

TECNOLOGIA : CONCEITOS E DIMENSÕES

José Carlos Teixeira da Silva, Dr. Eng. Produção/Esc. Politécnica-USP

Prof. Dr. Depto. Engenharia de Produção/FE/Universidade Estadual Paulista-Unesp
Av. Luiz Edmundo Carrijo Coube S/N, Bauru-SP, CEP 17033-360 Email : jcteixe@feb.unesp.br

Abstract

This paper discusses technology concepts and dimensions, in the field of technology management at the manufacture sector, with respect to product and process. It analyses the generic use nowadays of the term “technology” like “education technology” or “management technology”, which are essentially methodology and not technology. Considering the embedded technology in products/process, and technology capability in the organizations, was possible the development or the deployment of the term “technology” creating the concepts of “macrotechnology” and “microtechnology”. While the macrotechnology is referent to the systemic concept inside the organization, the microtechnology is referent to the technology inside the product/process. Starting with these concepts is possible to analyse strategic and operational aspects of the organization with respect the product technology, the process technology, the technology vulnerability, and the technology capability. With a preliminar exploratory research was possible to know some aspects of the organizations’s behavior in the field of the technology at the manufacture sector. It was detected limited capability in those organizations with respect the components of microtecnology, like the “core tecnology” and the “boundaries technologies”, either to the product or process. The same conclusion is valide to the technology capability of those companies, related with the macrotechnology concept.

Key-words : technology, technology management, product development.

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

O uso do termo “tecnologia”, oriundo da revolução industrial no final do Século XVIII, tem sido generalizado para outras áreas do conhecimento, além dos setores da indústria têxtil e mecânica. O Dicionário da Língua Portuguesa, de Aurélio Buarque de Holanda, indica a palavra “tecnologia” como “um conjunto de conhecimentos, especialmente princípios científicos, que se aplicam a um determinado ramo de atividade: tecnologia mecânica”. Evidentemente, é dentro das áreas de engenharia que esse termo é mais aplicável, para produtos, processos e sistemas.

A gestão da tecnologia (“technology management”) é um campo recente de abordagem multidisciplinar, dentro das dimensões de competitividade das empresas, que gerencia e operacionaliza os aspectos tecnológicos nas organizações. O termo “management technology” (tecnologia de gestão) vem sendo praticado em outras áreas, como por exemplo em organização e educação, usando expressões como “tecnologia organizacional” e “tecnologia educacional”, mas nada tem a ver com “tecnologia”, e sim com “metodologia ou processo”.

Assim, dentro das funções principais dos sistemas produtivos, quer seja manufatura, serviços, suprimentos, ou transporte, o termo “tecnologia” tem sido utilizado tanto dentro das atividades meio (organizacionais, estruturais, informática, treinamento etc) como para as atividades fim (produto, processo, equipamentos etc). Apesar dessa generalização, “o ponto focal de uso do termo tecnologia se concentra nos produtos, nos processos, nos equipamentos e nas operações. Ou seja, quanto maior o valor agregado

tecnológico em um produto e/ou processo, maior a capacidade tecnológica da organização que configura esse resultado.

Um histórico do sistema produtivo de maior escala indica diferentes fases quanto à forma organizacional da empresa, da produção e do trabalho, as relações com o mercado e meio ambiente, e sobretudo como são desenvolvidas e utilizadas as tecnologias de produto e de processo de produção. No final do século XVIII a máquina a vapor constituiu uma inovação tecnológica importante, pois permitiu mecanizar o sistema produtivo aumentando a escala de produção, e agilizar os meios de transporte da produção com as ferrovias e a navegação

O movimento da qualidade empreendido pelas empresas japonesas, a partir da década de 1960, influenciou o setor industrial de todos os países, no campo da abordagem organizacional da empresa, da produção e do trabalho, pela sua inovação e diferenciação da teoria da administração científica taylorista do início do século XX. A adaptação das empresas ocidentais àquela forma organizacional alternativa passou a se constituir um paradigma, tendo em vista vários aspectos, entre eles as diferenças entre as culturas ocidental e japonesa. Após quase uma década de adaptações, no início da década de 1990 constata-se certo equilíbrio do nível de produtividade e de qualidade entre as chamadas "empresas de classe mundial", segundo a classificação de Merli (1994). Essa situação induziu a um direcionamento adicional, a partir da década de 90, para outra dimensão de competitividade relacionada à inovação em produtos, em processos e em tecnologia. As organizações que ainda não se adaptaram a essa nova forma de gestão, têm então uma dupla missão, ou seja, reformulação organizacional para a qualidade e para a tecnologia.

O presente trabalho discute aspectos relacionados aos conceitos e uso da palavra "tecnologia", bem como introduz dimensões de abordagem e desmembramento, no campo das tecnologias de produto e de processo em empresas de manufatura, e procura conhecer o comportamento de pequenas e médias empresas, nessa área, em pesquisa de campo.

2. CONCEITOS E DIMENSÕES DA TECNOLOGIA

Mais recentemente, o uso indiscriminado da palavra "tecnologia", em áreas do conhecimento relacionadas às ciências humanas e sociais, principalmente no setor de serviços e informática, tem diferenciado seu significado em comparação com a conceituação original, dificultando muitas vezes o entendimento do termo "tecnologia". O modismo, ou modernidade tem levado a usar a palavra tecnologia em áreas que nada têm a ver com esse campo, como por exemplo "tecnologia educacional" ou "tecnologia organizacional", como assinalamos anteriormente.

Assim, seria oportuno analisar e caracterizar o significado da palavra "tecnologia", cujo conteúdo conceitual será desdobrado durante esse trabalho, permitindo reconsideração de muitos aspectos correlacionados a essa terminologia. Vamos considerar o desenvolvimento do produto como o processo de transformação de idéias, dados de mercado e tecnologias (já existentes ou novas), em novos conhecimentos para produção comercial. Na maioria das vezes uma "nova" tecnologia é a combinação de tecnologias já conhecidas (no mesmo ramo ou áreas diferentes), podendo estar incorporada em um produto ou em um processo de produção. Ressalta-se que um novo produto ou novo processo poderá incorporar ou não novas tecnologias.

Como já assinalamos, o termo tecnologia, se generalizado, poderá significar muitas coisas para as pessoas. Martino (1983) indica a citação do Webster's Seventh Collegiate Dictionary, que define "tecnologia" como "the totality of the means employed to provide objects necessary for human sustenance and comfort", ou seja, se concentra nos "meios para prover os produtos" necessários para o sustento e conforto do homem. Longo (1984), já indica um conceito mais ampliado, ou seja, que "tecnologia é o conjunto de

conhecimentos científicos ou empíricos empregados na produção e comercialização de bens e serviços”. A conceituação de Blauner (1964) apud Fleury (1978) se concentra mais na fabricação, ou seja, “ se refere ao conjunto de objetos físicos e operações técnicas (mecanizadas ou manuais) empregadas na transformação de produtos em uma indústria”. Uma maior amplitude aparece na proposição de Abetti (1989) apud Steensma (1996), que define tecnologia como “ um corpo de conhecimentos, ferramentas e técnicas, derivados da ciência e da experiência prática, que é usado no desenvolvimento, projeto, produção, e aplicação de produtos, processos, sistemas e serviços”, e naquela utilizada por Kruglianskas (1996) que considera “tecnologia como o conjunto de conhecimentos necessários para se conceber, produzir e distribuir bens e serviços de forma competitiva”. Quando a organização desenvolve sua própria tecnologia, adquire competência naquela tecnologia. Steensma (1996) indica que a “aprendizagem organizacional é o processo de intermediação entre a interação colaborativa e a aquisição da competência técnica”. A aprendizagem individual, segundo Aegyris; Schom (1978) apud Steensma (1996), “é necessária mas não suficiente para a organização de aprendizagem (organizational learning)”. Entretanto, como assinala Meyers (1990) apud Steensma (1996), “parece que o aprendizado da organização é diferente da soma dos conhecimentos dos indivíduos que a compõem”. Essa competência, que denominaremos de “capabilidade tecnológica”, é uma característica implícita daquela organização, tipicamente intangível, sendo praticamente impossível sua transferência global para outra organização.

Uma versão mais generalizada do conceito de tecnologia poderia ser : “tecnologia é um sistema através do qual a sociedade satisfaz as necessidades e desejos de seus membros”. Esse sistema contém equipamentos, programas, pessoas, processos, organização, e finalidade de propósito. Nesse contexto um produto é o artefato da tecnologia, que pode ser um equipamento, programa, processo, ou sistema , o qual por sua vez pode ser parte do meio ou sistema contendo outra tecnologia. Assim, usando os conceitos de “processo” e “operação” estabelecidos na Honda por Shigeo Shingo(1988), podemos dizer que as tecnologias estão embutidas no processo ou nas operações, dentro de um sistema produtivo, e no final dele incorporada ao produto final, dentro da função manufatura.

Essa abrangência indica o significado da tecnologia na competitividade. Muitos autores, entre eles Dussauge; Hart; Ramanantsoa (1992) excluem do conceito de tecnologia as atividades não envolvidas na produção de objetos materiais ou serviços, como por exemplo marketing. Indicam que “a inovação tecnológica geralmente modifica a base da competição em uma dada industria ou tecnologia, e em muitos casos constitui a principal fonte de vantagem competitiva”. A redução do custo da memória (processamento de dados), é decorrente da velocidade das inovações e não do aumento da produção”.

De acordo com Dertouzos; Lester; Solow, (1989), “o aumento de custos com o aumento aleatório da qualidade, ao invés de baixos custos e alta qualidade, levaram a industria americana a perder vantagem competitiva”. Em contraste, dentro do conceito sistêmico, o Japão projetou sua “nova metodologia organizacional” para alto valor agregado, ou seja “alta qualidade” e “baixo preço”, aprendendo a ouvir o consumidor, atender, e até superar suas expectativas, além do desenvolvimento de novos mercados. Essa metodologia ou processo, dentro de uma visão sistêmica, se refere à gestão organizacional e não tecnologias. Todavia, podemos utilizar essa visão sistêmica proposta por Dertouzos; Lester; Solow (1989) para definição de uma das dimensões importantes do conceito da tecnologia propriamente dita, ou seja, aquelas relacionadas a produto/processo. É evidente que esse conceito sistêmico de tecnologia, que designaremos a partir de agora de “macro tecnologia”, constitui a base para o desenvolvimento, uso e gestão das tecnologias, cuja configuração pode ser esquematizada na Figura 01. Para abordagem com novas tecnologias, os componentes da “macro tecnologia” assinalados anteriormente são

necessários, mas não suficientes, para ter sucesso no empreendimento. Além de alto grau de “criatividade”, o mercado deve “puxar” em direção à inovação.

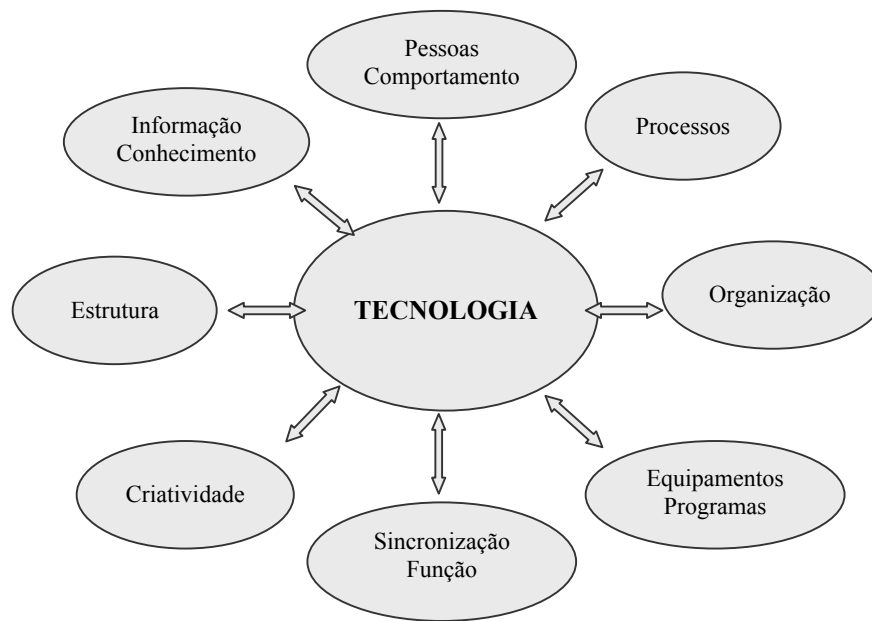


Figura 01- Composição da Macrotecnologia

Essa capacidade tecnológica incorpora também uma “habilidade” na gestão e operacionalização de um planejamento estratégico de tecnologia, em direção às melhorias incrementais e a novos produtos/processos, como assinalam Silva; Plonski (1996).

No contexto atual da economia globalizada, uma empresa que não desenvolve suas próprias tecnologias de produto e de processo não é competitiva. A vulnerabilidade tecnológica pode ser analisada em função das características das tecnologias de produto e de processo, ou seja, públicas ou restritas, utilizadas pela organização em um determinado instante, de acordo com o Quadro 01 que segue.

	Produto	Processo	Vulnerabilidade
Tecnologia Conhecida	Domínio Público	Domínio Público	Alta
	Domínio Restrito	Domínio Público	Média
	Domínio Restrito	Domínio Restrito	Baixa
Nova Tecnologia	Domínio Restrito	Domínio Público	Média
	Domínio Restrito	Domínio Restrito	Baixa

Quadro 01 - Vulnerabilidade das Tecnologias na Empresa

Quando falamos em tecnologia de produto e processo na realidade estamos nos referindo a um conjunto de tecnologias inter-relacionadas dentro do contexto de um produto ou de um processo. Vamos designar essa dimensão como “microtecnologia”, a qual é esquematizada na Figura 02. O termo “Tecnologia Principal-TP” (que em linguagem inglesa poderia ser “Core Technology-CT”) se refere à tecnologia principal do produto ou do processo, ou seja, aquela que distingue aquele produto ou processo de outros produtos e processos, dentro das finalidades específicas de utilização, e o termo “Tecnologia Complementar-TC” (que analogamente poderia ser “Boundary Technology-BT”) se refere às tecnologias, não obrigatoriamente desenvolvidas pela empresa geradora do produto ou processo, que colaboram para a operacionalização da tecnologia principal, como por exemplo partes e componentes.

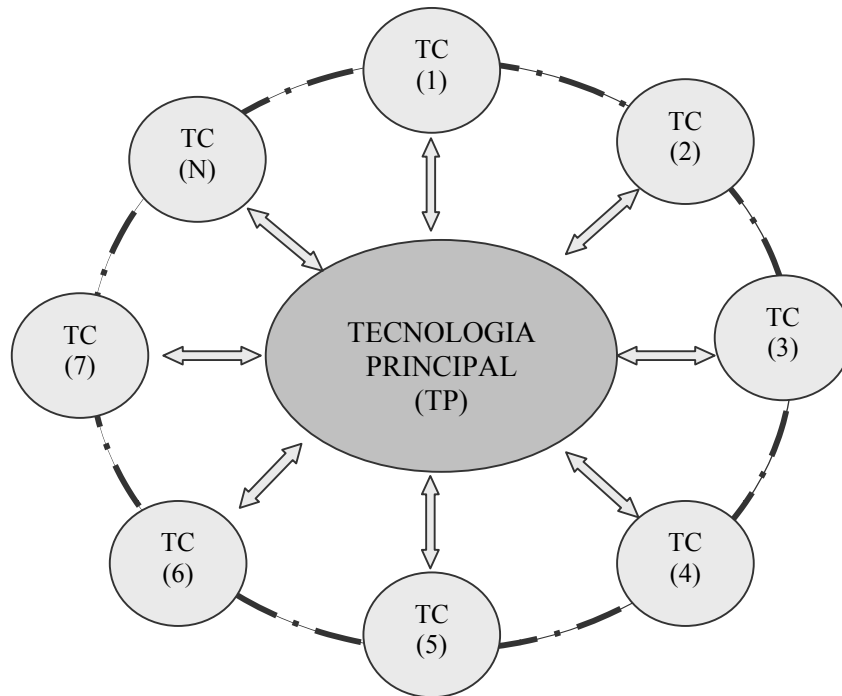


Figura 02- Microtecnologia de Um Produto ou Processo

Com relação aos produtos, o valor agregado do conteúdo tecnológico poderá ser maior ou menor, como por exemplo um veículo automotor e um balde plástico, respectivamente. Enquanto que no veículo a CT e BT são importantes, no balde elas praticamente não se caracterizam. Nos veículos automotores a CT é concentrada no motor à combustão interna, e as BT em outras partes como transmissão, suspensão, freios, refrigeração, geração de corrente elétrica, aerodinâmica etc. Na maioria dos automóveis a CT, que significou uma inovação tecnológica importante no Século XIX, praticamente continua a mesma, enquanto houve grande evolução das BT. Com relação à CT em um automóvel, atualmente já existem alternativas ao motor a combustão interna, como por exemplo o motor elétrico à bateria, energia solar, célula de combustível, significando assim alterações na CT. Assim, podemos dizer que a maioria das melhorias incrementais em produtos ocorre nas “boundaries technologies”, e não nas “core technologies”. Um outro exemplo de alterações da CT de um produto já existente é o caso do toca disco de vinil convencional e o toca disco laser CD, onde a tecnologia principal foi substituída.

No caso do processo de produção as tecnologias utilizadas também podem ser caracterizadas como “tecnologias principais” e “tecnologias complementares”, porém são de natureza múltipla, ou seja, todo o processo ou cada etapa do processo de produção poderá utilizar uma “core technology” e várias “bondaries technologies”, embutidas em suas máquinas (“bens de capital”) de fabricação, bem como em outros equipamentos utilizados no processo de produção do produto. Nesse campo, de caracterização mais complexa, também a CT deve ser desenvolvida pela empresa e protegida através de direitos de propriedade industrial, pois essa fase é fundamental para a empresa.

Esse modelo de caracterização das tecnologias de produto e de processo, na indústria de manufaturados, permite analisar vários aspectos correlacionados a essas tecnologias, como: gestão das tecnologias (CT e BT) a curto, médio e longo prazo; prospecção tecnológica; vulnerabilidade tecnológica; melhorias em produtos e processos; formação, adequação, e manutenção de capacidade tecnológica; relação das tecnologias

de produto e processo com o meio ambiente e conservação de energia; influência do setor de bens de capital no processo de produção etc.

3. ANÁLISE DE CAMPO : MACROTECNOLOGIA E MICROTECNOLOGIA

A pesquisa de campo procurou delinear, através de entrevistas em 34 empresas, selecionadas dentro do conjunto das 82 empresas da pesquisa de campo conduzida em Silva; Plonski(1999), aspectos da microtecnologia e macrotecnologia. Para isso utilizou-se o projeto de pesquisa “levantamento survey” e método de pesquisa “questionário auto-administrado”, dentro da concepção de Bryman(1989). No campo da microtecnologia, a Figura 03 apresenta a análise do valor agregado e do domínio das tecnologias principais de produto e de processo na empresa.

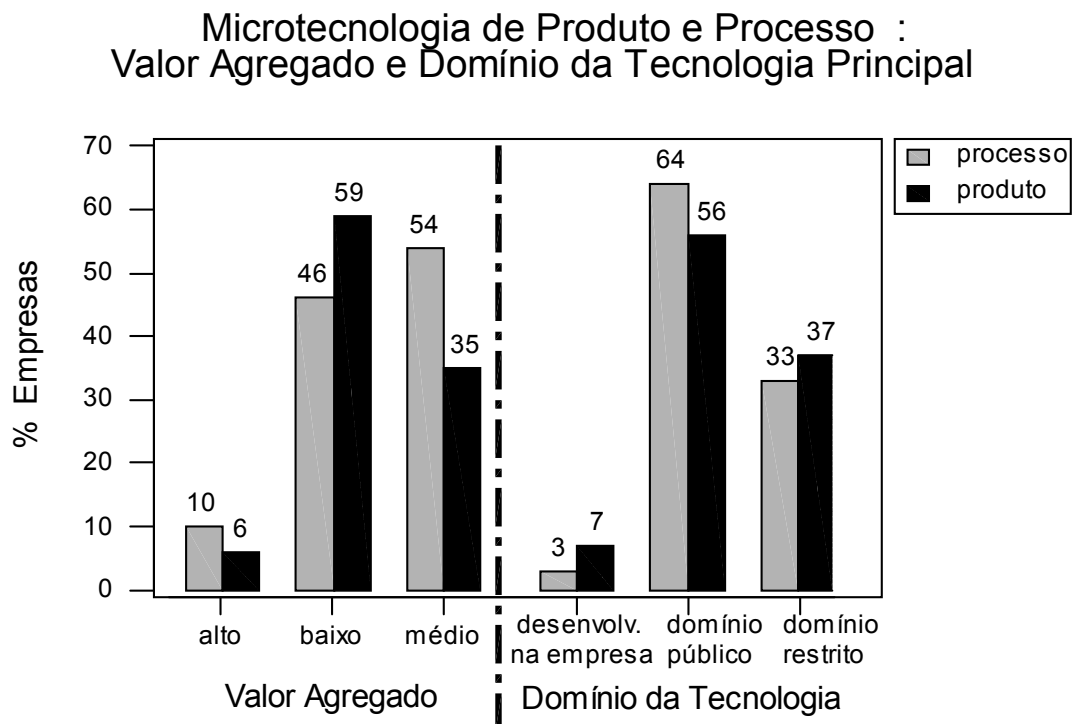


Figura 03 - Valor Agregado e Domínios das Tecnologias Principais na Empresa

Com relação ao valor agregado da tecnologia principal do produto, 6% das empresas o consideram alto, 35% médio, e 59% baixo. Esses valores estão compatíveis, tendo em vista que a maioria das empresas pesquisadas pode ser considerada tradicional no setor de manufaturados, não envolvendo alta tecnologia. No caso da tecnologia principal de processo, o valor agregado é considerado alto por 10% das empresas, médio por 54% , baixo por 46%. Quanto ao domínio das tecnologias principais de produto, 7% das empresas indica desenvolvimento próprio, 37% de domínio restrito, e 56% de domínio público. Quanto ao domínio das tecnologias principais de processo, 3% das empresas indicaram desenvolvimento próprio, 33% de domínio restrito, e 64% de domínio público. O conjunto desses dados indica dependência da maioria das empresas das tecnologias embutidas nos bens de capital. A Figura 04 apresenta, ainda no campo da microtecnologia, dados sobre o domínio das tecnologias complementares de produto e processo nas empresas, utilizando uma escala que relaciona : utilização, conhecimento, controle, manejo, alteração. Com relação ao domínio sobre a tecnologia complementar de produto, apenas 26% das empresas

Microtecnologia de Produto e Processo : Domínio das Tecnologias Complementares

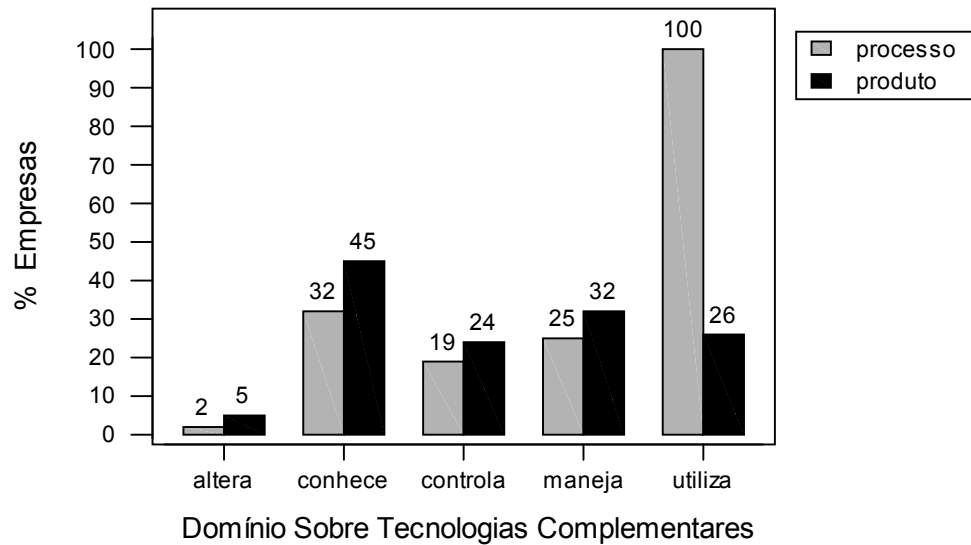


Figura 04 - Domínio das Tecnologias Complementares de Produto/Processo

indicaram sua utilização, 45% têm conhecimento, 24% controlam, 32% manejam, e somente 5% têm capacitação para alteração dessas tecnologias. No que se refere ao domínio das tecnologias complementares de processo, 100% das empresas faz sua utilização, 32% têm conhecimento, 19% controlam, 25% manejam, e somente 2% têm capacidade de alterar essas tecnologias.

Alguns aspectos da “macrotecnologia” também foram pesquisados, e considerando os componentes descritos na Figura 01, as principais dificuldades das empresas pesquisadas estão concentradas em: “informação e conhecimento”, “pessoas e comportamentos”, “processos”, e “organização”. Como os outros componentes são dependentes, decorrentes, e parte do sistema, concluímos por limitações na macrotecnologia para a maioria das organizações consultadas.

5. CONCLUSÃO

A pesquisa analisou aspectos atuais importantes no campo da gestão da tecnologia nas empresas, em nível internacional, e desenvolveu novas dimensões do conceito de “tecnologia” do produto e de processo, como a “microtecnologia” e a “macrotecnologia”. Esses desdobramentos podem direcionar mais adequadamente a gestão da tecnologia dentro de uma organização, pois analisa de forma contextual as tecnologias principais e as tecnologias complementares de um produto ou processo, permitindo elaborar um planejamento estratégico de tecnologia. Permitem também uma auto-avaliação do conhecimento das empresas em relação às tecnologias utilizadas, direcionando os esforços para formação de capacidade tecnológica dentro da organização. No gerenciamento por processo, o conceito de microtecnologia permite uma análise tecnológica importante no delineamento dos valores agregados e domínio das tecnologias atualmente utilizadas, bem como programar o desenvolvimento e uso de novas tecnologias para aquele processo e operações, ou para novos processos e novas operações.

Uma análise da organização sob o ponto de vista da macrotecnologia permite delinear os resultados finais da capacidade da empresa em dois campos importantes e distintos : tecnologia de produto e tecnologia de processo produtivo. Em síntese, a microtecnologia é o resultado final da macrotecnologia, onde é gerada e construída a capacidade tecnológica através das inter-relações entre os diferentes setores de uma organização e entre a organização e o meio exterior. A pesquisa de campo indicou limitação nesses campos para as organizações pesquisadas.

Uma análise dos sistemas produtivos, sob o ponto de vista de meio ambiente, indica a importância e a relação direta com a gestão da tecnologia nas empresas, envolvendo desde o projeto do produto e microtecnologia do produto, até o projeto do processo produtivo e a microtecnologia deste processo. Dentro desse contexto também está inserida a conservação de energia.

A abordagem conceitual do termo “tecnologia”, desenvolvida no presente trabalho de pesquisa, direcionou para o desdobramento das dimensões microtecnologia e macrotecnologia, as quais poderão ampliar o espectro da avaliação do estágio tecnológico das empresas, e colaborar no delineamento de ações mais efetivas no campo da gestão da tecnologia nas organizações.

6. BIBLIOGRAFIA

- BRYMAN, A. research methods and organization studies. Unwin Hyman, Londres, 1989.
- DERTOUZOS, M. L.; LESTER, R. S; SOLOW, R. M. *Made in America: Regaining the Productive Edge*, HarperPerennial, New York, NY, 1989. DUSSAUGE, P.; HART, S.; RAMANANTSOA. B. *Strategic Technology Management*, John Wiley & Sons, Chichester, UK, 1992.
- FLEURY, A. C. C. *Organização do trabalho industrial : um confronto entre teoria e realidade*. São Paulo, 1978. Tese (Doutorado), Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- KRUGLIANSKAS, I. *Tornando a pequena e média empresa competitiva*. São Paulo, Instituto de Estudos Gerenciais e Editora, 1996.
- LONGO, W. P. *Tecnologia e soberania nacional*. São Paulo, Ed. Nobel, 1984.
- MARTINO, J. P. *Technological Forecasting for Decision Making*, 2 ed., North-Holland, New York NY, 1983.
- MERLI, G. *Comakership: a nova estratégia para o suprimento*. Tradução de Gregório Bouer. Rio de Janeiro, Qualitymark Ed., 1994. Cap.1, p.1-36 : A evolução estratégica entre clientes e fornecedores.
- SHINGO, S. *Non-stock Production : The Shingo Systems for Continuos Improvement*. Productivity Press, Cambridge, 1988
- SILVA, J. C. T. *Modelo interativo empresa-universidade no desenvolvimento de produtos*. São Paulo, 1999. 163p. Tese (Doutorado) - Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- SILVA, J. C.T.; PLONSKI,G.A. *Gestão da tecnologia : desafios para pequenas e médias empresas*, Revista Produção, Associação Brasileira de Engenharia de Produção - ABEPRO, v.9, n. 1, p. 23-30, Out /99, Rio de Janeiro – RJ. (ISSN 0103-6513).
- SILVA, J.C.T.; PLONSKI, G.A. *Inovação Tecnológica : Desafio Organizacional*. Revista Produção, ABEPRO, v. 6, n.2, p. 183-93, dez/1996. (ISSN 0103-6513).
- STEENSMA, H. K. *Acquiring technological competencies through inter-organizational collaboration : na organizational learning perspective*. *Journal of Engineering and Technology Management*, v. 12, p. 267-86, 1996.