

MONITORAMENTO DA DIFUSÃO TECNOLÓGICA

Pesquisa de Difusão Tecnológica
Setor de Máquinas e Equipamentos



n.5

Brasília 2008

MONITORAMENTO DA DIFUSÃO TECNOLÓGICA

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI

Armando de Queiroz Monteiro Neto

Presidente

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL – SENAI

Conselho Nacional

Armando de Queiroz Monteiro Neto

Presidente

SENAI – Departamento Nacional

José Manuel de Aguiar Martins

Diretor-Geral

Regina Maria de Fátima Torres

Diretora de Operações

MONITORAMENTO DA DIFUSÃO TECNOLÓGICA

Pesquisa de Difusão Tecnológica
Setor de Máquinas e Equipamentos



n.5

Brasília 2008

© 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

S491m

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Nacional.

Monitoramento da difusão tecnológica: pesquisa de difusão tecnológica: setor de máquinas e equipamentos / SENAI. DN – Brasília, 2008.

59 p. ; il.

ISBN 978-85-759-281-8

1. Setor de Máquinas e Equipamentos 2. Difusão Tecnológica I.
Título.

CDU 67.05

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) 3317-9554
Fax: (0xx61) 3317-9550
<http://www.senai.br>*

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Lista das Tecnologias Emergentes Específicas Identificadas pelo Modelo SENAI de Prospecção	30
Tabela 2 – Relação de Tecnologias Emergentes Específicas para a Pesquisa de Difusão Tecnológica	34
Tabela 3 – Amostras por Estado e Porte	37
Tabela 4 – Números Iniciais e Finais dos Conjuntos Amostrais, por Porte	38
Tabela 5 – Taxa de Difusão Atual e Futura em Âmbito Nacional	43
Tabela 6 – Comparação dos Resultados da Pesquisa de Monitoramento com os Obtidos pelo Modelo SENAI de Prospecção	44
Tabela 7 – Taxa de Difusão Atual e Futura em Âmbito Regional	46
Tabela 8 – Taxa de Difusão Atual e Futura, por Porte	48
Tabela 9 – Taxa de Difusão Atual e Futura por Destino da Produção	49
Tabela 10 – Significância Estatística entre as Taxas de Difusão Tecnológica, por Região Pesquisada	58
Tabela 11 – Significância Estatística entre as Taxas de Difusão Tecnológica, por Porte de Empresa	59
Tabela 12 – Significância Estatística entre as Taxas de Difusão, por Destino da Produção	59

Lista de Figuras

Figura 1 – Comportamento da Difusão de uma nova Tecnologia	20
Figura 2 – Principais Categorias de Usuários	20
Figura 3 – Modelo SENAI de Prospecção: Esquema Geral	24

Sumário

Apresentação	
1 Introdução	15
2 O Processo de Difusão Tecnológica uma Breve Introdução Teórica	19
3 Modelo SENAI de Prospecção	23
3.1 Etapas	24
4 Modelo SENAI de Prospecção Tecnológica	27
4.1 Prospecção Tecnológica para o Setor de Máquinas e Equipamentos	28
5 Estruturação da Pesquisa	33
5.1 Seleção das Tecnologias	33
5.2 Definição do Conjunto Amostral	34
5.3 Operacionalização da Pesquisa	38
6 Apresentação e Análise dos Resultados	39
6.1 Teste de Significância Estatística	40
6.2 Taxa de Difusão Atual e Futura em Âmbito Nacional	41
6.3 Taxa de Difusão Atual e Futura em Âmbito Regional	44
6.4 Taxa de Difusão Atual e Futura por Porte de Empresa	47
6.5 Taxa de Difusão Atual e Futura por Destino da Produção	49
7 Considerações Finais	51
Referências	53
Apêndice	55
Apêndice A - Questionário Aplicado	55
Tabelas de Significância Estatística	58

Apresentação

Em continuidade ao processo de *Monitoramento da Difusão Tecnológica*, o SENAI – Departamento Nacional tem a satisfação de disponibilizar a *Pesquisa de Difusão Tecnológica para o setor de Máquinas e Equipamentos*. Este trabalho identificou as taxas de difusão, em âmbito nacional, de um grupo de Tecnologias Emergentes, que foram prospectadas pelo Modelo SENAI de Prospecção como aquelas que deverão estar se difundindo de forma mais ampla nos próximos 10 anos. Dessa forma, a Pesquisa de Difusão Tecnológica é uma das ferramentas utilizadas pelo SENAI para acompanhar, de forma sistemática, os resultados do Modelo SENAI de Prospecção. Como mecanismo do Ambiente Institucional Favorável à Difusão Tecnológica, os resultados serão divulgados para todos os tomadores de decisão que compõem o setor em questão.

Além disso, essa pesquisa é também parte integrante da *Gestão SENAI de Modernização*, e seus resultados são utilizados como parâmetros para a etapa de diagnóstico de adequação. Com essas informações, é possível estabelecer estratégias diferenciadas de atualização tecnológica e de capacitação de recursos humanos das diversas unidades operacionais do SENAI.

Espera-se que este estudo possa ser mais um importante instrumento de informação sobre a dinâmica tecnológica do setor de Máquinas e Equipamentos nas diversas regiões do País para as empresas e entidades representativas de empregadores e de trabalhadores, bem como de tomada de decisão quanto à formulação de políticas de formação profissional.

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

Resumo

Esta publicação apresenta os resultados da pesquisa de difusão tecnológica no setor de Máquinas e Equipamentos, realizada em 2007 pela Unidade de Tendências e Prospecção (UNITEP) do SENAI – Departamento Nacional com apoio dos Departamentos Regionais. A pesquisa, aplicada em âmbito nacional, foi realizada em 378 empresas espalhadas em todos os estados da União, gerando um quadro, estatisticamente válido, da dinâmica tecnológica do setor no Brasil.

De uma forma geral, os resultados mostraram que o setor de Máquinas e Equipamentos no Brasil encontra-se em fase de modernização tecnológica, mas que ainda tem um considerável caminho a percorrer. O mapa tecnológico atual do setor mostra, ainda, um considerável desnível tecnológico em relação ao porte, ao destino da produção e à região pesquisada. Contudo, a pesquisa identificou que essa heterogeneidade tecnológica tenderá a diminuir nos próximos 5 anos.

Abstract

This publication presents the results of the search for technology diffusion in the machinery and equipment sector, held in 2007 by the SENAI's Foresight and Trend Unit (UNITEP) with support from regional departments. This research which was applied in a nationwide, was carried out to 378 companies spread in all Brazil states creating a framework, statistically valid, about the technology dynamics of the sector in Brazil.

Overall, the results showed that the sector of machinery and equipment in Brazil is in the process of technological upgrading, but still has a considerable way to go. The technological map of the sector still shows a considerable technological gap with respect to the size, production destination and regions searched. However, the research identified that this heterogeneity technology will fall in the next 5 years.

Resumen

Esta publicación presenta los resultados de La investigación de la difusión de la tecnología en el sector de maquinaria y equipo, que tuvo lugar en 2007 por la Oficina de Exploración y Tendencias (UNITEP) del SENAI - Departamento Nacional con el apoyo de los departamentos regionales. La investigación, aplicada a nivel

nacional, se llevó a cabo a 378 empresas repartidas en todos los estados en Brasil, com la creación de un marco, estadísticamente válido, de la dinámica tecnológica del sector en Brasil.

En general, los resultados mostraron que el sector de maquinaria y equipo en Brasil está en proceso de mejoramiento tecnológico, pero tiene todavía un considerable camino por recorrer. El mapa tecnológico actual de lo sector muestra una considerable brecha tecnológica con respecto al tamaño, lo destino de la producción y la región investigada. No obstante, la investigación identificó que esta heterogeneidad la tecnología tiende a disminuir en los próximos 5 años.

1 Introdução

O processo de abertura econômica, iniciado pelo Brasil no início dos anos 90, trouxe uma nova realidade para os setores produtivos. Se por um lado houve um considerável aumento da concorrência, por outro permitiu às empresas se modernizarem tecnologicamente utilizando a oferta de novas tecnologias vindas de outros países. Esse processo de “modernização” enfrenta ainda algumas dificuldades inerentes ao processo de difusão de inovações tecnológicas.¹

Sabendo-se que o comportamento dinâmico e as inter-relações entre os componentes que compõem uma sociedade, ou parte dela, provocam modificações nas demandas de tecnologia e que se vive um período em que a utilização da tecnologia é considerada um importante componente para a sobrevivência das organizações, o desenvolvimento de novas tecnologias traz não só a possibilidade de se criar novas oportunidades de negócios, mas também indica a necessidade de uma nova gama de conhecimentos para utilização de tais inovações. O desenvolvimento tecnológico pode ser visto como uma resposta às várias forças que orientam os movimentos comerciais globais.

Embora o futuro não possa ser predito de forma determinística, a possibilidade de avaliar qualitativamente as tendências tecnológicas e sua probabilidade de difusão e utilização pode significar uma interessante vantagem competitiva para os atores de uma determinada cadeia produtiva. A capacidade de identificar tecnologias emergentes e a habilidade em avaliar o tempo de vida de uma tecnologia madura são fatores importantes não só para o processo de gerenciamento da tecnologia, mas também para o aumento da competitividade.

Dentro do contexto da inovação tecnológica, a etapa de utilização da tecnologia tem um papel importante na análise da influência de uma tecnologia sobre os processos produtivos e de aprendizado, uma vez que as novas tecnologias trazem, a reboque, uma série de novos conhecimentos necessários para sua compreensão e

¹ Para fins deste documento, o conceito de difusão de inovações tecnológicas será o de aquisição e uso de novas tecnologias por parte das empresas que compõem uma cadeia produtiva. Além disso, o conceito de inovação tecnológica está baseado no manual de Oslo da OCDE, no qual “a exigência mínima é que o produto ou processo deve ser novo ou substancialmente melhorado para a empresa”. Isso significa dizer que não há a necessidade de que seja algo inédito para todos os agentes envolvidos.

operacionalização. Além disso, o processo de difusão tecnológica permite que se tenha um maior entendimento sobre o ambiente inovativo de um setor, região ou país.

A difusão de novas tecnologias impacta de forma considerável a competitividade de um setor, cadeia produtiva ou empresa. Para tal, ela engloba uma série de mudanças de cunho quantitativo e qualitativo. Tais mudanças podem ser verificadas pelo surgimento e fechamento de empresas, criação de novos canais de distribuição e comunicação, modificação na forma de governança das cadeias produtivas, concentração ou pulverização dos fluxos produtivos, necessidade de mão-de-obra qualificada e diminuição ou aumento dos postos de trabalho.

A geração de pesquisas, nas quais pode se verificar as taxas reais de difusão tecnológica de um determinado setor ou sistema social, possibilita construir um quadro analítico importante para compreensão de seu estágio tecnológico.

Para os tomadores de decisão, tais informações são bastante úteis na elaboração de estratégias empresariais e de políticas públicas para atualização tecnológica e diminuição dos *gaps* entre os diferentes sistemas sociais envolvidos. A diminuição dos desníveis tecnológicos pode fazer com que alguns gargalos produtivos sejam eliminados e as concentrações produtivas diminuídas. Como resultado, pode-se ter um aumento nas inovações de produtos e conseqüentemente uma melhora dos níveis competitivos.

Este documento apresenta uma pesquisa realizada pela Unidade de Tendências e Prospecção (UNITEP) do SENAI – Departamento Nacional, juntamente com os Departamentos Regionais do SENAI, que objetivou identificar as taxas de difusão de um grupo de tecnologias para o setor de Máquinas e Equipamentos, no segmento de usinagem.

Parte dessas tecnologias foi prospectada pelo Modelo SENAI de Prospecção,² e se refere àquelas que terão maior probabilidade de difusão nos próximos 10 anos, segundo a percepção de um grupo de especialistas. Tais tecnologias são denominadas de Tecnologias Emergentes Específicas (TEEs). De certa forma, essa pesquisa complementa as informações do Modelo referentes à etapa de prospecção

² Que será visto com mais detalhes no tópico 2.

tecnológica, mas agregando valores atuais. Essa pesquisa pode ser considerada como a etapa de monitoramento (acompanhamento) dos resultados obtidos pelo Modelo SENAI de Prospecção. Além das TEEs, fizeram parte da pesquisa algumas tecnologias consideradas maduras, isto é, aquelas que, em tese, já possuem uma elevada taxa de difusão.

Ressalta-se, ainda, que a pesquisa de difusão tecnológica é parte integrante da Gestão SENAI de Modernização. Esse projeto criou procedimentos metodológicos para os tomadores de decisão do SENAI adotarem estratégias tecnológicas com o menor grau de incerteza possível. Para tal, o processo de gestão da modernização produz sistematicamente indicadores que mostram os impactos na demanda de emprego, dos investimentos atuais e futuros pelas empresas, assim como a taxa de difusão, efetiva e estimada, de um grupo de tecnologias emergentes e maduras nos setores industriais.

O presente documento, além dessa introdução, está estruturado em 7 tópicos. No tópico 2, o processo de difusão tecnológica é apresentado sob a luz de seus conceitos teóricos básicos. Esse tópico busca introduzir um nivelamento dos conhecimentos necessários para entendimento dos resultados alcançados pela pesquisa. O tópico 3 mostra o Modelo SENAI de Prospecção através de seu esquema geral, destacando a conceituação das ações que compõem o Modelo, enquanto que no tópico 4 são apresentados os resultados obtidos pela aplicação do Modelo para o setor de Máquinas e Equipamentos. Essas informações serão úteis para que se compreenda o papel e a importância da pesquisa de difusão tecnológica como uma consequência necessária aos estudos prospectivos realizados pelo SENAI. A metodologia da pesquisa com os procedimentos de formação do conjunto amostral, fórmulas estatísticas utilizadas e operacionalização das entrevistas é apresentada no tópico 5. O tópico 6 apresenta os resultados da pesquisa – em âmbito nacional, regional, por porte de empresa e por destino da produção –, bem como suas análises. As considerações finais são apresentadas no tópico 7.

2 O Processo de Difusão Tecnológica uma Breve Introdução Teórica

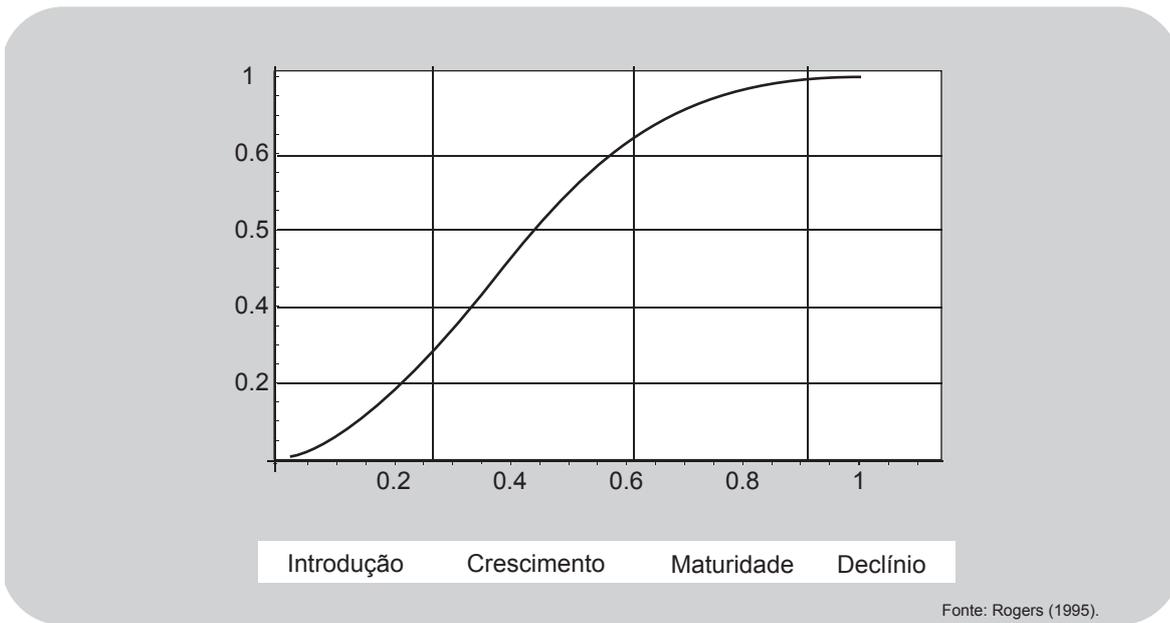
Para a OCDE (OCDE, 2004), a difusão tecnológica pode ser conceituada como “a forma pela qual as inovações se espalham através de canais de mercado, ou não, de sua primeira implantação em qualquer lugar do mundo para outros países e regiões e para outras indústrias/mercados e empresas”.

Para Rogers (2005), o processo de difusão tecnológica é definido como um processo no qual a inovação é transmitida através de determinados canais entre os membros de um sistema social. Tendo como base esta definição, pode-se considerar que o processo de difusão possui quatro elementos de análise:

- **Inovação:** Idéias, práticas ou objetos que são percebidos como novos por um indivíduo ou grupo social.
- **Canais de comunicação:** São os meios pelos quais as mensagens passam de um indivíduo para o outro.
- **Tempo:** Este elemento é subdividido em três fatores de análise – o processo de decisão da inovação; o tempo relativo no qual uma inovação é adotada por um indivíduo ou grupo e a taxa de adoção da inovação.
- **Sistema social:** Uma rede de atores que busca, através da inovação, soluções para problemas em comum e que possui metas semelhantes.

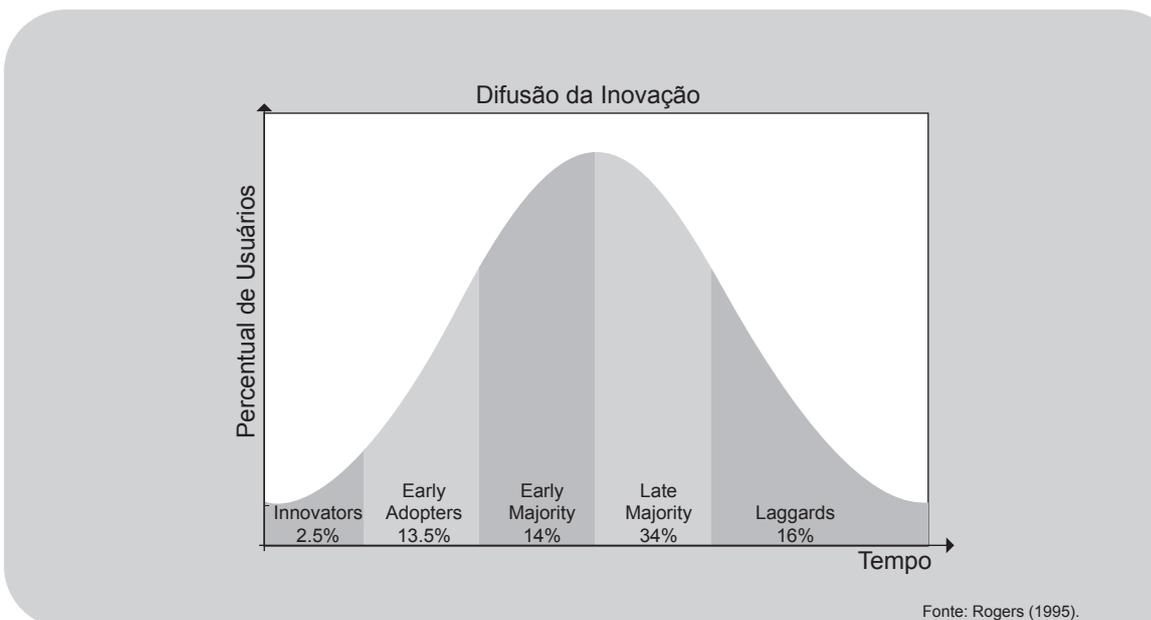
Devido à influência desses elementos, as novas tecnologias não são adotadas em um mesmo período de tempo pelos diferentes atores de um sistema social. A adoção de uma inovação segue uma curva normal, se for considerado o número de usuários em cada período de tempo estabelecido. Contudo, se for considerado o número cumulativo de usuários, estabelece-se uma curva em “S” (figura 1). Para Rogers (1995), a razão desse comportamento se deve ao papel da informação e da redução da incerteza durante o processo de difusão.

Figura 1 – Comportamento da Difusão de uma nova Tecnologia



O comportamento do processo de difusão (curva normal) possibilita a categorização percentual de usuários utilizando a média e o desvio padrão. Rogers define as categorias pelo grau de inovatividade, que significa o grau no qual um usuário adota uma inovação mais rapidamente do que outros integrantes de um sistema social (figura 2).

Figura 2 – Principais Categorias de Usuários



Os cinco tipos de usuários podem, assim, ser definidos:

- **Innovators (inovadores):** São aqueles que decidem tentar novas idéias, independente do grau de risco e das dificuldades iniciais de uso. Os inovadores possuem o conhecimento técnico suficiente para compreensão de sistemas tecnológicos complexos e têm uma estrutura econômica forte o suficiente para absorver qualquer insucesso referente à inovação.
- **Early Adopters (usuários iniciais):** Os integrantes dessa categoria estão mais associados ao sistema social local que os inovadores. São formadores de opinião no sistema social em que atuam. São neles que os inovadores potenciais irão se espelhar e pedir orientações sobre a inovação. Possuem uma infra-estrutura financeira e educacional bem acima da média. Eles podem ser, ou trabalhar com, os agentes de mudança tecnológica.
- **Early Majority (maioria inicial):** Nessa categoria os integrantes não são tão suscetíveis aos grandes riscos, como na acima, mas aceitam a inovação antes do centro da distribuição normal. Eles tendem a estar acima da média em termos de finanças e educação e são considerados seguidores tecnológicos, dificilmente assumindo uma posição de liderança.
- **Late Majority (maioria posterior):** Eles possuem recursos financeiros limitados e não estão dispostos a assumir riscos inerentes à inovação. São considerados céticos e esperam até que os outros usuários tenham adotado a inovação de forma extensiva. A tomada de decisão ocorre quando há uma pressão econômica dos integrantes do sistema social no qual estão inseridos.
- **Laggards (tradicionais):** Esta definição é dada àqueles tradicionalistas que adotam a inovação somente quando todos do sistema social já a adotaram. Eles possuem baixos recursos financeiros e seus valores são consideravelmente tradicionais. Seu processo de tomada de decisão para aquisição de uma inovação é relativamente lento, ocorrendo apenas quando há a compreensão plena da inovação.

Esse referencial é importante porque possibilita decompor o processo de difusão tecnológica em etapas, de acordo com os tipos de usuários. À medida que a incerteza se reduz, a difusão tende a aumentar. Porém, muitos outros fatores interferem no processo (ex.: vantagem relativa, complexidade), de modo que algumas tecnologias não se inserem em uma trajetória ascendente e não se difundem. Por essa razão é importante para as Instituições de Formação Profissional avaliar a difusão efetiva de determinadas tecnologias para decidir o melhor momento de adquiri-las, ou até mesmo de não adquiri-las, incorporando-as no processo de formação de mão-de-obra qualificada.

3 Modelo SENAI de Prospecção

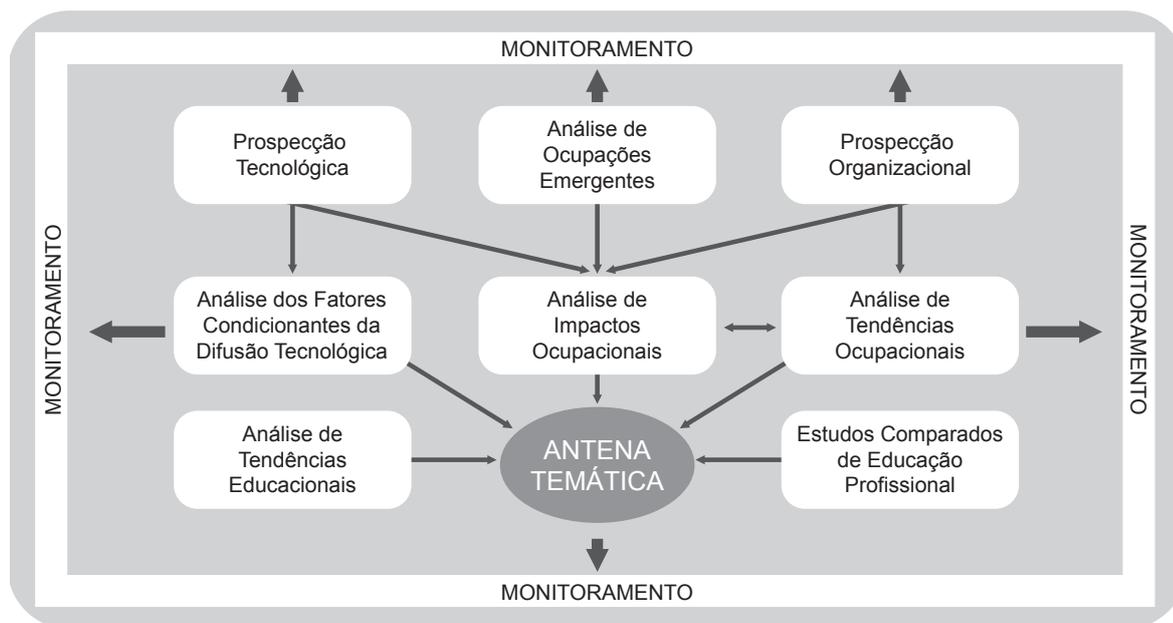
O SENAI, como instituição de formação profissional preocupada com as constantes mudanças observadas na qualificação profissional, devido à introdução de novas tecnologias e a mudanças na organização dos setores produtivos, desenvolveu o Modelo SENAI de Prospecção.

O Modelo tem por objetivo fornecer subsídios para que o SENAI antecipe ações de educação profissional e de serviços técnicos e tecnológicos. O Modelo gera informações para outros agentes dos setores produtivos, tais como empresários e associações, considerando as seguintes dimensões principais:

- Antecipar a demanda do sistema produtivo por recursos humanos qualificados;
- Identificar novas estratégias de transferência e de absorção de tecnologias;
- Identificar novos padrões de oferta de educação profissional e de serviços técnicos e tecnológicos;
- Fornecer subsídios ao processo permanente de modernização institucional.
- Gerar ações que auxiliem o processo de difusão de novas tecnologias.

O Modelo SENAI de Prospecção é composto por um conjunto de metodologias e estudos prospectivos que possibilitam realizar análises de futuro, em horizontes temporais previamente estabelecidos. As metodologias e estudos empregados são de caráter qualitativo e quantitativo. O esquema abaixo resume essa seqüência de etapas do Modelo SENAI de Prospecção.

Figura 3 – Modelo SENAI de Prospecção: Esquema Geral



3.1 Etapas

Estudos Setoriais

Os estudos setoriais são a base para os estudos de prospecção tecnológica e organizacional, uma vez que eles fornecem informações sobre o setor ou segmento a ser estudado nas dimensões econômica, tecnológica e organizacional.

Prospecção Tecnológica

A prospecção tecnológica objetiva identificar tecnologias que terão um grau de difusão de até 70% do mercado usuário em um horizonte temporal de 5 a 10 anos. O método utilizado para a prospecção tecnológica é a pesquisa *Delphi*³, que é realizada com um grupo de especialistas (*Painel Delphi*).

Análise dos Fatores Condicionantes à Difusão Tecnológica

O objetivo desta atividade é identificar, com representantes do meio produtivo e outros especialistas do setor, os principais fatores que impactam negativamente a difusão das tecnologias identificadas na prospecção tecnológica.

³ O método *Delphi* foi desenvolvido por Olaf Helmes na década de 1960 e consiste em perguntar, de forma individual e mediante questionários pré-elaborados, a um conjunto de especialistas, sobre a tendência de futuro de um determinado fator crítico, sistema ou parte deste. A técnica *Delphi* pode ser caracterizada por quatro pontos básicos: anonimato, interação, troca de informações e controle estatístico das respostas dadas. As perguntas são feitas em várias rodadas, sendo ainda analisadas e refeitas para que os especialistas possam reavaliar suas primeiras posições e tentar chegar a um senso comum.

Prospecção Organizacional

A prospecção organizacional objetiva identificar as possíveis mudanças na estrutura organizacional do setor ou segmento considerado, no mesmo horizonte temporal definido na prospecção tecnológica. O método utilizado para a prospecção organizacional também é uma pesquisa *Delphi*.

Análise de Ocupações Emergentes

A análise de ocupações emergentes é um estudo teórico que objetiva identificar – em países que são referência tecnológica para o setor estudado – o impacto das novas tecnologias no surgimento de novas ocupações, e naquelas já estabelecidas. As principais ocupações são classificadas segundo definição do *Bureau of Labor Statistics* (BLS) dos Estados Unidos da América.

Análise de Impactos Ocupacionais

A análise de impactos ocupacionais é uma etapa subsequente às prospecções tecnológica e organizacional, e tem por objetivo identificar e avaliar, com representantes de empresas e de universidades, as mudanças prováveis nos perfis profissionais decorrentes da introdução das Tecnologias Emergentes Específicas e das mudanças organizacionais identificadas.

Análise de Tendências Ocupacionais

A metodologia de análise de tendências ocupacionais objetiva estimar as mudanças na quantidade de empregos nos diversos setores da economia. Ela está baseada na matriz de insumo-produto da economia brasileira, utilizando como base para sua construção dois cenários macroeconômicos e setoriais.

Análise de Tendências Educacionais

A metodologia de análise de tendências educacionais objetiva projetar, utilizando modelos matemáticos, a quantidade futura de matrículas de alunos no ensino básico. De posse dessas informações é possível elaborar estratégias educacionais que reforcem ou diminuam as taxas projetadas.

Estudos Comparados de Educação Profissional

Os estudos comparados em educação profissional 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.

Antena Temática

É a etapa final 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 futuras de Educação Profissional, Serviços Técnicos e Tecnológicos (STT) e atualização de recursos humanos.

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 de modernização das unidades operacionais do SENAI.

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

4 Modelo SENAI de Prospecção Tecnológica

A prospecção tecnológica objetiva identificar as tecnologias que terão maior probabilidade de difusão (70% do mercado) em um horizonte temporal de 5 a 10 anos.

Além da identificação das tecnologias de maior probabilidade de difusão, a prospecção tecnológica permite que se analisem as várias taxas de difusão das tecnologias consideradas. Isso é possível graças à estrutura do questionário, que estabelece dois graus de difusão (30% e 70% do mercado usuário da tecnologia) e três horizontes temporais (até 5 anos, entre 5 e 10 anos, após 10 anos). Com base no tratamento das informações, é possível estabelecer algumas categorias referentes à velocidade de difusão.

Para as atividades de prospecção tecnológica, o Modelo conta com a participação de um Grupo Executor (GE), que tem como atribuições: escolher, descrever e aprovar as Tecnologias Emergentes Específicas (TEEs)⁴ que vão compor o questionário na dimensão tecnológica; escolher e aprovar listas de especialistas que responderão aos questionários; recomendar mudanças nos estudos setoriais e sugerir e validar as recomendações para ação do SENAI no referido setor. O grupo envolve quatro unidades operacionais do SENAI, três especialistas externos e dois especialistas responsáveis pelos estudos setoriais nas dimensões tecnológica e organizacional.

Como já comentado, o método utilizado para as prospecções é a pesquisa Delphi, e tem como base de análise estudos setoriais nas dimensões econômica, tecnológica e organizacional.

Pela própria definição de Tecnologia Emergente Específica, considera-se que a pesquisa Delphi na dimensão tecnológica busca identificar, também,

⁴ São tecnologias que se encontram em fase de desenvolvimento, ou pré-comercial, ou que tenham sido recentemente introduzidas no mercado nacional, apresentando baixo grau de difusão (uso), ou, ainda, que sejam de conhecimento do mercado, mas ainda pouco utilizadas. São tecnologias de produtos, processos e sistemas de suporte desenvolvidas para o uso específico em um determinado subsetor.

o comportamento da difusão de tecnologias que, **apesar de serem de conhecimento do mercado, ainda possuem baixa taxa de difusão.**

Logo, a lista de tecnologias pesquisadas pode possuir inovações tecnológicas e tecnologias já estabelecidas, mas com baixa taxa de difusão. A pesquisa não é uma prospecção especificamente sobre inovações tecnológicas, no que concerne à evolução do estado da técnica. Justifica-se esse direcionamento pelo fato de as Instituições de Formação Profissional (IFPs) serem mais intensamente impactadas – na questão da formação para o mundo do trabalho – pela difusão das tecnologias entre os atores que compõem um setor industrial.

Vale lembrar, também, que as empresas de determinados setores no Brasil possuem considerável heterogeneidade tecnológica. Isso possibilita que uma determinada tecnologia, mesmo estando há muito tempo no mercado, tenha baixa taxa de difusão, quando se observa o setor como um todo.

4.1 Prospecção Tecnológica para o Setor de Máquinas e Equipamentos

A prospecção tecnológica realizada no setor de Máquinas e Equipamentos buscou identificar as Tecnologias Emergentes Específicas (TEEs) que possuem a maior probabilidade de difusão até 2014. A pesquisa *Delphi* contou com a participação de 25 especialistas oriundos do setor produtivo, e teve como representantes engenheiros, diretores e consultores de uma forma geral. Os questionários para a primeira e segunda rodadas foram estruturados com 55 TEEs e suas respectivas descrições.

Após análise das respostas, foram selecionadas e aprovadas pelo Grupo Executor 31 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 2014, 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.

Com base nas respostas do Painel e nas considerações do Grupo Executor, foi possível classificar as Tecnologias Emergentes Específicas quanto à velocidade de difusão.

Para tal, foram estabelecidas duas categorias⁵:

- **Tecnologias de difusão “rápida”**: São as tecnologias que alcançarão 70% de sua aplicação de mercado até 2009.
- **Tecnologias de difusão “tradicional”**: São as tecnologias que alcançarão 30% de sua aplicação de mercado até 2009 e 70% em 2014.

A tabela 1, a seguir, apresenta as Tecnologias Emergentes Específicas prospectadas pelo Modelo SENAI de Prospecção, classificadas em segmentos tecnológicos e suas respectivas velocidades de difusão.

⁵ 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 1 – Lista das Tecnologias Emergentes Específicas Identificadas pelo Modelo SENAI de Prospecção

Segmento	Tecnologias Emergentes	Veloc. difusão
Projeto de Máquinas e Peças	Software CAE para projeto de produto	Tradicional
	Software CAE para projeto do processo de fabricação	Tradicional
	Projeto de máquinas modulares	Rápida
	Realidade virtual	Tradicional
	Prototipagem rápida	Tradicional
	CAD <i>High-End</i> para superfícies complexas	Tradicional
	CAD <i>High-End</i> para formas livres	Tradicional
	Digitalização por luz estruturada	Tradicional
Tecnologias de Automação	Redes de campo (Profibus, DeviceNet, Fieldbus, etc.)	Tradicional
	Robôs de soldagem	Tradicional
	Monitoração remota de máquinas	Tradicional
	Monitoração integrada de processo	Tradicional
	Motores integrados ao eixo-árvore	Tradicional
	Robôs de montagem	Tradicional
	Motores lineares	Tradicional
	Músculo pneumático	Tradicional
Tecnologias para Gestão	Dispositivo para setup rápido	Tradicional
	Software de programação CN gráfica na máquina	Rápida
	Visualização gráfica da tarefa ao lado da máquina	Rápida
	Máquinas organizáveis em células	Rápida
	Dispositivos Poka Yoke	Rápida
	Software de programação CN associado à máquina	Rápida
	Máquinas flexíveis para mudanças constantes de layout	Tradicional
	Mapeamento de fluxo de valor	Tradicional
Processo de Fabricação	Ferramentas modulares de troca rápida	Tradicional
	<i>High Speed Cutting</i>	Tradicional
	Usinagem a seco (verde)	Tradicional
	Novas geometrias de ferramentas de corte	Tradicional
	CBN (Nitreto Cúbico de Boro)	Rápida
	Deposição de filmes cerâmicos	Tradicional
Matéria-Prima	Rolamentos de cerâmica	Tradicional

Como os estudos prospectivos representam as percepções de especialistas sobre determinados temas, é necessário que todo resultado obtido por esses estudos seja monitorado para as necessárias avaliações e possíveis correções. Os resultados das prospecções tecnológica e organizacional do Modelo SENAI de Prospecção são também monitorados. Tal monitoramento permite que se verifique a distância entre o que foi imaginado pelos especialistas no horizonte temporal especificado e a situação real. A atividade de monitoramento permite, também, o desenvolvimento de ações do SENAI para intensificar o processo de suporte à difusão tecnológica e de modernização das unidades operacionais do SENAI. Sua ação é estabelecida em três níveis estratégicos:

- Como etapa posterior à prospecção tecnológica (nacional), o monitoramento tem um caráter regional.
- Como ferramenta indicativa – tanto no aspecto do conteúdo quanto no horizonte temporal de novos estudos de prospecção tecnológica para o setor.
- Como subsídio aos planejamentos educacional e tecnológico dos Departamentos Regionais, através de informações sobre o grau de difusão das tecnologias monitoradas nos seus estados ou regiões.

Entre os objetivos da pesquisa da difusão tecnológica podem ser citados os seguintes:

- Indicar as taxas de difusão das tecnologias prospectadas pelo Modelo SENAI de Prospecção em uma perspectiva nacional e principalmente regional.
- Conhecer e analisar as características do processo de difusão tecnológica para as tecnologias prospectadas pelo Modelo SENAI de Prospecção.
- Construir uma base de dados para orientação do SENAI/DN na organização de planejamentos educacionais de longo prazo, articuladas com outras bases da prospecção.
- Informar a todos os agentes integrantes do ambiente produtivo.

O monitoramento da difusão tecnológica para o setor de Máquinas e Equipamentos foi feito por meio de uma pesquisa de campo por amostragem estatisticamente válida, através de entrevistas com questionários fechados (apêndice).

5 Estruturação da Pesquisa

5.1 Seleção das Tecnologias

A pesquisa de difusão tecnológica para o setor de Máquinas e Equipamentos teve caráter nacional, com a participação de todos os Departamentos Regionais do SENAI. A primeira etapa da pesquisa consistiu de uma consulta aos integrantes do Grupo Executor⁶ e dos representantes dos Departamentos Regionais para o Programa de Modernização para o setor de Máquinas e Equipamentos, com o seguinte objetivo: apresentar e discutir a metodologia estabelecida e suas respectivas ferramentas para coleta e análise dos dados. Em conjunto com o Grupo Executor foram definidas as tecnologias que deveriam ser objeto da pesquisa. As tecnologias foram classificadas em dois grandes grupos, de acordo com seu hipotético grau de difusão (emergentes específicas e maduras). O primeiro grupo foi originário da aplicação do Modelo SENAI de Prospecção para o setor, enquanto que o segundo foi estabelecido pelo Grupo Executor.

Mesmo existindo a premissa de que as Tecnologias Emergentes Específicas possuem um baixo grau de difusão e as tecnologias maduras uma taxa mais elevada – por serem tecnologias já estabelecidas –, uma pesquisa quantitativa permite:

- Validar tal premissa.
- Gerar indicadores mais precisos que permitam aos tomadores de decisão do SENAI alocar recursos para infra-estrutura de forma otimizada e com baixo grau de risco.
- Indicar o nível tecnológico de estados, regiões ou classes de empresas.
- Indicar gargalos produtivos.
- Gerar novas hipóteses e novas linhas de pesquisa.

⁶ Grupo de especialistas no setor de Máquinas e Equipamentos que tem por objetivo orientar e validar tecnicamente os estudos e resultados obtidos pelo Modelo SENAI de Prospecção e seus respectivos produtos, tais como as ações para a difusão tecnológica. O GE para o setor de Máquinas e Equipamentos foi formado por 4 especialistas internos oriundos de Unidades do SENAI especializadas no setor.

- Obter informações para estratégias tecnológicas em âmbito nacional e local.

A tabela 2, a seguir, apresenta as tecnologias selecionadas para a pesquisa.

Tabela 2 – Relação de Tecnologias Emergentes Específicas para a Pesquisa de Difusão Tecnológica

Tipo	Tecnologia
Tecnologias Emergentes Específicas	CAD <i>High-End</i> para superfícies complexas
	Prototipagem rápida
	<i>High Speed Cutting</i>
	Deposição de filmes cerâmicos
	<i>Software</i> de programação CN associado à máquina
Tecnologias Maduras	CAD <i>Middle-End</i>
	Fresadora Universal
	Fresadora ferramenta
	Máquina de eletroerosão por penetração
	Máquina de eletroerosão a fio
	Retificadora plana
	Retificadora cilíndrica
	Torno horizontal
	Torno automático
	Torno CNC
Centros de Usinagem	

5.2 Definição do Conjunto Amostral

A metodologia e as tecnologias selecionadas foram apresentadas para os representantes dos Departamentos Regionais do SENAI com o objetivo de validá-las e de estabelecer as estratégias para operacionalização da pesquisa em todos os estados da Federação. Nesse encontro ficou decidido que a Unidade de Tendências e Prospecção (UNITEP) do SENAI – Departamento Nacional seria a responsável pela definição do cadastro de empresas que seria utilizado para a seleção das empresas pesquisadas, bem como pelo estabelecimento do conjunto amostral para cada estado. Para definição dos parâmetros estatísticos, a UNITEP contou com a colaboração da equipe de pesquisa da Confederação Nacional da Indústria (UPAD-CNI).

A base da população de referência foi o Cadastro de Empresas Empregadoras (CEE) da RAIS/MT – competência: janeiro 2006, composta por estabelecimentos industriais com 20 ou mais empregados que são classificados nos setores “29 - Máquinas e equipamentos” e parte do “34 - Montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias”. Os estabelecimentos foram classificados em três níveis de porte – pequeno (de 20 a 99 empregados), médio (de 100 a 499 empregados) e grande (com 500 ou mais empregados) –, segundo o número de empregados declarados em dezembro de 2004 na RAIS. A fim de contemplar todas as Unidades da Federação, nos estados do Acre, Roraima e Amapá foram selecionadas todas as microempresas (até 19 empregados) do setor de atividade pesquisado, visto que não existem empresas com porte maior nestes estados de acordo com a base de dados utilizada.

O tamanho da amostra foi calculado para gerar estimativas com 80% de confiança e margem de erro de 15% para cada combinação de porte e Unidade da Federação, com a proporção de 50% que maximiza o tamanho da amostra.

O processo de amostragem utilizado denomina-se amostragem probabilística de proporções. Este método, muito utilizado em pesquisas qualitativas, permite obter um tamanho mínimo de amostra com base numa medida de precisão preestabelecida. Segundo essa metodologia, para a obtenção do tamanho mínimo da amostra define-se uma medida de erro “d” (diferença observada entre a proporção verdadeira e a estimada) e o nível de confiança desejado que satisfaçam a seguinte condição:

$$P \{ | P_{\text{observado}} - \hat{P}_{\text{estimado}} | \leq d \} = 1 - \alpha$$

Onde $P_{\text{observado}}$ é a proporção observada (p. ex.: percentagem de empresas que utilizam a tecnologia / total de empresas); $\hat{P}_{\text{estimado}}$ é a proporção esperada; d é a margem de erro e $(1 - \alpha)$ o nível de confiança.

Assim, o número mínimo de empresas deverá ser igual a:

$$n = \frac{N z_{\alpha}^2 P (1 - P)}{N d^2 + z_{\alpha}^2 P (1 - P)}$$

Onde n é o tamanho da amostra, N é o tamanho da população, z_{α} é o valor da tabela normal associada ao nível de confiança desejado, P é a proporção de respostas positivas e (1-P) é a proporção de respostas negativas.

Para estados com número total de empresas abaixo de 20, fez-se a pesquisa de toda a população, sem nenhum cálculo amostral. A seleção das empresas principais, bem como das empresas substitutas, foi feita de forma aleatória pela equipe da UNITEP, utilizando a ferramenta Excel. As empresas substitutas foram utilizadas nos casos em que houve impossibilidade de pesquisar a empresa principal durante o processo de pesquisa.

A tabela 3, a seguir, apresenta o tamanho da população, o tamanho da amostra mínima para cada uma das Unidades da Federação participantes e o total da população no âmbito Brasil.

Tabela 3 – Amostras por Estado e Porte

UF	Micro (menos de 20)		Pequeno (20 a 99)		Médio (100 a 499)		Grande (500 ou mais)		Total	
	População	Amostra mínima	População	Amostra mínima	População	Amostra mínima	População	Amostra mínima	População	Amostra mínima
AM			16	9	12	7	2	2	30	18
BA			40	13	16	9	2	2	58	24
CE			21	10	7	7	.	.	28	17
ES			39	13	5	5	2	2	46	20
GO			28	11	1	1	1	1	30	13
MG			175	17	59	14	19	10	253	41
PA			6	6	1	1	.	.	7	7
PE			25	11	3	3	1	1	29	15
PR			250	17	51	14	13	8	314	39
RJ			113	16	45	13	3	3	161	32
RS			312	17	110	16	30	12	452	45
SC			215	17	44	13	9	9	268	39
SP			1576	18	429	18	132	16	2137	52
AL			6	6	.	.	.	.	6	6
DF			5	5	2	2	.	.	7	7
MA			.	.	1	1	1	1	2	2
MS			11	11	1	1	1	1	13	13
MT			6	6	.	.	.	.	6	6
PB			6	6	.	.	.	.	6	6
PI			3	3	.	.	.	.	3	3
RN			9	9	1	1	.	.	10	10
RO			1	1	.	.	.	.	1	1
SE			2	2	.	.	1	1	3	3
TO			4	4	.	.	.	.	4	4
AC	3	3								3
RR	2	2								2
AP	3	3								3
Total	8	8	2869	228	788	126	217	69	3882	431

5.3 Operacionalização da Pesquisa

A realização da pesquisa pelos Departamentos Regionais teve a duração de aproximadamente 45 dias. As estratégias de consulta utilizadas pelos DRs foram entrevistas pessoais e por telefone. A substituição das empresas que de alguma forma não participaram da pesquisa foi feita por empresas do mesmo porte dentro da mesma Unidade da Federação de forma aleatória. Em casos nos quais não havia mais empresas do mesmo porte daquelas que deveriam ser substituídas, não houve substituição. Como exemplo pode-se citar o caso do estado do Amazonas, no qual 5 empresas pequenas não puderam ser substituídas, pois se esgotou o repositório destas. Nesse caso, embora a amostra mínima fosse de 18 empresas, a amostra efetiva foi de 13 empresas. A tabela 4 apresenta uma comparação entre os números iniciais e finais dos conjuntos amostrais por porte.

Tabela 4 – Números Iniciais e Finais dos Conjuntos Amostrais, por Porte

Tipo de empresa	Total de empresas na amostra mínima	Amostra efetiva (pesquisada)	
		Total de empresas respondentes	Cobertura (%)
Pequena	236	183 ⁷	77,5
Média	126	131	104,0
Grande	69	61	88,4
NR ⁸	-	3	-
Total	431	378	87,7

A maioria dos conjuntos amostrais estaduais finais ficou abaixo da quantidade mínima determinada para que se pudesse estabelecer estatisticamente a taxa de difusão estadual. Além disso, algumas empresas não foram escolhidas de forma aleatória. A pesquisa nas empresas escolhidas através do processo aleatório representou 83,9% do número de respondentes, enquanto que os 16,1% restantes constituíram uma amostra induzida. Esses dois fatores associados impossibilitaram o estabelecimento das taxas de difusão estaduais, necessitando-se de um agrupamento de empresas por regiões.

⁷ Foram acrescentadas a essa categoria 22 microempresas (até 20 funcionários).

⁸ Fizeram parte dessa categoria empresas que não assinalaram o porte.

6 Apresentação e Análise dos Resultados

As informações geradas pela pesquisa serão apresentadas pelo porte das empresas – o qual foi a base para a elaboração do conjunto amostral – em três regiões: N-NE-CO, Sul e Sudeste e no Brasil. O estabelecimento de uma região macro (N-NE-CO) foi necessário pelo baixo número de empresas pesquisadas em cada região isoladamente, o que teria baixa validação estatística. As taxas referentes aos *softwares* de programação CN associado a máquinas não foram consideradas, pois se verificou que a maioria dos entrevistados associou tal tecnologia àquela incorporada aos tornos CNC. Os valores relacionados à deposição de filmes cerâmicos também não foram considerados devido à sua elevada especificidade, o que foi comprovado pelas baixas taxas de difusão e difusão futura.

Serão apresentadas, na estrutura acima mencionada, as taxas de difusão das tecnologias pesquisadas, a taxa de utilização de terceiros e a taxa de difusão futura. Tais taxas foram assim calculadas:

- **Taxa de difusão em âmbito nacional:** Freqüência de marcações **sim** na coluna *sua empresa possui e utiliza a tec. em questão* / total de empresas pesquisadas x 100.
- **Taxa de difusão em âmbito regional:** Freqüência de marcações **sim** na coluna *sua empresa possui e utiliza a tec. em questão* por região considerada / total de empresas pesquisadas por região considerada x 100.
- **Taxa de difusão por porte de empresa:** Freqüência de marcações **sim** da coluna *sua empresa possui e utiliza a tec. em questão* por porte / total de empresas pesquisadas por porte x 100.
- **Taxa de difusão por destino da produção:** Freqüência de marcações **sim** da coluna *sua empresa possui e utiliza a tec. em questão* por porte / total de empresas pesquisadas por destino da produção x 100.

- **Taxa de difusão futura em âmbito nacional:** Frequência de marcações **sim** na coluna *sua empresa possui e utiliza a tec. em questão* + frequência de marcações que simultaneamente responderam **não** na coluna *sua empresa possui e utiliza a tec. em questão* e **sim** na coluna *sua empresa pretende adquirir nos próximos 5 anos?* / total de empresas pesquisadas x 100.
- **Taxa de difusão futura em âmbito regional:** Frequência de marcações **sim** na coluna *sua empresa possui e utiliza a tec. em questão* + frequência de marcações que simultaneamente responderam **não** na coluna *sua empresa possui e utiliza a tec. em questão* e **sim** na coluna *sua empresa pretende adquirir nos próximos 5 anos?* por região considerada / total de empresas pesquisadas por região x 100.
- **Taxa de difusão futura por porte de empresas:** Frequência de marcações **sim** na coluna *sua empresa possui e utiliza a tec. em questão* + frequência de marcações que simultaneamente responderam **não** na coluna *sua empresa possui e utiliza a tec. em questão* e **sim** na coluna *sua empresa pretende adquirir nos próximos 5 anos?* por porte / total de empresas pesquisadas por porte x 100.
- **Taxa de difusão futura por destino da produção:** Frequência de marcações **sim** na coluna *sua empresa possui e utiliza a tec. em questão* + frequência de marcações que simultaneamente responderam **não** na coluna *sua empresa possui e utiliza a tec. em questão* e **sim** na coluna *sua empresa pretende adquirir nos próximos 5 anos?* por destino da produção / total de empresas pesquisadas por destino x 100.

6.1 Teste de Significância Estatística

Para a determinação da significância estatística, foi utilizado o teste de Diferença entre Proporções, o qual é utilizado quando os dados da pesquisa são apresentados e analisados em conjunto com proporções e porcentagens. As hipóteses da pesquisa foram unicaudais (em uma única direção), e por isso o Z crítico considerado foi de 1,645. O nível de confiança foi de 95%. Utilizou-se a seguinte fórmula para definição dos valores de Z. A significância estatística foi considerada para valores de Z superiores ao Z crítico ($Z > 1,645$).

Onde:

$$Z = \frac{\bar{p}_1 - \bar{p}_2}{\sqrt{\left(\frac{n_1 \cdot \bar{p}_1 + n_2 \cdot \bar{p}_2}{n_1 + n_2}\right) \cdot \left(1 - \frac{n_1 \cdot \bar{p}_1 + n_2 \cdot \bar{p}_2}{n_1 + n_2}\right) \cdot \left(\frac{n_1 + n_2}{n_1 \cdot n_2}\right)}}$$

P1 – proporção do primeiro subgrupo

P2 – proporção do segundo subgrupo

n1 – tamanho da amostra do primeiro subgrupo

n2 – tamanho da amostra do segundo subgrupo

6.2 Taxa de Difusão Atual e Futura em Âmbito Nacional

A tabela 5 apresenta as taxas de difusão e de difusão futura das Tecnologias Emergentes Específicas e maduras em âmbito nacional. A taxa de difusão futura permite que se tenha uma noção sobre as pretensões de atualização tecnológica das empresas pesquisadas. Esse indicador pode ser útil na percepção sobre os ritmos de crescimento das tecnologias pesquisadas. Apesar desse indicador ser uma estimativa, por embutir um certo grau de incerteza, ele traz informações para reflexões e estabelecimento de estratégias diferenciadas para a aceleração da velocidade de difusão.

Analisando a tabela 5, verifica-se que as tecnologias emergentes pesquisadas continuam em sua fase inicial, isto é, com baixo grau de difusão no Brasil. Contudo, verifica-se o interesse de aquisição dessas tecnologias por parte das empresas quando se verifica a taxa de difusão futura. A elevada taxa de crescimento, em comparação com as taxas de crescimento das tecnologias maduras, permite confirmar a emergência das tecnologias e sua potencialidade em termos de empresas não-usuárias. A taxa de crescimento para as TEEs é de 63,2% para os próximos 5 anos, enquanto que para as maduras a taxa de crescimento é de 17,7%. Esses valores se mostraram altamente coerentes se forem analisados à luz da curva normal de difusão. A taxa de difusão das tecnologias maduras se encontra próximo ao pico da curva, o que significa uma

velocidade menor de crescimento. Já a taxa de difusão das Tecnologias Emergentes Específicas se encontra no ponto ascendente da curva normal, o que demonstra uma velocidade de crescimento maior.

Os fatores que podem estar associados a esse baixo grau de difusão podem estar relacionados aos custos de algumas tecnologias, tais como a de Prototipagem rápida e o *High Speed Cutting*, e à complexidade operacional observada no CAD *High-End* para superfícies complexas.

De certa forma esses resultados podem indicar que o setor, de um modo geral, ainda tem baixa preocupação com as questões relacionadas à geração de produtos com maior valor agregado e aumento de produtividade.

De forma geral, as tecnologias maduras que apresentaram taxas de difusão mais elevadas foram aquelas relacionadas aos processos de fabricação tradicionais. O elevado grau de difusão dos tornos horizontais (tecnologia básica de usinagem) em comparação com as outras tecnologias ratifica o baixo grau de atualização tecnológica das empresas do setor. Os principais fatores associados à menor difusão da maioria das tecnologias maduras podem estar relacionados aos custos (ex.: centro de usinagem), à especificidade de utilização (ex.: *máquinas de eletroerosão*) e ao baixo oferecimento de produtos com maior valor agregado (ex.: CAD/CAM).

Tabela 5 – Taxa de Difusão Atual e Futura em Âmbito Nacional

Tecnologias	Brasil		
	Taxa de difusão atual (%)	Taxa de difusão atual (%)	Expectativa de crescimento (%)
Prototipagem rápida	10,58	20,63	95,0
CAD <i>High-End</i> para superfícies complexas	26,46	37,83	43,0
<i>High Speed Cutting</i>	14,02	24,87	77,4
Tecnologias Emergentes Específicas (média)	17,0	27,8	63,2
Torno horizontal	74,9	77,5	3,5
Torno automático	33,1	38,4	16,0
Fresadora (Universal e ferramenteira)	62,7	68,5	9,3
Máquinas de eletroerosão	24,3	31,5	29,3
Máquinas retificadoras (plana e cilíndrica)	51,1	55,0	7,8
Tornos a comando numérico (CNC)	40,7	51,1	25,3
Centros de usinagem	34,9	45,0	28,8
Máquinas de medição por coordenadas	30,4	39,7	30,4
Máquinas de eletroerosão a fio	9,8	16,4	67,1
CAD/CAM	43,1	54,0	25,2
Tecnologias Maduras (média)	40,5	47,7	17,7

Com base nos resultados da taxa de difusão futura (até 2012), pode-se estimar a taxa de difusão futura até 2014, que foi o horizonte temporal estabelecido pela prospecção tecnológica do Modelo SENAI de Prospecção. A estimativa até o ano de 2014 foi calculada aplicando a taxa de crescimento do conjunto das Tecnologias Emergentes Específicas (63,2%), de forma linear, sobre a taxa de difusão futura para cada tecnologia.

Comparando os resultados obtidos com a pesquisa com aqueles alcançados pelo Modelo SENAI de Prospecção (tabela 6), pode-se verificar que as percepções dos especialistas que participaram do Painel *Delphi* se aproximam dos resultados estimados pelo monitoramento da difusão tecnológica.

Tabela 6 – Comparação dos Resultados da Pesquisa de Monitoramento com os Obtidos pelo Modelo SENAI de Prospecção

Tecnologias Emergentes Específicas	Taxas estimadas de difusão	
	Taxa estimada segundo pesquisa <i>Delphi</i> do Modelo SENAI de Prospecção	Taxa estimada segundo os resultados da pesquisa de monitoramento
Prototipagem rápida	70% do mercado até 2014	55% do mercado até 2014
CAD <i>High-End</i> para superfícies complexas	70% do mercado até 2014	100% do mercado até 2014
<i>High Speed Cutting</i>	70% do mercado até 2014	66% do mercado até 2014

6.3 Taxa de Difusão Atual e Futura em Âmbito Regional

A tabela 7 apresenta os resultados da taxa de difusão atual e futura em âmbito regional. A análise comparativa entre regiões parte da hipótese de que as regiões Sul e Sudeste concentram o maior dinamismo tecnológico e, conseqüentemente, as maiores taxas de difusão de tecnologias emergentes e maduras. O teste de significância estatística, apresentado na tabela 10, no apêndice deste documento, confirma tal hipótese.

Com base nos resultados da pesquisa, pode-se concluir com 95% de confiança que as taxas de difusão das tecnologias emergentes e maduras nas regiões Sul e Sudeste são maiores que na região CO-N-NE. Quando se comparam os resultados, para o conjunto de tecnologias, obtidos nas regiões Sul e Sudeste, verifica-se que não existe diferença estatística significativa entre as taxas de difusão. As exceções ficam por conta do torno automático e dos sistemas CAD/CAM. Nesses dois casos pode-se afirmar que as taxas de difusão são maiores na região Sul do que na Sudeste.

A análise entre as regiões mostra o interesse de aquisição das tecnologias, principalmente as emergentes, por parte das empresas da região CO-N-NE, quando se verificam as taxas de difusão futura, entre as três regiões consideradas. A elevada expectativa de crescimento da região CO-N-NE, em comparação com as taxas de crescimento das outras duas regiões, permite confirmar sua potencialidade em termos de empresas não-usuárias.

A expectativa de crescimento das TEEs para a região CO-N-NE é de 102,5% para os próximos 5 anos, enquanto que para a região Sul é de 47,8% e para a região

Sudeste é de 57,1%. Esses valores também se mostraram altamente coerentes, tendo como base a curva normal de difusão. Quanto mais próximo do pico da curva, menor será a velocidade de difusão. O mesmo raciocínio pode ser utilizado na análise entre TEEs e tecnologias maduras de uma mesma região ou entre tecnologias maduras entre regiões.

Vale a pena destacar, como exceção, a *máquina de eletroerosão a fio*. A não significância estatística entre as três regiões demonstra que sua difusão pode estar condicionada à sua especificidade de aplicação, independentemente do dinamismo tecnológico da região.

De certa forma, os resultados apontam para um possível condicionamento da difusão tecnológica às questões do desenvolvimento tecnológico territorial. Normalmente, territórios que não possuem um ambiente favorável à difusão de novas tecnologias tendem a atrair setores de produtos com menor valor agregado, em comparação com aqueles que possuem ambientes mais avançados. Essa característica, normalmente, aumenta os desequilíbrios regionais.

Uma das formas de se diminuir esses possíveis desníveis regionais está baseada no desenvolvimento de ações que possibilitem a diminuição da defasagem tecnológica em relação à região mais desenvolvida tecnologicamente (líder). Contudo, a simples aquisição de tecnologias produtivas não é mais considerada suficiente para assegurar o crescimento tecnológico e econômico de uma região. Isso ocorre porque as regiões lidam de forma diferenciada com os fatores que dinamizam a difusão tecnológica.

Em conjunto com a compra, outros fatores deverão vir a reboque para o desenvolvimento do território. São eles: disponibilidade de mão-de-obra qualificada, proximidade geográfica de redes de fornecedores, atuação de agentes de mudança tecnológica, existência de instituições de formação profissional e centros tecnológicos, direitos de propriedade intelectual e incentivos a investimentos diretos.

Atualmente, os modelos de crescimento endógeno consideram o capital humano como fator crítico na determinação da capacidade produtiva de uma economia. Para Carvalho (sem data), o *capital humano* é importante por duas

razões: primeiramente pode-se considerar que o estoque de capital humano local determina a sua capacidade de absorver e usar novas tecnologias. Isso significa dizer que à medida que esse estoque aumenta, a economia será mais capaz de se beneficiar dos desenvolvimentos da tecnologia, expandindo a sua capacidade produtiva. Soma-se a isso o fato de que o capital humano é um importante ingrediente para determinar a capacidade da região em gerar o seu próprio progresso tecnológico.

Tabela 7 – Taxa de Difusão Atual e Futura em Âmbito Regional

Tecnologias	CO-N-NE			Sul			Sudeste		
	Taxa de difusão atual (%)	Taxa de difusão futura (%)	Expectativa de crescimento (%)	Taxa de difusão atual (%)	Taxa de difusão futura (%)	Expectativa de crescimento (%)	Taxa de difusão atual (%)	Taxa de difusão futura (%)	Expectativa de crescimento (%)
Prototipagem rápida	4,7	15,7	233,3	12,8	23,1	80,0	14,2	23,1	63,2
CAD <i>High-End</i>	17,3	29,9	72,7	28,2	37,6	33,3	33,6	45,5	35,6
<i>High Speed Cutting</i>	9,4	18,1	91,7	17,9	26,5	47,6	14,9	29,9	100,0
Tecnologias Emergentes (média)	10,5	21,3	102,5	19,7	29,1	47,8	20,9	32,8	57,1
Torno horizontal	69,3	72,4	4,5	76,1	77,8	2,2	79,1	82,1	3,8
Torno automático	18,9	25,2	33,3	46,2	51,3	11,1	35,1	39,6	12,8
Fresadora	45,7	53,5	17,2	72,6	76,1	4,7	70,1	76,1	8,5
Máquinas de eletroerosão	13,4	21,3	58,8	27,4	33,3	21,9	32,1	39,6	23,3
Máquinas retificadoras	35,4	37,8	6,7	61,5	65,0	5,6	56,7	62,7	10,5
Tornos a comando numérico (CNC)	23,6	34,6	46,7	53,0	62,4	17,7	46,3	56,7	22,6
Centros de usinagem	19,7	25,2	28,0	42,7	56,4	32,0	42,5	53,7	26,3
Máquinas de medição por coordenadas	19,7	28,3	44,0	35,0	45,3	29,3	36,6	45,5	24,5
Máquinas de eletroerosão a fio	6,3	11,8	86,0	11,1	19,7	76,9	11,9	17,9	50,0
CAD/CAM	24,4	34,6	41,9	59,0	68,4	15,9	47,0	59,7	27,0
Tecnologias Maduras (média)	27,7	34,5	24,7	48,5	55,6	14,6	45,7	53,4	16,6

6.4 Taxa de Difusão Atual e Futura por Porte de Empresa

A tabela 8 apresenta os resultados pelo porte das empresas entrevistadas. A análise comparativa entre os portes das empresas parte da hipótese de que as de grande porte utilizam mais tecnologias emergentes e maduras do que aquelas de médio porte, que por sua vez utilizam mais do que as de pequeno porte. O teste de significância estatística, apresentado na tabela 11 no apêndice deste documento, confirma tal hipótese.

Com base nos resultados da pesquisa, pode-se concluir com 95% de confiança que as taxas de difusão das tecnologias emergentes e maduras nas empresas de grande porte são maiores que nas de médio e pequeno porte. Por sua vez, as de médio porte possuem taxas de difusão estatisticamente maiores que as de pequeno porte.

Vale a pena destacar, como exceção, a não significância estatística entre empresas médias e pequenas da taxa de difusão da tecnologia de prototipagem rápida. Isso pode ser explicado pelo alto custo desse tipo de tecnologia e sua utilização para desenvolvimento de produtos, ação essa que ainda é pouco executada por médias e pequenas empresas.

A baixa taxa de difusão nas pequenas empresas pode ser explicada pelo fato de muitas terem como foco principal o fornecimento de subsistemas, componentes e peças, ou serviços de usinagem ou conformação para as grandes empresas. Isso faz com que não haja o interesse em adquirir tecnologias de concepção (ex.: prototipagem rápida e CAD *High-End*) ou de alta produção (ex.: *High Speed Cutting*).

Nas pequenas empresas o elevado grau de difusão das tecnologias consideradas básicas (tornos horizontais, fresadoras e retificadoras) em comparação com outras tecnologias mais “complexas” ratifica o baixo grau de atualização tecnológica das pequenas empresas do setor. Os principais fatores que podem estar associados à menor difusão da maioria das tecnologias maduras nas pequenas empresas podem estar relacionados aos custos (ex.: centro de usinagem), à especificidade de utilização (ex.: *máquinas de eletroerosão*) e ao baixo oferecimento de produtos com maior valor agregado (ex: CAD/CAM).

Contudo, verifica-se uma elevada expectativa futura de crescimento das TEEs nas pequenas empresas, o que pode ser interpretado como a busca por novas

vantagens competitivas. O possível crescimento do uso das TEEs por parte das pequenas empresas pode ser explicado pelo aumento da complexidade das peças usinadas e pelo aumento da qualidade técnica do produto final.

As taxas de difusão das tecnologias nas médias e grandes empresas ratificam a capacidade de atualização tecnológica destas empresas. Diferentemente de uma parte das pequenas, que atuam, predominantemente, como fornecedores de serviços ou peças intermediárias, as grandes e médias empresas atuam, em sua maioria, na comercialização do produto final. Logo, necessitam de uma maior variação de tecnologias para atender às demandas e exigências desses clientes, que são uma interessante fonte de inovação. Esses resultados confirmam a hipótese de que o porte das empresas é um fator condicionante à difusão de tecnologias, mesmo as maduras.

Tabela 8 – Taxa de Difusão Atual e Futura, por Porte

Tecnologias	Pequeno			Médio			Grande		
	Taxa de difusão atual (%)	Taxa de difusão futura (%)	Expectativa de crescimento (%)	Taxa de difusão atual (%)	Taxa de difusão futura (%)	Expectativa de crescimento (%)	Taxa de difusão atual (%)	Taxa de difusão futura (%)	Expectativa de crescimento (%)
Prototipagem rápida	6,6	15,5	134,6	9,2	22,9	150,0	25,8	32,3	25,0
CAD High-End	15,4	26,5	72,4	32,8	47,3	44,2	46,8	53,2	13,8
High Speed Cutting	6,6	16,6	151,4	15,3	28,2	85,0	33,9	43,5	28,6
Tecnologias Emergentes (média)	9,5	19,5	105,0	19,1	32,8	72,0	35,5	43,0	21,2
Torno horizontal	63,7	67,4	5,8	81,7	84,0	2,8	91,9	93,5	1,8
Torno automático	24,7	31,5	27,4	35,9	40,5	12,8	53,2	56,5	6,1
Fresadora	46,2	54,7	18,5	75,6	80,2	6,1	83,9	85,5	1,9
Máquinas de eletroerosão	12,1	21,0	73,7	32,1	38,2	19,0	45,2	48,4	7,1
Máquinas retificadoras	41,2	44,8	8,6	55,0	61,1	11,1	72,6	74,2	2,2
Tornos a comando numérico (CNC)	28,0	39,8	42,0	48,9	59,5	21,9	61,3	67,7	10,5
Centros de usinagem	22,5	32,6	44,7	39,7	52,7	32,7	61,3	66,1	7,9
Máquinas de medição por coordenadas	12,1	21,5	78,3	42,0	51,1	21,8	61,3	69,4	13,2
Máquinas de eletroerosão a fio	5,0	10,5	111,1	9,9	19,1	92,3	24,2	29,0	20,0
CAD/CAM	27,5	38,7	40,8	54,2	64,1	18,3	67,7	79,0	16,7
Tecnologias Maduras (média)	28,3	36,2	28,0	47,5	55,0	15,9	62,3	66,9	7,5

6.5 Taxa de Difusão Atual e Futura por Destino da Produção

A tabela 9 apresenta as taxas relacionadas ao destino da produção. Os resultados ratificam a importância do mercado externo como fator de indução à difusão de novas tecnologias. As empresas que trabalham com os mercados interno e externo possuem atualmente as maiores taxas de difusão, o que é confirmado pelo teste de significância estatística, apresentado na tabela 12, no apêndice deste documento. O resultado mostra que as exigências do mercado brasileiro ainda estão aquém daquelas exigidas pelo mercado internacional.

Contudo, as taxas de difusão futura, principalmente das Tecnologias Emergentes Específicas, para as empresas que trabalham somente com o mercado interno mostram que o mercado nacional tenderá a aumentar seus níveis de qualidade e de valor agregado. Provavelmente esse aumento de exigência do mercado interno deverá ser puxado, em parte, pela indústria automobilística e aeronáutica.

Tabela 9 – Taxa de Difusão Atual e Futura por Destino da Produção

Tecnologia	Mercado interno			Mercado interno e externo		
	Taxa de difusão atual (%)	Taxa de difusão futura (%)	Expectativa de crescimento (%)	Taxa de difusão atual (%)	Taxa de difusão futura (%)	Expectativa de crescimento (%)
Prototipagem rápida	6,0	15,9	164,4	15,9	29,3	84,0
CAD <i>High-End</i> para superfícies complexas	15,3	25,7	67,5	38,6	56,4	46,1
<i>High Speed Cutting</i>	6,7	15,2	126,1	23,3	41,9	79,8
Tecnologias Emergentes (média)	9,3	18,9	102,2	25,9	42,5	63,9
Torno horizontal	63,6	71,6	12,7	85,1	97,5	14,6
Torno automático	26,0	34,0	30,9	43,6	52,8	21,1
Fresadora (Universal e ferramenteira)	45,0	55,9	24,2	80,8	92,1	14,0
Máquinas de eletroerosão	17,6	26,1	48,3	35,0	44,0	25,6
Máquinas retificadoras (plana e cilíndrica)	38,9	46,8	20,2	65,4	74,3	13,6
Tornos a comando numérico (CNC)	26,4	37,7	43,0	56,1	72,3	28,8
Centros de usinagem	18,1	29,1	60,3	51,4	64,8	26,2
Máquinas de medição por coordenadas	14,0	21,4	52,7	46,4	65,0	40,2
Máquinas de eletroerosão a fio	4,7	10,4	123,2	15,9	24,8	56,2
CAD/CAM	28,4	41,3	45,5	60,2	79,2	31,5
Tecnologias Maduras (média)	28,3	37,4	32,4	54,0	66,7	23,5

7 Considerações Finais

A pesquisa de difusão tecnológica para o setor de Máquinas e Equipamentos, como parte integrante do Modelo SENAI de Prospecção, permite um *feedback* dos resultados gerados pelo Modelo, além de ser uma das ações do processo de Monitoramento da Difusão Tecnológica. Os resultados alcançados pela pesquisa permitem que os tomadores de decisão nas várias instâncias do Sistema SENAI, em conjunto com outras instituições setoriais, tenham uma visão real do dinamismo tecnológico do setor. Com isso, podem ser geradas estratégias locais e nacionais para desenvolvimento de um ambiente que permita o aumento das taxas de difusão das tecnologias estudadas.

De uma forma geral, os resultados mostraram um setor em fase de modernização tecnológica, mas que ainda tem um considerável caminho a percorrer. O retrato tecnológico atual do setor mostra, ainda, um considerável desnível tecnológico em relação ao porte, ao destino da produção e à região. Verifica-se, contudo, que essa heterogeneidade tecnológica tenderá a diminuir nos próximos 5 anos. As elevadas expectativas de crescimento de uso das novas tecnologias por parte das empresas da região CO-N-NE, das pequenas empresas e daquelas que atuam apenas no mercado interno ratificam a necessidade de se desenvolver ações nacionais e locais que auxiliem os tomadores de decisão na diminuição das incertezas em relação às vantagens relativas das novas tecnologias.

Para contribuir com esse processo de aumento das taxas de difusão de novas tecnologias, o SENAI – Departamento Nacional, através de sua Unidade de Tendências e Prospecção, tem desenvolvido uma série de ações que objetivam disseminar informações técnicas sobre as tecnologias em questão para diminuir o grau de incerteza dos empresários no que se refere à aquisição das Tecnologias Emergentes Específicas. Entre as ações de difusão tecnológica destacam-se:

- **Workshop SENAI de Difusão Tecnológica:** Nesse evento, participam empresários e docentes do SENAI e a eles são apresentados os resultados do *Modelo SENAI de Prospecção* para o setor considerado e, de forma mais detalhada, um grupo de Tecnologias Emergentes prospectadas pelo Modelo SENAI de Prospecção. Essas últimas são apresentadas por especialistas na forma de painéis.

- **Atualização através de visitas orientadas a Feiras Tecnológicas:** Disseminação de informações técnicas através de visita preestabelecida aos principais fornecedores das Tecnologias Emergentes Específicas em uma exposição tecnológica de relevância nacional ou internacional.
- **“Em Tempo” Difusão Tecnológica:** Essa publicação é o resultado, preparado em linguagem jornalística, dos workshops e visita às Feiras. A publicação é distribuída através dos Núcleos de Informação Tecnológica dos Departamentos Regionais para as unidades operacionais e empresas dos setores considerados.
- **Boletins de Difusão Tecnológica:** Essa publicação busca aumentar o escopo de disseminação das informações sobre as Tecnologias Emergentes Específicas. Assim como o “Em Tempo” Difusão Tecnológica, os boletins são distribuídos através dos Núcleos de Informação Tecnológica dos Departamentos Regionais para as unidades operacionais e empresas dos setores considerados.

Os resultados da pesquisa de difusão tecnológica serão também disseminados no formato de um Boletim de Difusão Tecnológica, o qual será distribuído para o maior número possível de empresas que atuam no setor de Máquinas e Equipamentos.

Referências

ARBIX, G. Mecanismos sutis: tecnologia e crescimento econômico. **Novos Estudos**, Rio de Janeiro, n. 77, p. 37-47, 2007.

BAIARD, A.; MENDES, J. A. Essencialidade do progresso tecnológico no desenvolvimento regional e os novos instrumentos de intervenção estatal: política industrial e lei de inovação. **Bahia Análise & Dados**, Salvador, v. 14, n. 3, p. 473-485, 2004.

BOAHENE, K.; SNIJDERS, T. A. B.; FOLMER, H. An integrated socioeconomic analysis of innovation adoption: the case of Hybrid Cocoa in Ghana. **Journal of Policy Modeling**, v. 21, n. 2, p. 167-84, 1999.

CÂNDIDO, G. A.; BRITO, K. N. Difusão da inovação tecnológica como mecanismo de contribuição para formação de diferenciais competitivos em pequenas e médias empresas. **READ - Revista Eletrônica da Administração**, Porto Alegre, v.9, n.2, p.16 - 31, 2003.

CARVALHO, G. P. Novas teorias do crescimento endógeno: que indicadores?. Covilhã, Portugal: Universidade da Beira Interior. Departamento de Gestão e Economia. Disponível em: <www.dge.ubi.pt/pguedes/NTcrescendogeno.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2007.

ROBALINO, D. **Social capital, technology diffusion and sustainable growth in the developing world**. [s.l]: Pardee RAND Graduate School (PRGS), 2000. (Dissertation Series).

DIXON et al. **Expanding the measure of wealth**: indicators of environmentally sustainable development. Washington, D.C: World Bank, 1998.

GODINHO, R. O.; AZZONI, C. R. **Política governamental e desigualdade regional**: modelo com difusão tecnológica e gastos públicos. [s.l]: Núcleo de Estudos e Modelos Espaciais – NEMESIS. Disponível em: <www.nemesis.org.br/artigos/a0108.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2007.

OCDE. **Manual de Oslo**: proposta de diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica. Brasília: FINEP, 2004.

NAVEIRO, R. M. **Setor de máquinas e equipamentos**. Brasília: SENAI/DN, 2005. (Série Estudos Setoriais, 3)

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

REA, L.M.; PARKER, R.A. **Metodologia da pesquisa**: do planejamento à execução. São Paulo: Pioneira, 2000.

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

ROGERS, E.M. **Diffusion of Innovations**. 4th. Ed. New York: The Free Press, 1995.

TIGRE, P.B. **Gestão da inovação**: a economia da tecnologia no Brasil. Rio de Janeiro: Campus; Elsevier, 2006.

Apêndice

Apêndice A - Questionário Aplicado

1. Código:

--	--	--	--	--	--	--	--

(Não Preencher)

2. Data:

--

3. Nome da Empresa:

--

4. CNPJ:

--

5. Porte da Empresa: (assinale com um X)

Tipo de Empresa	Número de Funcionários	Porte
Microempresa	até 19	
Pequena	de 20 a 99	
Média	de 100 a 499	
Grande	acima de 500	

6. Classificação da Empresa em Relação à CNAE: (assinale com um X)

Grupo	Descrição	
291	Fabricação de motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão	
292	Fabricação de máquinas e equipamentos de uso geral	
293	Fabricação de máquinas e equipamentos para agricultura e avicultura	
294	Fabricação de máquinas ferramentas	
295	Fabricação de máquinas e equipamentos de uso na extração mineral e construção	
296	Fabricação de outras máquinas e equipamentos de uso específico	
297	Fabricação de armas, munições e equipamentos militares	
298	Fabricação de eletrodomésticos	
299	Manutenção e reparação de máquinas e equipamentos industriais	
341	Fabricação de automóveis, caminhonetas e utilitários	
342	Fabricação de caminhões e ônibus	
343	Fabricação de cabines, carrocerias e reboques	
344	Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	

7. Endereço:

8. Bairro:

--	--

9. Cidade:

10. Estado:

--

11. Contato: (nome)

12. Cargo:

--	--

13. Telefone:

14. Cargo:

--	--

15. Mercado Consumidor da Empresa: (assinale com um X)

Atende somente ao mercado interno (Brasil)	<input type="checkbox"/>
Atende ao mercado interno (Brasil) e externo (outros países)	<input type="checkbox"/>
Atende somente ao mercado externo (outros países)	<input type="checkbox"/>

Prezado Senhor,

Este questionário objetiva identificar a taxa efetiva de difusão das tecnologias abaixo listadas. Para tal, gostaríamos que o Sr(a). respondesse às tabelas a seguir:

TECNOLOGIAS EMERGENTES ESPECÍFICAS	Sua empresa possui e utiliza a tecnologia em questão?		Sua empresa utiliza a referida tecnologia de terceiros?		Qual a quantidade desse equipamento já adquirido?	Pretende adquirir esse equipamento nos próximos 5 anos	
	Sim	Não	Sim	Não		Sim	Não
Prototipagem rápida							
Software de programação CN associado à máquina							
CAD <i>High-End</i> para superfícies complexas							
Deposição de filmes cerâmicos							
<i>High Speed Cutting</i>							

TECNOLOGIAS MADURAS	Sua empresa possui e utiliza a tecnologia em questão?		Sua empresa utiliza a referida tecnologia de terceiros?		Qual a quantidade desse equipamento já adquirido?	Pretende adquirir esse equipamento nos próximos 5 anos?	
	Sim	Não	Sim	Não		Sim	Não
Torno horizontal							
Torno automático							
Fresadora (Universal e ferramenteira)							
Máquinas de eletroerosão							
Máquinas retificadoras (plana e cilíndrica)							
Tornos a comando numérico (CNC)							
Centros de usinagem							
Máquinas de medição por coordenadas							
Máquinas de eletroerosão a fio							
CAD/CAM							

* O SENAI – Departamento Nacional, por intermédio da Unidade de Tendências e Prospecção (UNITEP), compromete-se a guardar sigilo absoluto sobre o nome dos respondentes.

Tabelas de Significância Estatística

Tabela 10 – Significância Estatística entre as Taxas de Difusão Tecnológica, por Região Pesquisada

Tecnologias	Significância SUL / CO-N-NE (Z)	Significância SUDESTE / CO-N-NE (Z)	Significância SUDESTE/ SUL (Z)
Prototipagem rápida	2, 256464782	2, 606726168	0, 323310165
CAD <i>High-End</i>	2, 036113463	3, 013245111	0, 922100138
<i>High Speed Cutting</i>	1, 942551143	1, 355832005	-0, 641933868
Tecnologias Emergentes (média)	2, 015542224	2, 300079582	0, 235607452
Torno horizontal	1, 189244981	1, 8116443	0, 569610319
Torno automático	4, 567377993	2, 939088828	-1, 788698605
Fresadora	4, 261880683	3, 994975224	-0, 436622649
Máquinas de eletroerosão	2, 725527095	3, 588072902	0, 811285237
Máquinas retificadoras	4, 077070728	3, 449157723	-0, 771136177
Tornos a comando numérico (CNC)	4, 734107369	3, 836613514	-1, 059112702
Centros de usinagem	3, 890263304	3, 96661841	-0, 031965877
Máquinas de medição por coordenadas	2, 688211095	3, 027003574	0, 263678285
Máquinas de eletroerosão a fio	1, 335922603	1, 56644177	0, 197985521
CAD/CAM	5, 490003475	3, 801833736	-1, 899349073
Tecnologias Maduras	3, 349717962	3, 011464335	-0, 443380849

Tabela 11 – Significância Estatística entre as Faxas de Difusão Tecnológica, por Porte de Empresa

Tecnologias	Significância Média / Pequena	Significância Grande / Pequena	Significância Grande / Média
Prototipagem rápida	0,852941152	4,086274065	3,04379356
CAD <i>High-End</i>	3,631773529	5,027759862	1,868155052
<i>High Speed Cutting</i>	2,508530464	5,416326037	2,93536213
Tecnologias Emergentes (média)	2,454276616	4,796994967	2,466491031
Torno horizontal	3,47356592	4,192938575	1,83987756
Torno automático	2,148604776	4,138506387	2,26596235
Fresadora	5,213021676	5,132544274	1,297664482
Máquinas de eletroerosão	4,333186294	5,55840275	1,757908264
Máquinas retificadoras	2,416078673	4,248480187	2,323604107
Tornos a comando numérico (CNC)	3,788432085	4,683305564	1,602518778
Centros de usinagem	3,28981301	5,616742215	2,793588866
Máquinas de medição por coordenadas	6,068311659	7,748271697	2,491957489
Máquinas de eletroerosão a fio	1,673156018	4,367978291	2,624379551
CAD/CAM	4,791242128	5,6150084	1,767523182
Tecnologias Maduras (média)	3,488577354	4,768612334	1,91145142

Tabela 12 – Significância Estatística entre as Taxas de Difusão, por Destino da Produção

Tecnologia	Significância estatística (Z)
Prototipagem rápida	2,828711328
CAD <i>High-End</i> para superfícies complexas	4,712476827
<i>High Speed Cutting</i>	4,137433091
Tecnologias Emergentes	3,894091766
Torno horizontal	4,532051859
Torno automático	3,338830725
Fresadora (Universal e ferramenteira)	6,799454301
Máquinas de eletroerosão	3,555928488
Máquinas retificadoras (plana e cilíndrica)	4,825858251
Tornos a comando numérico (CNC)	5,455759607
Centros de usinagem	6,291051721
Máquinas de medição por coordenadas	6,325244591
Máquinas de eletroerosão a fio	3,27528737
CAD/CAM	5,79844293
Tecnologias Maduras (média)	4,725131729

SENAI/DN

Unidade de Tendências e Prospecção – UNITEP

Luiz Antonio Cruz Caruso

Gerente-Executivo

Elaboração

Luiz Antonio Cruz Caruso

Marcello José Pio

Grupo Executor

Francisco Julião

DR/RJ

Luciano Santos da Silva

DR/RS

Raimundo Ferreira Façanha

DR/CE

Laur Scalzaretto

DR/SP

Grupo Técnico

Bruno Decimo Scolari

SENAI/DN

Maria Cecília Rabello

UPAD/CNI

Rivaldo Moreira dos Santos Neto

SENAI/DN

Representates dos Departamentos Regionais

<i>Nome</i>	<i>Departamento Regional</i>
<i>Adir Josefa de Oliveira</i>	<i>Rondônia</i>
<i>Ana Cristina Gomes</i>	<i>Santa Catarina</i>
<i>Angélica Terezinha Barboza</i>	<i>Espírito Santo</i>
<i>Ariane Hinça</i>	<i>Paraná</i>
<i>Arlindo Gomes Ribeiro</i>	<i>Amazonas</i>
<i>Carlos de Mello R. Coelho</i>	<i>Rio de Janeiro</i>
<i>Cícero Robson Bandeira Feitosa</i>	<i>Roraima</i>
<i>Edson Luiz Neri</i>	<i>Distrito Federal</i>
<i>Emmanoel Augusto Vieira Dias</i>	<i>Maranhão</i>
<i>Eunice Eutália</i>	<i>Alagoas</i>
<i>Helias Nogueira da Silva</i>	<i>Tocantins</i>
<i>João Paulo de Aquino Cavalcante</i>	<i>Pernambuco</i>
<i>José de Azevedo Picanso Filho</i>	<i>Amapá</i>

<i>José Soares Café</i>	<i>Minas Gerais</i>
<i>José Wolney dos Anjos Filho</i>	<i>Sergipe</i>
<i>Lélia Rocha Abadio Brun</i>	<i>Mato Grosso</i>
<i>Liane Ritzel</i>	<i>Rio Grande do Sul</i>
<i>Manuel de Paula Costa Neto</i>	<i>Ceará</i>
<i>Maria Pedrina Tavares</i>	<i>Acre</i>
<i>Maristela Nunes</i>	<i>Goiás</i>
<i>Maurício Lins Porto</i>	<i>Paraíba</i>
<i>Nivaldo de Freitas</i>	<i>São Paulo</i>
<i>Paulo Pereira de Souza</i>	<i>Mato Grosso do Sul</i>
<i>Raimundo José Souza</i>	<i>Piauí</i>
<i>Rosana Calderaro Alvares</i>	<i>Pará</i>
<i>Rosângela Costa</i>	<i>Bahia</i>
<i>Xênia de Oliveira Brasil</i>	<i>Rio Grande do Norte</i>

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

Renata Lima
Normalização

Maria Clara Costa
Produção Editorial

Roberto Azul
Revisão Gramatical

456studio
www.456studio.com
Projeto Gráfico e Diagramação

XXXX
Impressão



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

