

Automação Industrial

A Pesquisa da Atividade Econômica Regional disponibiliza informações sobre a difusão de automação industrial nas indústrias paulistas que, em seu conjunto, expressa as dinâmicas comportamentais das empresas, determinadas por fortes componentes de assimetria, diversidade e intensidade da difusão de novos equipamentos.

No período considerado, cerca de 17% das unidades produtivas faziam uso de equipamentos de automação industrial no Estado de São Paulo.

Se o grau de difusão de automação pode ser considerado relativamente baixo, no total do setor, comparativamente à adoção de novas estratégias de qualidade e produtividade, por exemplo, nas unidades produtivas das empresas de maior porte era relativamente elevado. Nestas, o percentual de plantas que utilizavam equipamentos de automação de manufatura ou de processo era superior a 50%.

Nas unidades na faixa entre 100 e 499 pessoas ocupadas, 56,5% utilizavam equipamentos automatizados, enquanto naquelas com 500 e mais pessoas ocupadas esse percentual era de 83,4%.

Tabela 85

Unidades Locais Industriais que Utilizaram Equipamentos de Automação Industrial, segundo Faixa de Pessoal Ocupado Estado de São Paulo 2001

Faixa de Pessoal Ocupado	Uso de Equipamentos de Automação Industrial	
	Nº Abs.	%
Total	7.106	16,97
Até 29 Pessoas	3.637	10,98
30 A 99 Pessoas	1.795	30,25
100 A 499 Pessoas	1.418	56,52
500 E Mais Pessoas	256	83,39

Fonte: Fundação Seade. Pesquisa da Atividade Econômica Paulista - Paep 2001.

Além da assimetria da difusão de automação em relação ao tamanho da empresa, observa-se também a predominância em algumas atividades da indústria, com destaque para as unidades pertencentes à fabricações e refino de petróleo e álcool (65,8%), seguidas pela fabricação de material eletrônico e aparelhos de comunicações (34,5%), fabricação e montagem de veículos

automotores, reboques e carrocerias (29,6%) e fabricação de máquinas e equipamentos (26,2%).

Outros setores que apresentavam desempenho melhor que a média da indústria quanto à automação industrial eram os de fabricação de artigos de borracha e plástico, de produtos químicos, de máquinas e materiais elétricos e de outros equipamentos de transporte, todos com cerca de 25%.

Tabela 86

Unidades Locais Industriais que Utilizaram Equipamentos de Automação Industrial, segundo Atividades
Estado de São Paulo
2001

Atividades	Uso de Equipamentos de Automação Industrial	
	Nº Abs.	%
Total	7.106	16,97
Indústria Extrativa	54	7,94
Fab. de Alimentos e Bebidas	700	16,51
Fab. de Produtos Têxteis	295	15,63
Confec. de Vestuários e Acessórios	346	7,21
Prepar. e Confec. de Artef. de Couro	109	8,10
Fab. de Celulose e Papel	136	15,35
Edição, Impressão, Reprod. de Grav.	285	10,78
Fab. E Ref. Petróleo, Álcool	50	65,79
Fab. de Produtos Químicos	503	25,23
Fab. de Artigos de Borracha e Plásticos	744	25,39
Fab. Prod. Mineriais Não-Metálicos	316	10,88
Metalurgia Básica	249	20,06
Fab. Prod. Metal (excl. Maq. e Eq.)	1.032	20,54
Fab. de Máquinas e Equipamentos	776	26,17
Fab. de Maq. Escritório e Equipamentos de Informática	24	18,60
Fab. de Maq, Ap. e Mat. Elétrico	299	25,23
Fab. Mat. Eletrônico e Aparelhos e Equipamentos de Comunicações	146	34,52
Fab. Equip. Méd. Ótica E Relógios, Instr. Precisão, Automação Industrial	126	22,22
Fab. e Montagem de Veículos Automotores, Reboques e Carrocerias	356	29,57
Fab. Outros Equip. de Transp.	55	25,00
Outras Indústrias	504	11,14

Fonte: Fundação Seade. Pesquisa da Atividade Econômica Paulista – Paep

Para uma análise mais precisa sobre o nível da difusão de automação nas diferentes atividades da indústria paulista, é preciso qualificar o uso da tecnologia. Observa-se que os tipos de equipamentos mais utilizados pelas unidades eram máquinas-ferramentas com controle numérico convencional (57,8%), máquinas-ferramentas com controle numérico computadorizado –

CNC (45,2%), computadores de processo (33,3%) e controladores lógico-programáveis – CLP (32,6%).

Tabela 87

Proporção de Unidades Locais da Indústria que Utilizaram Equipamentos de Automação Industrial, segundo Tipos de Equipamento
Estado de São Paulo
2001

Faixas de Pessoal Ocupado e Tipos de Equipamento	Em porcentagem	
	Unidades Locais	
	%	
Máquinas-ferramentas c/ Contr. Num. Convencional	57,84	
Máquinas-ferramentas Retrofit. p/ Contr. Num.	17,83	
Máquinas-ferramentas c/ Contr. Num. Comput. (CNC)	45,23	
Centros de Usinagem de Contr. Num.	16,75	
Robôs Industriais	6,26	
Armazéns (estoques) Automatizados	8,37	
Sistemas de Transp. Autom. de Contr. Eletr.	7,49	
Sistemas Digitais de Controle Distribuído	17,49	
Controladores Lógico Programáveis (CLP)	32,59	
Computadores de Processo	33,34	
Analisadores Digitais	22,16	
Sistemas CAD/CAE	28,25	
Sistema CAD/CAM	23,32	
Rede Corp. Local Aplic. Eng. de Proj. e/ou Prod.	26,89	
Rede Interfirmas Aplic. Eng. de Proj. e/ou Prod.	19,58	
Planejamento de Recursos p/ Manufatura	29,16	
Planejamento de Recursos p/ Empresas	22,72	
Outros	26,68	

Fonte: Fundação Seade. Pesquisa da Atividade Econômica Paulista – Paep 2001.

Nota: Proporção em relação ao total de unidades locais

Entre os tipos de equipamentos de automação menos utilizados, estavam armazéns (estoques) automatizados, adotados por apenas 8,4% das unidades, e robôs industriais, por cerca de 6,2%.

Nas unidades de pequeno porte, a utilização desses equipamentos era ainda mais restrita. Os robôs industriais eram adotados por 2,6% das unidades com até 29 pessoas e por 5,4% nas unidades com 30 e 99 pessoas ocupadas. Essas proporções eram um pouco maiores nas unidades de maior porte, chegando a 13,3% das empresas com 100 a 249 pessoas ocupadas e 25,6% naquelas com 500 ou mais pessoas ocupadas.

Os dados revelam que, entre os equipamentos adquiridos pelas unidades de médio e pequeno porte, destacavam-se as máquinas-ferramentas de controle numérico convencional, as máquinas-ferramentas de controle numérico-computadorizado (CNC) e os controladores lógico-programáveis (CLP). A

reduzida taxa de utilização dos demais equipamentos e o uso daqueles mais tradicionais indicam um baixo nível de sofisticação tecnológica nessas faixas.

No caso das unidades maiores, além da difusão de controladores lógico-programáveis e equipamentos mais comuns acima citados, era significativo o uso de sistemas computadorizados, o que revela uma assimilação importante de novas tecnologias no processo de automação. Verifica-se a utilização de computadores de processo em 76,5% das unidades, do sistema CAD/CAE (*Computer Aided Design/ Engineering*) em 69,5% e de redes corporativas locais aplicadas à engenharia de projeto e/ou produção em 69,8%.

A aquisição de novas tecnologias e equipamentos de automação industrial assume relevância quanto às estratégias das empresas para aumentar sua competitividade no mercado, seja pela oferta de produtos que atendam a exigências internacionais de qualidade, seja pela através da redução de seus custos internos de produção e elevação significativa dos níveis de produtividade.

Se, por um lado, a modernização industrial pode ser associada a pesados investimentos em bens de capital, por outro lado pode ser vista como um veículo de transmissão do progresso técnico e indicador de difusão tecnológica. Isso porque, para grande parte das empresas paulista, a principal fonte de inovação não é a atividade sistemática de P&D, mas a aquisição externa de tecnologias já existentes (máquinas, equipamentos de processo, etc.).

Tabela 88

Proporção de Unidades Locais da Indústria que Utilizaram Equipamentos de Automação Industrial, por Faixa de Pessoal Ocupado, segundo Tipos de Equipamento
Estado de São Paulo
2001

Em porcentagem

Tipos de Equipamentos				até 29 pessoas	30 a 99 pessoas	100 a 499 pessoas	500 e mais pessoas
Máquinas-ferramentas Convencional	c/	Controle	Numérico	57,85	57,64	58,8	53,94
Máquinas-ferramentas Numérico	Retrofitadas	p/	Controle	14,19	18,36	24,55	28,74
Máquinas-ferramentas Computadorizado (CNC)	com	Controle	Numérico	38,81	48,26	56,04	55,51
Centros de Usinagem de Contr.			Numérico	12,52	18,18	23,38	30,31
Robôs Industriais				2,6	5,4	13,31	25,59
Armazéns (estoques) Automatizados				5,66	8,03	13,67	20,08
Sistemas de Transp. Autom. de Contr. Eletr.				3,97	7,54	13,23	25,59
Sistemas Digitais de Controle Distribuído				13,47	14,29	27,44	42,13
Controladores Lógico Programáveis (CLP)				22,16	30,96	52,63	81,57
Computadores de Processo				20,21	36	55,94	76,47
Analísadores Digitais				15,27	21,58	34,38	56,69
Sistemas CAD/CAE				18,34	27,95	46,68	69,41
Sistemas CAD/CAM				16,55	24,28	34,76	49,8
Rede Corp. Local Aplic. Eng.de Proj.e/ou Produção				13,42	30,9	48,65	69,8
Rede Interfirmas Aplic.p/ Eng.de Proj e/ouProdução				11,3	19,79	33,9	56,47
Planejamento de Recursos p/ Manufatura (PRM)				21,26	27,83	45,47	60,87
Planejamento de Recursos p/ Empresas (PRE)				17,17	22,51	33,55	43,48
Outros				26,62	25,48	27,36	32,28

Fonte: Fundação Seade. Pesquisa da Atividade Econômica Paulista - Paep 2001.

Nota: Proporção sobre o total de unidades locais

No que se refere à idade média dos equipamentos mais importantes empregados na produção, os segmentos da indústria que mais investiram em novos equipamentos (de 0 a 5 anos) foram: confecção de vestuários e acessórios (15,4% das unidades locais), fabricação de alimentos e bebidas (11,2%), fabricação de produtos de metal (10,43%) e fabricação de artefatos de borracha (7,11%).

A aquisição de novos equipamentos de automação industrial por esses segmentos pode ser associada aos efeitos da abertura comercial na década passada e à necessidade de uma reestruturação para garantir a competitividade, incluindo a modernização do parque produtivo.

Tabela 89

Distribuição de Unidades Locais da Indústria, por Média de Idade dos Equipamentos mais Importantes Empregados na Produção, segundo Atividades
Estado de São Paulo
2001

Atividades	Em porcentagem			
	Médias de Idade dos Equipamentos			
	Mais de 10 Anos	De 6 A 10 Anos	De 0 A 5 Anos	Não Sabe
Indústria Extrativa	1,87	1,37	1,4	2,38
Fab. de Alimentos e Bebidas	8,18	11,26	11,2	10,42
Fab. de Produtos Têxteis	5,77	4,27	3,54	2,5
Confec. de Vestuários e Acessórios	6,06	13,32	15,36	14,82
Prepar. e Confec. de Artef. de Couro	3,12	3,18	3,28	3,78
Fab. de Celulose e Papel	2,96	1,84	1,6	0,91
Edição, Impressão, Reprod. de Grav.	7,4	5,32	6,2	7,38
Fab. e Ref. Petróleo, Álcool	0,19	0,16	0,21	0,09
Fab. de Produtos Químicos	3,4	4,69	6,54	5,83
Fab. de Artigos de Borracha e Plásticos	7,63	6,47	7,11	6,18
Fab. Prod. Mineriais Não-Metálicos	7,72	6,89	5,55	8,06
Metalurgia Básica	4,18	2,95	1,57	1,85
Fab. Prod. Metal (excl. Maq. e Eq.)	13,36	12,13	10,43	10,12
Fab. de Máquinas e Equipamentos	8,8	6,5	4,95	8,64
Fab. de Maq. Escritório e Equipamentos de Informática	0,07	0,27	0,58	0,78
Fab. de Maq, Ap. e Mat. Elétrico	3,26	2,85	2,57	1,24
Fab. Mat. Eletrônico e Aparelhos e Equipamentos de Comunicações	0,63	0,88	1,84	0,69
Fab. Equip.Méd.Ótica E Relógios, Instr. Precisão, Automação Industrial	0,76	1,35	2,06	1,99
Fab. e Montagem de Veículos Automotores, Reboques e Carrocerias	2,91	3,03	2,87	1,76
Fab. Outros Equip. e Transp.	0,57	0,45	0,44	0,67
Outras Indústrias	11,16	10,81	10,68	9,92

Fonte: Fundação Seade. Pesquisa da Atividade Econômica Paulista –Paep.

Uma investigação mais detalhada sobre os tipos de equipamentos de automação adotados pelos diversos setores da indústria paulista revela, como já foi mostrado sinteticamente na Tabela 88, que os principais eram os mais tradicionais: máquinas-ferramentas com controle numérico convencional, máquinas-ferramentas com controle numérico computadorizado (CNC) e controladores lógico-programáveis (CLP). Entretanto, algumas particularidades devem ser destacadas de acordo com a especialidade das unidades produtivas.¹

¹ Os dados apresentados referem-se à tabela que consta no CD Paer/SãoPaulo.

Para as unidades pertencentes à indústria extrativa, por exemplo, destaca-se além desses equipamentos tradicionais, o uso de automação para planejamento de recursos para empresas (PRE) por cerca de 20% das plantas, seguido pelo emprego de computadores de processo por 18,4% e de redes interfirmas aplicadas para engenharia de projeto e/ou produção (incluindo Extranet, EDI e Internet) por 18,2%.

Já as unidades de fabricação de alimentos e bebidas eram usuárias principalmente de analisadores digitais (34,7%), de computadores de processo (33%) e de sistemas digitais de controle distribuído (29,5%). Esse setor passou por um processo expansivo com a estabilização proporcionada pelo Plano Real, que teve como efeitos elevação de renda e consumo mais duradouros, o que levou a um aumento na produção física industrial e à incorporação de automação.

Outro setor que passou por um importante processo de reestruturação foi a cadeia produtiva têxtil-confecções, que investiu na modernização para tornar-se mais competitiva. Observa-se uma parcela de indústrias têxteis (40%) utilizava computadores de processo. Nas unidades de confecção de vestuários e acessórios, além do uso desse equipamento por 24% delas, destacavam-se a aquisição de sistemas automatizados CAD/CAM por 22,8% e o uso de sistemas CAD/CAE por 20,7% das unidades.

A indústria de preparação e confecção de artefatos de couros, tendo em vista melhorar a produtividade e garantir maior espaço no mercado externo, investiu em equipamentos de automação para planejamento de recursos para manufatura (PRM), citado por 38% das unidades pesquisadas, e para planejamento de recursos para empresas (PRE), por 25%.

Já as unidades pertencentes ao complexo químico-petroquímico, reconhecidamente usuárias de equipamentos automatizados decorrentes de suas atividades produtivas, também se destacavam pelo alto grau de investimentos em automação de processo. As unidades de fabricação e refino de petróleo e álcool, fabricação de produtos químicos, de artigos de borracha e plásticos, de celulose e papel apresentaram respostas semelhantes quanto aos equipamentos mais utilizados. Além dos já tradicionais, como máquinas-

ferramentas de controle numérico tradicional e controladores lógico-programáveis, nessas atividades utilizavam-se computadores de processo, com taxas de adoção que variam entre 40 a 50% das unidades, seguido pela utilização de analisadores digitais.

As atividades de edição, impressão e reprodução de gravação seguiam a mesma tendência, mas com a adoção igualmente para 21,7% das unidades, de equipamentos para planejamento de recursos para manufatura (PRM).

No segmento de fabricação de produtos minerais não-metálicos, além de processo utilizados em 24% das unidades, já era significativa a presença de sistemas de transporte automatizado de controle eletrônico (18% das unidades).

Para as atividades de metalurgia básica, a difusão da automação foca principalmente o uso da informática industrial e automação da manufatura. Além do emprego de sistemas automatizados para controle de processos físico-químicos das indústrias de mineração, por exemplo, como analisadores digitais (utilizado por 36% das unidades) e computadores de processo (32%), estes eram empregados no planejamento de recursos para empresas - PRE (33,3%).

Já para as atividades de fabricação de produtos de metal, além da automação para planejamento de recursos para manufatura por 34,6% das unidades, era importante para o setor a difusão de sistemas CAD/CAE (33%) e CAD/CAM (32,5%). O mesmo comportamento pode ser observado para a fabricação de máquinas e equipamentos, em que quase metade das plantas pesquisadas também adotavam sistema CAD/CAM e CAD/CAE, bem como o uso de rede corporativa local aplicada à engenharia de projeto e/ou produção.

Os segmentos em que se verificou uma assimilação mais ampla de novas tecnologias informacionais no processo de automação foram os de fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática, de aparelhos e materiais elétricos, de materiais eletrônicos e equipamentos de comunicações e de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios.

Nessas atividades, destacava-se o uso de computadores de processo, de sistemas CAD/CAE e sistemas CAD/CAM, de rede corporativa local aplicada à engenharia de projeto e/ou produção e de rede interfirma aplicada para engenharia de projeto e/ou produção (incluindo Extranet, EDI, Internet).

Também merecem maior atenção quanto aos altos índices de difusão de automação as unidades de fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias e fabricação de outros equipamentos de transporte (que inclui a construção, montagem e reparação de aeronaves), atividades usuárias de sistemas CAD/CAM e CAD/CAE, planejamento de recursos para manufatura (PRM) e planejamento de recursos para empresas (PRE).

Análise da difusão da automação industrial por Regiões

Região Metropolitana de São Paulo (RMSP)

A indústria da Região Metropolitana de São Paulo, embora não apresente a taxa relativa mais elevada de usuários de equipamento de automação industrial (17%), proporcionalmente, em termos absolutos, consolida-se como o maior parque fabril de automação do Estado, com 3.641 empresas usuárias de automação em 2001 e também como o mais atualizado, com uma média de idade dos equipamentos entre 1 a 5 anos de uso para 45% das unidades.

Acompanhando uma tendência observada nos outros estados, os equipamentos mais difundidos pela indústria metropolitana eram, no período analisado, as máquinas-ferramentas com controle numérico convencional (54%) e máquinas-ferramentas com controle numérico computadorizado (46%). Ressalte-se que estas tipo de equipamento é característico das indústrias manufatureiras (são exemplos automobilística, vestuário, borracha e plástico, entre outros). Embora esses dois tipos de equipamentos indiquem um determinado padrão tecnológico de automação industrial nas plantas, a máquina-ferramenta com controle-numérico computadorizado (CNC), por adicionar ao equipamento um ou mais processadores e permitir que a programação seja feita diretamente em seu painel de comando, confere maior flexibilidade técnica à programação do que a máquina-ferramenta convencional, exigindo, conseqüentemente, um trabalhador mais qualificado. No caso da máquina-ferramenta convencional, a programação é feita externamente (em geral em microcomputadores), sem a intervenção do operador, gerando uma fita ou disquete que o equipamento de controle numérico decodifica.

A segunda modalidade de uso de equipamentos eram os tipos baseados em sistemas digitais de controladores lógico programáveis (33%) e computadores de processo (34% das unidades locais), mais comuns em indústrias de base técnica de processo, tais como alimentos, química, entre outras. Um terceiro grupo (26% a 31%), refere-se a um conjunto de indústrias usuárias de formas mais integradas de apoio e desenvolvimento integrada de engenharia de projeto até a produção final.

Tabela 90

Proporção de Unidades Locais da Indústria que Utilizaram Equipamentos de Automação Industrial, segundo Tipos de Equipamento
Região Metropolitana de São Paulo
2001

Tipos de Equipamento	Em porcentagem	
	Unidades Locais	
	%	
Máquinas-ferramentas c/ Contr. Num. Convencional	54,43	
Máquinas-ferramentas Retrofit. p/ Contr. Num.	17,35	
Máquinas-ferramentas c/ Contr. Num. Comput. (CNC)	45,80	
Centros de Usinagem de Controle Numérico	18,19	
Robôs Industriais	6,01	
Armazéns (estoques) Automatizados	6,54	
Sistemas de Transp. Autom. de Contr. Eletr.	5,80	
Sistemas Digitais de Controle Distribuído	16,76	
Controladores Lógico Programáveis (CLP)	33,44	
Computadores de Processo	33,71	
Analísadores Digitais	21,16	
Sistemas CAD/CAE	30,75	
Sistema CAD/CAM	26,04	
Rede Corp. Local Aplic. Eng. de Proj. e/ou Prod.	27,66	
Rede Interfirmas Aplic. Eng. de Proj. e/ou Prod.	21,16	
Planejamento de Recursos p/ Manufatura	27,88	
Planejamento de Recursos p/ Empresas	20,59	
Outros	25,89	

Fonte: Fundação Seade. Pesquisa da Atividade Econômica Paulista - Paep 2001.

Nota: Proporção em relação ao total de unidades locais

Setorialmente, os maiores usuários de algum tipo de automação industrial na RMSP, eram, pela ordem, os segmentos de confecção de vestuários e acessórios (15%), de produtos metalúrgicos (13%), de fabricação de borracha e plásticos (9%), de edição, impressão, reprodução de gravação (8%), de alimentos e bebidas (8%) e de máquinas e ferramentas (8%).

Tabela 91
 Unidades Locais Industriais que Utilizaram Equipamento de Automação Industrial, segundo
 Atividades
 Região Metropolitana de São Paulo
 2001

Atividades	Uso de Automação Industrial	
	Nº Abs	%
Total	39.429	100,0
Indústria Extrativa	260	0,66
Fab. de Alimentos e Bebidas	3.010	7,63
Fab. de Produtos Têxteis	1.651	4,19
Confec. de Vestuários e Acessórios	5.901	14,97
Prepar. e Confec. de Artef. de Couro	588	1,49
Fab. de Celulose e Papel	1.083	2,75
Edição, Impressão, Reprod. de Grav.	3.210	8,14
Fab. e Ref. Petróleo, Álcool	20	0,05
Fab. de Produtos Químicos	2.154	5,46
Fab. de Artigos de Borracha e Plásticos	3.401	8,62
Fab. Prod. Mineriais Não-Metálicos	1.217	3,09
Metalurgia Básica	1.451	3,68
Fab. Prod. Metal (excl. Maq. E Eq.)	4.982	12,64
Fab. de Máquinas e Equipamentos	2.984	7,57
Fab. de Maq. Escritório e Equipamentos de Informática	216	0,55
Fab. de Maq, Ap. e Mat. Elétrico	1.444	3,66
Fab. Mat. Eletrônico e Aparelhos e Equipamentos de Comunicações	476	1,21
Fab. Equip. Méd. Ótica e Relógios, Instr. Precisão, Automação Industrial	700	1,77
Fab. e Montagem de Veículos Automotores, Reboques e Carrocerias	1.090	2,77
Fab. Outros Equip. de Transp.	210	0,53
Outras Indústrias	3.381	8,57

Fonte: Fundação Seade. Pesquisa da Atividade Econômica Paulista – Paep 2001

Nota: Proporção em relação ao total de unidades locais.

Região do Litoral

A taxa de usuários de automação nestas duas regiões era de 13% das unidades locais. Os maiores percentuais de difusão relacionavam-se ao uso de máquinas-ferramenta com controle numérico convencional (38%) e computadorizado (33%). A segunda forma de uso de equipamentos eram os tipos baseados em sistemas digitais de controladores lógico programáveis (33%) e computadores de processo (34%).

Tabela 92

Proporção de Unidades Locais da Indústria que Utilizaram Equipamentos de Automação Industrial, segundo Tipos de Equipamento
Região Metropolitana da Baixada Santista e Região Administrativa de Registro
2001

Tipos de Equipamento	Em porcentagem	
	Unidades Locais	
	%	
Máquinas-ferramentas c/ Contr. Num. Convencional	37,97	
Máquinas-ferramentas Retrofit. p/ Contr. Num.	5,58	
Máquinas-ferramentas c/ Contr. Num. Comput. (CNC)	33,02	
Centros de Usinagem de Controle Numérico	13,10	
Robôs Industriais	1,63	
Armazéns (estoques) Automatizados	8,31	
Sistemas de Transp. Autom. de Contr. Eletr.	4,02	
Sistemas Digitais de Controle Distribuído	21,13	
Controladores Lógico Programáveis (CLP)	27,71	
Computadores de Processo	31,24	
Analisadores Digitais	21,03	
Sistemas CAD/CAE	17,34	
Sistema CAD/CAM	13,47	
Rede Corp. Local Aplic. Eng. de Proj. e/ou Prod.	23,74	
Rede Interfirmas Aplic. Eng. de Proj. e/ou Prod.	10,94	
Planejamento de Recursos p/ Manufatura	17,38	
Planejamento de Recursos p/ Empresas	21,62	
Outros	9,10	

Fonte: Fundação Seade. Pesquisa da Atividade Econômica Paulista - Paep 2001.

Nota: Proporção em relação ao total de unidades locais

As taxas de difusão da automação setorial refletem a estrutura produtiva regional, detalhada na parte de análise econômica deste estudo. Desse modo, os setores onde se verificava a maior incidência no uso da automação industrial eram os que apresentavam maior número de unidades locais nestas regiões: alimentos e bebidas (31%), fabricação de produtos metalúrgicos (10%) e confecção de vestuários e acessórios (7%).

Tabela 92

Unidades Locais Industriais que Utilizaram Equipamento de Automação Industrial, segundo Atividades
Região Metropolitana da Baixada Santista e Região Administrativa de Registro
2001

Atividades	Uso de Automação Industrial	
	Nº Abs	%
Total	1239	100,0
Indústria Extrativa	54	4,34
Fab. de Alimentos e Bebidas	385	31,04
Fab. de Produtos Têxteis	34	2,75
Confec. de Vestuários e Acessórios	94	7,58
Prepar. e Confec. de Artef. de Couro	30	2,4
Fab. de Celulose E Papel	2	0,2
Edição, Impressão, Reprod. de Grav.	72	5,8
Fab. e Ref. Petróleo, Álcool	3	0,27
Fab. de Produtos Químicos	54	4,35
Fab. de Artigos de Borracha e Plásticos	25	2,02
Fab. Prod. Mineriais Não-Metálicos	121	9,78
Metalurgia Básica	4	0,29
Fab. Prod. Metal (Excl. Maq. e Eq.)	125	10,09
Fab. de Máquinas e Equipamentos	39	3,18
Fab. de Maq, Ap. e Mat. Elétrico	15	1,24
Fab. Mat. Eletrônico e Aparelhos e Equipamentos de Comunicações	13	1,08
Fab. e Montagem de Veículos Automotores, Reboques e Carrocerias	18	1,49
Fab. Outros Equip. de Transp.	11	0,92
Outras Indústrias	138	11,17

Fonte: Fundação Seade. Pesquisa da Atividade Econômica Paulista - Paep 2001

Nota: Proporção em relação ao total de unidades locais.

Região Administrativa de São José dos Campos

A estrutura produtiva industrial da Região Administrativa de São José dos Campos apresentava, em 2001, a maior taxa relativa de empresas usuárias de automação industrial do Estado, cerca de 20%. Esta região seguia a tendência observada nas demais regiões do Estado, com maior incidência nos níveis de difusão: uso de máquinas-ferramenta com controle numérico convencional (55% das unidades) e de máquinas-ferramenta de controle numérico computadorizado (47%). Este comportamento pode ser explicado pela presença na região de indústrias de manufatura importantes dos setores aeroespacial, automobilístico e eletrônico.

A significativa participação local de indústrias de produção de bens intermediários, como fabricação de produtos de metal, fabricação de produtos de minerais não-metálicos e indústria extrativa, segmentos da química,

fabricação de produtos metálicos e metalurgia básica implicava um padrão de uso mais elevado dos equipamentos de automação baseados em controladores lógico programáveis (40% das unidades locais) e computadores de processo (44%).

A tradição de uma indústria aeroespacial e de defesa, aliada à existência de uma robusta infra-estrutura educacional nas diversas áreas de engenharia, abriu caminho à implantação de sistemas operacionais de gestão de projeto e produto mais sofisticados nas unidades industriais desta região do que nas demais do Estado.

Tabela 93
 Proporção de Unidades Locais da Indústria que Utilizaram Equipamentos de Automação Industrial, segundo Tipos de Equipamento
 Região Administrativa de São José dos Campos
 2001

Tipos de Equipamento	Em porcentagem	
	Unidades Locais	
	%	
Máquinas-ferramentas c/ Contr. Num. Convencional	54,90	
Máquinas-ferramentas Retrofit. p/ Contr. Num.	18,75	
Máquinas-ferramentas c/ Contr. Num. Comput. (CNC)	47,26	
Centros de Usinagem de Controle Numérico	14,95	
Robôs Industriais	13,63	
Armazéns (estoques) Automatizados	13,40	
Sistemas de Transp. Autom. de Contr. Eletr.	11,36	
Sistemas Digitais de Controle Distribuído	25,71	
Controladores Lógico Programáveis (CLP)	39,83	
Computadores de Processo	44,39	
Analísadores Digitais	32,33	
Sistemas CAD/CAE	38,85	
Sistema CAD/CAM	32,28	
Rede Corp. Local Aplic. Eng. de Proj. e/ou Prod.	36,77	
Rede Interfirmas Aplic. Eng. de Proj. e/ou Prod.	28,99	
Planejamento de Recursos p/ Manufatura	31,91	
Planejamento de Recursos p/ Empresas	27,54	
Outros	30,73	

Fonte: Fundação Seade. Pesquisa da Atividade Econômica Paulista - Paep 2001.

Nota: Proporção em relação ao total de unidades locais

Os setores usuários que mais contribuíram para as taxas elevadas de automação foram aqueles com maior número de unidades locais: alimentos e bebidas (15%), metalurgia básica (14%) e produtos de minerais não-metálicos (10,2%), entre outros.

Tabela 94

Unidades Locais Industriais que Utilizaram Equipamento de Automação Industrial, segundo Atividades

Região Administrativa de São José dos Campos
2001

Atividades	Uso de Automação Industrial	
	Nº Abs	%
Total	2.123	100,0
Indústria Extrativa	194	9,15
Fab. de Alimentos e Bebidas	323	15,21
Fab. de Produtos Têxteis	47	2,23
Confec. de Vestuários e Acessórios	101	4,75
Fab. de Celulose e Papel	28	1,33
Edição, Impressão, Reprod. de Grav.	152	7,17
Fab. de Produtos Químicos	117	5,51
Fab. de Artigos de Borracha E Plásticos	103	4,83
Fab. Prod. Mineriais Não-Metálicos	218	10,25
Metalurgia Básica	59	2,78
Fab. Prod. Metal (excl. Maq. E Eq.)	295	13,9
Fab. de Máquinas e Equipamentos	122	5,75
Fab. de Maq. Escritório e Equipamentos de Informática	3	0,16
Fab. de Maq, Ap. e Mat. Elétrico	14	0,66
Fab. Mat. Eletrônico e Aparelhos e Equipamentos de Comunicações	55	2,57
Fab. Equip. Méd. Ótica e Relógios, Instr. Precisão, Automação Industrial	15	0,72
Fab. e Montagem de Veículos Automotores, Reboques e Carrocerias	53	2,48
Fab. Outros Equip. de Transp.	23	1,08
Outras Indústrias	201	9,46

Fonte: Fundação Seade. Pesquisa da Atividade Econômica Paulista - Paep 2001

Nota: Proporção em relação ao total de unidades locais.

Região Administrativa de Sorocaba

A análise das informações sobre a adoção de equipamentos de automação industrial para a Região Administrativa de Sorocaba mostra que as taxas de difusão eram relativamente altas em 2001, embora menores que a média do Estado, que é de 17% das unidades locais.

Entre as principais atividades da indústria que utilizavam automação industrial, destaca-se a fabricação de produtos de minerais não-metálicos, (cerca de 13,5% das unidades locais), seguida da fabricação de alimentos e bebidas (12,7%), fabricação de produtos de metal (11,6%) e confecção de vestuários e acessórios (10,4%).

Tabela 95

Unidades Locais Industriais que Utilizaram Equipamento de Automação Industrial, segundo Atividades

Região Administrativa de Sorocaba
2001

Atividades	Uso de Automação Industrial	
	Nº Abs	%
Total	4.570	100,0
Indústria Extrativa	205	4,49
Fab. de Alimentos e Bebidas	580	12,69
Fab. de Produtos Têxteis	139	3,03
Confec. de Vestuários e Acessórios	476	10,42
Prepar. e Confec. de Artef. de Couro	33	0,72
Fab. de Celulose e Papel	49	1,07
Edição, Impressão, Reprod. de Grav.	198	4,33
Fab. e Ref. Petróleo, Álcool	5	10,00
Fab. de Produtos Químicos	157	3,45
Fab. de Artigos de Borracha e Plásticos	236	5,17
Fab. Prod. Mineriais Não-Metálicos	616	13,48
Metalurgia Básica	108	2,36
Fab. Prod. Metal (excl. Maq. e Eq.)	529	11,57
Fab. de Máquinas e Equipamentos	228	5,00
Fab. de Maq. Escritório e Equipamentos de Informática	1	0,02
Fab. de Maq, Ap. e Mat. Elétrico	95	2,07
Fab. Mat. Eletrônico e Aparelhos e Equipamentos de Comunicações	26	0,57
Fab. Equip. Méd. Ótica e Relógios, Instr. Precisão, Automação Industrial	26	0,57
Fab. e Montagem de Veículos Automotores, Reboques e Carrocerias	69	1,52
Fab. Outros Equip. de Transp.	32	0,7
Outras Indústrias	762	16,68

Fonte: Fundação Seade. Pesquisa da Atividade Econômica Paulista – Paep 2001

Nota: Proporção em relação ao total de unidades locais.

Entre os tipos de equipamentos utilizados na Região Administrativa de Sorocaba, destacavam-se aqueles mais tradicionais e cuja adoção era predominante para a média da indústria no Estado – como máquinas-ferramentas com controle numérico convencional, máquinas-ferramentas com controle numérico computadorizado (CNC) e controladores lógico-programáveis – adotados, respectivamente por 64,5%, 45,9% e 39,3% das unidades produtivas.

As taxas de difusão da automação setorial e os tipos de equipamentos mais utilizados refletem a estrutura produtiva regional. Os setores em que se verifica a maior incidência no uso da automação industrial são os que apresentam

maior número de unidades locais, conforme já descrito no panorama geral da região.

Tabela 96

Proporção de Unidades Locais da Indústria que Utilizaram Equipamentos de Automação Industrial, segundo Tipos de Equipamento
Região Administrativa de Sorocaba
2001

Tipos de Equipamento	Em porcentagem	
	Unidades Locais	
	%	
Máquinas-ferramentas c/ Contr. Num. Convencional	64,48	
Máquinas-ferramentas Retrofit. p/ Contr. Num.	15,58	
Máquinas-ferramentas c/ Contr. Num. Comput. (CNC)	45,86	
Centros de Usinagem de Controle Numérico	17,86	
Robôs Industriais	5,64	
Armazéns (estoques) Automatizados	10,16	
Sistemas de Transp. Autom. de Contr. Eletr.	13,00	
Sistemas Digitais de Controle Distribuído	17,43	
Controladores Lógico Programáveis (CLP)	39,26	
Computadores de Processo	36,35	
Analísadores Digitais	18,69	
Sistemas CAD/CAE	29,83	
Sistema CAD/CAM	23,73	
Rede Corp. Local Aplic. Eng. de Proj. e/ou Prod.	30,37	
Rede Interfirmas Aplic. Eng. de Proj. e/ou Prod.	19,34	
Planejamento de Recursos p/ Manufatura	30,36	
Planejamento de Recursos p/ Empresas	22,55	
Outros	31,95	

Fonte: Fundação Seade. Pesquisa da Atividade Econômica Paulista – Paep 2001.

Nota: Proporção em relação ao total de unidades locais

Região Administrativa de Campinas

A análise das informações sobre a adoção de equipamentos de automação industrial para a Região Administrativa de Campinas mostra uma difusão significativa, com destaque para a fabricação de produtos minerais não-metálicos, com cerca de 13% das unidades usuárias, uma taxa maior que a média do Estado para esta atividade.

Outros setores também devem ser destacados, como as atividades de fabricação de produtos de metal (11,3%), de fabricação de alimentos e bebidas (9,9%) e de confecção de artigos de vestuário e acessórios (9,4%).

Tabela 97

Unidades Locais Industriais que Utilizaram Equipamento de Automação Industrial, segundo Atividades
Região Administrativa de Campinas
2001

Atividades	Uso de Automação Industrial	
	Nº Abs	%
Total	14.598	100,0
Indústria Extrativa	321	2,20
Fab. de Alimentos e Bebidas	1.446	9,90
Fab. de Produtos Têxteis	1.176	8,05
Confec. de Vestuários e Acessórios	1.374	9,41
Prepar. e Confec. de Artef. de Couro	185	1,27
Fab. de Celulose e Papel	271	1,86
Edição, Impressão, Reprod. de Grav.	668	4,58
Fab. e Ref. Petróleo, Álcool	22	0,15
Fab. de Produtos Químicos	579	3,97
Fab. de Artigos de Borracha e Plásticos	782	5,36
Fab. Prod. Mineriais Não-Metálicos	1.911	13,09
Metalurgia Básica	397	2,72
Fab. Prod. Metal (excl. Maq. e Eq.)	1.641	11,24
Fab. de Máquinas e Equipamentos	993	6,8
Fab. de Maq. Escritório e Equipamentos de Informática	14	0,10
Fab. de Maq, Ap. e Mat. Elétrico	289	1,98
Fab. Mat. Eletrônico e Aparelhos E Equipamentos De Comunicações	86	0,59
Fab. Equip. Méd. Ótica e Relógios, Instr. Precisão, Automação Industrial	139	0,96
Fab. e Montagem de Veículos Automotores, Reboques e Carrocerias	382	2,61
Fab. Outros Equip. de Transp.	63	0,43
Outras Indústrias	1.859	12,73

Fonte: Fundação Seade. Pesquisa da Atividade Econômica Paulista – Paep 2001

Nota: Proporção em relação ao total de unidades locais.

Quanto aos principais tipos de automação industrial utilizados na Região de Campinas, além daquelas de uso mais tradicional, como máquinas-ferramentas com controle numérico convencional (62,4% das unidades locais), máquinas-ferramentas com controle numérico computadorizado – CNC (44,6%) e controladores lógico-programáveis – CLP (33,5%), destacava-se também o uso de equipamentos para planejamento de recursos para manufatura (32,2%) e de computadores de processo (32,5%).

Tabela 98

Proporção de Unidades Locais da Indústria que Utilizaram Equipamentos de Automação Industrial, segundo Tipos de Equipamento
Região Administrativa de Campinas
 2001

Tipos de Equipamento	Em porcentagem	
	Unidades Locais	
	%	
Máquinas-ferramentas c/ Contr. Num. Convencional	62,40	
Máquinas-ferramentas Retrofit. p/ Contr. Num.	17,16	
Máquinas-ferramentas c/ Contr. Num. Comput. (CNC)	44,59	
Centros de Usinagem de Controle Numérico	16,38	
Robôs Industriais	7,78	
Armazéns (estoques) Automatizados	8,79	
Sistemas de Transp. Autom. de Contr. Eletr.	8,11	
Sistemas Digitais de Controle Distribuído	16,1	
Controladores Lógico Programáveis (CLP)	33,55	
Computadores de Processo	32,47	
Analísadores Digitais	22,51	
Sistemas CAD/CAE	25,62	
Sistema CAD/CAM	23,02	
Rede Corp. Local Aplic. Eng. de Proj. e/ou Prod.	27,56	
Rede Interfirmas Aplic. Eng. de Proj. e/ou Prod.	15,14	
Planejamento de Recursos p/ Manufatura	32,14	
Planejamento de Recursos p/ Empresas	24,45	
Outros	28,09	

Fonte: Fundação Seade. Pesquisa da Atividade Econômica Paulista - Paep 2001.

Nota: Proporção em relação ao total de unidades locais

Região Norte

A análise das informações sobre a adoção de equipamentos de automação industrial na Região Norte do Estado em 2001 mostra que as atividades da indústria detentoras das maiores taxas de difusão eram aquelas características da estrutura produtiva regional, como as atividades de fabricação de alimentos e bebidas (13% de unidades usuárias) e de preparação e fabricação de artefatos e produtos de couro (11,5%), uma taxa de difusão maior que a média do Estado para esta atividade. Destacavam-se ainda as atividades de confecção de vestuários e acessórios (9,8%) e a fabricação de produtos de metal, exclusive máquinas e equipamentos (9,6%).

Tabela 99

Unidades Locais Industriais que Utilizaram Equipamento de Automação Industrial, segundo Atividades
Região Norte do Estado de São Paulo
2001

Atividades	Uso de Automação Industrial	
	Nº Abs	%
Total	8.528	100,0
Indústria Extrativa	141	1,65
Fab. de Alimentos e Bebidas	1.112	13,04
Fab. de Produtos Têxteis	376	4,40
Confec. de Vestuários e Acessórios	834	9,77
Prepar. e Confec. de Artef. de Couro	979	11,48
Fab. de Celulose e Papel	122	1,42
Edição, Impressão, Reprod. de Grav.	396	4,64
Fab. e Ref. Petróleo, Álcool	14	0,16
Fab. de Produtos Químicos	293	3,44
Fab. de Artigos de Borracha e Plásticos	353	4,14
Fab. Prod. Mineriais Não-Metálicos	664	7,79
Metalurgia Básica	163	1,91
Fab. Prod. Metal (excl. Maq. e Eq.)	820	9,61
Fab. de Máquinas e Equipamentos	473	5,55
Fab. de Maq, Ap. e Mat. Elétrico	108	1,27
Fab. Mat. Eletrônico e Aparelhos e Equipamentos de Comunicações	37	0,44
Fab. Equip. Méd. Ótica E Relógios, Instr. Precisão, Automação Industrial	80	0,94
Fab. e Montagem de Veículos Automotores, Reboques e Carrocerias	257	3,01
Fab. Outros Equip. de Transp.	18	0,21
Outras Indústrias	1.290	15,12

Fonte: Fundação Seade. Pesquisa da Atividade Econômica Paulista - Paep 2001

Nota: Proporção em relação ao total de unidades locais.

Em relação ao tipos de equipamentos mais utilizados na região, observa-se a predominância de máquinas-ferramentas com controle numérico convencional (64,2% das unidades), máquinas-ferramentas com controle numérico computadorizado – CNC (44,9%), planejamento de recursos para manufatura (32%) e computadores de processo (30%).

Tabela 100

Unidades Locais da Indústria que Utilizaram Equipamentos de Automação Industrial, segundo
Tipos de Equipamento
Região Norte do Estado de São Paulo
2001

Tipos de Equipamento	Em porcentagem
	Unidades Locais %
Máquinas-ferramentas c/ Contr. Num. Convencional	64,14
Máquinas-ferramentas Retrofit. p/ Contr. Num.	20,51
Máquinas-ferramentas c/ Contr. Num. Comput. (CNC)	44,92
Centros de Usinagem de Controle Numérico	14,36
Robôs Industriais	2,74
Armazéns (estoques) Automatizados	10,77
Sistemas de Transp. Autom. de Contr. Eletr.	8,98
Sistemas Digitais de Controle Distribuído	22,06
Controladores Lógico Programáveis (CLP)	28,71
Computadores de Processo	30,00
Analísadores Digitais	26,04
Sistemas CAD/CAE	24,81
Sistema CAD/CAM	14,08
Rede Corp. Local Aplic. Eng. de Proj. e/ou Prod.	23,14
Rede Interfirmas Aplic. Eng. de Proj. e/ou Prod.	22,49
Planejamento de Recursos p/ Manufatura	31,97
Planejamento de Recursos p/ Empresas	28,40
Outros	23,05

Fonte: Fundação Seade. Pesquisa da Atividade Econômica Paulista – Paep

Nota: Proporção em relação ao total de unidades locais

Região Oeste

A taxa de empresas usuárias de automação industrial na Região Oeste era uma das mais baixas do Estado de São Paulo, em 2001, cerca de 13%. Grande parte dos processos de difusão tecnológica no parque fabril da região estava associada ao uso de máquinas-ferramenta com controle numérico convencional (58% das unidades), seguido pelo uso de máquinas-ferramenta de controle numérico computadorizado (44%). O segundo tipo de automação mais utilizado pelas unidades industriais nesta região eram os controladores lógico programáveis (40%).

Tabela 101

Unidades Locais da Indústria que Utilizaram Equipamentos de Automação Industrial, segundo
Tipos de Equipamento
Região Oeste do Estado
2001

Atividades e Tipos de Equipamento	Em porcentagem
	Unidades Locais %
Máquinas-ferramentas c/ Contr. Num. Convencional	57,92
Máquinas-ferramentas Retrofit. p/ Contr. Num.	22,95
Máquinas-ferramentas c/ Contr. Num. Comput. (CNC)	43,69
Centros de Usinagem de Controle Numérico	11,2
Robôs Industriais	8,13
Armazéns (estoques) Automatizados	12,9
Sistemas de Transp. Autom. de Contr. Eletr.	9,31
Sistemas Digitais de Controle Distribuído	13,91
Controladores Lógico Programáveis (CLP)	20,05
Computadores de Processo	30,88
Analísadores Digitais	20,23
Sistemas CAD/CAE	17,3
Sistema CAD/CAM	16,61
Rede Corp. Local Aplic. Eng. de Proj. e/ou Prod.	17,37
Rede Interfirmas Aplic. Eng. de Proj. e/ou Prod.	11,64
Planejamento de Recursos p/ Manufatura	24,5
Planejamento de Recursos p/ Empresas	21,74
Outros	31,45

Fonte: Fundação Seade. Pesquisa da Atividade Econômica Paulista - Paep 2001.

Nota: Proporção em relação ao total de unidades locais

Os processos de difusão estão relacionados à estrutura produtiva local, em que predomina a fabricação de alimentos e bebidas, seguida da preparação de couros e fabricação de artefatos de couros, artigos de viagem e calçados e do setor de fabricação de móveis e indústrias diversas. A produção de bens intermediários concentra grande parcela das unidades locais industriais e do pessoal ocupado na região.

Nesta categoria destacavam-se, quanto ao número de unidades locais: fabricação de minerais não-metálicos, de produtos metálicos e de produtos de madeira e reciclagem. Setorialmente, as principais taxas de difusão da automação industrial eram dos setores de preparação e confecção de artefatos de couro (13% das unidades locais), produtos minerais não-metálicos (12%) e produtos metalúrgicos (10%).

Tabela 102

Unidades Locais Industriais que Utilizaram Equipamento de Automação Industrial, segundo
Atividades
Região Oeste do Estado de São Paulo
2001

Atividades	Uso de Automação Industrial	
	Nº Abs	%
Total	6.146	100,0
Indústria Extrativa	132	2,14
Fab. de Alimentos e Bebidas	928	15,1
Fab. de Produtos Têxteis	56	0,91
Confec. de Vestuários e Acessórios	474	7,71
Prepar. e Confec. de Artef. de Couro	767	12,48
Fab. de Celulose e Papel	81	1,31
Edição, Impressão, Reprod. de Grav.	308	5,01
Fab. e Ref. Petróleo, Álcool	37	0,61
Fab. de Produtos Químicos	131	2,14
Fab. de Artigos de Borracha e Plásticos	216	3,51
Fab. Prod. Mineriais Não-Metálicos	746	12,14
Metalurgia Básica	51	0,83
Fab. Prod. Metal (excl. Maq. E Eq.)	624	10,15
Fab. de Máquinas e Equipamentos	313	5,09
Fab. de Maq, Ap. e Mat. Elétrico	105	1,72
Fab. Mat. Eletrônico e Aparelhos e Equipamentos de Comunicações	8	0,13
Fab. Equip. Méd. Ótica e Relógios, Instr. Precisão, Automação Industrial	48	0,78
Fab. e Montagem de Veículos Automotores, Reboques e Carrocerias	183	2,98
Fab. Outros Equip. de Transp.	27	0,44
Outras Indústrias	911	14,82

Fonte: Fundação Seade. Pesquisa da Atividade Econômica Paulista – Paep 2001

Nota: Proporção em relação ao total de unidades locais.