao fim da 1ª rodada da pesquisa *Delphi*. Na 2ª rodada, apenas 5 especialistas modificaram seus posicionamentos, visto que essa rodada é definida como de “convergência de opiniões”, enquanto 8 mantiveram as mesmas respostas da 1ª.

Após análise das respostas, foram selecionadas e aprovadas pelo Grupo Executor 14 Tecnologias Emergentes Específicas. Os critérios para a seleção final das TEEs foram: frequência absoluta das tecnologias que vão ter uma taxa de difusão de 70% até 2016, grau de conhecimento dos especialistas do Painel, e a percepção do Grupo Executor sobre a importância da tecnologia para o setor e sua potencialidade de difusão.

A partir das respostas do Painel e das considerações do Grupo Executor, foi possível classificar as Tecnologias Emergentes Específicas quanto às velocidades de difusão. Para tal, foram estabelecidas duas categorias<sup>13</sup>:

- Tecnologias de difusão “rápida”: São as tecnologias que alcançarão 70% de sua aplicação de mercado até 2011.
- Tecnologias de difusão “tradicional”: São as tecnologias que alcançarão 30% de sua aplicação de mercado até 2009 e 70% em 2016.

A tabela 2 mostra as Tecnologias Emergentes Específicas selecionadas e suas respectivas velocidades de difusão.

---

<sup>13</sup> É possível estabelecer uma terceira categoria – tecnologias de difusão “lenta” – que são as tecnologias que alcançarão 30% de sua aplicação de mercado entre 5 e 10 anos e 70% após 10 anos.

**Tabela 2 – Tecnologias emergentes específicas selecionadas**

Tecnologias Emergentes Específicas	Velocidade da difusão
Sistemas de certificação no gerenciamento da qualidade	Rápida
Peças em ligas de alumínio	Rápida
Sistema de gestão e ferramentas da qualidade nas etapas de produção	Rápida
Sistemas de certificação no gerenciamento ambiental	Rápida
Tecnologias para reaproveitamento de rejeitos de fundição e utilidades na etapa de tratamento de resíduos	Rápida
Tecnologias de certificação no gerenciamento de segurança e saúde ocupacional	Rápida
Tecnologia de simulação do processo de fundição na etapa do projeto de fabricação dos fundidos	Rápida
Peças de ferro fundido vermicular no mercado de ferro fundido	Tradicional
Peças de ferro fundido nodular austemperado (ADI) no mercado de ferro fundido	Tradicional
Tecnologia <i>Cold Box</i> na etapa de moldagem	Tradicional
Sistemas robotizados nas etapas de produção	Tradicional
<i>Softwares</i> de gerenciamento	Tradicional
Peças de aço fundido inox duplex no mercado de aços especiais	Tradicional
Tecnologia de digitalização tridimensional na etapa de controle de medição	Tradicional

### 4.3 Prospecção organizacional

O questionário para a pesquisa *Delphi* foi estruturado com questões referentes aos fatores sistêmicos<sup>15</sup> às cadeias, ao comportamento migratório das principais “Ações Organizacionais de Valor para a Cadeia<sup>15”</sup> e à variação de importância das Ações Organizacionais Específicas<sup>16</sup>.

A pesquisa *Delphi* contou, inicialmente, com uma lista de 30 especialistas, oriundos do setor produtivo, acadêmico e institucional.

<sup>14</sup> São aqueles que não são ligados à competência da empresa ou cadeia. São exógenos ao sistema que é afetado. Os elos ou empresas da cadeia produtiva não possuem ou possuem pouca ação de intervenção sobre eles.

<sup>15</sup> São ações organizacionais que agregam diferenciais competitivos à cadeia com um todo. Normalmente são atividades executadas por pouquíssimos elos, mas que impactam em praticamente todos os integrantes da referida cadeia produtiva.

<sup>16</sup> São ações organizacionais que, uma vez executadas, auxiliam a empresa a gerar um produto de alto valor agregado ao(s) seu(s) cliente(s) e/ ou se adequar às exigências do mercado consumidor.

Foram devolvidos 12 questionários ao fim da 1ª rodada da pesquisa *Delphi*. Na 2ª rodada, nenhum dos especialistas modificou seu posicionamento, visto que, como comentado anteriormente, essa rodada é definida como de “convergência de opiniões”.

## 4.4 Resultados obtidos

### 4.4.1 Fatores Sistêmicos

No que se refere aos fatores sistêmicos, verifica-se que o Grupo Executor e o Painel *Delphi* selecionaram os seguintes de maior importância para o setor nos próximos 10 anos:

- **Programas governamentais** para diversificação da matriz energética brasileira, com o incentivo de uso de energias de baixo custo.
- **Programas governamentais** de investimento em infra-estrutura, com atuação da iniciativa privada (ex.: parcerias público-privadas).
- **Legislações e inspeções ambientais nos países importadores** que façam com que as empresas nacionais se adequem às normas e exigências ambientais desses países.
- **Legislações e inspeções ambientais no Brasil** que façam com que as empresas nacionais se adequem às normas e exigências ambientais.
- **Legislações e inspeções trabalhistas no Brasil** que estabelecem, como condição de funcionamento de uma empresa, o atendimento às normas e aos procedimentos definidos.
- **Ações de salvaguarda de países importadores**, com o objetivo de proteção de mercado interno.
- **Ações brasileiras de salvaguarda** com o objetivo de proteção de mercado interno.

#### 4.4.2 Comportamento das ações organizacionais de valor para a cadeia produtiva estabelecida

A pesquisa *Delphi* identificou as ações de valor para a cadeia que terão muita importância para o setor nos próximos 10 anos.

- **Especificação dos produtos comercializados** pelos fabricantes de bens finais.
- **Definição das especificações técnicas** para o desenvolvimento de novos produtos pelos fabricantes de peças e de bens finais.
- **Estabelecimento dos processos de produção** pelas empresas de fundição e de máquinas e equipamentos.
- **Estabelecimento de critérios de responsabilidade social** por parte da sociedade e do governo.
- **Estabelecimento de normas e certificações da qualidade** por parte dos fabricantes de bens finais.
- **Estabelecimento de selos ambientais** por parte dos fabricantes de bens finais.

#### 4.4.3 Comportamento das ações organizacionais específicas para a cadeia estabelecida

A pesquisa *Delphi* e o Grupo Executor indicaram as atividades que possivelmente serão motrizes à cadeia, isto é, aquelas que serão muito importantes para a maioria dos elos da cadeia em 2016. As atividades selecionadas foram as seguintes:

- Comercialização de produtos mediante transações eletrônicas (Internet, B2C, entre outras).
- Gerenciamento dos sistemas de transporte e distribuição dos produtos.

- Monitoramento do tempo de entrega (*lead-time*) dos produtos comercializados.
- Utilização de sistemas computadorizados de Planejamento e Controle da Produção.
- Adoção de sistemas de produção baseado em células.
- Implantação de sistemas de certificação de processo.
- Implantação de sistemas de gestão de custos.
- Prospecção e monitoramento do desenvolvimento de tecnologias.

## 4.5 Ocupações emergentes e em evolução

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

**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.

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 industrial de produtos da fundição de metais tem relevância econômica e tecnológica. Esse levantamento foi baseado em indicadores econômicos da

*American Foundry Society*<sup>17</sup> e do 38º Censo Mundial de Empresas de Fundição de Metais<sup>18</sup>, além de outras fontes. Estes países foram **China e Estados Unidos**.

#### 4.5.1 Ocupações emergentes

Não foram encontradas ocupações emergentes no setor de produtos da fundição de metais nos países estudados. As tendências identificadas não contribuiriam 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.

#### 4.5.2 Ocupações em evolução

As ocupações em evolução do setor de produtos da fundição de metais compreendem os *técnicos em fundição de metais* e os *engenheiros de fundição de metais*. Para essas ocupações, foram identificadas as seguintes modificações no conteúdo do trabalho:

- **Engenheiros de Fundição de Metais**<sup>19</sup> – A principal mudança no conteúdo do trabalho será o uso mais intenso de aplicativos de *software* para simulações de processos de fundição e para assistir no projeto de moldes.
- **Técnicos em Fundição de Metais** – A principal mudança no conteúdo do trabalho será o uso de aplicativos de *software* para simulações de fluxos de metais durante o vazamento em moldes e de processos de solidificação.

<sup>17</sup> STRATECAST. *AFS metalcasting forecast & trends 2004 American foundry society*. Washington: Des Plaines, Oct. 2003.

<sup>18</sup> CENSUS OF WORLD CASTING PRODUCTION, 38., 2003, [s.l.]. *Modern casting*, [s.l.], p. 25-27, Dec. 2004.

<sup>19</sup> Esta ocupação é, em geral, classificada como especialização de Engenheiros Metalúrgicos.

### 4.5.3 Ocupações transversais

Como resultado de novas regulamentações, observam-se oportunidades de trabalho, no setor de produtos da fundição de metais, para ocupações da área ambiental. Essas ocupações são consideradas transversais em relação ao setor 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.*

## 4.6 Pesquisa de impactos ocupacionais

O estudo de Impactos Ocupacionais é uma etapa subsequente às prospecções tecnológica e organizacional, e tem por objetivo identificar e avaliar as mudanças prováveis nos perfis profissionais do segmento de carnes decorrentes da introdução das TEEs e das mudanças organizacionais identificadas. Esse entendimento permitirá identificar uma série de possíveis novas competências relacionadas a determinados grupos ocupacionais.

Para esse estudo, foram considerados os conceitos estabelecidos pelo SENAI<sup>20</sup> e por Tejada (*apud* Lazzarotto, 2001), o qual considera que “competência refere-se a funções, tarefas e atuação de um profissional, para desenvolver, adequada e idoneamente, suas funções de trabalho, que é resultado e objeto de um processo de capacitação e qualificação”. Os atributos considerados foram: *Conhecimentos*<sup>21</sup>, *Habilidades*<sup>22</sup> e *Atitudes*<sup>23</sup>.

---

<sup>20</sup> SENAI/DN. **Glossário das metodologias para desenvolvimento e avaliação de competências:** formação e certificação profissional. Brasília: SENAI/DN, 2004.

<sup>21</sup> Neste estudo, considerou-se o conhecimento explícito, que é definido por Nonaka & Takeuchi (1997) como sendo “o conhecimento transmitido por vias formais e sistemáticas, facilmente codificado por fórmulas, símbolos, normas e especificações. São facilmente difundidos pelos sistemas atuais de comunicação”.

<sup>22</sup> O conceito de habilidade está relacionado com a forma de execução de tarefas, com a aplicação de conhecimentos e com a maneira de agir, de pensar (Lazzarotto, 2001).

<sup>23</sup> O conceito de atitudes está relacionado ao posicionamento prévio e estabelecido de uma pessoa, na forma comportamental de reação e atuação frente a um produto, organização, pessoa, fato ou situação. Normalmente não são alteradas com o passar do tempo.

#### 4.6.1 Metodologia empregada

A pesquisa para identificação dos impactos ocupacionais foi feita com dois grupos distintos: os integrantes do Grupo Executor e os empresários do setor. Pela metodologia estabelecida, a pesquisa foi feita primeiramente com os integrantes do Grupo Executor.

Foram utilizados como ferramentas de pesquisa dois questionários, sendo o primeiro estruturado e o segundo semi-estruturado. Os questionários estruturados são apresentados de forma matricial e relacionam as Tecnologias Emergentes Específicas selecionadas e as Ações Organizacionais Específicas motrizes<sup>24</sup> com grupos ocupacionais predeterminados. Essa matriz busca identificar o grau de impacto (incremental ou alto) de cada ação ou tecnologia em cada um dos grupos ocupacionais considerados.

Após aplicação do questionário estruturado, é pedido aos pesquisados que selecionem as duas ocupações mais impactadas pelas TEEs e Ações Organizacionais Específicas motrizes. Uma vez feita a escolha, o Grupo Executor preenche o questionário semi-estruturado, no qual são identificados, para cada ocupação, os itens *atividades, conhecimentos, habilidades e atitudes* que ganharão importância caso ocorra a difusão das TEEs e Ações Organizacionais Específicas. Ressalta-se que tais atributos podem ser considerados como novidades no perfil das ocupações ou dos grupos ocupacionais considerados.

Essas análises podem ter como escopo uma única tecnologia ou ação organizacional ou um grupo. Além disso, a pesquisa busca também identificar possíveis novos profissionais que poderão surgir caso ocorra a difusão das TEEs selecionadas e o crescimento de importância das Ações Organizacionais Específicas.

Para a pesquisa com os empresários o procedimento é quase o mesmo. A única mudança ocorre na listagem de ocupações a serem analisadas.

---

<sup>24</sup> São ações que serão consideradas pelo Painel *Delphi* e Grupo Executor muito importante para a maioria ou totalidade de elos da cadeia considerada.

Nessa etapa da pesquisa, são selecionadas, de acordo com as respostas do Grupo Executor, as quatro ocupações mais impactadas pelas TEEs e Ações Organizacionais Específicas. Contudo, é permitido que esse segundo grupo de respondentes indique uma outra ocupação que porventura não tenha sido considerada como mais impactada na primeira fase da pesquisa. Ressalta-se que a escolha de uma quinta ocupação deverá ser feita dentro do conjunto de ocupações relacionadas no questionário submetido ao Grupo Executor.

#### 4.6.2 Resultados

Os resultados alcançados pela pesquisa de impactos ocupacionais podem ser apresentados e analisados em dois grandes grupos: as possíveis novas atividades, o que reflete diretamente na organização do trabalho, e os novos conhecimentos, habilidades e atitudes, itens relacionados à formação profissional. O primeiro grupo será apresentado ainda nesse tópico, enquanto o segundo será discutido no tópico 5, referente às *mudanças na educação profissional*.

##### 4.6.2.1 Possível impacto das tecnologias emergentes específicas no perfil ocupacional

As Tecnologias Emergentes Específicas que, segundo os pesquisados, deverão impactar um grande número de grupos ocupacionais ou ocupações, são:

- Sistemas de certificação no gerenciamento da qualidade.
- Sistema de gestão e ferramentas da qualidade nas etapas de produção.
- Sistemas de certificação no gerenciamento ambiental.
- Tecnologias para reaproveitamento de rejeitos de fundição e utilidades na etapa de tratamento de resíduos.

A provável difusão dessas tecnologias vai impactar, de forma mais intensa, as atividades das seguintes ocupações ou grupos ocupacionais:

- Profissionais de Pesquisa e Desenvolvimento.

- Supervisores de Produção.
- Técnicos de Engenharia de Processo.
- Operadores de Produção.

### **A) Profissionais de Pesquisa e Desenvolvimento**

No que se refere aos profissionais de pesquisa e desenvolvimento, a pesquisa identificou que a questão ambiental e a busca sistemática de aumento de produtividade continuarão sendo dois dos principais orientadores da atualização tecnológica por parte das empresas, o que vai exigir a incorporação de novas habilidades para o profissional em questão. Esses deverão desenvolver sistemas e equipamentos que auxiliem as empresas na gestão ambiental e nos fluxos produtivos. Ganharão importância as *atividades* relacionadas ao (à):

- Desenvolvimento de novas formas de produção para adequação às novas tecnologias mais limpas.
- Desenvolvimento de produtos e matérias-primas menos poluentes.
- Desenvolvimento de *softwares* aplicativos aos processos de gestão.
- Elaboração de dispositivos para aplicação na robotização.
- Pesquisa de novos materiais e as formas de aplicação.

### **B) Supervisores de Produção**

A busca por maiores valores de produtividade mediante sistemas gerenciais e equipamentos automatizados poderá impactar mais intensamente esse profissional no que diz respeito às *atividades* relacionadas aos processos de certificação e de pessoas, bem como aquelas relacionadas ao planejamento e controle da produção. Ganharão importância as atividades relacionadas ao (à):

- Adequação das técnicas de produção aos produtos.
- Análise dos resultados da produção.

- Controle dos índices relacionados à qualidade dos processos e produtos.
- Gerenciamento de equipes de trabalho.
- Gerenciamento dos resíduos gerados nas etapas produtivas.

### **C) Técnicos de Engenharia de Processo**

Em relação aos técnicos de engenharia de processo, a pesquisa apontou que esses profissionais poderão ser impactados pela difusão das TEEs acima mencionadas, contudo foram enfatizados os *Sistemas de Certificação no Gerenciamento Ambiental e as Tecnologias para reaproveitamento de rejeitos de fundição e utilidades na etapa de tratamento de resíduos*. Ganharão importância as atividades relacionadas ao (à):

- Adaptação dos processos de fabricação para novas ligas.
- Coordenação dos procedimentos para diminuição de rejeitos.
- Análise dos produtos a serem fabricados.
- Desenvolvimento de melhorias que ampliem a segurança dos processos.
- Estabelecimento de procedimentos e instrumentos para garantia da qualidade nas dos produtos finais.
- Seleção de procedimentos e instrumentos para controle de qualidade das etapas de produção.

### **D) Operadores de Produção**

Os operadores de produção serão provavelmente mais impactados pelos *Sistemas de Certificação no Gerenciamento da Qualidade e Sistema de Gestão e Ferramentas da Qualidade nas Etapas de Produção*, visto que tais tecnologias alteram, principalmente acrescentam, uma série de novas atividades relacionadas aos procedimentos produtivos e seus parâmetros de controle. Além disso, poderá alterar as formas interpessoais de relacionamento no “chão-de-fábrica”. Nesse contexto, ganharão importância as atividades relacionadas ao (à):

- Aplicação de métodos de solução de problemas nas operações de produção.
- Controle da rastreabilidade dos materiais processados.
- Cumprimento das normas de qualidade.
- Diagnóstico de pequenos problemas nas máquinas e equipamentos.
- Gerenciamento de partes do processo produtivo.
- Operação de fornos elétricos cubilô.
- Identificação de materiais nocivos ao meio ambiente.

#### *4.6.2.2 Possível impacto das atividades de valor específicas para as empresas no perfil ocupacional*

As atividades de valor específicas que deverão causar maior impacto sobre o perfil dos grupos ocupacionais ou ocupações relacionadas foram:

- Atendimento aos critérios ambientais estabelecidos.
- Estabelecimento de normas e certificação da qualidade para a cadeia produtiva.
- Adoção de sistema de produção baseado em células de produção.

O crescimento de importância dessas ações deverá impactar com maior intensidade as *atividades* dos seguintes grupos ocupacionais ou ocupações:

- Diretores.
- Profissionais de Engenharia de Produto.
- Gerente de Produção.
- Supervisores de Produção.
- Profissionais de Comercialização.

## A) Diretores

A pesquisa identificou que, qualitativamente, os diretores serão mais impactados pelas seguintes ações de valor específicas: *Atendimento aos Critérios Ambientais Estabelecidos e o Estabelecimento de Normas e Certificação da Qualidade para a Cadeia Produtiva*. Com isso, ganharão importância as atividades relacionadas ao (à):

- Coordenação de trabalhos para estabelecer normas e certificação da qualidade para a cadeia produtiva com vistas a manter o equilíbrio desta.
- Definição de ações para implantação de critérios ambientais.
- Elaboração de planos de atualização tecnológica.
- Adequação das diretrizes tecnológicas e organizacionais da empresa às mudanças estabelecidas pelo mercado.

## B) Profissionais de Engenharia de Produto

Os profissionais de engenharia de produto deverão ser, de acordo com os resultados da pesquisa, mais impactados pelo *Atendimento aos Critérios Ambientais Estabelecidos*. Ganharão importância as *atividades* relacionadas ao (à):

- Adaptação de novos sistemas à produção.
- Programação de procedimentos que atendam às normas ambientais estabelecidas.
- Organização do fluxo produtivo e do **layout** para possíveis mudanças, de acordo com o dinamismo do mercado.

## C) Gerente de Produção

Estes profissionais deverão ter suas atividades mais impactadas pelo *Estabelecimento de Normas e Certificação da Qualidade para a Cadeia Produtiva*. Ganharão importância as atividades relacionadas ao (à):

- Adequação dos equipamentos e ferramentas a serem utilizados.

- Gerenciamento dos procedimentos e das normas para certificação.
- Análise dos fluxos de produção.
- Definição dos métodos de trabalho.

#### **D) Supervisor de Produção**

Estes profissionais deverão ter suas atividades mais impactadas pela adoção de *Sistemas de Produção Baseado em Células de Produção*. Ganharão importância as atividades relacionadas ao (à):

- Orientação da execução das tarefas da célula.
- Atualização dos controles de produção.

#### **E) Profissionais de Comercialização**

Estes profissionais deverão ter suas atividades mais impactadas pela *Implantação de Sistemas de Gestão de Custos*. Ganharão importância as atividades relacionadas ao (à):

- Coordenação da implantação de sistemas de gestão de custos.
- Análise das melhores opções de compra de insumos.
- Análise dos fluxos de produção para definição dos custos das peças.
- Elaboração de planilhas de custos.
- Levantamento dos dados de custos.

#### **4.6.2.3 Surgimento de novos profissionais**

Os representantes das empresas indicaram que as indústrias do Segmento de Metais–Fundição vêm demandando crescentemente *Técnicos em Gestão Ambiental*. Esses profissionais deverão ter como atividade principal *Criar Processos e Métodos com Foco no Meio Ambiente*.



## 5 Mudanças Prováveis na Educação Profissional

Esse tópico objetiva mostrar, na percepção de um grupo de especialistas, as possíveis modificações na educação profissional, devido à possível difusão das Tecnologias Emergentes Específicas e mudanças organizacionais.

As mudanças na educação profissional são identificadas mediante estabelecimento dos novos padrões de conhecimentos, habilidades e atitudes, o que poderá gerar, em conjunto, novas competências profissionais. Essa identificação permite a uma Instituição de Formação Profissional adequar suas formações profissionais. A possível reordenação da formação profissional pode ser auxiliada com informações sobre a estrutura e oferta de formação profissional em países referência para o setor do ponto de vista tecnológico.

Para tal, serão apresentados os resultados da pesquisa de impactos ocupacionais no que se refere a *conhecimentos, habilidades e atitudes* que terão sua importância aumentada para as ocupações ou grupos ocupacionais que mais serão impactados pela difusão das TEEs e implantação das ações organizacionais nas empresas do setor, bem como os dos *Estudos Comparados de Educação Profissional*.

### 5.1 Pesquisa de impactos ocupacionais (conhecimentos, habilidades e atitudes que ganharão importância)

A seguir, são listados, de forma sintética, os principais conhecimentos, habilidades e atitudes por grupo ocupacional selecionado de acordo com a metodologia apresentada no tópico anterior conforme pode ser visto nas tabelas 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8.

### 5.1.1 Profissionais de pesquisa e desenvolvimento

Para enfrentar o crescente aumento de importância das questões ambientais e o aumento de competitividade das empresas pelas inovações de processos, esses profissionais deverão possuir as seguintes competências:

**Tabela 3 – Conhecimentos, habilidades e atitudes identificados pela pesquisa de impactos ocupacionais para os profissionais de pesquisa e desenvolvimento**

<b>Conhecimentos</b>	Gestão ambiental
	Gestão da produção
	Gestão de custos
	Novos materiais
	Processos produtivos menos poluentes
<b>Habilidades</b>	Adequar-se às mudanças
	Analisar e solucionar problemas
	Trabalhar com sistemas informatizados
	Trabalhar em equipe
<b>Atitudes</b>	Preocupar-se com o meio ambiente
	Ser proativo
	Ter iniciativa
	Ter preocupação social
	Ter versatilidade

### 5.1.2 Supervisor de produção

A busca, por parte das empresas, dos sistemas de certificação ambiental e de qualidade, somados à necessidade de implantação de ferramentas de gerenciamento deverá fazer com que os supervisores desenvolvam ou intensifiquem as seguintes competências.

**Tabela 4 – Conhecimentos, habilidades e atitudes identificados pela pesquisa de impactos ocupacionais para supervisores de produção**

<b>Conhecimentos</b>	Auditoria da qualidade
	Ferramentas da qualidade
	Gestão da qualidade
	Gestão de custos
	Gestão de segurança do trabalho
	Inglês técnico
	Inovação tecnológica
	Gestão ambiental
	Gestão da produção
	Logística
	Sistemas de gestão e ferramentas da qualidade
	Sistemas de certificação no gerenciamento ambiental e da qualidade
	<b>Habilidades</b>
Analisar tendências tecnológicas	
Delegar tarefas	
Manter-se atualizado e informado	
Ter visão holística do processo	
Tomar decisões	
<b>Atitudes</b>	Demonstrar sensatez
	Preocupar-se com o autodesenvolvimento
	Ter empatia

### **5.1.3 Técnicos de engenharia de processo**

A questão ambiental – nas suas vertentes gerencial e técnica (reaproveitamento de resíduos e uso de tecnologias mais limpas) – e a introdução das ferramentas da qualidade deverão fazer com que os técnicos acentuem suas competências gerenciais e de inovação tecnológica e organizacional. Com isso, as seguintes competências poderão ser exigidas desse profissional.

**Tabela 5 – Conhecimentos, habilidades e atitudes identificados pela pesquisa de impactos ocupacionais para técnicos de engenharia de processo**

<b>Conhecimentos</b>	Cálculo de viabilidade econômica
	Ferramentas da qualidade: conceitos e aplicações
	Gestão ambiental
	Gestão da produção
	Normas regulamentadoras brasileiras (NRs)
	Novos sistemas de certificação: conceitos e casos
	Requisitos ambientais de acordo com a ISO 14000
	Requisitos da qualidade de acordo com a ISO 9001
	Novas tecnologias de moldagem
	Aplicação de TI na gestão da produção
	Novos métodos de medição e controle
<b>Habilidades</b>	Adaptar processos de produção e transformação
	Analisar criticamente e solucionar problemas
	Ter habilidade de comunicação e trabalho em equipe
	Planejar experimentos
	Redigir procedimentos do sistema de gestão da qualidade
<b>Atitudes</b>	Demonstrar versatilidade
	Preocupar-se com o aprendizado contínuo
	Ter preocupação com o meio ambiente

#### **5.1.4 Operadores de produção**

A introdução das ferramentas da qualidade, das normas ambientais e das novas tecnologias – relacionadas ao aumento da competitividade e do tratamento de resíduos – terá considerável impacto na estrutura do fluxo produtivo. Isso poderá ser visualizado tanto na disposição dos equipamentos, quanto nos postos de trabalho. Para atuar em um fluxo produtivo mais dinâmico e com preocupações de qualidade e meio ambiente, o operador de produção deve possuir as seguintes competências.

**Tabela 6 – Conhecimentos, habilidades e atitudes identificados pela pesquisa de impactos ocupacionais para operadores de produção**

<b>Conhecimentos</b>	Comandos numéricos
	Ferramentas da qualidade: conceitos e aplicações
	Gestão ambiental
	Linguagem de programação
	Novas ligas ferrosas
	Ligas não-ferrosas
	Sistemas de certificação: conceitos e casos
	Tecnologia da Informação
	Tecnologias de moldagem
<b>Habilidades</b>	Analisar e propor soluções para o ajuste ou operações dos equipamentos
	Raciocinar logicamente
	Redigir relatórios
	Trabalhar em equipe
	Identificar e solucionar problemas específicos
<b>Atitudes</b>	Ter preocupação com a preservação do meio ambiente
	Comprometer-se com questões sociais
	Ser responsável
	Ser proativo

### 5.1.5 Diretores

O pronto atendimento às exigências ambientais impostas pelo mercado interno e externo, associado aos novos padrões tecnológicos impostos pelos principais compradores – setor de bens de capital, poderá afetar toda a estrutura fabril e de mercado das empresas de fundição. Caso essas mudanças ganhem forma, o corpo dirigente deverá possuir uma série de competências, que serão utilizadas na reorientação tecnológica e de mercado das referidas empresas. Essas competências estão listadas na tabela 7.

**Tabela 7 – Conhecimentos, habilidades e atitudes identificados pela pesquisa de impactos ocupacionais para diretores**

<b>Conhecimentos</b>	Gestão e políticas ambientais
	Inovações tecnológicas
	Tendências de mercado
	Custos
	Engenharia de processos
	Engenharia de produtos
<b>Habilidades</b>	Delegar responsabilidades
	Ter capacidade de análise
	Ter visão holística dos processos
	Ter liderança
	Habilidade para tomadas de decisão
<b>Atitudes</b>	Ser proativo
	Ter preocupação com questões ambientais
	Ter preocupação com questões sociais
	Ter visão de futuro
	Ter sensatez

### **5.1.6 Profissionais de engenharia de produto**

A busca pela oferta de produtos fundidos com maior valor agregado, atendendo aos critérios ambientais estabelecidos fará, provavelmente, com que esses profissionais desenvolvam novas competências técnicas associadas às questões de mercado. Tais competências estão listadas na tabela 8.

**Tabela 8 – Conhecimentos, habilidades e atitudes identificados pela pesquisa de impactos ocupacionais para profissionais de engenharia de produto**

<b>Conhecimentos</b>	Critérios e normas ambientais
	Noções de controle e automação
	Programação de computadores
	Novos materiais
	Novos processos e técnicas de manufatura
	Metodologia científica para solução de problemas
<b>Habilidades</b>	Ter habilidade de convencimento
	Trabalhar com equipes multidisciplinares
	Ter capacidade de analisar e solucionar problemas
	Ter capacidade associativa
<b>Atitudes</b>	Ser proativo
	Ter bom relacionamento interpessoal
	Ser coerente

### **5.1.7 Gerente de produção**

Assim como já comentado, a busca pela oferta de produtos fundidos com maior valor agregado, atendendo aos critérios ambientais definidos, nas especificações técnicas estabelecidas e no tempo exato, fará, provavelmente, com que os gerentes de produção desenvolvam novas competências técnicas associadas às questões de mercado. Tais competências estão listadas na tabela 9.

**Tabela 9 – Conhecimentos, habilidades e atitudes identificados pela pesquisa de impactos ocupacionais para técnicos em planejamento e controle de produção**

<b>Conhecimentos</b>	Gestão da produção
	Gestão de custos
	Inovação tecnológica
	Logística
	Perfil do mercado consumidor
	Novas organizações para os processos produtivos
	Sistemas automatizados de modelagem
<b>Habilidades</b>	Adaptar processos de produção à demanda
	Ter capacidade de analisar e solucionar problemas
	Ter capacidade de organizar documentos e procedimentos para o processo de produção
	Ter visão holística do processo (da matéria-prima ao cliente final)
	Trabalhar em equipe
	Delegar responsabilidades
<b>Atitudes</b>	Demonstrar versatilidade
	Ter senso de organização
	Ser proativo
	Ter poder de comunicação e decisão
	Ter equilíbrio

## 5.2 Estudos comparados de educação profissional<sup>25</sup>

Os estudos comparados em educação profissional são parte integrante da terceira dimensão do Modelo SENAI de Prospecção e compreendem pesquisas de sistemas de educação profissional de países que são referência nos setores estudados pelo Modelo, bem como da oferta de cursos de formação profissional em escolas técnicas do Sistema SENAI e outras escolas técnicas nacionais.

<sup>25</sup> LIMA, M. I. **Estudos comparados de educação profissional**: setor de calçados. SENAI/DN. Brasília, 2007.

Esta pesquisa tem como principal objetivo permitir que se verifiquem variações na oferta de cursos de formação e em grades curriculares de diferentes sistemas de educação profissional. As informações resultantes dessa análise visam auxiliar no desenvolvimento de recomendações para ações do SENAI na área de formação profissional, tais como a oferta de novos cursos de formação inicial, educação continuada e requalificação, bem como mudanças em grades curriculares existentes.

Os critérios para a seleção de países a serem estudados compreenderam:

- indicação pelo grupo executor.
- relevância econômica e tecnológica do setor estudado.
- disponibilidade de fontes de dados secundários.

Os países selecionados para este estudo foram Estados Unidos e Austrália. Os Estados Unidos são líderes mundiais na manufatura de produtos fundidos de metais ferrosos, conforme indicadores econômicos da *American Foundry Society*<sup>26</sup>. A Austrália não se destaca neste setor, mas possui um sistema de formação profissional baseado em competências que compreende estruturas curriculares bastante distintas.

No Brasil, selecionaram-se cursos de habilitação de Técnico em Fundição de Metais cadastrados no Sistema de Informação da Educação Profissional (SIEP) – Cadastro Nacional de Cursos de Educação Profissional de Nível Técnico do Ministério da Educação (ME).

### 5.2.1 Estruturas curriculares

Nos Estados Unidos, os cursos de formação profissional compreendem os dois últimos anos da escola secundária e os dois primeiros anos do pós-secundário. Escolas secundárias de formação profissional são organizadas em torno de um tipo particular de indústria, como aviação ou saúde. A maioria dos alunos dessas escolas prossegue seus estudos em colégios ou universidades.

---

<sup>26</sup> CENSUS OF WORLD CASTING PRODUCTION, 38., 2003, [s.l.]. *Modern casting*, [s.l.], p. 25-27, Dec. 2004.

Dependendo do curso de formação profissional, pode-se obter o grau de associado, que, em geral, envolve quatro anos de estudo, ou um certificado, correspondente a dois anos. Os cursos técnicos são desenvolvidos mediante acordos entre escolas secundárias e pós-secundárias e preparam alunos nas áreas de engenharia, tecnologias e ciências aplicadas, mecânica ou outras áreas industriais, artes, comércio, agricultura, saúde ou administração de negócios.

A educação profissional não segue um padrão estrutural. Em muitos estados, as escolas de educação profissional organizam cursos de tempo parcial, permitindo aos alunos cursar, ao mesmo tempo, a escola secundária. Em geral, nas grandes cidades, os cursos de formação profissional são de tempo integral, mas conjugam os ensinamentos acadêmico e profissional.

Na Austrália, os currículos de cursos de formação profissional são baseados na *Australian Qualifications Framework* (AQF) e desenvolvidos a partir de pacotes de treinamento (*Training Packages*) ou são baseados em cursos acreditados por autoridades governamentais estaduais ou territoriais. As qualificações nacionais são periodicamente revistas e atualizadas. Cursos em áreas especializadas, para as quais essas qualificações não existem, podem ser desenvolvidos e acreditados como cursos de domínio privado, mas são sujeitos às mesmas regras dos cursos de domínio público.

Alguns programas governamentais têm o objetivo de facilitar o acesso à formação profissional. Esses programas incentivam o desenvolvimento de cursos de aprendizagem profissional e de aprendizagem no trabalho.

Cursos de aprendizagem em escolas permitem que jovens possam adquirir qualificações profissionais e ingressar no mercado de trabalho, ao mesmo tempo em que continuam seus estudos no ensino secundário. Os alunos desses cursos são, ao mesmo tempo, estudantes em tempo integral e trabalhadores.

Cursos de aprendizagem no trabalho são considerados componentes de cursos de formação profissional e podem ser alocados em ambientes de trabalho reais ou simulados. Esses cursos têm o objetivo de prover atividades de aprendizagem supervisionadas e contribuir para a aquisição de qualificações equivalentes a um conjunto padrão de qualificações ou outras qualificações do conjunto de padrões de qualificação nacional.

## 5.2.2 Formação profissional do técnico em fundição

### Austrália

A formação de Técnicos em Fundição de Metais enquadra-se no pacote de treinamento para a Indústria de Metais e Engenharia. Esse pacote compreende qualificações desde o Certificado I até o Diploma. Envolve o desenvolvimento de capacidades e conhecimentos e contém requisitos de reconhecimento para indivíduos que empregam no trabalho as competências de acordo com os Padrões Nacionais de Competências para Engenharia e Metalurgia.

Os padrões de competência são classificados em campos, que são agrupamentos de unidades com os objetivos de facilitar a organização de padrões e a seleção de competências. Esses campos não estabelecem barreiras ao acesso de unidades de competência que pertencem a um determinado campo ou entre diferentes campos.

A formação do técnico em fundição é voltada a um conjunto de ocupações, em vez de uma ocupação única. Esse conjunto é estruturado com base nos processos de fabricação, como forjamento, conformação e moldagem de materiais, acabamento de superfícies e fabricação/soldagem. Essa tendência facilita a polivalência profissional, que favorece a articulação com o mercado de trabalho, respondendo, mais rapidamente, a variações na demanda.

A ausência de pré-requisitos indica a flexibilidade no processo de formação. O itinerário de formação apresenta certa rigidez, expressa pela determinação dos campos de unidades de competências que devem ser cursados, como fabricação e conformação de metais, mas dentro de cada campo não existem pré-requisitos. Da mesma forma, não existem pré-requisitos entre diferentes campos. Isso significa que um aluno pode cursar, ao mesmo tempo, unidades de competência de fabricação e conformação de metais. Essa flexibilidade contribui para reduzir o tempo para a obtenção da certificação.

As unidades padrões de competências e os campos são organizados em três grandes categorias:

**Unidades Básicas** – Descrevem competências que são necessárias como parte do perfil para o exercício de qualquer trabalho no setor industrial. Essas competências não contam como pontos, mas são pré-requisitos necessários para unidades de níveis mais avançados e formam parte do perfil de capacidades de todos os empregados.

**Unidades Fundamentais** – Definem competências que são comuns e necessárias. Essas unidades são determinadas para cada nível de qualificação do pacote de treinamento e são requisitos para cada uma dessas qualificações. As unidades fundamentais são alocadas em faixas (1 e 2). O número de unidades fundamentais aumenta, de acordo com o nível de qualificação.

**Unidades de Especialização** – Descrevem uma série de competências transversais. Essas unidades são divididas em bandas, sendo que algumas pertencem, ao mesmo tempo, às bandas A e B. A alocação de unidades em diferentes bandas de especialização está associada ao grau de complexidade das capacidades utilizadas; por exemplo, as classificadas na banda B são mais difíceis do que as da banda A.

Para o Certificado III em Engenharia, que corresponde ao nível técnico, todas essas unidades são disponibilizadas<sup>27</sup>.

Título de Qualificação	Unidades Fundamentais		Unidades de Especialização		
	Faixa 1	Faixa 2	Banda A	Bandas A/B	Banda B
Certificado I em Engenharia	todas	nenhuma	algumas	nenhuma	nenhuma
Certificado I em Engenharia – Produção	todas	nenhuma	algumas	algumas	nenhuma
Certificado II em Engenharia – Tecnologia de Produção	todas	uma	algumas	algumas	nenhuma
Certificado III em Engenharia – Sistemas de Produção	todas	algumas	todas	todas	algumas
Certificado III em Engenharia – Ênfase em Mecânica	todas	algumas	todas	todas	algumas
Certificado III em Engenharia – Ênfase em Manufatura	todas	algumas	todas	todas	algumas
Certificado III em Engenharia – Ênfase em Eletricidade/Eletrônica	todas	algumas	todas	todas	algumas
Certificado III em Engenharia – Técnico	todas	todas	todas	todas	todas
Certificado IV em Engenharia – Ênfase em Engenharia	todas	todas	todas	todas	todas
Diploma em Engenharia	todas	todas	todas	todas	todas

Fonte: Lima (2007)

<sup>27</sup> A composição (competências) de algumas unidades fundamentais e de especialização pode ser vista em: LIMA, M. I. **Ocupações emergentes:** setor de fundição. Brasília: SENAI/DN, 2007.

## Estados Unidos

Em geral, Técnicos em Fundição de Metais são formados em cursos de Tecnologias de Engenharia de Manufatura. Esses cursos possuem a duração de dois anos e demandam o certificado de conclusão do ensino médio (*High School*). Compreendem currículos baseados nas seguintes áreas de estudo:

- **Operação de máquinas industriais** – operação básica de máquinas-ferramenta e o estudo de processos de produção. Aplicação e utilização de instrumentos de monitoração e inspeção para o controle de qualidade da produção.
- **Programação de máquinas CN/CNC** – programação manual de máquinas CN/CNC para aplicações industriais.
- **Processos de junção de materiais** – teoria e aplicação de vários processos de junção de materiais e respectivas técnicas: soldagem, brasagem, forjamento e montagem mecânica de ferramentas.
- **Conformação de metais** – introdução à teoria aplicada a processos de conformação de metais.
- **Fundição de metais** – fusão, vazamento, solidificação, problemas em moldes, design de moldes e testes aplicados à fundição de metais automatizada e controlada por computadores.
- **Controle de fluídos** – sistemas hidráulicos e pneumáticos como meios de transmitir e controlar a geração de força, identificação e operação de componentes, circuitos e aplicações.
- **Design de ferramentas** – *design* de ferramentas especiais aplicadas a processos de manufatura industrial.
- **Pesquisa e elaboração de relatórios** – desenvolvimento de um tema de pesquisa e elaboração de relatórios. Realizado em conjunto com outro curso de manufatura industrial, como fundição ou conformação de metais.
- **Comunicação interpessoal/oral** – análise de situações em que existe comunicação, aplicação de competências não verbais, saber ouvir, resolução de conflitos, expressão oral individual e como parte de uma equipe.

Disciplinas laboratoriais envolvendo algumas dessas áreas de estudo são obrigatórias. Em geral, são oferecidas duas disciplinas laboratoriais compreendendo metalurgia e ciências dos materiais e, mais especificamente, processos de fundição, soldagem e tratamentos térmicos. Alguns currículos contêm também disciplinas relacionadas ao meio ambiente, envolvendo o tratamento de água e de resíduos industriais, bem como disciplinas relacionadas ao controle de qualidade de produtos.

A maioria dos cursos oferece a opção de educação cooperativa. A educação cooperativa compreende o estágio supervisionado, em torno de 400 horas. Para alunos que já atuam no mercado, a experiência no trabalho é avaliada por um supervisor, para fazer parte de seu histórico escolar.

### ***5.2.3 Análise Comparada da Formação Profissional***

Os currículos brasileiros são bastante semelhantes aos currículos de formação dos Estados Unidos. Nesses currículos, não existe modularidade, ou seja, os itinerários de formação são rígidos e baseiam-se em pré-requisitos. Nos Estados Unidos, busca-se quebrar essa rigidez pela oferta de disciplinas eletivas, mas a quantidade de disciplinas eletivas ofertadas é pequena e formada por disciplinas gerais e não necessariamente relacionadas ao campo de estudos.

Entre outras semelhanças, verifica-se a preocupação com o meio ambiente e a qualidade de produtos e a ausência de padrões curriculares. A maioria dos currículos analisados, em ambos os países, contêm disciplinas relacionadas à conservação do meio ambiente, envolvendo o tratamento de resíduos industriais. Ao mesmo tempo, contêm disciplinas relacionadas ao controle de qualidade de produtos. Por outro lado, verifica-se a ausência de padrões curriculares, ou seja, os currículos são bastante variáveis em relação à quantidade de disciplinas ofertadas e à sua organização.

As principais diferenças entre os currículos analisados nesses dois países compreendem o acesso aos cursos de formação e a estruturação geral desses cursos. No Brasil, o pré-requisito de acesso compreende a conclusão da segunda série do ensino médio. Nos Estados Unidos, é necessário completar o nível

*High School*, que equivale à conclusão do ensino médio brasileiro. No Brasil, os cursos são estruturados segundo a carga horária. Nos Estados Unidos, são estruturados segundo sistemas de créditos.

Outra diferença relaciona-se às competências de comunicação. Nos currículos americanos, encontram-se disciplinas voltadas ao desenvolvimento dessas competências. No Brasil, as competências de comunicação concentram-se na expressão de conteúdos de natureza técnica, principalmente pela disciplina de Inglês Instrumental.



## 6 Demanda por Recursos Humanos: Aspectos Quantitativos<sup>28</sup>

Para estimar as mudanças na quantidade de empregos nos diversos setores da economia, o Modelo SENAI de Prospecção faz uso da Metodologia de Análise de Tendências Ocupacionais.

A referida metodologia está baseada na matriz de insumo-produto da economia brasileira, utilizando como base para sua construção dois cenários macroeconômicos e setoriais, um básico<sup>29</sup> e outro, otimista, que procuram estimar a variação da demanda final por setor para os anos a serem projetados, no caso, 2006 a 2010. A utilização de dois cenários reduz os níveis de incerteza desse tipo de projeção, causados principalmente pela dinâmica econômica de mercados altamente globalizados. Os cenários foram construídos a partir de estimativas elaboradas por duas renomadas consultorias contratadas pelo SENAI/DN.

A matriz insumo-produto permite calcular os impactos no emprego setorial a partir das variações projetadas da produção nos diversos setores da economia brasileira. A identificação dessas tendências de demanda por mão-de-obra depende dos coeficientes técnicos<sup>30</sup> da matriz e das projeções de variação da produção.

Em uma segunda etapa da metodologia, faz-se a desagregação das projeções da taxa de crescimento do emprego setorial nas diversas ocupações presentes na estrutura ocupacional de cada um dos setores, levando-se em

---

<sup>28</sup> BOLETIM OCUPACIONAL DO SETOR DE FUNDIÇÃO. Brasília: SENAI/DN, 2007.

<sup>29</sup> O cenário básico é aquele considerado com maior probabilidade de ocorrência.

<sup>30</sup> A matriz de coeficientes técnicos é divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e calculada a partir de informações do Sistema de Contas Nacionais (SCN). Cada coeficiente dessa matriz fornece quanto de cada insumo é necessário para a produção de uma unidade de um determinado bem. Essa matriz define a tecnologia utilizada na economia. Ou seja, se a economia possui “n” setores, teremos uma matriz com “n” linhas e “n” colunas. Cada coeficiente na linha “i”, coluna “j”, fornece a quantidade de insumos do bem “i” necessária para produzir uma unidade do bem “j” (quando a produção de um bem não utiliza outro como insumo, o coeficiente correspondente é zero).

conta o seu comportamento histórico. A hipótese utilizada para a projeção é a de que esse comportamento recente seria também observado no período 2006-2010. Assim, espera-se que as ocupações mantenham o mesmo comportamento observado no passado recente<sup>31</sup>. A seguir, são apresentadas as projeções de novos empregos formais para o setor de fundição.

## 6.1 Projeções de novos empregos formais 2006-2010 para o setor de fundição

Para melhor representar os resultados das projeções, optou-se pela utilização de faixas de geração de emprego e setas indicativas relativas ao volume de emprego projetado, conforme pode ser visto na tabela 10.

**Tabela 10 – Legendas utilizadas na classificação das projeções por ocupação**

Volume de emprego	Legenda	
> 5.000	↑+	em forte expansão
2.000 a 5.000	↑	em expansão
500 a 2.000	↗	expansão moderada
500 a -500	→	estável
-500 a -2.000	↘	retração moderada
< -2.000	↓	em retração

Fonte: Elaboração UNITEP – SENAI/DN

A seguir, na tabela 11, serão apresentadas as projeções para as ocupações de maior destaque no setor de fundição, ou seja, ocupações com maior crescimento projetado.

<sup>31</sup> Para mais detalhes, consultar o documento:

PROJEÇÕES DO EMPREGO FORMAL. Brasília: SENAI/DN, v. 1, n. 1, out. 2005

**Tabela 11 – Projeções de novos empregos (2006-2010) por família ocupacional para o setor de fundição**

Ocupações	Projeções 2006-2010	
Trabalhadores de fundição de metais puros e de ligas metálicas	→	500 a -500
Alimentadores de linhas de produção	→	500 a -500
Trabalhadores de moldagem de metais e de ligas metálicas	→	500 a -500
Operadores de equipamentos de acabamento de chapas e metais	→	500 a -500
Preparadores e operadores de máquinas	→	500 a -500
Técnicos de controle da produção	→	500 a -500
Escriturários em geral, agentes, assistentes e auxiliares administrativos	→	500 a -500
Mecânicos de manutenção de máquinas industriais	→	500 a -500
Trabalhadores de soldagem e corte de ligas metálicas	→	500 a -500
Ferramenteiros e afins	→	500 a -500
Operadores de fornos de primeira fusão e aciaria	→	500 a -500
Operadores de máquinas de usinagem CNC	→	500 a -500
Supervisores de usinagem, conformação e tratamento de metais	→	500 a -500
Operadores de máquinas a vapor e utilidades	→	500 a -500
Trabalhadores de caldeiraria e serralheria	→	500 a -500

### 6.1.1 Tecnologias Emergentes e a Demanda futura por profissionais

Apesar de todas as ocupações<sup>32</sup> apresentarem uma tendência de estabilidade na geração de novos empregos, a difusão de algumas tecnologias, por via de novos investimentos, pode alterar esse comportamento, em um futuro próximo. Assim, dependendo da natureza do impacto tecnológico sobre o processo de trabalho, a tecnologia pode ser considerada poupadora de mão-de-obra ou poupadora de capital.

Assim, a partir dos resultados da atividade de prospecção tecnológica (parte integrante do Modelo SENAI de Prospecção), e que objetiva identificar o grau de difusão de determinadas tecnologias de produto, processo, materiais e gestão num horizonte temporal de 5 a 10 anos, buscou-se uma análise cruzada (ocupação x tecnologia) de forma a captar quais os possíveis impactos, decorrentes da difusão de tais tecnologias sobre a demanda futura por ocupações do segmento estudado.

<sup>32</sup> As projeções são desagregadas por subgrupos e famílias ocupacionais, no entanto, adotou-se o termo ocupação para facilitar o entendimento por parte dos leitores.

O aumento da concorrência internacional, principalmente de produtos oriundos dos países asiáticos, tem feito com que uma parte das empresas do setor busque um novo direcionamento estratégico para manutenção do mercado interno e aumento do externo. Tal fato se traduz na agregação de valor do produto comercializado. Nesse sentido, algumas fundições já vêm incorporando atividades de usinagem<sup>33</sup>, acabamento e montagem de subconjuntos, de forma a aumentar o valor agregado aos seus produtos.

Também se observa um esforço concentrado na redução de custos, o que sugere a utilização de processos de fundição mais controlados e automatizados. No que tange à complexidade das tecnologias, como resultado da Prospecção Tecnológica, observa-se que a maioria das Tecnologias Emergentes Específicas selecionadas se caracteriza como inovações em produtos e gestão. Tal fato deve estar associado à busca por melhores sistemas de gerenciamento e agregação de valor aos produtos pelo segmento.

Diante dessa nova dinâmica, verifica-se que os processos relacionados à fabricação de modelos (modelação) apontam para uma possível demanda de profissionais. Além desse ponto, as questões relacionadas ao meio ambiente também se apresentam fortemente no segmento, dado o volume de resíduos gerados no processo de transformação, o que pode sugerir um possível crescimento da demanda por profissionais nessa área.

A seguir, são apresentadas as ocupações, projeções, tecnologias emergentes, suas respectivas expectativas de difusão, como também os possíveis impactos sobre a demanda dos profissionais e ações de educação profissional.

A tabela 12 apresenta os impactos de tecnologias diretamente associadas a novos produtos sobre um grupo de ocupações. A partir dos dados, verifica-se que a provável difusão dessas tecnologias indica que a demanda por esses profissionais poderá ser potencializada. Nesse sentido, as ações de educação profissional podem ser tanto de formação inicial, para atender uma nova demanda, como continuada para atualização tecnológica desses profissionais.

---

<sup>33</sup> Essa tendência pode ser verificada quando se analisa a estrutura ocupacional do segmento, uma vez que os operadores de máquinas de usinagem e supervisores de usinagem, conformação e tratamento de metais respondem por aproximadamente 3% do total de empregos.

**Tabela 12 – Impacto de tecnologias emergentes associadas a novos produtos sobre as ocupações do segmento de fundição**

Ocupações	Projeções	Tecnologias	Expectativa de difusão	Possível impacto sobre a demanda por profissionais	Possíveis ações de formação profissional
1423 - Gerentes de comercialização, <i>marketing</i> e comunicação	→ 500 a -500	Peças em ligas de alumínio.	Rápida	↑	Formação Inicial e Continuada
1426 - Gerentes de pesquisa e desenvolvimento					
2146 - Engenheiros metalurgistas e de materiais		Peças de Ferro Fundido Nodular Austemperado (ADI) no mercado de ferro fundido.	Tradicional		
3912 - Técnicos de controle da produção e qualidade					
8214 - Operadores de equipamentos de acabamento de chapas e metais		Peças de aço fundido inox duplex no mercado de aços especiais	Tradicional		
8212 - Operadores de fornos de primeira fusão e aciaria		Peças de ferro fundido vermicular no mercado de ferro fundido	Tradicional		
7222 - Trabalhadores de fundição de metais puros e de ligas metálicas					
7223 - Trabalhadores de moldagem de metais e de ligas metálicas					

Fonte: UNITEP – SENAI/DN

A tabela 13 apresenta o impacto dos sistemas robotizados nas etapas de produção sobre as ocupações relacionadas às atividades de operação, engenheiros metalurgistas e de materiais, técnicos de controle da produção e qualidade e mecânicos de manutenção de máquinas.

**Tabela 13 – Impacto dos sistemas robotizados nas etapas de produção sobre as ocupações do segmento de fundição**

Ocupações	Projeções	Tecnologias	Expectativa de Difusão	Possível Impacto sobre a demanda por profissionais	Possíveis ações de formação profissional
8214 - Operadores de equipamentos de acabamento de chapas e metais	→ 500 a -500	Sistemas robotizados nas etapas de produção	Tradicional	↓	Requalificação e formação continuada
8212 - Operadores de fornos de primeira fusão e aciaria					
7222 - Trabalhadores de fundição de metais puros e de ligas metálicas					
7223 - Trabalhadores de moldagem de metais e de ligas metálicas					
2146 - Engenheiros metalurgistas e de materiais	→ 500 a -500	Sistemas robotizados nas etapas de produção	Tradicional	↑	Formação Inicial e Continuada
3912 - Técnicos de controle da produção e qualidade					
9113 - Mecânicos de manutenção de máquinas industriais					

Fonte: UNITEP – SENAI/DN

No que diz respeito às ocupações associadas aos processos operacionais<sup>34</sup>, a expectativa é de que a provável difusão dessa tecnologia, apesar de apresentar uma tendência tradicional de difusão, venha a substituir os profissionais. Já no tocante aos engenheiros metalurgistas e de materiais, técnicos de controle da produção e qualidade e mecânicos de manutenção de máquinas, a expectativa é de que, na ocorrência da difusão, a demanda por esses profissionais seja maior.

<sup>34</sup> 8214 - Operadores de equipamentos de acabamento de chapas e metais; 8212 - Operadores de fornos de primeira fusão e aciaria; 7222 - Trabalhadores de fundição de metais puros e de ligas metálicas; 7223 - Trabalhadores de moldagem de metais e ligas metálicas.

Considerando esses impactos distintos, verifica-se a possibilidade de programas de requalificação e até mesmo formação continuada para os profissionais de operação, de forma a atenderem a nova possível demanda por profissionais de manutenção. No que se refere aos engenheiros e técnicos, observa-se a possibilidade de programas de formação continuada, uma vez que novos conhecimentos e habilidades serão necessários.

Conforme mencionado anteriormente, nos próximos anos, o segmento de fundição deverá apresentar uma forte preocupação com a questão ambiental, o que pode aumentar a demanda por profissionais para essa área nos próximos anos. Além disso, conforme pode ser visto na tabela 14, as tecnologias relacionadas à questão ambiental (certificação e reaproveitamento de rejeitos), apresentam uma expectativa de difusão rápida, o que, com certeza, deve impactar no curto prazo a demanda por esses profissionais.

**Tabela 14 – Impacto de tecnologias emergentes relacionadas às questões ambientais sobre a ocupação técnico em controle ambiental e utilidades**

Ocupações	Projeções	Tecnologias	Expectativa de Difusão	Possível Impacto sobre a demanda por profissionais	Possíveis ações de formação profissional
3115 - Técnicos em controle ambiental, utilidades e tratamento de efluentes	→ 500 a -500	Sistemas de certificação no gerenciamento ambiental	Rápida	↑	Formação Inicial e Continuada
		Tecnologias para reaproveitamento de rejeitos de fundição e utilidades na etapa de tratamento de resíduos	Rápida		

Fonte: UNITEP/SENAI-DN

Com base nessas expectativas, tanto as ações de formação inicial quanto de formação continuada deverão ser importantes para o segmento de fundição, uma vez que os níveis de exigências dos mercados (nacional e internacional) são

cada vez maiores. Embora o tema esteja diretamente relacionado aos técnicos em controle ambiental, utilidades e tratamento de efluentes, os conteúdos relacionados a essa questão são extremamente relevantes também para outras ocupações, como gerentes de pesquisa e desenvolvimento, engenheiros metalurgistas e de materiais e técnicos de controle de produção.

# 7 Recomendações

## 7.1 Introdução

O SENAI, como instituição de educação profissional e de serviços técnicos e tecnológicos ligados à indústria, tem buscado desenvolver produtos que objetivem contribuir para o aumento da competitividade dos setores industriais brasileiros. Esse objetivo obrigatoriamente passa pela atualização tecnológica das Escolas e Unidades Operacionais dos Departamentos Regionais e empresas. Porém, a tomada de decisão para processos de modernização tecnológica traz, em primeiro momento, considerável grau de incerteza para os *stakeholders* envolvidos. Esse grau de incerteza pode ser gradativamente diminuído mediante ações que gerem informações consistentes sobre as tendências tecnológicas do setor em questão.

Com esse objetivo, a Unidade de Tendências e Prospecção do SENAI – Departamento Nacional desenvolveu o produto *Ambiente Institucional Favorável à Difusão Tecnológica*, que tem como objetivo auxiliar os tomadores de decisão dos Departamentos Regionais e empresários no processo de tomada de decisão referente à atualização tecnológica, e um dos documentos utilizados é o de Recomendações. As Recomendações possuem um grau de incerteza mais elevado, visto que a base de análise e geração destas se constitui de inferências sobre o grau de difusão tecnológica, tendências organizacionais e possíveis impactos ocupacionais em um horizonte temporal estabelecido. Ressalta-se que estudos sobre cenários futuros sempre embutem um determinado grau de incerteza. Os estudos prospectivos diminuem tais incertezas, mas não as eliminam. Apesar de na atual fase do Modelo SENAI de Prospecção ainda se trabalhar com um grau de incerteza elevado, mesmo assim, este é menor em face da utilização de ferramentas prospectivas.

Devido a esse grau de incerteza, as Recomendações geradas nessa etapa possuem menor risco financeiro para o tomador de decisão. Como exemplo, podem ser citadas as *Recomendações* relacionadas à atualização de desenhos

curriculares de discentes, cursos para atualização de docentes e oferecimento de cursos de educação continuada. Todas levam em consideração uma dimensão basicamente teórica, além de incluir determinados Serviços Técnicos e Tecnológicos de assessoria técnica e tecnológica e de informação tecnológica.

As *Recomendações* a seguir apresentadas estão divididas em três blocos: atualização curricular de alunos (educação profissional inicial, educação profissional continuada e recondução ao mercado de trabalho – requalificação); atualização curricular de docentes e técnicos, bem como oferecimento de Serviços Técnicos e Tecnológicos.

Ressalta-se que a escolha dessas *Recomendações* dependerá das demandas específicas de cada estado ou escola, seja por novos cursos e possíveis saídas finais ou intermediárias, ou pela possibilidade de aumento do desenho curricular mediante inclusão de novas disciplinas.

## **7.2 Atualização curricular e desenvolvimento profissional de trabalhadores (atualização de discentes)**

### ***7.2.1 Busca por produtos com maior valor agregado por meio do design e de novos materiais***

O aumento da concorrência internacional, principalmente de produtos oriundos dos países asiáticos, tem feito com que o setor brasileiro busque um novo direcionamento estratégico para manutenção do mercado interno e aumento do externo. Essa nova orientação é traduzida pela agregação de valor do produto comercializado. Nesse sentido, as fundições têm incorporado atividades de usinagem, acabamento e subconjuntos montados de forma a aumentar o valor aos seus produtos. Verifica-se que a fabricação de modelos (modelação) é uma atividade na qual existe uma grande carência de profissionais.

Segundo os estudos setoriais nos últimos 25 anos, houve um crescimento expressivo das exportações brasileiras de fundidos, a um ritmo de 8,7% ao ano na produção e de 11,2% ao ano em valores em dólares estadunidenses, indicando

uma agregação de valor ao mix de fundidos exportados no período.

O esforço de redução incremental de custo vai intensificar o uso de processos de fundição mais controlados de maneira a se alcançar a forma geométrica e o acabamento mais próximo do produto final (*near net shape*). Além disso, existe uma demanda cada vez maior por produtos diferenciados com menor escala produtiva.

Essa última observação pode ser comprovada pelo novo posicionamento de empresas que eram anteriormente exclusivas (cativas), e agora optaram por um fornecimento misto, no qual se combina o atendimento preferencial e aquele de mercado. Isso faz com que a fundição comece a ter maior variedade de produtos em seu portfólio.

A questão da agregação de valor pode ser percebida, principalmente, nas produções não seriadas, sobretudo nos segmentos de maior dinâmica, de bens de capital, peças de desgaste e outros. Nesses segmentos, **a especificação dos produtos** é um elemento-chave de definição pelos fabricantes de bens e de componentes, que influenciam fortemente as escolhas de composição, as características técnicas e o valor dos produtos fundidos. Outro elemento-chave é o **prazo de entrega**, cada vez mais curto.

Outro ponto que deve ser considerado na busca por maior diferenciação é o uso cada vez maior de materiais não-ferrosos, notadamente o alumínio. A maioria dessas empresas de fundidos são fundições de ferro (37%) e alumínio (33%). Os fundidos de ferro são os mais produzidos, mas os fundidos de ligas não-ferrosas são os mais valiosos. Além do mais, na fundição de alumínio, normalmente se consegue maior valor agregado, maior grau de automação e melhor atendimento a exigências ambientais, o que pode explicar a preferência por esse tipo de processo pelos países desenvolvidos.

## Recomendações

Dentro desse contexto de busca de produtos com alto valor agregado por meio do *design* e crescimento de materiais não-ferrosos pelas empresas do setor de fundição, recomenda-se ao SENAI:

### **No campo da educação profissional inicial:**

- Inserção ou atualização curricular de cursos técnicos em fundição de unidades curriculares sobre *Design* e suas respectivas ferramentas (ex.: *softwares* de projetos, desenhos e simulações).
- Inserção ou atualização curricular de cursos técnicos em fundição de unidades curriculares sobre Prototipagem ou Prototipagem Rápida.
- Inserção ou atualização curricular de cursos técnicos em fundição de unidades curriculares sobre materiais não-ferrosos (ex.: ligas de alumínio), aços fundidos e materiais ferrosos especiais (ferro fundido vermicular e ferro fundido nodular austemperado) e suas respectivas TEEs, insumos e matérias-primas.
- Inserção ou atualização curricular de cursos técnicos em fundição de unidades curriculares sobre projeto e desenvolvimento de produtos, incluindo as Tecnologias Emergentes Específicas relacionadas ao tema.
- Oferecimento de cursos técnicos em fundição com especialização (saída) em projeto e desenvolvimento de produtos e processos.

### **No campo da educação continuada:**

- Oferecimento de cursos de educação continuada para operadores de produção sobre informática básica e aplicada (automação).
- Oferecimento de cursos de educação continuada para técnicos em fundição e demais profissionais do setor sobre *Design* e suas respectivas ferramentas (*softwares* de projetos, desenhos e simulações).
- Oferecimento de cursos de educação continuada para técnicos em fundição, engenheiros e demais profissionais sobre materiais não-ferrosos (ex.: ligas de alumínio), aços fundidos e materiais ferrosos especiais (ferro fundido vermicular e ferro fundido nodular austemperado) e suas respectivas TEEs, insumos e matérias-primas.
- Oferecimento de cursos de educação continuada sobre modelação (preparação de modelos).

- Oferecimento de cursos de educação continuada para operadores de produção sobre informática geral e aplicada (automação).
- Oferecimento de cursos de educação continuada para técnicos em fundição, engenheiros e demais profissionais do setor sobre Prototipagem ou Prototipagem Rápida.

### **7.2.2 Aumento da importância das questões ambientais**

A preocupação com as questões ambientais tem crescido sobremaneira para o setor de fundição. O principal resíduo gerado – areia de fundição – representa um considerável passivo ambiental. Vale lembrar que, de acordo com a legislação ambiental, as empresas geradoras dos resíduos são responsáveis por estes indefinidamente, mesmo que o resíduo seja transferido de local, mudado de mãos ou de depositário, ou mudado de forma, mantendo suas características nocivas (Rolim, 1999).

Segundo Tigre *et al.* (2007), estima-se que haja um resíduo de 120 quilos de areia por veículo produzido. Apesar de grande quantidade de areia ser reaproveitada no processo, a areia contaminada com resinas fenólicas, geradas na etapa de desmoldagem das peças metálicas, necessita passar por processos de regeneração – processos químicos, físicos ou térmicos aplicados às areias de moldagem e macharia, e que permite sua reutilização sem uma perda considerável de suas propriedades características. Caso não seja possível, essa areia deve ser descartada e enviada para aterros industriais. Segundo Scheunemann (2005), até hoje são descartadas areias contaminadas em depósitos não licenciados pelos órgãos de controle ambiental.

Além da areia de fundição, outros resíduos são gerados pela fundição, tais como sucata de peças engenheiradas, compreendendo canais e alimentadores usados na fundição; emissões de gases (além das emissões provenientes dos fornos, existem as emissões oriundas da queima de modelos descartáveis, tais como os modelos de poliestireno e poliuretano); e consumo de água (utilizada para o resfriamento das muitas fundições não possuem torre de resfriamento para o reaproveitamento da água). (Tigre et al., 2007).

Para Lima (2007) , como resultado de novas regulamentações, observam-se oportunidades de trabalho, no segmento de produtos da fundição de metais, para ocupações da área ambiental. Essas ocupações são consideradas transversais em relação ao segmento de produtos da fundição de metais 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.

Dentro desse quadro de maior conscientização ambiental, as fundições estão buscando um novo direcionamento estratégico, investindo em tecnologias para coletar seus gases tóxicos, fazer a recuperação da areia de fundição e tratar seus resíduos, de forma a se adequar às normas ambientais.

## Recomendações

Dentro desse contexto de aumento da importância das questões ambientais para o setor de fundição brasileiro, recomenda-se ao SENAI:

### **No campo da educação profissional inicial:**

- Inserção ou atualização curricular de cursos técnicos em fundição de unidades curriculares sobre gestão ambiental, incluindo tópicos sobre legislação e tratamento de resíduos.
- Inserção ou atualização curricular de cursos técnicos em fundição de unidades curriculares sobre as Tecnologias Emergentes Específicas relacionadas às questões ambientais (ex.: produções mais limpas e tecnologias de reaproveitamento de resíduos).
- Oferecimento de cursos técnicos em fundição com especialização (saída) em gestão ambiental.

### **No campo da educação continuada:**

- Oferecimento de cursos de educação continuada para técnicos em fundição e demais profissionais do setor sobre gestão ambiental, incluindo tópicos sobre legislação e tratamento de resíduos.

Oferecimento de cursos de educação continuada para técnicos em fundição e demais profissionais do setor sobre as Tecnologias Emergentes Específicas relacionadas às questões ambientais (ex.: produções mais limpas e tecnologias de reaproveitamento de resíduos).

### ***7.2.3 Técnicas de gerenciamento como formas de aumento da produtividade***

Um dos tópicos que, em tese, contribuem para o aumento dos investimentos no setor é a existência de demanda aquecida no mercado internacional, o que pode gerar oportunidades inclusive na venda para países concorrentes, como a China. Vale ressaltar que, além de grande produtor, o país é um grande mercado consumidor e vem se tornando um mercado potencial para atuação direta ou indireta das empresas brasileiras, mediante transações com matrizes e parceiros do exterior.

Outra vantagem competitiva do setor brasileiro de fundição é o menor custo de mão-de-obra no Brasil, quando comparado aos países desenvolvidos (Estados Unidos, Europa e Japão). Apesar de esse baixo custo de mão-de-obra ser acompanhado por um nível deficiente de escolaridade, ele tem sido considerado um dos fatores mais decisivos, somado à energia e disponibilidade de matéria-prima, para a vantagem comparativa brasileira em relação à estadunidense, que é também o principal destino da exportação no segmento automotivo e outros (USITC, 2005).

Porém, alguns obstáculos podem comprometer o grau de investimento para aumento da produtividade. Um deles está relacionado à baixa intensidade tecnológica do setor. Na Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (PINTEC), realizada pelo IBGE, o setor foi classificado como de intensidade média baixa. Isso pode ser explicado pelo baixo custo da mão-de-obra – que por esse ângulo impede uma maior difusão tecnológica apesar de ser considerado como uma vantagem competitiva – e pelas condições macroeconômicas do País. Mesmo assim, já se verifica o uso de sistemas robotizados e máquinas CNC de última geração nas grandes empresas. Essa modernização é fundamental nas fundições seriadas. Como exemplo, pode-se citar a moldagem mecanizada com vazamento automático com controle de fotocélulas.

Além disso, o setor de fundição no Brasil é composto essencialmente por empresas de capital nacional e de tamanho médio ou pequeno (95%). Em relação ao setor dos países considerados, este é o maior percentual de empresas de pequeno e médio porte. Apesar de o setor apresentar uma série de vantagens competitivas, tais como possuir todas as matérias-primas, energia hídrica em abundância, uso de tecnologia de ponta pelas grandes empresas e a mão-de-obra qualificada, as pequenas empresas ainda precisam melhorar seus processos de gerenciamento.

Essa adequação passa possivelmente pela flexibilização das unidades produtivas e a implantação de formas organizacionais para se adaptar ao padrão tecnológico estabelecido pelos clientes finais, esses uma fonte de inovação para o setor de fundição. Para tal, as empresas têm adotado tecnologias flexíveis de automação e novos métodos gerenciais, os quais possibilitam alterações otimizadas na seqüência de produção ou do tipo de produto com uma perda de tempo mínima.

Para enfrentar o aumento da concorrência e alcançar novos patamares comerciais, as empresas do setor de fundição vêm desenvolvendo, ao longo do tempo, ações estratégicas que buscam a sustentabilidade, não só pela aquisição de tecnologias de processos, mas também pelo uso de tecnologias de gestão. Como exemplo, pode-se citar o estabelecimento de técnicas de manufatura enxuta (*lean production*) e de gestão pela qualidade total. Tais técnicas de gerenciamento serão suportadas por tecnologias de informática e informação, as quais já vêm sendo adotadas com maior intensidade pelos segmentos mais dinâmicos, permitindo melhor integração de dados e coordenação de ações entre as empresas. Essa integração leva a um aumento da eficiência da cadeia produtiva como um todo, com melhor previsão de demandas, redução de estoques, melhoria da qualidade e produtividade, melhoria de serviços, parcerias em novos mercados e outros.

As questões de gerenciamento se tornam mais críticas, quando se leva em consideração que o transporte possui papel importante na redução de custos, principalmente das matérias-primas. Além do mais, as técnicas de gerenciamento serão bastante importantes no processo de mudança,

no qual as empresas de fundição estão se transformando em indústrias do ramo metal-mecânico, fornecendo componentes usinados e subconjuntos montados, o que necessita de uma integração de atividades de produção de peças brutas rebarbadas, com a usinagem, para produção de peças acabadas.

## Recomendações

Dentro desse contexto de aumento da importância na implementação de novas formas de gerenciamento e da gestão da cadeia de suprimento, recomenda-se ao SENAI:

### No campo da educação profissional inicial:

- Inserção ou atualização curricular de cursos técnicos em fundição de unidades curriculares sobre gestão da cadeia de suprimentos, tendo como ênfase as técnicas de comunicação, com suas respectivas ferramentas operativas (ex.: ERP I e II).
- Inserção ou atualização curricular de cursos técnicos em fundição de unidades curriculares sobre gestão da produção com ênfase nos principais processos de produção (ex.: células, sistemas seriados e não-seriados e produção enxuta). *Softwares* de gerenciamento e sistemas de distribuição.
- Inserção ou atualização curricular de cursos técnicos em fundição de unidades curriculares sobre definição de máquinas e equipamentos, mecanização, melhoria de fluxo de produção, elaboração e adequação de *layout*.
- Oferecimento de cursos técnicos em fundição com especialização (saída) em gestão da produção com ênfase nos principais processos de produção (ex.: células, sistemas seriados e não-seriados, produção enxuta).
- Inserção ou atualização curricular de cursos técnicos em fundição de unidades curriculares sobre planejamento e controle de processos, bem como suas respectivas Tecnologias Emergentes Específicas (ex.: tecnologia de digitalização tridimensional na etapa de controle de medição).

**No campo da educação continuada:**

- Oferecimento de cursos de educação continuada para técnicos em fundição e demais profissionais do setor sobre gestão da produção, com ênfase nos principais processos de produção e *softwares* de gerenciamento (ex.: células, sistemas seriados e não-seriados e produção enxuta).
- Oferecimento de cursos de educação continuada para técnicos em fundição e demais profissionais do setor sobre gestão da cadeia de suprimentos, tendo como ênfase as técnicas de comunicação com suas respectivas ferramentas operativas (ex.: ERP I e II).
- Oferecimento de cursos de educação continuada para técnicos em fundição e demais profissionais do setor sobre planejamento e controle de processos, bem como suas respectivas Tecnologias Emergentes Específicas (ex.: tecnologia de digitalização tridimensional na etapa de controle de medição).
- Oferecimento de cursos de educação continuada para técnicos em fundição e operadores de produção sobre manutenção de máquinas e equipamentos.

**7.2.4 Aumento de empresas de fundição certificadas**

Os processos de certificação começam a ter um papel importante na competitividade do setor, quando se observa que empresas fornecedoras de indústrias de peças automobilísticas têm investido em certificações de montadoras, tais como a série ISO (ex.: ISO 9000, 14000 e TS). Considerando que os clientes de bens finais possuem grande poder de barganha e definem os critérios que afetam o funcionamento e inter-relacionamento dos elos da cadeia produtiva, e que o principal cliente do setor de fundição no Brasil é o automobilístico, acredita-se que as empresas buscarão, como diferencial competitivo, obter sistemas certificadores. Além das exigências técnicas e tecnológicas dos clientes, as empresas vão, cada vez mais, se adequar às normas ambientais. Esse movimento pode ser verificado pela certificação ISOTS 16949 de um grande número de empresas, as quais já iniciaram a adequação para certificação da ISO 14000.

## Recomendações

Dentro desse contexto de aumento do número de empresas de fundição certificadas, recomenda-se ao SENAI:

### **No campo da educação profissional inicial:**

- Inserção ou atualização curricular de cursos técnicos em fundição de unidades curriculares sobre Gestão da Qualidade e suas respectivas ferramentas, incluindo tópicos sobre os principais sistemas certificadores (ex.: ISO 9000; 14000; 18000).

### **No campo da educação continuada:**

- Cursos de educação continuada para técnicos em fundição e demais profissionais do setor sobre Gestão da Qualidade e suas respectivas ferramentas, incluindo tópicos sobre os principais sistemas certificadores (ex.: ISO 9000; 14000; 18000).

## **7.2.5 Pesquisas futuras**

A constante integração entre os setores responsáveis pela fabricação de produtos de metal deverá fazer com que os diferentes profissionais desses setores busquem uma visão mais abrangente dos processos envolvidos. Como exemplo dessa integração, como já comentado anteriormente, tem-se a incorporação da etapa de usinagem pelas empresas de fundição com o intuito de aumentar o valor agregado dos produtos fundidos. Soma-se a isso o aumento da utilização de novos materiais, o que pode possibilitar nova especialização e mudanças nos fluxos produtivos.

## Recomendações

Dentro dessas novas possibilidades, recomenda-se ao SENAI:

- Desenvolver estudos sobre a possibilidade de introduzir aos desenhos curriculares dos cursos técnicos em metalurgia unidades curriculares sobre fundição.

- Desenvolver estudos sobre a possibilidade de o SENAI criar cursos técnicos ou especializações sobre materiais.

## 7.3 Ações para atualização de docentes do SENAI

### Contextualização

Uma das formas de acelerar o processo de uso de novas tecnologias, por parte dos atores de um sistema produtivo, é a difusão de informações explicativas mediante procedimentos sistemáticos. Um importante mecanismo de divulgação de informações tecnológicas, e que possibilita acelerar o processo de difusão tecnológica, é o aprimoramento contínuo de docentes. Vale a pena lembrar que uma vez atualizados – do ponto de vista tecnológico – os docentes vão exercer considerável influência em futuros profissionais seja pela atualização curricular de discentes e orientação de projetos, seja pela orientação de uma postura profissional mais focada na importância do processo de modernização tecnológica. Isso poderá permitir que o egresso seja um agente indutor no uso das novas tecnologias quando estiver atuando profissionalmente.

Por ser um processo relativamente demorado – visto que depende da inserção do aluno no mercado de trabalho e da possibilidade de esse vir a influenciar no processo de tomada de decisão para aquisição de tecnologias – pode-se considerar que esse mecanismo possui um impacto indireto sobre a aceleração do processo de difusão tecnológica.

### Recomendações

Na busca por identificar ações que permitam a atualização dos docentes, recomenda-se que o SENAI:

- Realize *workshops*, nos quais serão apresentados os resultados obtidos pelo Modelo SENAI de Prospecção para o setor de fundição, com

posterior mapeamento do grau de conhecimento dos docentes em relação às Tecnologias Emergentes Específicas, e estabeleça estratégias para atualização tecnológica das equipes do SENAI.

- Produza ou adquira materiais, para informação sobre as TEEs, vinculados ao banco de materiais didáticos da UNIEP.
- Participe de congressos e seminários nacionais e internacionais no setor de fundição, tendo como condicionante a elaboração de relatórios técnicos para posterior divulgação para o Sistema SENAI.
- Realize o *Congresso SENAI de Tendências Tecnológicas e Organizacionais: setor de fundição* (palestras de especialistas/fornecedores e casos de sucesso).
- Realize ou intensifique semanas tecnológicas (palestras, minicursos etc.) nas unidades e escolas do SENAI.
- Realize palestras de fornecedores de tecnologias nas unidades e escolas do SENAI.
- Contrate especialistas para capacitação dos docentes do SENAI do setor de fundição nas Tecnologias Emergentes Específicas.

No tocante aos conteúdos dos programas nacionais de atualização de docentes ou das ações locais dos Departamentos Regionais, recomenda-se que o SENAI contemple os seguintes tópicos:

- Busca por produtos com maior valor agregado, por meio do *design* e de novos materiais.
- Gestão ambiental.
- Técnicas de gerenciamento como formas de aumento da produtividade.
- Gestão pela qualidade, com ênfase nas ferramentas e sistemas certificadores.

## 7.4 Ações para oferecimento de serviços técnicos e tecnológicos de informação tecnológica

### Contextualização

Um outro mecanismo que pode dar suporte à difusão tecnológica é a divulgação de informações tecnológicas para potenciais usuários das novas tecnologias, por intermédio de mecanismos sistematizados de coleta, estruturação e análise de dados. Tais ferramentas podem ser construídas em bases digitais (ex.: informes tecnológicos periódicos), ou mediante eventos presenciais (ex.: *workshops*, palestras e congressos). Em termos de impacto sobre o processo de difusão tecnológica, pode-se considerar que esses processos possuem impacto mais direto, uma vez que permite aos usuários em potencial análise mais estruturada sobre as características, vantagens e desvantagens no uso de novas tecnologias.

### Recomendações

Na busca por identificar ações que permitam desenvolver serviços de informação tecnológica, recomenda-se ao SENAI:

#### **Melhorar a percepção dos usuários sobre os investimentos e benefícios das Tecnologias Emergentes Específicas, por meio de:**

- Elaboração de estudos sobre as TEEs (ex.: vantagens relativas, estimativas de investimentos, vantagens técnicas etc.).
- Elaboração de materiais com casos de sucesso na utilização das Tecnologias Emergentes Específicas.

#### **Desenvolver novas fontes de informação sobre as TEEs, para diminuição do grau de complexidade das TEEs, por meio de:**

- Criação de lista de *sites* com endereços de fornecedores.
- Divulgação das publicações de tendências tecnológicas e organizacionais.

- Cadastro de empresas usuárias e potenciais usuárias.
- Produção de mecanismos sistemáticos de informação tecnológica (boletins tecnológicos), que ofereçam ao seu público-alvo informações a respeito das tecnologias prospectadas (TEEs) pelo Modelo SENAI de Prospecção, tais como lista de fornecedores, lista dos órgãos que oferecem linhas de financiamento e instituições de fomento para modernização tecnológica, bem como as orientações para envio de projetos, estudos sobre a viabilidade econômica das tecnologias, feiras e congressos que exponham ou apresentem informações sobre as TEEs, entre outras informações.

**Atuar junto às empresas frente ao elevado nível das modificações necessárias no ambiente organizacional interno da empresa para o uso das Tecnologias Emergentes Específicas, por meio de:**

- Auxílio na identificação dos possíveis impactos organizacionais causados pelas TEEs.
- Oferecimento de Serviços Técnicos e Tecnológicos sobre projetos de *layout* e alterações de fluxo produtivo.
- Aumento da oferta de clínicas tecnológicas (orientação inicial para solução de problemas de usuários e potenciais usuários das TEEs).



## 8 Relação de Especialistas

### 8.1 Lista de especialistas que responderam aos questionários *Delphi* na prospecção tecnológica

Nº	Nome	Instituição
1	Cláudio Mariotto	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT)
2	Edson Itio	Edyp Indústria e Comércio de Máquinas Ltda.
3	Fábio Pace de Oliveira	Foseco Industrial e Comercial Ltda.
4	Fernando Lee Tavares	Thyssen Fundições Engenharia
5	José Guilherme Bueno Camargo	Camargo Consultoria, Assessoria e Projetos para Fundação
6	Luiz Antônio da Silva	SENAI/SP
7	Guilherme Ourique Verran	Universidade do Estado de Santa Catarina
8	Lisiane Trevisan	Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Laboratório de Fundação
9	Roberto J. dos Santos	MAHLE Metal Leve S/A
10	Sérgio Eugênio Azambuja Kessler	SEA KESSLER ME
11	Sergio M. Rossitti	Grupo Metal – Aço Inoxidável e Ligas Especiais
12	Vilson Bernardo Stollmeier	Stollmeier Ind. de Peças Imp. e Exp. Ltda. Unidade Fundação

### 8.2 Lista de especialistas que responderam aos questionários *Delphi* na prospecção organizacional

Nº	Nome	Instituição
1	Luiz Carlos Koch	LEPE Indústria e Comércio Ltda.
2	Roberto João de Deus	ABIFA
3	Carlos Vallim	Foseco Industrial e Comercial Ltda.
4	Gláucia Franceschini	Femar
5	Mauro Conti Pereira	Universidade Católica Dom Bosco
6	Luiz Fernando Baroni	Universidade Católica Dom Bosco
7	Guilherme Ourique Verran	Universidade do Estado de Santa Catarina
8	Carlos Moraes	Universidade do Vale do Rio dos Sinos
9	Arnold Brunner	Indústria de Pistões Rocatti Ltda.
10	Jorge Augusto Gouvêa	FUPRESA S/A
11	Osmar José Rocha	Indústria de Pistões Rocatti Ltda.

## 8.3 Especialistas: pesquisa de impactos ocupacionais

Especialistas
Wellington Cardoso de Souza
Afonso Gonzaga
Cláudio Matos
Roberto João de Deus
Amandio Pires
Luiz Carlos Koch
Devanir Brichesi
Edmir Oshiro
Geovani Lorscheitter

# Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FUNDIÇÃO (ABIFA). **Anuário ABIFA 2005**. São Paulo, 2005.

BOLETIM OCUPACIONAL DO SETOR DE FUNDIÇÃO. Brasília: SENAI/DN, 2007.

CENSUS OF WORLD CASTING PRODUCTION, 38., 2003, [s.l.]. **Modern Casting**, [s.l.], p. 25-27, Dec. 2004.

GORINI, A. A. Inventário sobre as fundições brasileiras completa 10 anos. **Fundição e Serviços**, São Paulo, v. 15, n. 156, p. 20-55, dez. 2005.

KOCH, L. C. **Indústria de fundição**. São Paulo: Associação Brasileira de Fundição (ABIFA), 2006.

LAZZAROTTO, E. M. **Competências essenciais requeridas para o gerenciamento de unidades básicas de saúde**. 2001. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2001.

LIMA, M. I. **Ocupações emergentes: setor de fundição**. Brasília: SENAI/DN, 2007.

\_\_\_\_\_. **Estudos comparados de educação profissional: setor de calçados**. SENAI/DN. Brasília, 2007.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **Criação de conhecimento na empresa**. 12. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

PALAVRA do presidente. **Revista da ABIFA: Fundição & Matérias-Primas**, São Paulo, n. 70, p. 3, nov./dez. 2005.

PAVITT, K.; BESSANT, J.; TIDD, J. **Managing innovation: integrating technological, market and organizational change**. Inglaterra: John Wiley & Sons, 1997.

PROJEÇÕES DO EMPREGO FORMAL. Brasília: SENAI/DN, v. 1, n. 1, out. 2005

ROCA, M. B. **Innovación tecnológica en la industria**: una perspectiva española. Barcelona: Beta editorial S/A, 1994.

ROLIM, A. M. **A reciclagem de resíduos de eva da indústria calçadista**. Disponível em: <[www.portalga.ea.ufrgs.br/acervo/artigos/amr99a.pdf](http://www.portalga.ea.ufrgs.br/acervo/artigos/amr99a.pdf)>. Acesso em 20 nov. 2006.

SCHEUNEMANN, R. **Regeneração de areia de fundição através de tratamento químico via processo fenton**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2005.

SENAI/DN. **Glossário das metodologias para desenvolvimento e avaliação de competências**: formação e certificação profissional. Brasília: SENAI/DN, 2004.

\_\_\_\_\_. **Tendências organizacionais e de difusão tecnológica para o setor de fundição**. Brasília, 2007.

STRATECAST. **AFS metalcasting forecast & trends 2004 american foundry society**. Washington: Des Plaines, Oct. 2003.

TIGRE, P. B. **et. al.** (Org.). **Setor de fundição**: aspectos econômicos, tecnológicos e organizacionais. Brasília: SENAI/DN, 2007. (Série Estudos Setoriais)

USITC. **Foundry products**: competitive conditions in the US Market: investigation n° 332-460. Washington: The United States International Trade Commission, 2005. Publication 3771.

**ANEXO**



## ANEXO A – Glossário (definições utilizadas para as recomendações específicas)

— **A organização da educação profissional está assim estruturada, segundo o Decreto Federal 2.208/97 e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB).**

- **Nível básico:** é a educação *não-formal* e deverá atender, por meio de programas de qualificação, requalificação ou reconversão, uma população hoje marginalizada.
- **Nível técnico:** é a educação profissional formal, ao lado do nível superior. Ambos se encontram sujeitos à regulamentação pelo Ministério da Educação e pelos órgãos normativos do respectivo sistema de ensino.
- **Nível tecnológico:** constitui o nível superior da educação profissional (tecnólogo), como disposto nos artigos 3º (níveis) e 10 (cursos de nível superior).
- **Educação continuada:** a educação continuada é assegurada no Decreto 2.208/97, sobretudo nos artigos 2º, 4º e 8º. Apoiada no sistema modular (art. 8º), implícito na concepção do Decreto, conforme art. 40 da LDB, ela deverá propiciar ao trabalhador o acesso ao conhecimento e à habilitação profissional, o que poderá favorecer, além de sua inserção e permanência no mercado de trabalho, seu desenvolvimento como cidadão.

— **Estrutura curricular (Decreto nº 2.208)**

- Os currículos do ensino técnico serão estruturados em disciplinas, que poderão ser agrupados sob a forma de módulos (artigo 8º).
- A educação profissional de nível técnico terá organização curricular própria e independente do ensino médio, podendo ser oferecida de forma concomitante ou seqüencial a este (artigo 5º).

— **Obtenção do diploma**

- São estabelecidas duas vias de acesso ao diploma: numa delas, o aluno pode cursar o técnico ao mesmo tempo ou após o ensino médio

(artigo 5º). Na outra, o aluno, de acordo com seu nível de escolaridade e competência profissional, poderá ir acumulando certificados de qualificação ou competência (arts. 4º, 8º e 11), que lhe conferirão o diploma, desde que ele tenha concluído o ensino médio.

- Os sistemas federal e estaduais de ensino implementarão, mediante exames, certificação de competência para fins de dispensa de disciplinas ou módulos em cursos de habilitação do ensino técnico.



## SENAI/DN

### Unidade de Tendências e Prospecção – UNITEP

*Luiz Antonio Cruz Caruso*

Gerente-Executivo

#### Elaboração:

*Luiz Antonio Cruz Caruso*

*Marcello José Pio*

#### Grupo Executor

Antonio Diogo de Freitas Pinto	ABIFA
Claudemiro Bolfarini, Dr.	UFSCAR
Deusdete Oliveira	DR/MS – CFP Marechal Rondon
Geraldo Menezes	Dedini S/A Indústrias de Base
José Ângelo Gregolin, Dr.	UFSCAR
Laur Scalzaretto	DR/SP – Escola SENAI Roberto Simonsen
Luciano Santos da Silva	DR/RS – CETEMP
Marco Túlio da Fonseca	DR/MG – Escola de Fundação de Itaúna
Nilton César Pereira	DR/GO – Fac. Tecnologia Ítalo Bologna
Ricardo Naveiro, Dr.	COPPE/UFRJ

#### Grupo Técnico

Afonso Fleury, Dr.	EP/USP	Prospecção organizacional
Ricardo Naveiro, Dr.	COPPE/UFRJ	Estudo setorial – dimensão tecnológica
Germano Mendes de Paula, Dr.	Universidade Federal de Uberlândia	Estudo setorial – dimensão econômica
Bruno Decimo Scolari	SENAI/DN	Prospecção tecnológica e organizacional
Paulo Tigre, Dr.	IE/UFRJ	Prospecção tecnológica
José Ângelo Gregolin, Dr.	UFSCAR	Estudo setorial – dimensão organizacional

## Representantes dos Departamentos Regionais

Nome	Departamento Regional e Unidade
Adir Josefa de Oliveira	DR/RO – Diretoria de Operações
Alexandre C. de Castro Moraes	DR/AL – Diretoria de Operações
Ana Cristina Gomes	DR/SC – Núcleo de Planejamento e Projetos Estratégicos
Arlindo Gomes Ribeiro	DR/AM – Unidade Operacional Waldemiro Lustoza
Cícero Robson Bandeira Feitosa	DR/RR – Gerência da Área de Relação com o Mercado
Dalcival Alves Ferreira	DR/MA – Gerência de Tecnologia
Eliane Lopes de Noronha Campos	DR/DF – Coordenação de Educação Profissional
Erivan Araújo dos Santos	DR/AC – Assessor de Diretoria
Érulos Ferrari Filho/Nivaldo	DR/SP – Gerência de Tecnologia Industrial
Fabiano Muniz Gallindo	DR/RJ – Setor de Serviços Tecnológicos
Francisca R. C. Coelho Maia	DR/CE – Escola SENAI Alexandre Figueira Rodrigues
Jerneide Coutinho Almeida	DR/PI – Divisão de Formação Profissional
João Paulo de Aquino Cavalcante	DR/PE – Gerência de Planejamento, Pesquisa, Estatística e Informática
José de Azevedo Picanso Filho	DR/AP – Coordenação Técnica e de Educação
José Soares Café	DR/MG – Gerência de Educação e Tecnologia
Lélia Rocha Abadio Brun	DR/MT – Gerência de Educação e Tecnologia
Liane Ritzel	DR/RS – Gerência da Assessoria de Planejamento
João Inácio Ferreira Júnior	DR/TO –
Maristela Nunes	DR/GO – Gerência de Planejamento e Desenvolvimento

Continua...

Continuação...

Maurício Lins Porto	DR/PB – Coordenação da Unidade de Tecnologia
Paulo Sérgio Teles Braga	DR/ES – Coordenação do Núcleo de Tecnologia Industrial
Reinaldo Victor Tockus	DR/PR – Coordenação da Rede Tecnológica e Clínicas Tecnológicas
Rodrigo Alejandro F. Benavides	DR/MS – Assessoria de Direção
Rosana Calderaro Alvares	DR/PA – Gerência de Planejamento, Orçamento e Avaliação
Rosângela Costa	DR/BA – Núcleo Administrativo-Financeiro
Waldenice Maria Cardoso	DR/RN – Gerência da Divisão de Planejamento e Avaliação
Wolney dos Anjos Filho	DR/SE – Gerência de Relações com o Mercado

## **SUPERINTENDÊNCIA DE SERVIÇOS COMPARTILHADOS – SSC** **Área Compartilhada de Informação e Documentação – ACIND**

*Renata Lima*  
Normalização

*Suzana Curi*  
Produção Editorial

---

*Cely Curado*  
Revisão Gramatical

*Exa World*  
Projeto Gráfico

*Projects Brasil Multimídia*  
Diagramação



CNI  
SESI  
SENAI  
IEL

**CNI SENAI**

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

ISBN 978-85-7519-224-5



9 788575 192245 >