

# Perspectivas para a indústria eletrônica brasileira: o caso da produção de bens de instrumentação e controle de processos para a cadeia do petróleo e gás natural<sup>1</sup>

Victor Prochnik <sup>2</sup>

**Resumo:** A política industrial brasileira busca ampliar a participação da produção nacional nas compras da cadeia produtiva de petróleo e gás (CPG) e aumentar as atividades de inovação entre os fornecedores. Mas este artigo procura mostrar que o segmento de instrumentação e controle de processos tende a continuar abastecendo as compras da cadeia através de importações, com baixos investimentos em capacidade produtiva e P&D, apesar do rápido crescimento das demandas da CPG. Isto porque as empresas internacionais têm outras estratégias, centralizar a produção em outros países onde já têm instalações maiores e priorizar mercados emergentes da Ásia. As empresas de capital nacional, por sua vez, são muito pequenas para competir em pé de igualdade com as multinacionais. Por isto, este artigo discute medidas de política industrial para levar aos objetivos pretendidos, sem diminuir a competitividade da CPG.

**Palavras-chave:** política industrial, instrumentação, tecnologia.

**JEL:** L52, L63

## Introdução

### *Objetivos*

A expansão das compras da cadeia do petróleo e gás (CPG) é uma importante oportunidade para o crescimento da indústria brasileira. O governo pretende aproveitar esta oportunidade e aumentar a participação da produção

---

1 O autor agradece a Adilson de Oliveira e Frederico Leão da Rocha, coordenadores da pesquisa que deu origem a este artigo, assim como a todos os colegas e entrevistados. Os erros remanescentes são do autor.

2 Victor Prochnik, Professor Associado do Instituto de Economia da UFRJ. UFRJ - Instituto de Economia Campus da Praia Vermelha - Av. Pasteur, 250, térreo - Urca - CEP: 22290-240 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil - E-mail: vpk001@gmail.com

nacional nas compras da cadeia de petróleo e gás, assim como deseja ampliar a taxa de inovação das empresas fornecedoras. A preparação da indústria do Brasil para atender à cadeia do petróleo e gás requer a formulação e implantação de políticas para a sua capacitação tecnológica. – Rocha (2009).

Neste contexto, o estudo de segmentos específicos de firmas que produzem para a CPG é relevante não apenas porque as políticas gerais para a indústria devem ser adaptadas de acordo com as características dos setores fornecedores, que são bastante diversos entre si, como também, porque a análise de segmentos industriais particulares pode encontrar resultados potencialmente generalizáveis. Neste sentido, este artigo discute as perspectivas do segmento de instrumentação e controle de processos (ICP) enquanto fornecedor da cadeia do petróleo e gás.

As entrevistas realizadas e os dados levantados indicam que, na ausência de uma política industrial que leve em consideração suas especificidades, o segmento de (ICP) tende a continuar abastecendo as compras da cadeia produtiva de petróleo e gás brasileira através de importações e a fazer baixos investimentos em produção e P&D.

Para discutir esta questão e seus desdobramentos alternativos, o artigo apresenta o segmento de ICP e sua evolução recente, assim como o resultado de entrevistas feitas nas empresas, técnicos da Petrobras e com especialistas externos. O resultado é uma análise das estratégias de política industrial que poderiam levar aos objetivos pretendidos pelo governo.

Na política industrial para os segmentos fornecedores da CPG, papel central cabe ao PROMINP (Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural), pois o PROMINP foi “... instituído pelo Governo Federal ... com o objetivo de maximizar a participação da indústria nacional de bens e serviços, em bases competitivas e sustentáveis, na implantação de projetos de petróleo e gás natural no Brasil e no exterior.” [www.prominp.com.br](http://www.prominp.com.br) - 16/06/2008. Mas outras agências do governo também devem participar e uma das recomendações finais é exatamente a de uma maior interação entre o PROMINP e outras instâncias de operação da política industrial.

O segmento de ICP foi selecionado pela sua importância no debate sobre a nacionalização do fornecimento à cadeia do petróleo e gás a contribuição que ele dá a esta cadeia. Pelo lado da oferta, observa-se a contínua evolução das tecnologias de hardware e software, associada à persistente queda de preço desses produtos e serviços. Pelo lado da demanda, a crescente

complexidade das operações de exploração e beneficiamento do petróleo e gás torna a automação destas operações cada vez mais útil. Sistemas de ICP também diminuem o impacto ambiental da produção da cadeia do petróleo e gás. Os investimentos em automação e controle também visam à redução de custos e da variabilidade (por exemplo, a gasolina pode ser composta por até doze componentes, o que requer um constante acompanhamento da dosagem de cada componente), melhorias de qualidade, produtividade, segurança e maior intensidade da comunicação entre as pessoas, com destaque para a troca de informação entre os executivos e o “chão-de-fábrica” etc.

O cálculo do impacto desses investimentos é complexo e a grande maioria dos estudos se atém a aspectos específicos do problema como, por exemplo, Johnsen, Aske Roisli (2007) e Managi, Opaluch e Grigalunas (2006). Mas a percepção dos especialistas entrevistados e da literatura técnica é a de que a contribuição do setor de ICP o faz um segmento extremamente relevante para a CPG. É principalmente através do setor de ICP que as tecnologias de informação e comunicação impactam a produção da CPG.

Note-se também que o setor de ICP é um setor-chave tanto da Política de Desenvolvimento Produtivo, lançada em maio de 2008, como da anterior Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior. De fato, (1) ele está na intercessão de setores prioritários, (2) seus produtos e serviços são intensivos em componentes semicondutores e software, dois outros setores estratégicos de ambas as políticas e (3) as empresas do segmento de ICP são muito inovadoras e exportam produtos intensivos em tecnologia, características que também estão no foco das duas políticas. As questões em discussão são ainda mais relevantes quando se tem em conta o contexto mais amplo em que elas se inserem.

Como mostra a tabela 1, a migração dos investimentos industriais em eletrônica beneficiou menos o Brasil do que países do leste da Ásia. Ao avaliar a competitividade do segmento de ICP e discutir opções de política industrial, também se procura contribuir para o debate sobre as perspectivas da indústria eletrônica no país.

Por fim, note-se que, na organização deste artigo em seções, a seção que discute aspectos teóricos das questões levantadas foi colocada no final. Isto foi feito porque esta seção se refere à discussão de política industrial, assunto tratado após a apresentação do segmento de ICP e dos resultados das entrevistas.

**Tabela 1 - Produção da indústria eletrônica em países e regiões selecionadas em 1992/05**

	Produção de bens eletrônicos (US \$ mi) 1992	Produção de bens eletrônicos (US \$ mi) 2005	Cresc. médio anual 1992/2005	Participação % na produção mundial eletrônicos 1992	Participação % na produção mundial de eletrônicos 2005
Brasil (1)	12.527	27.957	6,4	1,9	2,3
Brasil automação industrial	315	957	8,9	0,0	0,1
Leste da Ásia (2)	104.797	538.903	13,4	16,2	43,5
EUA, UE 15 e Japão	490.912	571.429	1,2	76,1	46,2
Outros países	37.442	100.605	7,9	5,8	8,1
Mercado mundial	645.678	1.238.894	5,1	100,0	100,0

Notas:

1 Entre os dados da ABINEE de 1992, foram selecionados os de utilidades domésticas, eletroeletrônicas, informática, telecomunicações, componentes elétricos e eletrônicos e automação industrial. Entre os segmentos considerados pela Abinee, em 2005, não foi considerado o de material elétrico e instalações.

2 Os países do leste da Ásia são: Hong Kong, Coreia do Sul, Singapura, Taiwan, Indonésia, Malásia, Filipinas, Tailândia e China

Fontes: dados do Brasil: Abinee, em SPI (1997) e Abinee (2008). Dados do exterior: Reed Eletronics Research, Year Book of World Eletronic Data, adaptado de Grangnes e Assche (2008).

### *Metodologia*

Para realizar este trabalho, um questionário padronizado foi aplicado a quatro grandes empresas internacionais fornecedoras de sistemas de instrumentação e controle: Emerson Process Management, Honeywell, Siemens e Yokogawa. Foram feitas doze entrevistas nas quatro firmas da amostra, um entrevistado respondeu ao questionário e dois outros, em média, deram informações suplementares sobre os produtos, serviços e características gerais da empresa e do mercado.

Na Petrobras, foram realizadas três entrevistas. Também foram entrevistados técnicos das firmas de capital brasileiro: SMAR Automação Industrial S/A, Altus Sistemas de Informática S/A e Coester Automação S/A.

## O setor de ICP no mundo

### *Tecnologia no setor de instrumentação e controle de processos*

A atividade básica de instrumentação e controle é a automação de processos produtivos, que é feita em três etapas. Na primeira é a digitalização, por instrumentos chamados de “sensores” de sinais de entrada, como temperatura, pressão, corrente elétrica, etc. Por exemplo, uma grande refinaria de petróleo pode ter 100.000 diferentes medidas – White (2003). Os sinais digitais são processados por computadores, que os comparam com dados de um modelo (isto é, efetuam a atividade de controle). Os resultados podem levar a uma mudança no processo produtivo, que é feita pelos “atuadores”.

Os sistemas de ICP são cada vez mais complexos e um aspecto crucial na sua evolução é a crescente difusão de protocolos abertos de comunicação, que têm normas de domínio público, permitindo a interconexão de equipamentos de fornecedores diferentes. O protocolo Foundation Fieldbus se consolidou como padrão da indústria e é o padrão da Petrobras. Ele foi lançado por um consórcio de mais de 350 organizações, incluindo as quatro empresas estrangeiras entrevistadas por este trabalho ([www.fieldbus.org](http://www.fieldbus.org)).

O Foundation Fieldbus, atualmente, é mais do que um protocolo: “A tecnologia *foundation* é uma infraestrutura unificada que gerencia dados, comunicação, ativos de plantas e eventos nas plantas enquanto dá controle funcional e interoperabilidade entre mecanismos e subsistemas. Esta infraestrutura é neutra em relação aos fornecedores, é baseada em padrões e fornece aos usuários finais um esquema comum para implantar e administrar estratégias para excelência operacional.” -ARC White Paper • February 2007, p. 3, em: [www.fieldbus.org](http://www.fieldbus.org), 14/03/2008.

Na medida em que os sistemas mais gerais de instrumentação têm interfaces abertas, qualquer fabricante pode produzir equipamentos e software compatível com o restante do sistema, uma vantagem para os fabricantes menores e para a política industrial.

### *A concorrência internacional no setor de ICP*

O setor de ICP vem passando por rápidas transformações tecnológicas

e econômicas, destacando-se o impacto da eletrônica digital. As empresas, cujo foco era a produção de equipamentos, transformaram-se em vendedoras de sistemas e serviços, dos quais os equipamentos são apenas um dos componentes do *mix* de oferta. A seleção de fornecedores da Petrobras dá grande importância à infraestrutura de serviços que o ofertante coloca a sua disposição.

As firmas também procuram ampliar as opções em automação ofertadas aos clientes. Duas das formas de expansão do leque de oferta são a aquisição de concorrentes e a formação de alianças estratégicas. Por exemplo, até 2005, a Emerson Electric, grupo do qual a Emerson Process Management é uma divisão, havia feito mais de 200 aquisições ao longo de seus então 113 anos de existência – <http://www.jimpinto.com/writings/emerson.html> - 20/03/08. Este comportamento competitivo é o padrão do setor.

A Honeywell, entre 2003 e 2008, comprou 58 empresas e vendeu 32. Em 2008, a receita da empresa foi US \$ 36,6 bilhões – Honeywell 2008 Annual Report. A concentração no setor de ICP vem aumentando e espera-se que o número de grandes empresas internacionais, atualmente dez ou doze, caia para apenas 4, em mais 10 anos. Muitas das firmas de ICP são divisões de grandes conglomerados de tecnologias diversificadas cujas estruturas organizacionais não são necessariamente segmentadas por tecnologia, o que torna difícil a identificação do setor a que pertencem.

A Siemens, por exemplo, é o maior conglomerado mundial em número de empregados (mais de 450 mil) e atua em muitas outras áreas além de ICP. Não obstante, devido ao esforço metodológico da revista Control Magazine, sabe-se que as quatro empresas estrangeiras cujas subsidiárias brasileiras foram entrevistadas neste trabalho estão entre as 20 maiores firmas de controle de processo, segundo suas vendas nos Estados Unidos. (<http://www.controlglobal.com/articles/2006/230.html>, 14/07/07).

Assim, as grandes empresas do setor de ICP seguem as seguintes variáveis estratégicas: oferta de linha completa de produtos e serviços; forte investimento em P&D; internacionalização e aquisição de concorrentes menores.

## O setor de ICP no Brasil

### *A demanda de produtos e serviços de automação no Brasil*

Os principais clientes do segmento de ICP são os setores de petróleo, petroquímico, siderúrgico, papel/celulose, farmacêutico e mineração - Revista Controle & Instrumentação Edição nº 134 - 2008 ([http://www.editoravalete.com.br/site\\_controleinstrumentacao/](http://www.editoravalete.com.br/site_controleinstrumentacao/)).

Na cadeia do Petróleo e Gás, estima-se que os gastos com ICP alcancem entre 5% e 6% do total do investimento em novos projetos (no setor de dutos, esta percentagem é menor, 0,5% - entrevista na Petrobras).

Também há planos de modernização das plantas antigas, aumentando substancialmente os gastos esperados da cadeia com automação industrial.

O mercado de petróleo e gás representa entre 25 a 50% do faturamento das quatro subsidiárias de empresas estrangeiras entrevistadas;

As firmas acreditam que estas proporções não vão mudar muito, indicando que as expectativas quanto à demanda dos demais setores também são muito positivas. Na Rockwell, outra grande empresa do setor, o principal segmento- cliente, em 2004, foi o setor de petróleo e gás (22% do total) -<http://www.quimica.com.br/revista/qd434/automacao3.htm>, em 22 de maio de 2007.

### *A oferta de produtos e serviços de automação no Brasil*

A tabela 2 apresenta dados de receita, exportações e importações para o setor de automação industrial, do qual o segmento de ICP é o majoritário.

**Tabela 2: Faturamento, exportações e importações do setor de automação industrial na década de 2000 (milhões de dólares e taxas de crescimento)**

Ano	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2001/ 08
Faturamento	511,0	503,0	560,0	715,0	957,0	1.244,0	1.589,0	1.876,0	
Cresc. anual: faturamento		-1,6	11,3	27,7	33,8	30,0	27,7	18,1	20,4
Exportações	74,2	66,7	76,5	114,4	143,7	238,9	280,3	314,2	
Cresc. anual: exportações		-10,1	14,7	49,5	25,6	66,2	17,3	12,1	22,9
Importações	965,8	776,1	707,8	870,4	828,8	1.325,6	1.757,4	2.275,8	
Cresc. anual: importações		-19,6	-8,8	23,0	-4,8	59,9	32,6	29,5	13,0
coef. de exportação	14,5	13,3	13,7	16,0	15,0	19,2	17,6	16,7	
coef. de penetração das importações	68,9	64,0	59,4	59,2	50,5	56,9	57,3	59,3	

Fonte: ABINEE

Os principais dados do IBGE sobre o setor de ICP estão dispostos na tabela 3. Eles se referem à produção industrial, não abrangendo vendas de software e serviços. Os dados das duas primeiras linhas da tabela 2 se referem às firmas associadas a ABINEE e, portanto, não podem ser comparados com os da tabela 3. Mas as tendências gerais são as mesmas. Na tabela 3, note-se o salto de produção entre 1999 e 2000, indicando a facilidade com que o setor se ajusta ao crescimento repentino da demanda. O crescimento rápido da receita e da produtividade, apesar da valorização do dólar, também é significativo.

Outra característica do setor é o pequeno número de pessoas ocupadas na produção, o que se deve à automação dos seus processos. Por isto, o número médio de pessoas ocupadas por empresa cresce lentamente, enquanto que a receita e a produtividade por empresa aumentam com rapidez. No setor de ICP brasileiro convivem subsidiárias de grandes empresas internacionais e empresas de capital nacional, em geral pequenas. Entre as firmas internacionais, destacam-se as quatro empresas entrevistadas, a ABB e a Rockwell.

No Brasil, as três maiores subsidiárias têm 300/350 funcionários. A estrutura organizacional típica destas empresas é a seguinte: cerca de 20 profissionais formam a *core* técnico em instrumentação e controle, há cerca de 60 profissionais no setor de engenharia de aplicação (desenho de sistemas de automação e controle), um setor de serviços (manutenção, recalibração



etc.) e um grande departamento de vendas (chegando a 100 profissionais). Elas vendem produtos (instrumentos, sensores, computadores especializados em controle, etc.), sistemas de automação e/ou serviços. Há vários tipos de serviços, em todas as etapas de produção. Segundo duas empresas, a etapa final, serviços de montagem e manutenção preditiva tem valor assemelhado ao valor das vendas de produtos e/ou sistemas. O faturamento anual médio das quatro subsidiárias no Brasil é de US \$ 330 milhões por ano, com grande dispersão. Mas, em todos os casos, o crescimento do faturamento tem sido muito rápido, variando entre 10 e 25% ao ano. Todas esperam continuar crescendo no mesmo ritmo acelerado nos próximos anos.

Também atuam no setor de ICP muitas empresas menores de capital nacional. OLAVE (2003) indica que aproximadamente 76% das empresas brasileiras de automação industrial brasileira são de pequeno ou médio porte e 95% da sua produção é destinada ao mercado interno. A maioria delas opera como fornecedora local de produtos e serviços (instalação, por exemplo) ou como terceirizada das firmas maiores. Algumas concorrem diretamente com as subsidiárias das empresas transnacionais. SMAR, Altus e Coester estão entre as maiores.

**Tabela 3 - Principais estatísticas de produção para a classe 33.30- Fabricação de Máquinas, Aparelhos e Equipamentos de Sistemas Eletrônicos dedicados à Automação Industrial e ao Controle do Processo Produtivo – valores monetários em reais de 2006**

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Tx. cresc 99/ 07
Receita	156	325	213	304	304	254	339	460	556	17,2
Valor agregado VTI	91	171	106	135	138	132	158	239	291	15,6
Média de pessoas ocupadas na produção POP (mil pessoas)	2,3	2,2	2,8	4,2	3,3	3,3	3,9	4,3	4,4	8,2
Núm. de empresas	127	132	159	192	164	187	175	207	194	5,4
POP por empresa	18	17	17	22	20	18	22	21	23	2,7
Produtividade (VTI/POP)	39,4	77,9	38,4	31,7	42,2	39,9	40,3	55,7	66,5	

*Fonte: Pesquisa Industrial Anual do IBGE, vários anos.*

Trabalham na SMAR mais de 1.000 pessoas, sendo mais de 200 fora do país. A empresa vem crescendo entre 25/30% ao ano o que é explicado, em parte, pelo sucesso dos seus produtos e serviços junto ao setor de açúcar e álcool. Entre as usinas de álcool brasileiras, 90% têm tecnologia SMAR.

A SMAR tem nove subsidiárias e 91 representantes no exterior.

A ALTUS Sistemas de Informática têm subsidiárias na Argentina, Alemanha e Estados Unidos. A Coester atua no exterior através de representantes comerciais.

Note-se também a grande concentração regional da oferta. Entre as 94 empresas fabris de automação industrial cadastradas na ABINEE em 2005, 63 estão localizadas no Estado de São Paulo, principalmente nas cidades de Campinas, Ribeirão Preto e São Carlos.

Os principais produtos oferecidos pelas empresas paulistas de automação e controle de processos são: Sistemas Digitais de Controle Distribuído (SDCD), Controladores Lógico Programáveis (CLPs), computadores de processo (coordenam o processo industrial e sua instrumentação) e Analisadores Digitais (sensores) - SEADE (2001).

### *Comércio internacional das empresas operando no Brasil*

As tabelas 4 e 5 sintetizam os movimentos do comércio internacional de produtos de ICP desde 1996. Os dados se referem apenas aos produtos importados e exportados. “O volume de material importado, seja na forma de sistemas prontos, seja como partes e peças, inclusive pelos fornecedores nacionais, é praticamente igual ao faturamento das empresas do setor no País”, informou o diretor da Abinee, Nelson Ninin – Fairbanks (2006). Na mesma entrevista, o diretor também afirmou que: “Os projetos de grande porte são poucos, demoram para maturar, e acabam sendo importados integralmente, até por compromisso assumido com financiadores internacionais”.

No período 1996/2006, as taxas anuais de crescimento das exportações, importações e saldo comercial foram, respectivamente, 12,2%, 6,8% e 5,5% - Tabela 4. O rápido aumento das importações sugere que é crescente o número de nichos de mercado para os quais a escala do mercado nacional é suficiente para abrigar novos produtores.

O dado de importações de 2004 é revelador da elasticidade das

importações à expansão do gasto interno em ICP: os efeitos sobre o produto e a geração de tecnologia vão para o exterior. Estas informações também indicam a relevância de uma política industrial mais pró-ativa para o setor.

**Tabela 4 Exportações, importações e saldo comercial, para anos selecionados, em milhões de dólares de 2006**

<b>Exportações</b>	<b>1996</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2004</b>	<b>2006</b>
Exportações	13.020	13.181	26.216	28.100	41.157
Importações	88.351	116.350	184.334	285.405	169.883
Saldo comercial	-75.331	-103.170	-158.119	-257.306	-128.726

*Nota: as NCM são da classe 33.30 do IBGE e são descritas na próxima tabela.*

*Fonte : SECEX/MIDIC*

**Tabela 5 Participação % das exportações por NCM**

<b>NCM</b>	<b>Descrição da NCM</b>	<b>1996/98</b>	<b>1999/2003</b>	<b>2003/06</b>
90328981	Instrumentos e aparelhos automáticos para controle de pressão	65,6	7,7	1,3
90328982	Instrumentos e aparelhos automáticos para controle de temperatura	6,4	8,7	14,0
90328983	Instrumentos e aparelhos automáticos para controle de umidade	3,7	0,8	0,5
90328984	Instrumentos e aparelhos automáticos para controle velocidade de motores	0,0	0,1	35,3
90328989	Outros instrumentos e aparelhos automáticos para controle grandezas não elétricas	4,7	17,7	6,3
90328990	Outros instrumentos e aparelhos automáticos para regulação/controle	19,7	64,9	42,6
	Total	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

*Fonte : SECEX/MIDIC*

Sobre as exportações, note-se que nenhuma das firmas internacionais entrevistadas faz exportações significativas. Outras duas, ABB e Rockwell, exportam produtos de ICP. Mas as exportações brasileiras são realizadas principalmente pelas empresas de capital nacional.

Assim, as principais características do padrão de concorrência das empresas brasileiras de ICP são: 1) há um número crescente de empresas

pequenas de automação de capital nacional; 2) entre elas, há um grupo de empresas de vocação tecnológica, onde vigoram forte empreendedorismo, alto nível técnico, operação em nicho, participação em esquemas de cooperação Universidade/empresa e exportações crescentes; 3) também há um pequeno número de empresas médias e grandes de capital nacional (SMAR e Altus e Coester estão entre as maiores). Investem em P&D, atuam no exterior e procuram incorporar *know-how* internacional.

## **A capacidade de produção de produtos de ICP no Brasil**

Embora as perspectivas de crescimento do mercado brasileiro sejam muito positivas, a produção de equipamentos de ICP no Brasil pelas subsidiárias de empresas transnacionais é bastante restrita e os planos de expansão desta produção são muito tímidos.

Apenas duas das quatro empresas têm fábrica no Brasil. Ambas estão sem nenhuma capacidade ociosa, mas apenas uma está investindo na ampliação das suas instalações. Para a primeira empresa, a produção nacional é 40% do faturamento total de produtos e serviços e, para a outra firma, apenas 10/15%. As outras duas firmas importam todos os produtos e sistemas e, no Brasil, só fazem a venda, engenharia de adaptação e serviços de implantação. A Rockwell e a ABB, que não foram entrevistadas, também têm fábricas de produtos de ICP no Brasil.

Outra dimensão da fraca inserção das grandes empresas internacionais de ICP na economia brasileira é o baixo valor agregado das peças produzidas. Uma das fábricas de ICP só faz as peças eletromecânicas, a parte mecânica e a montagem da peça eletrônica. Em termos de eletrônica, tudo vem do exterior, seja da matriz seja de outras subsidiárias, instaladas em países como México, China ou Malásia. Na outra, os produtos fabricados são, segundo o entrevistado, “na maioria, instrumentos elétricos”.

Também, como veremos na próxima seção, nenhuma das quatro firmas faz P&D no Brasil. Uma consequência do quadro acima descrito é o nível insignificante de exportações dessas firmas. As quatro grandes firmas praticamente não exportam produtos e serviços de ICP e apenas uma delas tem planos para realizar exportações significativas no futuro.

Em contraste, os entrevistados apontaram a existência de vantagens significativas em uma possível produção local. Para eles, a produção local é mais competitiva do que a alternativa de importar, os clientes dão mais valor às empresas cuja produção é nacional e uma firma com fábrica no Brasil tem mais facilidade em produzir de acordo com o cliente e pode oferecer com mais facilidade alguns serviços adicionais, como calibração de instrumentos, por exemplo, segundo um entrevistado: “Temos interesse na produção local, para ganharmos agilidade, redução de custos, ganhos logísticos, adaptabilidade às demandas locais, etc”.

Também não há barreiras técnicas, pois estas empresas líderes operam muitas outras fábricas ao redor do mundo e são amplamente lucrativas, garantindo sua capacidade técnica e financeira de investir. A única dificuldade neste aspecto é a relativa escassez de mão-de-obra especializada no setor de ICP brasileiro, discutida na próxima seção.

Dadas as vantagens em produzir no Brasil e a pequena extensão do parque fabril em ICP, cabe perguntar porque não é maior a produção local e porque os planos de expansão industrial não são significativos. É possível distinguir três respostas a esta pergunta. A primeira é a incerteza quanto ao comportamento do PIB e a incerteza quanto à demanda futura do mercado de petróleo e gás. Um entrevistado afirmou, sobre o PROMINP e a Petrobras: “..que nem sempre estas entidades/clientes, devido à incerteza econômica, estão conseguindo implantar seus planos de investimento”.

Mas os entrevistados também reconheceram a relevância e solidez dos projetos atuais de investimento da cadeia de petróleo e gás brasileira, o que os tornaria menos dependentes de eventuais conjunturas macroeconômicas desfavoráveis. Segundo um entrevistado: “existe um cenário de grandes investimentos”. Em particular, não há porque considerar que a ameaça de uma conjuntura macroeconômica negativa seja mais séria no Brasil do que em outros países concorrentes pelos investimentos das firmas de ICP.

Em segundo lugar, o mercado brasileiro não é suficientemente grande para a instalação de fábricas de produtos de ICP. No crucial segmento de eletrônica, as firmas opinaram que o Brasil está muito longe da escala mínima. Uma das empresas entrevistadas, por exemplo, tem apenas uma fábrica de componentes eletrônicos, que abastece o mundo todo. Esta segunda resposta também merece comentários. A escala mínima de fabricação varia segundo

o tipo de produto e o método de produção. Algumas firmas do setor de ICP no Brasil fazem montagem SKD ou CKD, o que lhes permite trabalhar com escalas menores. Entre as grandes firmas entrevistadas, a única que está fazendo investimentos fabris mostrou grande satisfação em ter tomado esta decisão e espera se tornar um proeminente exportador de produtos e serviços de ICP. Também foi visto que existe um crescente número de empresas nacionais, produzindo no Brasil, que vem se desenvolvendo aceleradamente. Duas delas já são multinacionais.

As duas primeiras respostas, portanto, não explicam satisfatoriamente as decisões das empresas.

Uma terceira resposta surge da análise da estratégia das grandes firmas. Estas empresas enfatizam o atendimento a outros mercados internacionais que também crescem rapidamente, em particular os mercados asiáticos. Isto pode ser observado, cumulativamente, por diversos indicadores, entre os quais se destacam os seguintes: a pequena participação das vendas na América Latina em relação às vendas em outras regiões, entre as quais a Ásia; a preferência pela localização das fábricas de produção de ICP e, em particular, de componentes eletrônicos em outros países; preferência semelhante pela localização dos centros de P&D em outros países e afirmativas de seus executivos, tanto na bibliografia disponível como nas entrevistas, que corroboram a menor importância estratégica atribuída ao investimento no Brasil pelas grandes corporações de ICP.

Por exemplo, as vendas do grupo Yokogawa fora do Japão se dividem em 23% na Ásia, 14% na Europa e África, 7% na América do Norte e 1% na América Latina – [www.yokogawa.com](http://www.yokogawa.com). Quanto à localização de atividades de P&D, um exemplo é o da Honeywell, em que as atividades de P&D são feitas em sete laboratórios de pesquisa (quatro nos EUA e os demais na República Tcheca, Índia e em Cingapura) e os dois Centros de Pesquisa de Excelência Honeywell (Índia e China) – [www.honeywell.com](http://www.honeywell.com). Observe-se também um trecho da entrevista dada pelo presidente da Emerson Process Management, John Berra, para a *newsletter* Frost & Sullivan Market Insight, em 24 de março de 2005, sobre os ingredientes de sucesso da empresa: “Olhando as coisas geograficamente, China e Índia são áreas de crescimento principais, mas nós também acreditamos fortemente no potencial de crescimento da Europa do leste e na antiga União Soviética.” Ver <http://www.frost.com/prod/servlet/>

market-insight-top.pag?docid=34315210, - 29 de maio de 2007. Por fim, um dos entrevistados declarou que sua empresa não investia mais no Brasil porque a prioridade estratégica da corporação era o atendimento aos mercados asiáticos.

Um complemento necessário ao maior interesse das firmas internacionais de ICP em outros mercados é a capacidade de abastecer o mercado brasileiro a partir do exterior. Ao não produzir internamente, as grandes firmas têm que importar seus produtos e sistemas e a facilidade em fazê-lo permite que elas atuem no Brasil com base na importação. Este aspecto foi mencionado por duas firmas entrevistadas, que estão satisfeitas com a maior flexibilidade de oferta e as vantagens de ganhos de escala possibilitada pelo recurso à importação.

## **A capacitação tecnológica do setor de ICP brasileiro**

A capacidade em inovação é outra característica do setor de ICP. Segundo a PINTEC 2003, 23% das empresas de ICP tinham gastos positivos em P&D, enquanto que, na indústria brasileira, apenas 6,5% das empresas gastavam em P&D. Mas o gasto médio em P&D por empresa, das empresas do setor de ICP que fazem P&D, foi R\$ 304.000,00.

Este valor é menor do que o gasto médio das empresas brasileiras que fazem P&D, (R\$ 491.500,00). Ele também é bem menor do que o gasto médio das empresas do setor eletrônico (do qual o setor de ICP faz parte) que fazem P&D, R\$ 1.017.700,00. Este fato ilustra um problema do setor, relevante para o PROMINP, as subsidiárias das grandes empresas internacionais, entre as quais as quatro firmas entrevistadas, não fazem P&D no Brasil. A Rockwell é uma exceção. As empresas brasileiras fazem P&D, mas seu pequeno porte econômico não autoriza gastos significativos.

O número de funcionários com Mestrado/Doutorado *strictu sensu* é muito reduzido (no máximo 10). Os cursos foram iniciativas dos funcionários, não há política corporativa de RH neste sentido. Ao contrário, ao mencionar a falta de mão-de-obra especializada, as firmas reclamaram da escassez de engenheiros sem estes títulos.

Há vários casos isolados de desenvolvimento de produtos no Brasil e de exportação desses produtos. Mas foram projetos específicos, não tendo

implicado em gastos consideráveis nem sido parte de uma política contínua das firmas. Também há vários casos de convênios com Universidades brasileiras. Não há política das empresas neste sentido, mas há intenção de ampliar a cooperação.

Outra atividade técnica relatada como intensa é a transferência de conhecimentos intra-firma, uma vez que constantemente são lançados, no exterior, novos produtos e sistemas. Esta transferência é importante para elas, pois são totalmente dependentes da tecnologia gerada em outros países. Esta tecnologia vem para o Brasil na forma de programas de treinamento, manuais, consultoria interna, produtos, sistemas e serviços.

Como visto no caso da Honeywell, as grandes empresas entrevistadas organizam sua atividade de P&D a nível internacional, em centros de excelência, buscando as maiores vantagens de localização. Assim, uma estratégia para ampliar a execução de atividades de P&D no Brasil pelas empresas internacionais é atração de um centro de excelência. Por exemplo, em outros setores de atuação, a Siemens tem seis centros de pesquisa no Brasil, onde gastou cerca de 130 milhões de reais em 2005.

Mas a atividade tecnológica, em geral, transcende em muito as atividades de P&D. Uma visão mais ampla é a de aprimoramento da competitividade através da criação ou desenvolvimento de capacitações tecnológicas – Figueiredo (2006). Neste contexto, uma linha de política industrial é a do incentivo à modernização através da pressão da demanda, como a indução à exportação e uma maior pressão da Petrobras por produtos e serviços de mais alta qualidade, abordada adiante.

O acesso à tecnologia é um problema fundamental para as firmas menores, geralmente de capital nacional. Elas fazem um esforço em P&D muito grande em relação ao seu faturamento, porque o gasto em P&D é um custo fixo.

Apenas no Brasil, a SMAR, maior empresa nacional do setor de ICP, tem 150 técnicos trabalhando em P&D (15% do total de empregados). A empresa gasta cerca de 6% do seu faturamento em P&D. Em 2003, a empresa ganhou o Prêmio Finep de Inovação, na categoria Grande Empresa. A firma tem oito patentes concedidas nos Estados Unidos e mais de 35 patentes em processo de aprovação. - [www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010175031103](http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010175031103), em 27 de maio de 2007.



Mas em geral as atividades de P&D das firmas nacionais são substancialmente diferentes das atividades de P&D das firmas transnacionais. As firmas nacionais enfatizam a absorção de tecnologias já desenvolvidas e a adaptação dessas tecnologias nos seus produtos.

A SMAR tem uma unidade de P&D em Nova York, Estados Unidos, para desenvolver chips de comunicação. Um dos objetivos desta subsidiária é a aquisição de *know-how*, através da cooperação e coleta de informação disponível pela localização escolhida.

No mesmo sentido, os executivos da SMAR participam intensamente de órgãos internacionais (como organizações para a discussão de normas e padrões), pois esta participação permite capturar informação técnica relevante de alto custo de produção. Por exemplo, um resultado vantajoso desta estratégia foi a sua liderança na adoção da tecnologia Foundation Fieldbus, atualmente padrão do setor.

Outra forma de incorporar novas tecnologias é através da cooperação com universidades. Por exemplo, o controlador lógico programável da ALTUS, usado pela Petrobras, foi desenvolvido em conjunto com a Universidade do Vale do Rio dos Sinos e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul, com apoio da Petrobras e da Finep.

A evolução das exportações é outro indicador favorável do aumento de competitividade das firmas nacionais, pois o valor e a dispersão das exportações por NCM's são crescentes. Principalmente com a valorização do real, este dado indica um progressivo aumento da eficiência das empresas nacionais. As informações anteriores sobre aumentos da produtividade (entre 1999 e 2001 e entre 2002 e 2004, uma vez que os dados de 2001 não podem ser comparados com os valores de 2002) e sobre os gastos em P&D também contribuem para a conclusão de que a competitividade das firmas nacionais vem aumentando.

Portanto, um apoio mais efetivo às empresas de capital nacional tende a gerar resultados positivos em termos da competitividade do setor de ICP. Assim, o interesse do PROMINP e da política industrial em fomentar a atividade de P&D no Brasil deve passar por três eixos, pressionar as firmas transnacionais a implantar centros de tecnologia no país, ampliar a capacitação tecnológica das firmas nacionais facilitando seu acesso à tecnologia e apoiar o desenvolvimento de fornecedores nacionais.

## **Relações com clientes na cadeia do petróleo e gás**

A Petrobras, como cliente de produtos do setor de ICP pode ter um papel mais ativo na pressão para seus fornecedores investirem em aumentos de competitividade. Neste tópico é visto como as ações da empresa e dos Epcistas podem contribuir para este resultado.

Os contratados da Petrobras para os grandes projetos são chamados de Epcistas, nome que vem do tipo de contrato que executam, os EPCs, Engineering Procurement and Construction Contracts. Muitas vezes são eles que adquirem os produtos e sistemas de ICP.

### *Relações dos fabricantes de ICP com a Petrobras*

Nas entrevistas, diversas observações apresentadas a seguir indicam como modificações nos critérios de compra da Petrobras podem contribuir para pressionar pelo aumento da competitividade do setor de ICP. Foi consensual a observação de que na Petrobras há uma escassez de técnicos em produtos e serviços de ICP.

Os empregados especializados não têm tempo para se atualizar e para ensinar aos mais jovens. Uma maior capacidade técnica na empresa, com treinamento adequado, pode levar a especificações de compra mais atualizadas e precisas. Esta conclusão se soma à afirmação das empresas de ICP entrevistadas de que seus clientes, no Brasil, entre os quais a Petrobras, poderiam estimular mais a inovação, se fossem mais preparados para entender o nível de tecnologia da oferta.

A adoção relativamente lenta das tecnologias mais avançadas é explicado, em parte, pelos níveis de segurança exigidos. Mas outro fator relevante é a falta de uma metodologia adequada para medir os impactos da adoção de novas tecnologias. A Petrobras, por exemplo, não calcula os ganhos potenciais advindos dos sistemas que ela usa. A estimativa destes ganhos pode ser uma forma de ampliar a capacidade de compra de sistemas de ICP.

Uma questão é a preferência por compras em fornecedores de maior porte. Segundo os entrevistados da Petrobras, muitas vezes, nesta empresa, julga-se, a priori, que a aquisição de equipamentos junto a empresas de maior porte tem menor chance de gerar problemas operacionais. Esta visão, entretanto,

não é generalizada. Em princípio, a aversão ao risco é uma atitude comum em meio a investimentos tão custosos. Um programa de desenvolvimento de fornecedores nacionais deve levar em consideração esta possibilidade, incentivando a experimentação e a divulgação de casos de sucesso.

### *Relações com os Epcistas e a definição de conteúdo local*

De forma análoga ao caso da Petrobras, uma ação mais eficiente dos Epcistas pode ter um impacto positivo sobre a competitividade do setor de ICP. Como se sabe, a contratação através de Epcistas se aproxima do sistema adotado na construção civil, onde há uma interação entre o cliente (Petrobras), arquiteto (Epcista) e o construtor (fabricante de ICP). Os entrevistados das empresas fornecedoras de ICP afirmaram que este sistema é semelhante em todo mundo e é necessário para a firma-cliente, mas dificulta a comunicação entre o fornecedor e o cliente.

Para os entrevistados, muitos Epcistas não possuem mão-de-obra qualificada. Por natureza, estas firmas são generalistas e não conhecem bem os produtos e suas tecnologias.

A exigência de uma melhor preparação dos Epcistas e de especificações que levem à adoção de tecnologias mais sofisticadas é, portanto, uma medida de política industrial que pode influenciar as decisões de oferta dos produtores de ICP. Outro problema relacionado é a baixa participação de produtos e serviços de ICP nos pacotes adquiridos. Isto é, muitas compras são formadas por um pequeno pacote de alta tecnologia e de baixo valor (os produtos e serviços de ICP, que são o ‘cérebro’ das instalações) dentro de um grande pacote em valor, mas de baixa tecnologia. Assim, não há pressão para aquisição destes produtos entre fabricantes no Brasil, o que foi apontado como sendo o maior problema específico do setor de ICP. Os Epcistas chegam ao índice mínimo de conteúdo local apenas através da compra de produtos e serviços de tecnologia madura.

Os critérios de compra constituem outra questão. Como os Epcistas levam em consideração o preço e não o índice tecnológico, os fornecedores mais capazes se sentem prejudicados. Um entrevistado declarou que “eles introduzem o atraso tecnológico”. Assim, é importante definir novas regras de conteúdo local para o setor de ICP, que levem em consideração a importância

qualitativa dos bens, com destaque para o desenvolvimento tecnológico que o produto demanda, e os reflexos que a sua produção no Brasil pode gerar.

Note-se que a alternativa de circunscrever os pacotes de compras, isto é, considerar como unidade válida para mensuração do conteúdo nacional um conjunto de itens mais restrito do que a delimitação atual, não resolve o problema, porque a participação dos produtos intensivos em alta tecnologia ainda é quase sempre muito pequena. Segundo um entrevistado, caso se deseje incentivar a produção local de produtos ou serviços intensivos em tecnologia, a política deve especificar diretamente o produto ou serviço e não um pacote que o contenha.

## **Um condicionante para a competitividade do setor de ICP**

Políticas industriais são as “... que, buscando melhorar resultados que seriam obtidos por mercados livres, objetivam modificar a estrutura de produção e o vetor de exportações de um país.” Di Maio (3, 2009). Mas, ao buscar estes objetivos, um dos problemas que uma política industrial pode gerar é a diminuição da competitividade dos setores clientes do setor beneficiado (o setor infante). Neste último, a ineficiência pode decorrer da baixa escala de produção, o que acontece em subsidiárias de empresas multinacionais, da necessidade de aprendizado, o que é mais comum em empresas locais ou ainda de outros fatores menos importantes para este trabalho.

Esta é uma questão relevante para o setor de ICP, cujos produtos são essenciais para a competitividade da cadeia do petróleo e gás. Dada a grande importância desta última para o desenvolvimento econômico brasileiro, é importante que a política industrial não afete a sua competitividade. Assim, configura-se uma situação como a descrita por Nelson (1984), que distingue setores líderes de indústrias estratégicas. Setores líderes são os intensivos em tecnologia, que “... tendem a dirigir e moldar o progresso econômico em uma ampla fronteira” – Nelson (1984, 1) - como o setor de ICP. Indústrias estratégicas são aquelas que levaram os países que têm competitividade nestes ramos a ganhar uma vantagem geral em termos de desenvolvimento econômico, como o setor de Petróleo e Gás no Brasil.

O autor exemplifica examinando o esforço de *catch up* da Alemanha e do Japão em relação aos Estados Unidos no pós-guerra. O autor afirma que:

“não é claro que a diminuição da diferença geral de produtividade ocorreu porque eles diminuíram a diferença de produtividade em indústrias intensivas em tecnologia.” Nelson (1984, 74). Mais importantes para o *catch up* foram o crescimento e a modernização de indústrias estratégicas de tecnologia intermediária, a indústria química: a de máquinas alemãs e a indústria automobilística japonesa. Os dois países também promoveram a expansão de setores líderes intensivos em tecnologia, mas de forma a não prejudicar o desempenho das indústrias estratégicas.

Para avaliar o que a política industrial pode fazer para que o apoio ao segmento infante não prejudique a competitividade da indústria líder, o mesmo autor começa mostrando que os setores intensivos em tecnologia são, em geral, muito internacionalizados e fortemente competitivos. Por isto, seus produtos são amplamente disponíveis no mercado e “...enquanto o avanço tecnológico e o crescimento da produtividade nessas indústrias são especialmente rápidos, os ganhos vão majoritariamente para aquelas firmas que compram os produtos das indústrias, não para as firmas das indústrias.”

Por isto, buscando superar o dilema da indústria nascente, importar produtos modernos ou obrigar, pelo menos temporariamente, a compra de produtos menos eficientes ou mais caros no mercado interno, a sugestão de Nelson (1984) é o incentivo à cooperação internacional entre firmas do país que está implantando a política industrial e firmas internacionais.

Neste esquema, nos produtos encomendados pelos setores clientes, as firmas do setor líder devem fazer as partes em que são mais capazes, em associação com firmas de outros países, por sua vez eficientes nas atividades complementares. Cabe às firmas do setor líder, auxiliadas e pressionadas pela política industrial, buscar o seu aprimoramento (*upgrading*), isto é, ir ampliando a parcela dos serviços que é internalizada.

Esta argumentação é útil para analisar a relação entre o segmento de ICP, um setor líder, e a cadeia de Petróleo e Gás brasileiros, uma indústria estratégica para o país. As duas questões centrais são: 1) as encomendas do setor de petróleo devem incentivar o conteúdo local, sem prejudicar a qualidade dos bens e serviços a serem adquiridos e seus preços e 2) as firmas nacionais são muito pequenas, frente aos seus concorrentes internacionais. Para responder, respectivamente, a estes dois problemas, é interessante propor uma lenta, mas progressiva, ampliação do índice de nacionalização das compras, por um

período determinado, e o incentivo a parcerias internacionais entre empresas nacionais e estrangeiras.

Estas propostas têm vantagens que as afastam de críticas costumeiras à política industrial. Primeiro, não há seleção, a priori, de firmas, ao contrário da política industrial brasileira, que envolve o apoio a firmas e setores específicos - Mansueto (2009). Isto porque é o consórcio vencedor de cada licitação que recebe a demanda da CPG.

Ao longo do tempo, esta prática pode vir a incentivar, nos concorrentes, tanto estratégias de aprimoramento genérico como de realização de investimentos específicos para atender a CPG brasileira.

Segundo, a proteção não é rígida e não discrimina empresas de capital estrangeiro de empresas de capital nacional. Por exemplo, com o progressivo aumento do índice de nacionalização, tanto uma firma multinacional pode implantar uma fábrica no Brasil, se achar que as perspectivas de vendas são positivas, como uma firma brasileira pode fazer uma *joint-venture* com uma firma estrangeira, que não produz no Brasil, para concorrer às demandas. Em cada licitação, uma grande variedade de soluções é possível.

Outras vantagens advêm da sugestão de aumentar progressivamente o índice de nacionalização. Esta propriedade facilita, às firmas nacionais, a acumulação progressiva de tecnologia, o que também ocorreu em outros países – Pack e Nelson (1999).

O aprendizado tecnológico é lento, em parte porque existem diversas barreiras ao aprimoramento (*upgrading*) empresarial. Por exemplo, é difícil ter acesso ao *know-how* de eventuais parceiros em *joint-ventures*, principalmente se estes forem firmas muito maiores e mais capacitadas do que as firmas nacionais.

Prazos maiores para uma adaptação à produção interna também facilitam a ação pública. No caso de Taiwan, Rowen et Al (2007) e outros trabalhos enfatizam o apoio de institutos tecnológicos governamentais às firmas nacionais de menor porte, o que já é em parte replicado no Brasil.

O aumento progressivo do índice de nacionalização também pode beneficiar os investimentos das firmas nacionais e multinacionais, ao dar prazos mais adequados para a aquisição e assimilação de informações, as tomadas de decisão e a execução desses investimentos. Assim, um programa de nacionalização de longo prazo pode vir a diminuir os problemas de

informação e coordenação enfatizados por Rodrik (2008). Por fim, o aumento progressivo do índice de nacionalização também é útil para a cadeia do petróleo e gás, pois um melhor compasso entre demanda e oferta interna tende a assegurar o fornecimento de produtos e serviços mais eficientes e baratos. O aumento progressivo do índice de nacionalização não é uma tarefa simples. Por exemplo, há muitos casos de produtos muito especializados, que têm alto custo de desenvolvimento. São fabricados em plantas sofisticadas e requerem produção em alta escala, para alcançar competitividade. Nestes casos, como, por exemplo, o de diversos tipos de sensores, não há sentido em produzir no Brasil.

Como se sabe, os benefícios de uma política industrial devem ser restritos a um período de tempo. Mas, assim como o aumento do índice de nacionalização deve ser lento, sua posterior diminuição também deve ocorrer em etapas. Por exemplo, o término abrupto da política de reserva de mercado, implantada na década de oitenta, levou a grandes prejuízos para as firmas brasileiras. Não houve chance de adaptação as novas condições e empresas produtivas perderam significativos investimentos acumulados.

Outro problema que vem impedindo a execução de uma política de compras mais efetiva para a indústria de ICP é o fato de que, atualmente, o índice de nacionalização incide sobre o produto adquirido pela Petrobras como um todo, por exemplo, uma plataforma de extração de petróleo. Mas em uma plataforma destas a participação de componentes de ICP é muito pequena, sempre menor do que 5% do valor total. Assim, o índice de nacionalização pode ser atingido pelo Epcista apenas com a compra de aço e de outros insumos de menor conteúdo tecnológico no Brasil e os componentes de ICP podem ser todos importados. Para superar este problema, na seção de conclusões é sugerido que o índice de nacionalização seja calculado sobre partes dos produtos adquiridos pela Petrobras.

A segmentação do produto em partes pode ser feita segundo uma classificação do nível tecnológico dos insumos que as compõem e mesmo setorial (por exemplo, um índice para instrumentação diferente do índice de automação). Por fim, há a importante questão dos preços. Medida provisória recente, a 495/10 estabelece uma margem de preferência nos preços para a aquisição de produtos nacionais. Ela deixa margem para que a CPG, formada por indústrias estratégicas para o país, no sentido atribuído por Nelson (1084) e explicado anteriormente, continue competitiva.

## **Conclusões e Recomendações**

Como a qualidade e os preços dos produtos e serviços do setor de ICP são satisfatórios, a ampliação da competitividade passa por: (1) incentivo à oferta interna com diminuição do déficit comercial e dos picos de importação (internalização da produção pelas empresas transnacionais e desenvolvimento de fornecedores nacionais) e (2) pelo apoio ao incremento das atividades tecnológicas no país, assim como pela aceleração da adoção de tecnologias mais modernas. Para isto, são dadas seis sugestões de política industrial:

### **A importância de uma política de transferência internacional de tecnologia**

Foi proposto na seção 5 e reforçado por toda argumentação anterior, que uma política de transferência internacional de tecnologia, através do incentivo à *joint-ventures* entre firmas nacionais e estrangeiras ou pelo reforço da atuação de institutos tecnológicos, como no caso de Taiwan, pode vir a ser uma alavanca para o desenvolvimento produtivo e tecnológico do setor de ICP. O PROMINP também segue esta proposição e, por exemplo, promove viagens de empresários e apoia a assinatura de acordos comerciais. Mas ainda não se tem uma informação sobre os resultados destas iniciativas. As próximas sugestões procuram detalhar um pouco mais como poderia operar um programa de transferência internacional de tecnologia acoplado a iniciativas de apoio e pressão por uma maior internalização de atividades produtivas e tecnológicas no país.

### **A utilização do poder de compra da Cadeia do Petróleo e Gás**

O PROMINP deve pressionar o setor de ICP a aumentar sua competitividade ao aprimorar as exigências técnicas de desempenho dos produtos adquiridos. Por um lado, a alta participação da cadeia de Petróleo e Gás nas vendas do setor de ICP assegura a estes clientes a capacidade de



exigir sistemas mais eficientes. Por outro lado, foram vistos diversos motivos que tendem a retardar a adoção das técnicas mais modernas. Entre estes, destacam-se, na Petrobras, a escassez de pessoal especializado e a falta de análise dos benefícios do investimento em ICP. Nos Epcistas, foi visto que existe despreparo na capacidade de especificação de produtos e serviços e que a definição de “conteúdo nacional” prejudica os objetivos da política industrial pretendida. Esta última questão, entretanto, é examinada no próximo item.

Para isto, é útil contratar e treinar pessoal especializado para aprimorar os projetos técnicos e suas especificações e, também, tornar mais rigoroso o critério de contratação de Epcistas, exigindo avaliação mais completa do pacote tecnológico.

## **Proposta de redefinição de “conteúdo nacional” no nível de produto**

Para o setor de ICP, a atual definição de conteúdo nacional prejudica os objetivos da política industrial que o PROMINP se propõe a seguir. Os bens e serviços do setor de ICP têm baixa participação em valor nas compras da Petrobras. Assim, uma venda para a Petrobras pode alcançar o nível de conteúdo nacional exigido comprando no Brasil apenas produtos maduros.

Mesmo na hipótese de definição restrita do pacote de vendas, é possível completar o conteúdo nacional com produtos complementares e de menor conteúdo tecnológico do que os fornecidos pelo setor de ICP. Esta estratégia vem dificultando ou mesmo impedindo a participação de firmas de ICP que produzem no Brasil e beneficiando as importações.

Assim, as compras da cadeia de Petróleo e Gás precisam detalhar mais as exigências técnicas de desempenho dos produtos adquiridos, abrindo as compras, para aumentar a inclusão de produtos, partes, peças e serviços feitos no país. Um esforço de maior especialização da Petrobras e dos Epcistas são requisitos para esta mudança.

A solução, portanto, está em definir novas regras de conteúdo local para o setor de ICP, no nível de produto, levando em consideração a importância qualitativa dos bens, com destaque para o desenvolvimento tecnológico que o produto demanda e os reflexos que a sua produção no Brasil pode gerar.

## **A participação das firmas menores (PMEs) como fornecedoras da CPG**

As PMEs do setor de ICP desenvolvem tecnologia, produzem no Brasil e exportam um leque de produtos cada vez mais amplo, que são objetivos do PROMINP e da política industrial. Mas os técnicos da Petrobras mencionaram que às vezes existe uma preferência, a priori, por fornecedores de maior porte.

Ao sugerir um programa de desenvolvimento de fornecedores para as MPEs, não se está propondo uma política industrial de apoio a “campeões nacionais” ou a desenhos industriais específicos, alternativas que não deram bons resultados em países da Europa – Nelson (1984). Pesquisas recentes confirmam esta noção, ao observar rotatividade elevada nas listas de empresas líderes, em diversos segmentos da eletrônica digital, em países desenvolvidos – Mowery e Nelson (1999). O programa de desenvolvimento de fornecedores deve ser feito, por um lado, através do apoio a iniciativas genéricas em tecnologia e, por outro, pela a constituição de um sistema de compras que atenda às particularidades do setor. O programa de desenvolvimento de fornecedores para as PME também deve apoiar a transferência internacional de tecnologia para estas firmas. Já existem iniciativas neste sentido, como um trabalho conjunto entre o PROMINP e o SEBRAE. Mas ainda não há disponível uma avaliação dos resultados alcançados.

## **Fomentar a inserção estratégica virtuosa das firmas transnacionais na economia brasileira**

O termo “inserção estratégica virtuosa” busca caracterizar uma firma que conduz um processo de investimentos produtivos sequenciais em um setor econômico de uma economia nacional, criando raízes e participando ativamente da geração de riquezas do país. Isto porque nos setores intensivos em tecnologia, há uma forte relação de interdependência entre o investimento continuado em capacidade produtiva, gasto em P&D, redução de custos, oferta de produtos mais voltados para as necessidades dos clientes brasileiros e oferta de empregos de alto nível.

Mas empresas transnacionais de ICP têm um baixo nível de integração na economia nacional, pois sua produção interna é pequena e circunscrita a produtos de baixo valor agregado e elas não exportam, não investem em P&D e não geram empregos técnicos de alto nível.

Em anos de grande investimento produtivo por parte da cadeia de Petróleo e Gás, os gastos em ICP tendem a se multiplicar, pressionando significativamente as importações. Também foi visto que os investimentos previstos por estes fornecedores não são suficientes para modificar sua inserção na economia brasileira.

O caso da Siemens no setor de telefonia brasileiro exemplifica o que se pretende para o setor de ICP: "... Graças à fabricação local de produtos na área de telecomunicações, a subsidiária brasileira do grupo já prevê quadruplicar as exportações até 2005, alcançando a marca dos US\$ 300 milhões .... A Siemens ... deposita cerca de cinco a dez patentes por ano no Brasil .... com a implantação recente das fábricas em Manaus (telefones celulares) e Curitiba (centrais telefônicas), foram investidos cerca de US\$ 200 milhões no País, nos últimos dois anos. Temos cerca de 200 profissionais que trabalham diretamente na área de P&D e temos parcerias com 25 centros de pesquisa. O Brasil detém um amplo mercado a ser explorado e ótimos profissionais ... " De acordo com o Dr. Dauscha, graças à produção nacional é possível reduzir em média cerca de 30% os custos do produto, além da vantagem de maior controle tecnológico. Os produtos detêm em média cerca de 80% de nacionalização. "Com a fabricação local, podemos atender mais especificamente às necessidades do mercado nacional, além de melhorar a balança comercial e ajudar no desenvolvimento das empresas de menor porte", diz o executivo da Siemens. - Pio (2003). Portanto, cabe incentivar a produção no país (por exemplo, critérios de compra que privilegiem firmas com instalações no país, como maior exigência de oferta de serviços de apoio, testes e manutenção, rapidez na troca de equipamentos etc), a instalação de centros de excelência de P&D e as exportações de produtos e serviços de ICP.

## **Prospects for Brazilian electronics industry: the case of the production of instrumentation goods and control process for the string of oil and natural gas**

**Abstract:** The Brazilian Industrial Policy intends to increase the share of national production in the purchases of the Oil and Gas productive chain and to foster innovation activities among the supplier firms. But this article strives to show that, although the oil and gas chain demands are rapidly growing, the segment of instrumentation and process control tends to keep supplying the purchases of this chain through imports, with low investments in productive capacity or R&D. Process automation multinational firms give priority to centralized production in other countries in which they have larger plants and to the Asian emergent markets. Local firms are too small to compete with the foreign firms.

This article thus debates measures that could lead to the objectives of the industrial policy, without lowering the competitiveness of the oil and gas productive chain. In particular, it is proposed to improve the usefulness of the oil and gas chain purchase process and to emphasize an international technology transfer program, an underrated possibility in the recently announced Productive Development Plan, the new Brazilian industrial policy.

**Keywords:** industrial policy, instrumentation, technology.

**JEL:** L52, L63

## Referências bibliográficas

- ABINEE ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA *Panorama setorial e desempenho econômico 2008*, em [www.abinee.org.br](http://www.abinee.org.br), em 18 de julho de 2009
- FIGUEIREDO, P. N. - *Knowledge, innovation and competitiveness: dynamics of firms, networks, regions and institutions*; artigo apresentado na DRUID Summer Conference 2006, Copenhagen, Dinamarca, junho 18-20, 2006
- GUTH, J. FOREWORD. *Special Report Instrumentation and Analytics da ABB Review*, 2006 [www.abb.com/abbreview](http://www.abb.com/abbreview) em 20 de março de 2007
- HAGUENAUER, L. et al. *Complexos industriais na economia brasileira*. Rio de Janeiro: IEI/UFRJ, 1986. (Texto para Discussão, n. 84).
- HAGUENAUER, LIA. *Competitividade: Conceitos e Medidas: Uma Resenha da Bibliografia Recente com Ênfase no Caso Brasileiro*. IE/UFRJ. Texto para discussão no. 211. agosto 1989
- IBGE (2003) Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão Comissão Nacional de Classificação – Concla Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – *IBGE Classificação Nacional de Atividades Econômicas*, Rio de Janeiro 2003 Versão 1.0, ISBN 85-240-3669-9; Encontrado no site [http://www.ibge.gov.br/concla/cl\\_corresp.php?sl=3](http://www.ibge.gov.br/concla/cl_corresp.php?sl=3) em 22 de fevereiro de 2007
- GRANGNES, G. e ASSCHE, A. V. (2008) *China and the future of Asian Eletronics Trade, Scientific Series*, CIRANO, Centre Interuniversitaire de recherche en analyse des organizations, Quebec, Canada ISSN 1198-8177
- JOHNSEN, S.; ASK, R. e ROISLI, R. *Reducing Risk in Oil and Gas Production Operations* capítulo 7 de *Critical Infrastructure Protection*, pp 83-95, ISBN 978-0-387-75461-1 Springer Boston 2007
- JUGEND, D. *Desenvolvimento de produtos em pequenas e médias empresas de base tecnológica: práticas de gestão no setor de automação de controle de processos*; Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2006
- MANAGI, S. OPALUCH, J. J. e GRIGALUNAS, T. *Stochastic frontier analysis of total factor productivity in the offshore oil and gas industry Ecological Economics*, Elsevier, vol. 60(1), pages 204-215, novembro 2006.
- MANSUETO, A. (2009) *Desafios da Real Política Industrial Brasileira do Século XXI*, apresentado no Seminário Internacional INCT-PPED Promovendo Respostas Estratégicas à Globalização, Instituto de Economia da UFRJ, 3-6 de novembro de 2009 disponível em [www.ideiad.com.br/seminariointernacional/arquivo11.pdf](http://www.ideiad.com.br/seminariointernacional/arquivo11.pdf) em 20/11/2009.
- MIRANDA, E. *Uma Análise das Redes de Chão de Fábrica e de Sua Possível Utilização No Controle de Processos das Plataformas de Produção da Bacia de Campos*, 2002
- MOWERY, D. C. e NELSON, R. R. (Eds.) *Sources of industrial leadership: studies of seven industries*; Cambridge University Press, Reino Unido, 1999, ISBN 0-521-64520-4
- NELSON, R. R. *High-technology policies*; American Enterprise Institute for Public Policy Research, Washington D. C., Estados Unidos, 1984 ISBN 0-8447-3565-5

- PACK, HOWARD AND NELSON, RICHARD R., *The Asian Miracle and Modern Growth Theory* (October 1997). World Bank Policy Research Working Paper No. 1881. Disponível em SSRN: <http://ssrn.com/abstract=604969>
- PELKMANS, J. *European Industrial Policy, BEEP briefing n° 15*, julho 2006, encontrado em <http://www.coleurop.be/content/studyprogrammes/eco/publications/BEEPs/BEEP15.pdf> em 20 de março de 2007
- PIO, F. *Pesquisa e produção locais ajudam a Siemens a crescer*; publicada em: 10/09/2003 [www.panoramabrasil.com.br/noticia\\_completa.asp?p=conteudo/txt/2003/09/10/20854527.htm](http://www.panoramabrasil.com.br/noticia_completa.asp?p=conteudo/txt/2003/09/10/20854527.htm), acessada em 27 de maio de 2007
- RODRIK, D. (2008). *Industrial Policy for the Twenty-first Century*, capítulo 4 de RODRIK, D. *One Economics, Many Recipes*: Princeton University Press ISBN: 978-1-4008-2935-4
- ROWEN, H. S. - AN OVERVIEW, capítulo 1 de ROWEN, H. S., HANCOCK, M. G. e MILLER, W. F. *Making IT – the rise of Asia in high tech*, Stanford University Press, Califórnia, 2007 ISBN: 978-0-8047-5386-9
- ROWEN, H. S.; MILLER, W. F. e HANCOCK, M. G – *Concluding remarks: moving from making it to creating it*, capítulo 12 de ROWEN, H. S., HANCOCK, M. G. e MILLER, W. F. *Making IT – the rise of Asia in high tech*, Stanford University Press, Califórnia, 2007 ISBN: 978-0-8047-5386-9
- SALERNO, M. S. e DAHER, T. *Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior do Governo Federal (PITCE): Balanço e Perspectivas*; Brasília, 23 de setembro de 2006, encontrado na Internet no endereço [http://www.abdi.com.br/abdi\\_redesign/publicacao/download.wsp?tmp.arquivo=362](http://www.abdi.com.br/abdi_redesign/publicacao/download.wsp?tmp.arquivo=362) em 20 de março de 2007
- SPI - SECRETARIA DE POLÍTICA INDUSTRIAL *Ações setoriais para o aumento da competitividade da indústria brasileira/eletroeletrônica* (1997) em <http://www2.desenvolvimento.gov.br/arquivo/publicacoes/sdp/acoSetAumComIndBrasileira/asac0510.pdf> em 18 de julho de 2008
- WHITE, D. C. *Creating the 'Smart Plant', Hydrocarbon Processing*, outubro de 2003, pgs 41-50
- WHITE, D. C. *The "smart" refinery: economics and technology*, NPRA 2003 Meeting, San Antonio, Texas, Estados Unidos. Em [http://www.nt.ntnu.no/users/skoge/prost/proceedings/focapo\\_2003/pdffiles/papers/090.pdf](http://www.nt.ntnu.no/users/skoge/prost/proceedings/focapo_2003/pdffiles/papers/090.pdf), 20/07/2008
- WHITE, N. 1997, *Intelligent sensors*, em *Sensor Review*, 17 (2), pp. 97-98

*Recebido para publicação em dezembro de 2009  
Aprovado para publicação em abril de 2010*