



# A PREVISÃO TECNOLÓGICA COMO FERRAMENTA PARA AS ATIVIDADES DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO(\*)

José Carlos Albano do Amarante,  
Renato Osório Coimbra,  
João Venâncio de Melo Neto e  
Hugomar Pires Vieira

---

Resumo do relatório resultante de trabalho em grupo realizado no Curso de Política Estratégia e Alta Administração do Exército, da Escola de Comando e Estado-Maior do Exército.

Enfoca assunto que ganha realce crescente nos dias de hoje, em função da velocidade das mutações que ocorrem no ambiente tecnológico.

---

## INTRODUÇÃO

A tecnologia tem sido responsável pelas mais importantes evoluções na Arte da Guerra, ao longo de toda a história da humanidade. Ela ganha realce ainda maior

quando o ambiente tecnológico experimenta mutações com velocidades enormes, situação que caracteriza o momento em que vivemos. Portanto, prever os avanços tecnológicos e seus impactos no ambiente operacional futuro é vital para um exército preocupado com a modernidade.

Assim, os estudos de prospecção,

---

(\*) Selecionado pelo PADECEME.



não somente tecnológica mas também operacional, podem prestar significativas contribuições à doutrina militar, principalmente no tocante a planejamento. Considerando a natureza estocástica do futuro e as aceleradas modificações das características operacionais, deve-se ter em mente que aqueles estudos não estão isentos de certeza ou exatidão. Na realidade, as técnicas de antecipação, ao substituírem os critérios de certeza subjetiva por aqueles de incerteza objetiva, devem ser concebidas como instrumento de análise e de apoio à tomada de decisão, visando a reduzir a margem de erro e incerteza quanto ao futuro.<sup>1</sup>

A expressão Previsão Tecnológica (PT), com o conceito hoje admitido, foi empregada pela primeira vez pelo pesquisador norte-americano Ralph Lansk, quando trabalhava para a Força Aérea.<sup>2</sup> Isso ocorreu ao final da Segunda Guerra Mundial, ocasião em que essa Força Singular dos EUA sentiu a necessidade de um planejamento tecnológico para o pós-guerra. É de salientar-se que o Departamento de Defesa Americano sempre permaneceu na liderança das ações na área da PT e, paulatinamente, foram se juntando, à sua esfera de preocupações, várias empresas do setor privado.

Esperou-se demais da PT nos seus primórdios e, como ela não conseguisse rapidamente satisfazer à exagerada expectativa, sobreveio certa decepção. Esse aspecto contribuiu para desacelerar o seu desenvolvimento. Entretanto, nos últimos anos, com o emprego de melhores técnicas, a PT retomou seu papel de destaque no contexto científico-tecnológico.<sup>3,4,5,6,7,8,15</sup>

## **CONCEITOS BÁSICOS**

Para uniformizar a compreensão, é interessante fazer a explicitação de alguns conceitos básicos:

- *Ciência* — conjunto organizado de conhecimentos relativos a um determinado fenômeno ou fato, especialmente os obtidos mediante a sua observação e um método próprio.<sup>9</sup>

- *Tecnologia* — conjunto ordenado de conhecimentos científicos, empíricos ou intuitivos, utilizados na produção de bens e na prestação de serviços.<sup>9</sup>

- *Pesquisa Científica* — busca generalizada do aumento dos conhecimentos científicos. Pode ser básica ou fundamental e aplicada.<sup>9</sup>

- *Pesquisa Básica ou Fundamental* — trabalho experimental ou teórico empreendido com o objetivo de adquirir novos conhecimentos sobre os fundamentos subjacentes aos fenômenos e fatos observáveis, sem ter previamente em vista qualquer utilização determinada ou aplicação específica.<sup>9</sup>

- *Pesquisa Aplicada* — investigação original levada a efeito com o objetivo de adquirir novos conhecimentos, porém primordialmente direcionada em função de um fim ou objetivo prático específico.<sup>9</sup>

- *Desenvolvimento Experimental* — trabalho sistemático delineado a partir do conhecimento existente, adquirido por intermédio da pesquisa ou da prática, visando tanto à produção de novos materiais e produtos e estabelecimento de novos processos, sistemas e serviços específicos, quanto ao melhoramento técnico daqueles já existentes.<sup>9</sup>



• *Material de Emprego Militar (MEM)* — o armamento, a munição, os equipamentos militares e outros materiais ou meios (navais, aéreos, terrestres e anfíbios) de uso privativo das Forças Armadas, bem como seus sobressalentes e acessórios.<sup>9</sup>

• *Previsão Tecnológica (PT)* — processo de, usando técnicas lógicas e reproduzíveis, prever, em termos quantitativos e/ou qualitativos, a direção, natureza, taxa, implicações e impactos de avanços tecnológicos.<sup>10</sup>

• *Previsão Operacional* — processo de, usando técnicas antecipatórias, prever, em termos qualitativos e/ou quantitativos, necessidades e características operacionais de uma organização.

## **A PREVISÃO TECNOLÓGICA**

### **Objetivos**

A PT caracteriza-se pela multiplicidade de usos e por sua potencialidade como ferramenta decisória e de planejamento. De fato, os processos prospectivos são basicamente conduzidos para: fornecer informação tecnológica com menor grau de incerteza e maior confiabilidade; prestar assistência técnica ao processo de tomada de decisão;<sup>11</sup> e aumentar o nível de eficácia dos investimentos e ações no setor de C&T.

### **Técnicas de Previsão Tecnológica**

A utilização da PT só é possível

mediante o emprego de diferentes e variadas técnicas, aplicáveis a estudos prospectivos, sendo que as mais usadas nos dias de hoje não passam de duas dezenas. O agrupamento das diversas técnicas permite uma melhor visualização de seu potencial. Elas são normalmente relacionadas em cinco grupos,<sup>4</sup> caracterizados por abordagens e princípios de previsão.

### **Análise Ambiental**

Seu objetivo é de analisar o universo de eventos contingenciais, procurando detectar e identificar sinais de inovação, mudanças, tendências ou ações externas que podem, de alguma forma, direta ou indiretamente, alterar a situação futura de fatores relevantes para a organização. As técnicas desse grupo são: a investigação ambiental, a monitoração ambiental e o rastreamento ambiental.

Na *investigação ambiental*, procura-se identificar, em seu estágio inicial, eventos ocorridos nos ambientes tecnológico, militar, econômico, social e político que possam afetar a organização.

Na *monitoração ambiental*, a evolução das ocorrências potencialmente significativas é acompanhada, até um ponto julgado interessante para a organização.

O *rastreamento*, último estágio da análise ambiental, envolve um esforço concentrado no acompanhamento da evolução de ocorrências mais significativas para a organização.



## Projeção

As técnicas de projeção se baseiam na suposição de que, por algum período de tempo, as características do futuro serão muito parecidas com as do passado. As principais técnicas desse grupo são: a extrapolação de tendências, o desenvolvimento precursor e a análise de substituição.

A *extrapolação de tendências* permite a avaliação numérica do estágio de desenvolvimento de uma determinada técnica ou tecnologia, mediante a quantificação de sua evolução retrospectiva e de sua tendência prospectiva.

O *desenvolvimento precursor* está associado ao fato de que, em alguns casos, num período de tempo conhecido, um desenvolvimento técnico numa área específica segue, segundo uma forma previsível e com determinada defasagem, o padrão de desenvolvimento de outra técnica em outra área. Quando tais relações são identificadas, é possível prever o desenvolvimento da tecnologia em atraso mediante a observação da tecnologia líder.

Freqüentemente, quando uma tecnologia atinge um estágio de maturação — caracterizado por progressos adicionais cada vez mais difíceis e caros — surge uma nova tecnologia que pode executar a função requerida de maneira mais eficiente e econômica. A *análise de substituição* pode ser bastante útil no planejamento do emprego de novos avanços técnicos de forma eficiente e proveitosa.

## Previsão Normativa

Enquanto a Previsão Projetiva focaliza tendências passadas, a Previsão Normativa privilegia as necessidades futuras. Na hipótese de se identificar necessidades da sociedade em anos próximos, as tecnologias necessárias para satisfazê-las podem ser razoavelmente previstas. As técnicas empregadas nesse grupo são: a roda de impactos, a análise morfológica e a árvore de relevância.

A *roda de impactos* é uma técnica que permite a utilização de um painel de especialistas visando à identificação dos impactos e implicações, a longo prazo, de tendências, inovações, objetivos, estratégias e políticas, que a necessidade da sociedade pode originar.

A *análise morfológica* identifica as principais funções de um sistema, avalia os métodos utilizados para executar tais funções, determina maneiras alternativas de se executar cada função, e examina as diferentes combinações com o fito de obter abordagens inovativas para o funcionamento do sistema global. A utilização dessa técnica surge do desejo de se desempenhar alguma função técnica de forma mais eficiente ou econômica.

*Árvores de relevância* têm sido usadas na análise de situações em que podem ser identificados diferentes níveis de complexidade ou hierarquia. O princípio básico dessa técnica está na seleção dos elementos relevantes da situação. Esses elementos são analisados em graus de complexidade decrescente ou de maior detalhamento, que podem ser relacionados entre si de



forma hierárquica, através de uma estrutura de árvore.

### ***Aplicação Mista (ou de Apoio)***

Nesse grupo, estão incluídas técnicas de aplicação mais geral, podendo ser usadas, dependendo do problema analisado, segundo uma abordagem projetiva ou normativa, ou como apoio metodológico a técnicas com essas abordagens. Normalmente, se baseiam em opiniões subjetivas de um grupo de especialistas. Tais técnicas são as seguintes: Delphi, conferência em grupo e roda de impactos.

A *técnica Delphi* está baseada na consulta individual a especialistas, com procedimentos de realimentação de idéias e de exposição padronizada de resultados. Pode ser aplicada em três tipos de situação:

- quando não existem dados históricos, característica de previsões associadas a novas tecnologias;
- quando se antevê que o impacto de novos fatores será mais importante no desenvolvimento futuro de uma tecnologia, do que o impacto dos fatores históricos, que até então vinham influenciando o desenvolvimento; e,
- nos casos em que questões morais ou éticas possam prevalecer sobre considerações técnicas e econômicas que, usualmente, determinam o desenvolvimento tecnológico.

A *técnica de conferência em grupo* se baseia na troca de opiniões realizada, de forma orientada, por um grupo de especialistas. Pode ser também aplicada nas situações descritas acima.

A *roda de impactos* foi descrita no item anterior, referente à previsão normativa.

### ***Integração***

O avanço tecnológico não ocorre de forma estanque. Muitas vezes novas tecnologias numa determinada área são catalisadas ou aceleradas por realizações tecnológicas em áreas totalmente diferentes. Para se ter uma idéia global das repercussões do desenvolvimento tecnológico em uma determinada área pode-se recorrer às técnicas de integração.

Elas são usadas com dois objetivos. O primeiro é o de se avaliar os impactos recíprocos de diferentes fatores na previsão do comportamento futuro de várias tecnologias e, o segundo, de se apresentar, como fator de decisão, uma visão integrada de como um desenvolvimento tecnológico pode ocorrer. Nesse grupo estão incluídos a análise de impactos cruzados, a construção de cenários e modelos matemáticos/técnicas de simulação.

A *análise de impactos cruzados* consiste numa técnica matricial para se avaliar os efeitos mútuos de diferentes tecnologias, permitindo a visualização formal de suas interações.

Pela descrição pictorial integrada da interação de características técnicas e operacionais num cenário futuro, pode-se avaliar os seus efeitos recíprocos. Assim, a *construção de cenários* ajuda à definição e pesquisa de indicadores significativos para a antecipação e, também, contribui para o



aperfeiçoamento da capacidade de síntese do administrador.

As técnicas de PT descritas nos quatro grupos anteriores possibilitam uma avaliação prospectiva parcial, quantitativa ou qualitativa. A utilização de *modelos matemáticos* adequados e de *técnicas de simulação* permite que se considere, de forma integrada, uma maior variedade de fatores, e que se teste as implicações de diferentes estratégias e ações organizacionais.

### **Implantação da Previsão Tecnológica em uma organização**

A implantação da PT numa organização deve ser feita de forma cuidadosa, planejada e progressiva, para que não sejam criadas expectativas inalcançáveis, mas que garanta o atingimento de resultados demonstrativos da sua importância como ferramenta auxiliar da decisão. Com esse objetivo em mente, os seguintes aspectos devem ser levados em consideração:<sup>2</sup>

- não criar expectativas exageradas quanto a resultados;
- envolver os escalões de direção da organização em todas as etapas de planejamento e execução do programa de PT;
- verificar se o programa de PT está adequado à organização e enfatizar o seu valor;
- ser flexível no que concerne a críticas e sugestões para modificação do planejamento;
- planejar de modo que se obtenha um pequeno sucesso inicial, no decorrer da execução do programa de PT; e

- explorar a simplicidade.

Qualquer estudo de PT necessita de informações confiáveis e acessíveis, pelo estabelecimento de uma sistemática de coleta e tratamento da informação. Podem estar envolvidos nesse trabalho o pessoal, tanto interno quanto externo à organização, que disponha de conhecimento e/ou experiência em áreas tecnológicas específicas de interesse da equipe de PT. Visitas pessoais, ligações telefônicas, consultas a bases de dados, reuniões e relatórios periódicos são formas diversas de implementar essa sistemática.

### **Elementos a considerar no planejamento de um programa de Previsão Tecnológica**

São listados, a seguir, os principais elementos que poderão ser considerados no planejamento de um programa de Previsão Tecnológica.

- *Objetivo* — deve ser definido de forma clara e concisa. Todas as informações, que serão objeto de interesse, devem ser especificamente identificadas.
- *Cronograma* — deve ser estabelecido de modo que os resultados dos estudos possam estar disponíveis na época oportuna. Quando for o caso, deve ser estabelecido por fases.
- *Escopo* — deve conter a extensão do(s) assunto(s) das principais áreas tecnológicas a considerar no estudo em função dos recursos previstos para o projeto.
- *Abordagem* — deve-se procurar definir a abordagem mais adequada e, se possível, com grau de complexidade



crescente. Com base no foco principal do esforço, pode-se adotar cinco abordagens diferentes e evolutivas: focalizada em única tecnologia; focalizada em necessidades; focalizada em uma área tecnológica; focalizada na interseção de áreas tecnológicas; e focalizada na interseção tecnologia-necessidade.

- *Detalhamento dos Recursos* — os recursos mencionados no escopo devem ser discriminados.

- *Detalhamento organizacional do projeto* — devem ser especificados os detalhes necessários à eficiente condução do programa: atribuições do pessoal envolvido, relatórios e outros detalhes administrativos.

- *Técnicas* — devem ser escolhidas as técnicas a serem utilizadas no estudo. É importante especificar a contribuição esperada de cada técnica no contexto da previsão. Deve-se considerar, também, como os resultados das diferentes técnicas podem ser correlacionados e/ou combinados.

- *Critério de Avaliação* — é conveniente que seja estabelecido, *a priori*, o critério de avaliação a que será submetido o projeto ao seu final, de modo a avaliar sua eficiência e a relação custo x benefício. Tal procedimento minimiza prejuízos. No estabelecimento desse critério, deve ser lembrado que o principal valor da PT é a sua contribuição para se tomar a melhor decisão e não, necessariamente, sua precisão.

## **A TECNOLOGIA MILITAR**

### **Características**

O valor estratégico da tecnologia

militar é tão grande que ela pode ser, no nosso ponto de vista, caracterizada segundo a óptica das 5 (cinco) expressões do Poder Nacional: científico-tecnológica, militar, econômica, psicossocial e política. Abaixo, são mencionadas algumas delas, com maior pertinência ao assunto.

### **Características Científico-Tecnológicas**

A tecnologia militar deriva da necessidade de defesa e proteção das sociedades e grupos humanos. A tecnologia e a guerra modernas estão intimamente relacionadas, provocando a sofisticação crescente do material bélico e o aparecimento de complexas estruturas de sistemas de armas e de apoio. Um cenário tão demandante requer tecnologias de ponta, que integram os atuais equipamentos de interesse militar. Por sua vez, das inovações militares decorre um grande número de subprodutos de uso civil.

Tais sofisticação e complexidade requerem a ocupação de recursos humanos altamente capacitados e numerosos, envolvendo atividades multidisciplinares em organismos de todo o espectro de C&T (universidades, centros de P&D, empresas de engenharia e indústrias), exigindo apurada capacidade de gerenciamento e coordenação. Além disso, a tecnologia militar reclama longos prazos de desenvolvimento e utilização. Finalmente, o produto militar deve ser de alta qualidade, caracterizada por elevada eficiência e eficácia.



forma hierárquica, através de uma estrutura de árvore.

### **Aplicação Mista (ou de Apoio)**

Nesse grupo, estão incluídas técnicas de aplicação mais geral, podendo ser usadas, dependendo do problema analisado, segundo uma abordagem projetiva ou normativa, ou como apoio metodológico a técnicas com essas abordagens. Normalmente, se baseiam em opiniões subjetivas de um grupo de especialistas. Tais técnicas são as seguintes: Delphi, conferência em grupo e roda de impactos.

A *técnica Delphi* está baseada na consulta individual a especialistas, com procedimentos de realimentação de idéias e de exposição padronizada de resultados. Pode ser aplicada em três tipos de situação:

- quando não existem dados históricos, característica de previsões associadas a novas tecnologias;
- quando se antevê que o impacto de novos fatores será mais importante no desenvolvimento futuro de uma tecnologia, do que o impacto dos fatores históricos, que até então vinham influenciando o desenvolvimento; e,
- nos casos em que questões morais ou éticas possam prevalecer sobre considerações técnicas e econômicas que, usualmente, determinam o desenvolvimento tecnológico.

A *técnica de conferência em grupo* se baseia na troca de opiniões realizada, de forma orientada, por um grupo de especialistas. Pode ser também aplicada nas situações descritas acima.

A *roda de impactos* foi descrita no item anterior, referente à previsão normativa.

### **Integração**

O avanço tecnológico não ocorre de forma estanque. Muitas vezes novas tecnologias numa determinada área são catalisadas ou aceleradas por realizações tecnológicas em áreas totalmente diferentes. Para se ter uma idéia global das repercussões do desenvolvimento tecnológico em uma determinada área pode-se recorrer às técnicas de integração.

Elas são usadas com dois objetivos. O primeiro é o de se avaliar os impactos recíprocos de diferentes fatores na previsão do comportamento futuro de várias tecnologias e, o segundo, de se apresentar, como fator de decisão, uma visão integrada de como um desenvolvimento tecnológico pode ocorrer. Nesse grupo estão incluídos a análise de impactos cruzados, a construção de cenários e modelos matemáticos/técnicas de simulação.

A *análise de impactos cruzados* consiste numa técnica matricial para se avaliar os efeitos mútuos de diferentes tecnologias, permitindo a visualização formal de suas interações.

Pela descrição pictorial integrada da interação de características técnicas e operacionais num cenário futuro, pode-se avaliar os seus efeitos recíprocos. Assim, a *construção de cenários* ajuda à definição e pesquisa de indicadores significativos para a antecipação e, também, contribui para o



aperfeiçoamento da capacidade de síntese do administrador.

As técnicas de PT descritas nos quatro grupos anteriores possibilitam uma avaliação prospectiva parcial, quantitativa ou qualitativa. A utilização de *modelos matemáticos* adequados e de *técnicas de simulação* permite que se considere, de forma integrada, uma maior variedade de fatores, e que se teste as implicações de diferentes estratégias e ações organizacionais.

### **Implantação da Previsão Tecnológica em uma organização**

A implantação da PT numa organização deve ser feita de forma cuidadosa, planejada e progressiva, para que não sejam criadas expectativas inalcançáveis, mas que garanta o atingimento de resultados demonstrativos da sua importância como ferramenta auxiliar da decisão. Com esse objetivo em mente, os seguintes aspectos devem ser levados em consideração:<sup>2</sup>

- não criar expectativas exageradas quanto a resultados;
- envolver os escalões de direção da organização em todas as etapas de planejamento e execução do programa de PT;
- verificar se o programa de PT está adequado à organização e enfatizar o seu valor;
- ser flexível no que concerne a críticas e sugestões para modificação do planejamento;
- planejar de modo que se obtenha um pequeno sucesso inicial, no decorrer da execução do programa de PT; e

- explorar a simplicidade.

Qualquer estudo de PT necessita de informações confiáveis e acessíveis, pelo estabelecimento de uma sistemática de coleta e tratamento da informação. Podem estar envolvidos nesse trabalho o pessoal, tanto interno quanto externo à organização, que disponha de conhecimento e/ou experiência em áreas tecnológicas específicas de interesse da equipe de PT. Visitas pessoais, ligações telefônicas, consultas a bases de dados, reuniões e relatórios periódicos são formas diversas de implementar essa sistemática.

### **Elementos a considerar no planejamento de um programa de Previsão Tecnológica**

São listados, a seguir, os principais elementos que poderão ser considerados no planejamento de um programa de Previsão Tecnológica.

- *Objetivo* — deve ser definido de forma clara e concisa. Todas as informações, que serão objeto de interesse, devem ser especificamente identificadas.
- *Cronograma* — deve ser estabelecido de modo que os resultados dos estudos possam estar disponíveis na época oportuna. Quando for o caso, deve ser estabelecido por fases.
- *Escopo* — deve conter a extensão do(s) assunto(s) das principais áreas tecnológicas a considerar no estudo em função dos recursos previstos para o projeto.
- *Abordagem* — deve-se procurar definir a abordagem mais adequada e, se possível, com grau de complexidade



crescente. Com base no foco principal do esforço, pode-se adotar cinco abordagens diferentes e evolutivas: focalizada em única tecnologia; focalizada em necessidades; focalizada em uma área tecnológica; focalizada na interseção de áreas tecnológicas; e focalizada na interseção tecnologia-necessidade.

- *Detalhamento dos Recursos* — os recursos mencionados no escopo devem ser discriminados.

- *Detalhamento organizacional do projeto* — devem ser especificados os detalhes necessários à eficiente condução do programa: atribuições do pessoal envolvido, relatórios e outros detalhes administrativos.

- *Técnicas* — devem ser escolhidas as técnicas a serem utilizadas no estudo. É importante especificar a contribuição esperada de cada técnica no contexto da previsão. Deve-se considerar, também, como os resultados das diferentes técnicas podem ser correlacionados e/ou combinados.

- *Critério de Avaliação* — é conveniente que seja estabelecido, *a priori*, o critério de avaliação a que será submetido o projeto ao seu final, de modo a avaliar sua eficiência e a relação custo x benefício. Tal procedimento minimiza prejuízos. No estabelecimento desse critério, deve ser lembrado que o principal valor da PT é a sua contribuição para se tomar a melhor decisão e não, necessariamente, sua precisão.

## **A TECNOLOGIA MILITAR**

### **Características**

O valor estratégico da tecnologia

militar é tão grande que ela pode ser, no nosso ponto de vista, caracterizada segundo a óptica das 5 (cinco) expressões do Poder Nacional: científico-tecnológica, militar, econômica, psicossocial e política. Abaixo, são mencionadas algumas delas, com maior pertinência ao assunto.

### **Características Científico-Tecnológicas**

A tecnologia militar deriva da necessidade de defesa e proteção das sociedades e grupos humanos. A tecnologia e a guerra modernas estão intimamente relacionadas, provocando a sofisticação crescente do material bélico e o aparecimento de complexas estruturas de sistemas de armas e de apoio. Um cenário tão demandante requer tecnologias de ponta, que integram os atuais equipamentos de interesse militar. Por sua vez, das inovações militares decorre um grande número de subprodutos de uso civil.

Tais sofisticação e complexidade requerem a ocupação de recursos humanos altamente capacitados e numerosos, envolvendo atividades multidisciplinares em organismos de todo o espectro de C&T (universidades, centros de P&D, empresas de engenharia e indústrias), exigindo apurada capacidade de gerenciamento e coordenação. Além disso, a tecnologia militar reclama longos prazos de desenvolvimento e utilização. Finalmente, o produto militar deve ser de alta qualidade, caracterizada por elevada eficiência e eficácia.



### **Características Militares**

A tecnologia e a doutrina evoluem de mãos dadas, ora a doutrina promovendo avanços tecnológicos, ora a tecnologia determinando evoluções doutrinárias. Essa relação simbiótica impõe a participação de militares na concepção, desenvolvimento e avaliação de produtos de uso bélico.

As funções básicas em um combate são: vigilância, detecção, identificação, designação, acompanhamento e destruição de alvos. Nos primórdios, o homem cumpria ele próprio todas as funções acima, utilizando apenas o taca-pe ou a lança para realizar a última, de destruição. A evolução tem conduzido a que os sistemas de armas modernos executem quase a totalidade das funções básicas. O preço a ser pago é a supracitada complexidade tecnológica.

Além disso, equipamento de apoio e coordenação, caracterizado por Sistemas de comando, comunicações, controle e informação (C3I), de transposição de cursos d'água, de preparação do terreno, de guerra eletrônica e de proteção e defesa, também são necessários, devido ao grande número de meios destrutivos empregados. Tudo isso traduz uma competição permanente e exacerbada entre o ataque e a defesa. A ilação é óbvia, o equilíbrio da competição somente pode ser rompido por tecnologia avançada, pela última inovação tecnológica.

Finalmente, a logística impõe que no desenvolvimento sejam tomados cuidados com aspectos de padronização, rusticidade, confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade.

### **Características Econômicas**

Sob o ponto de vista econômico, podem-se salientar os elevados custos financeiros de acesso à tecnologia militar. Por outro lado, o sazoneamento do mercado de material de defesa é um fator limitativo de planejamento, representando um risco para investimento, especialmente, no setor industrial. Daí, a necessidade de uma estratégia ponderada e objetiva, cujas linhas-mestras são:

- realizar investimentos em nível constante ou crescente em atividades de P&D, principalmente as associadas com pesquisas básica e aplicada, para manter a capacidade operativa do setor de C&T;

- realizar investimentos em nível variável em projetos de P&D de MEM, dimensionando-os adequadamente à disponibilidade de recursos, à produção economicamente viável, à dimensão do mercado interno, e à capacidade de exportação.

### **Características Psicossociais**

Assim como as tecnologias, de uma maneira geral, vêm causando profundos impactos na sociedade, a tecnologia militar vem causando significativas repercussões no ambiente psicossocial da caserna.

Uma visita ao Centro Tecnológico do Exército (CTEx) ou ao Centro Técnico Aeroespacial (CTA) ou ao Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM) permite constatar a convivência de ponderável quantidade de civis — PhDs, mestres, engenheiros, bacharéis, ana-



listas de sistemas, programadores, tecnólogos — aportando, ao ambiente militar, valores e culturas diversos daqueles característicos da vida castrense. Desse caldeirão sociológico emanam comportamentos diferentes dos observados num corpo-de-tropa.

Por outro lado, a formação de recursos humanos nas escolas militares vem evoluindo com grande velocidade para acompanhar o crescimento do saber, de uma perspectiva global, e o progresso científico-tecnológico, em particular. Tais mudanças nas relações dos homens e grupos humanos com o seu meio-ambiente, e com os processos de aprender a explorar esse ambiente e a si próprio, a uma velocidade que tem marcado a chamada sociedade do conhecimento, provocam, ou podem provocar, uma antinomia competência-hierárquica, originada da circunstância de o subordinado possuir uma formação mais adequada à realidade de tal ambiente. Assim, o velho preceito de que o militar mais antigo é portador de maior conhecimento corre o risco de perder a credibilidade. O choque não é mais forte por causa de dois fatores, que amenizam as diferenças: a experiência acumulada e a consciência da necessidade de uma constante atualização pessoal e profissional.

Outro aspecto a ser enfatizado é a necessidade dos novos contingentes possuírem níveis educacionais cada vez mais elevados, para melhor adaptar o homem ao manuseio de equipamentos complexos e sofisticados.

Não se pode desconsiderar que o ambiente operacional modificado pela tecnologia militar aponta para modifi-

cações comportamentais no sentido da premente adaptação do homem e do profissional a um ambiente modificado em seus valores, necessidades e níveis de expectativa, para citar três das muitas variáveis envolvidas. Por exemplo, é compreensível que, para o infante bem sucedido na guerra moderna, há de se ressaltar a existência de atributos de sagacidade, frieza e coordenação motora, ao passo que, antigamente, o destemor físico lhe bastava como qualidade essencial.

Por fim, no que concerne à sua produção, o sigilo e a resistência de segmentos da opinião pública a desenvolvimentos de materiais de defesa são também aspectos característicos da tecnologia militar, que merecem, aqui, citação.

### *Características Políticas*

Politicamente, a tecnologia militar apresenta várias nuances evidenciadoras da participação do setor público no processo de desenvolvimento, já mencionadas em itens anteriores. Assim, uma ajustada interação público-privada se constitui na chave para penetrar no seletivo grupo de países geradores de tecnologia militar.

No que concerne a tecnologias adquiridas no exterior, como a segurança nacional está envolvida, o processo de transferência só ocorre com o consentimento do governo do país detentor e, normalmente, se dá com fortes restrições à sua posterior utilização e exploração. Essa é uma poderosa limitação política à aquisição de tecnologia.

Daí, a ênfase dada ao desenvolvi-



mento de tecnologia de forma autônoma, que possibilita o uso livre e flexível da tecnologia e cujo grau de progresso sinaliza a estatura político-econômica de uma nação.

## **O Acesso à Tecnologia Militar**

Estrategicamente, o acesso à tecnologia, por aquisição ou desenvolvimento, pode se dar por forma direta ou reversa. O acesso direto, envolvendo esforços no sentido do *know-why* (saber porque) para o *know-how* (saber como), é normalmente o processo que garante um completo domínio tecnológico, sendo entretanto lento, arriscado e, por vezes, mais caro. O desenvolvimento do Sistema de Foguetes *108-R* pelo Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IPD) — Avibras seguiu esse modelo.

O acesso reverso, em sentido oposto ao direto, possibilita soluções mais rápidas e seguras, podendo entretanto comprometer o domínio do *know-why* e a capacidade de desenvolvimentos afins. A engenharia reversa, caracterizadora desse processo, foi adotada pelo o IPD para o “abrasileiramento” dos mísseis anticarro *Cobra* e antiaéreo *Roland*.

Dentre os vários fatores que interferem na escolha da melhor estratégia de acesso a uma tecnologia militar, pode-se citar: o estágio do conhecimento tecnológico; a capacitação dos recursos humanos e das organizações de C&T; a situação política conjuntural; as possibilidades de mercado, interno e externo, e a disponibilidade de prazos e recursos financeiros.

O estágio do conhecimento tecnológico determina o grau da capacidade para a exploração útil da tecnologia. Nos estágios preliminares de domínio tecnológico, o conhecimento é apenas científico e as pesquisas se concentram, predominantemente, na universidade. O degrau seguinte envolve as tecnologias básicas, normalmente fruto das pesquisas aplicadas, realizadas nos centros de P&D. O próximo estágio já objetiva o desenvolvimento experimental de um determinado produto militar, requerendo um nível de conhecimento consubstanciado pela tecnologia de projeto, competência normal de centros de P&D e indústrias, podendo também ser praticadas por empresas de engenharia. O último nível, caracterizado pela tecnologia de processo, está intimamente associado com a empresa industrial, podendo, ocasionalmente, ser tratado em empresa de engenharia ou centro de P&D.

A capacitação de recursos humanos é o fator fundamental para o acesso competente à tecnologia militar. Para o acesso por desenvolvimento, a competência é caracterizada por corretos estabelecimentos de programa de P&D, realização de experiências, interpretação de resultados, preparação de metodologia de cálculo, etc. Por sua vez, o acesso por aquisição só é viabilizado pela interlocução de igual para o igual entre o cedente e o adquirente da tecnologia.

A capacitação das organizações de C&T resulta da fixação institucional das tecnologias desenvolvidas ou adquiridas pelos seus quadros. O processo institucional de acesso e fixação de tecnologia militar se apóia em duas



formas básicas de gerenciamento: macro e micro. É exatamente o gerenciamento competente que promove a capacitação das organizações de C&T.

O macrogerenciamento está associado com a alta gestão do setor científico-tecnológico. Ele define políticas e estratégias de C&T, realiza o acoplamento tecnologia-doutrina, gerencia as atividades de capacitação tecnológica e os projetos de P&D de MEM, coordena o funcionamento do espectro de organizações de C&T, controla as atividades técnicas e operacionais de apoio, toma medidas para a fixação da tecnologia na instituição, realiza o orçamento financeiro e o macroacompanhamento físico-financeiro.

O microgerenciamento lida diretamente com o gerenciamento de projetos de MEM, toma providências para a fixação da tecnologia na organização, aplica a metodologia institucional de gerenciamento e realiza o microacompanhamento físico-financeiro.

Finalmente, a conjuntura política, mercado, prazo e recursos financeiros são fatores coadjuvantes para a seleção da melhor estratégia de acesso à tecnologia militar. Em certos casos, a possibilidade de exploração eminente do mercado, ou uma conjuntura política adversa, pode recomendar a aquisição de tecnologia, mesmo que sejam necessários recursos financeiros substanciais. Em outros, o mercado e a conjuntura política não condicionam tão fortemente o acesso à tecnologia, e esta pode ser desenvolvida com menores recursos financeiros e prazos mais dilatados.

## **A PREVISÃO TECNOLÓGICA NO PROCESSO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO (P&D) DO MATERIAL DE EMPREGO MILITAR (MEM)**

### **Emprego da Previsão Tecnológica**

#### *No apoio ao gerenciamento de P&D*

A PT pode ser utilizada de inúmeras maneiras como ferramenta de apoio ao macrogerenciamento de programas — entendidos como conjuntos de projetos — e ao microgerenciamento de projetos de P&D na área do Sistema de Ciências e Tecnologia (SCTEx).<sup>12</sup> Normalmente, essa categoria de emprego da PT envolve projeções sobre a velocidade e a forma pelas quais uma nova tecnologia irá experimentar o processo de inovação, e provê assistência técnica na determinação de objetivos práticos para projetos de P&D. Estes objetivos podem ser estabelecidos com base na capacidade tecnológica do conjunto SCTEx — empresa, e/ou pela necessidade operacional do EB.

Ao projetar possibilidades de desenvolvimento e necessidades para avanços técnicos específicos, a PT pode ajudar a definir estratégias de desenvolvimento para diferentes tecnologias militares. Tais definições contribuem para o planejamento e o gerenciamento no que concerne à alocação de recursos financeiros e humanos, à determinação de facilidades, à identificação de necessidades de suporte técnico e ao desenvolvimento de detalhados cronogramas.



Alguns exemplos podem caracterizar o potencial de contribuição da PT:

- definição de prioridades e recursos alocados no Programa de Atividades e Projetos do SCTEx, mediante o emprego de *árvore de relevância*, *extrapolação de tendências* e *conferência em grupo*, pois normalmente o número de atividades ou projetos atrativos excedem à capacidade de alocação de recursos do Exército;

- estabelecimento de objetivos e estratégias de desenvolvimento de tecnologias, mediante o emprego de *diversas técnicas* (construção de cenários, roda de impactos, extrapolação de tendências, técnica Delphi, conferência em grupo);

- definição de prioridades no desenvolvimento de tecnologias associadas ao funcionamento integrado de um sistema de armas, mediante o emprego da *árvore de relevância*;

- determinação da importância relativa de atividades tecnológicas, mediante o emprego da *árvore de relevância*, visando a melhorar um determinado desempenho — quando se tratar de tecnologia de identificação de alvos, por exemplo — ou a atingir um determinado objetivo — quando, por exemplo, estiver associado ao uso da fibra óptica nas Comunicações;

- identificação de requisitos operacionais e técnicos de novos sistemas e materiais de emprego militar, mediante o emprego de *extrapolação de tendências*, *técnicas de simulação* e *construção de cenários*;

- avaliação da utilização militar futura de certas tecnologias (a robótica, por exemplo) com base na sua utilização civil pregressa, mediante a aná-

lise de *desenvolvimento precursor*;

- identificação e avaliação de fatores político-estratégicos e econômicos relacionados com a implantação no País de nova área tecnológica, como é o caso da fabricação de tubos de armamento pesado (155mm), mediante o emprego de *roda de impactos*, *conferência em grupos* e *técnicas de simulação*;

- avaliação das características básicas de futuros carros-de-combate (mobilidade, blindagem, silhueta e poder de fogo), mediante *extrapolação de tendências*.

#### *Na avaliação do valor atual das tecnologias militares em desenvolvimento ou a desenvolver*

É de primordial significado, para o Exército, possuir condições para avaliar o valor estratégico-militar-econômico atual de uma tecnologia em desenvolvimento na área de C&T. A PT fornece instrumento para tal mister. Por exemplo, na atual conjuntura, seria aconselhável o emprego de *análise ambiental*, *técnica Delphi* e *roda de impactos* para identificar as implicações estratégicas, militares e econômicas da tecnologia de baterias térmicas, ora em desenvolvimento no IPD.

Por outro lado, existe, no ciclo de vida dos materiais,<sup>14</sup> um instante em que a avaliação do valor da tecnologia ganha um relevo especial, na elaboração do EVTE, onde são analisados aspectos técnicos e econômicos associados ao material em desenvolvimento



(os aspectos militares são focalizados nos Requisitos Operacionais Básicos — ROB). Entretanto, seria recomendável que o estudo de viabilidade não se restringisse, apenas, a esses aspectos, e explorasse, também, aspectos estratégicos.

### ***Na projeção de obsolescência ou substituição de tecnologias militares***

A capacidade de prever a taxa com a qual uma nova tecnologia militar irá substituir uma tecnologia obsoleta pode ser de extrema importância do ponto de vista operacional e/ou econômico. Uma substituição prematura pode custar muito aos cofres públicos e os resultados advindos do emprego precoce da nova tecnologia podem ser de pouca eficácia. Por outro lado, um retardo na substituição pode representar o desbalanceamento operacional em favor do adversário.

A análise da dinâmica da substituição também pode fazer uso de outras técnicas de PT, além da *análise de substituição*. O *desenvolvimento precursor* da nova tecnologia de caráter líder, mas de aplicação civil, fornece elementos para uma melhor avaliação das repercussões tecnológicas e econômicas sobre o desenvolvimento da nova tecnologia de aplicação militar.

A *técnica Delphi* ou *conferência em grupo* pode indicar como especialistas em P&D, produção, finanças e gerência prevêem a substituição futura.

A *análise de impactos cruzados* e a *construção de cenários* possibilitam

a identificação e avaliação de fatores que possam influenciar a taxa de substituição tecnológica.

Finalmente, devido à importância da taxa de substituição, gerentes e planejadores podem querer utilizar o *rastreamento ambiental* para acompanhar a correspondência entre a taxa planejada e a real.

Alguns exemplos práticos podem caracterizar esse emprego da PT:

- na década de setenta, o EB poderia ter feito uma *análise de substituição* para avaliar a melhor maneira de substituir o míssil anticarro de primeira geração (Míssil *Cobra*) pelo de segunda geração (Míssil *MSS1.2 AC*);
- no presente momento, é de fundamental importância uma *análise da dinâmica de substituição* dos atuais Carros de Combate *M41*;
- na próxima década, poderá ser de extrema importância uma *análise de substituição* para avaliar quando o armamento (canhão, metralhadora, fuzil ou pistola) convencional será substituído pelo armamento a laser. Esse estudo poderia facilitar a decisão de fabricar, ou não, tubos de armamento pesado (155mm) no País.

### ***Na identificação e avaliação de novos produtos que possam proporcionar novas oportunidades ou ameaças***

De uma maneira ampla, o emprego da Previsão Tecnológica pode proporcionar, ao Exército, meios para identificar e avaliar futuros MEM, que podem ser desenvolvidos com as tecnologias dominadas ou por dominar,



pelo setor de C&T, e que podem afetar significativamente a operacionalidade da Força Terrestre. Em termos funcionais do Sistema Exército, ressalta a importância da interação SCTEx-SIDOBEx — Sistema de Doutrina Básica do Exército.<sup>13</sup> Nesse caso, a tecnologia militar é o fator determinante da evolução doutrinária.

O que realmente determina a capacidade de criar novas oportunidades ou ameaças são as tecnologias dominadas ou por dominar, em futuro imediato, pelo setor de C&T. O emprego de análise ambiental, de técnicas de projeção, de previsão normativa, de técnicas de aplicação mista e de técnicas integrativas possibilita a avaliação do impacto daquelas tecnologias no desenvolvimento de equipamentos militares. Com base nesses materiais futuros, pode-se identificar evoluções na doutrina, na área de pessoal e na estrutura da FT, adequadas ao cenário futuro (figura 1).

Assim, no início da década, se as técnicas de PT fossem do domínio do

setor de C&T, teria sido possível identificar, com antecedência, as oportunidades militares, tecnológicas e econômicas que iriam resultar do desenvolvimento do atual *Mrt 120mm AR* (Auto-Rebocado), e o EME teria tido tempo de efetuar uma avaliação doutrinária do impacto desse armamento nas operações, antes mesmo do desenvolvimento do protótipo.

Alguns exemplos práticos podem caracterizar o potencial da PT, nesse emprego:

- a *análise morfológica* de um sistema de armas é bastante útil para estimular idéias inovadoras a respeito de novas maneiras de satisfazer necessidades atuais ou pressupostas necessidades futuras.

No que concerne a sistemas de mísseis para defesa de costa, uma idéia possível para a função propulsão é a tecnologia do estatorreator, que proporciona alcances de até 200km a mísseis da classe *exocet*. No que concerne ao Sistema de Defesa Antiaérea da Zona de Combate, a *análise morfológica* po-

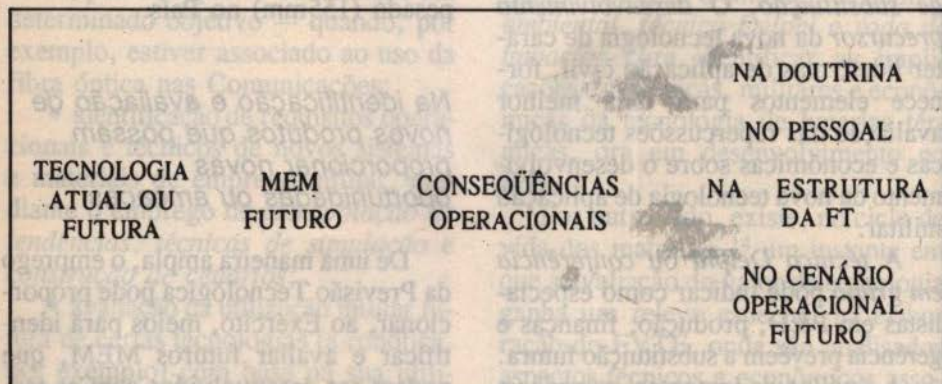


Figura 1: Influência da tecnologia militar na evolução da doutrina.



deria ser utilizada para definir tecnologias adequadas para desempenhar as diferentes funções do sistema;

- o emprego da *extrapolação de tendências* na previsão da evolução, nos próximos anos, da capacidade de penetração da carga-oca;

- o emprego da *árvore de relevância* na dedução de requisitos de desempenho necessários a tecnologias específicas para atender a um requisito maior relacionado com uma tecnologia mais complexa.

No caso de mísseis AC de terceira geração, a tecnologia de guiamento é do tipo *fire-and-forget* (atirar-e-esquecer). Isso demanda profundos avanços na tecnologia de computadores (*microchips*, *software* e inteligência artificial), nos circuitos integrados de muito alta velocidade de processamento (de tamanho reduzido e com baixo consumo de energia) e na tecnologia de aquisição de alvos (suficientemente sofisticada que permita a detecção, identificação e designação do alvo em tempo próximo ao real).

No caso de mísseis do tipo *cruise* (cruzeiro), as demandas tecnológicas estão associadas à propulsão (do tipo pulso-reator) e ao guiamento do tipo *fire-and-forget*, que, nesse caso, se baseia em tecnologias de suporte menos avançadas, mas que incluem a digitalização cartográfica (área de recente capacitação por parte do Centro de Cartografia Automatizada do Exército — CCAUEx).

*Na identificação e avaliação de novos desenvolvimentos que atendam a necessidades operacionais futuras*

As necessidades operacionais futuras podem ser definidas pelo SIDOBE, mediante o emprego de técnicas de Previsão Operacional. Daí ser recomendável que o Exército venha a se valer, cada vez mais, da Previsão Operacional.

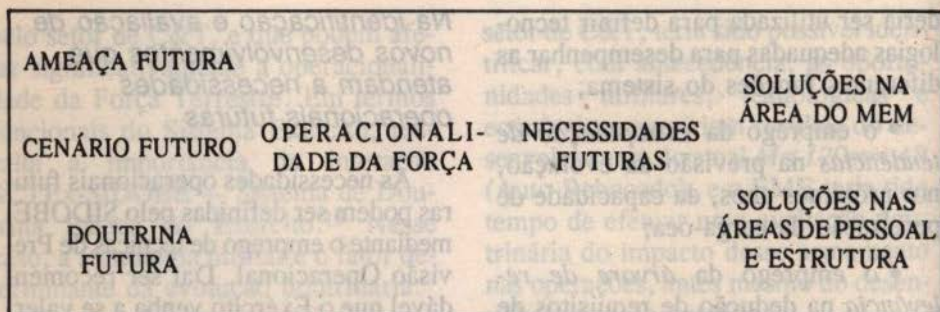
Com base naquelas necessidades, a PT deve ser utilizada para a identificação e avaliação de novos desenvolvimentos de MEM adequados ao futuro palco operacional. Como no emprego anterior, ressalta a importância da interação SIDOBE-SCTEx em termos funcionais do Sistema Exército. Nesse caso, entretanto, a doutrina militar é o fator determinante da evolução tecnológica.

As técnicas de Previsão Operacional possibilitam o estabelecimento de doutrina futura, adequada para enfrentar futuras ameaças atuando em cenários futuros. O resultado dessa interação é a definição do grau de operacionalidade da Força, que permite a identificação das deficiências, carências e oportunidades, e o estabelecimento das necessidades futuras. Além de soluções na área do pessoal e da estrutura da Força, são estabelecidas soluções na área do material, em termos de novos desenvolvimentos de MEM (figura 2).

Alguns exemplos práticos podem caracterizar o potencial da Previsão Operacional, nesse emprego:

- nos estabelecimentos de características operacionais futuras, mediante





**Figura 2: Influência da doutrina na evolução da tecnologia militar.**

o emprego de *técnica Delphi*, *conferência em grupo* e *ou árvores de relevância*.

A Previsão Operacional aplicada ao TO Sul, referente à FT21, poderia concluir que seria indispensável um engajamento preliminar, frontal e limitado, para definir o momento e o lugar da ação principal da Manobra Estratégica Operacional Terrestre. Assim, a mobilidade deveria preponderar sobre o poder de fogo e a sincronização e flexibilidade deveriam nortear o emprego dos princípios de massa, manobra ofensiva e economia de força.

Os requisitos operacionais com forte implicação tecnológica deduzidos de tal situação seriam:

- carros-de-combate de grande mobilidade, sendo característica secundária o seu poder de fogo;
- sensoreamento eletromagnético para detectar profundamente os movimentos do inimigo, em reação ao engajamento frontal preliminar, permitindo a nossa orientação na fase decisiva da Manobra Estratégica Operacional Terrestre;
- Guerra Eletrônica no sentido de prover: cobertura eletrônica da Mano-

bra Estratégica, dissimulação estratégica eletrônica, e contra-contra-medidas para a concentração de meios na frente decisiva com segurança;

- meios avançados de Comunicações, Comando, Controle e Informações (C3I) para: favorecimento da sincronização das ações, processamento acelerado da informação, tomada de decisões rápidas, aceleração da disseminação das ordens, e execução rápida das manobras;

- veículos anfíbios de transporte de tropa e suprimentos, adequados às peculiaridades do ambiente operacional.

- na definição de tipo de operação em áreas operacionais futuras com características diferentes das áreas operacionais atuais, mediante a *construção de cenários* operacionais futuros. Como exemplo, imagine-se dois tipos de cenários:

#### **Cenário A**

No suposto de que a Área Amazônica será palco de escaramuças contra tropas invasoras bem equipadas, a possível atuação em moldes irregulares,



do tipo guerrilha, por parte de tropas brasileiras, poderá indicar a necessidade de equipamentos adequados para tal fim. Esse tipo de operação demandará tecnologias "amazônicas" de sensoramento e de C3I que viabilizem a atuação de pequenos grupos. O sensoramento permitirá a sua localização e identificação. Os equipamentos de C3I possibilitarão a comunicação entre o elemento de integração e cada grupo e a implementação de ações coordenadas. Além disso, o armamento requerido, seja individual ou coletivo, deve ser condicionado por aspectos ergonômicos de transportabilidade.

### **Cenário B**

Em uma outra hipótese, considere-se que a Fronteira Ocidental se tornará prioritária no cenário de uma HG. Nesse caso, certos desenvolvimentos peculiares de MEM poderão ser visualizados para emprego de tropa em região pantanosa. Nesse ambiente operacional, a mobilidade poderá ser assegurada por veículos anfíbios leves ou do tipo "voadeira" e por equipamentos militares aligeirados.

### **Necessidade da Previsão Tecnológica**

Neste ponto, não apenas se torna mais nítida a necessidade da PT para a pesquisa e desenvolvimento de MEM

como também se pode estabelecer alguns objetivos associados com o seu emprego no EB:

- realizar o planejamento da obtenção de MEM, em ligação estreita com a Previsão Operacional, de modo que se possa identificar e avaliar novas oportunidades e/ou ameaças assim como modificar estratégias e/ou operações;

- identificar os MEM compatíveis com cenários futuros, face às Hipóteses de Guerra (HG);

- prever velocidade de obsolescência de tecnologias maduras e de emergências de novas;

- gerenciar programas de P&D, fornecendo instrumentos de planejamento e ação modernos e eficazes, que permitam um avanço tecnológico mais rápido, com menor grau de risco e de dispersão de recursos;

- servir como meio de análise e de apoio ao processo de tomada de decisão, objetivando reduzir incertezas e erros, quanto à evolução futura;

- acompanhar e estimular a adoção de tecnologias avançadas que atendam ao interesse nacional e promovam a adequação de tecnologia civil aos fins militares;

- possibilitar meios de melhor compatibilização entre os planejamentos do Sistema de Ciência e Tecnologia do Exército (SCTEx) e Sistema de Doutrina Básica do Exército (SIDOBE); e

- melhorar Estudos de Viabilidade Técnico-Econômica (EVTE) mediante a avaliação do valor técnico, econômico e estratégico da tecnologia em desenvolvimento ou a desenvolver.



## CONCLUSÃO

A Previsão Tecnológica é uma ferramenta valiosa para as atividades de pesquisa e desenvolvimento de material de emprego militar, cabendo destacar que:

- é fundamental para o macrogerenciamento do Sistema de C&T do Exército;
- a definição das necessidades operacionais futuras será realizada com mais propriedade pelo SIDOBE se forem utilizadas técnicas de Previsão Operacional, em especial as baseadas na *construção de cenários* operacionais futuros,
- os Sistemas de Doutrina Básica e de C&T estão intimamente associados e é necessário assegurar o seu fun-

cionamento harmônico. A Previsão Tecnológica e a Previsão Operacional são ferramentas fundamentais para o processo de fortalecimento conjunto e integrado do SIDOBE-SCTEx;

- uma das chaves para o funcionamento harmônico SIDOBE-SCTEx é a inter-relação Previsão Tecnológica versus Previsão Operacional, caracterizada por: identificação e avaliação de novos produtos que possam proporcionar novas oportunidades ou ameaças, a tecnologia militar sendo nesse caso o fator determinante da evolução doutrinária; identificação e avaliação de novos desenvolvimentos que atendam a necessidades operacionais futuras, a doutrina militar sendo agora o fator determinante da evolução tecnológica.

## BIBLIOGRAFIA

1. RATTNER, H., *O Treinamento de Administradores em Técnicas de Administração*, R. Adm. Emp., Rio de Janeiro, 19(1): 47:54, Jan/Mar 79.
2. VANSTON JR., J.H., *Iniciação, condução e utilização de um programa de Previsão Tecnológica*, debates durante o Simpósio sobre Previsão Tecnológica, págs. 91-117, Estado-Maior do Exército, Brasília, 24 a 26 Jul 84.
3. GOODRICH, R.S., *Previsão Tecnológica: técnica e aplicações do Método Delphi*, Simpósio sobre Previsão Tecnológica, págs. 217-247, Estado-Maior do Exército, Brasília, 24 a 26 Jul 84.
4. COCO, A.P., DELFINO, W.C.D. e FIORENTINO, L.D., *Experiência do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da Telebrás em Previsão Tecnológica*, Simpósio sobre Previsão Tecnológica, págs. 157-215, Estado-Maior do Exército, Brasília, 24 a 26 Jul 84.

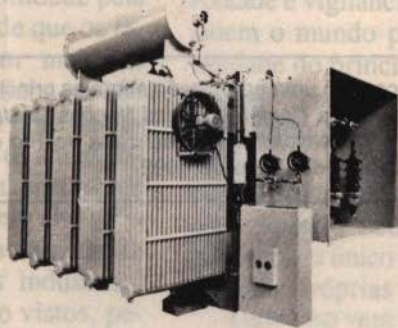
5. GUIMARÃES, P.P., JOHNSON, B.B. e WRIGHT, J.T.C., *Prognósticos Tecnológicos como Atividade Complementar de Planejamento*, CENPES, Petrobrás, 1988.
6. Estado-Maior do Exército, *Instruções Gerais para o Modelo Administrativo do Ciclo de Vida dos Materiais de Emprego Militar*, IG 10-34, 1981.
7. *Plano de Desenvolvimento do Projeto A.01.01 — Implantação da Previsão Tecnológica do Material de Emprego Militar*, Secretaria de Ciência e Tecnologia, 1988.
8. *Plano de Matérias (PLAMA) do CPEAEx*, ECEME, 1989.
9. *Glossário de Termos para o SCTEx*, SCT.
10. VANSTON JR., J.H., *Como os Planejadores e os Gerentes podem Sistematicamente Prever o Futuro*, Simpósio sobre Previsão Tecnológica, págs. 249-261, Estado-Maior do Exército, Brasília, 24 a 26 Jul 84.
11. VANSTON JR., J.H., *Technology Forecasting: an Aid to Effective Technology Management*, Technology Futures, Inc., Austin, Texas, 1982.



12. Estado-Maior do Exército, *Instruções Gerais do Sistema de Ciências e Tecnologia do Exército*, IG 20-11, 1986.
13. *Proposta de Organização Básica do Exército*, palestra do Estado-Maior do Exército no CPEAEx, Jun 1989.
14. Estado-Maior do Exército, *Instruções Gerais*

para o Modelo Administrativo do Ciclo de Vida dos Materiais de Emprego Militar, IG 20-12, 1986.

15. CARACAS, C.A.G., *A Previsão Tecnológica como Apoio ao Planejamento de P&D de MEM*, Encontro da ADIME, 1988.



# **TRAFO**

## **EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS S.A.**

### **DIREÇÃO GERAL**

Rua 25 de Fevereiro 47  
CP.: 1105 - Fone: (0512) 42-3988  
CEP: 90240 - Telex 511484  
PORTO ALEGRE - RS

### **UN. GRAVATAÍ**

Rod. RS - 20 - Km 6,5  
CP.: 85 - Fone: (0512) 70-1700  
CEP.: 94000 - Telex 512007  
GRAVATAÍ - RS

### **UN. CURITIBA**

Rua Gustavo Rattmann, 500  
CP.: 6037 - Fone: (041) 262-5333  
CEP.: 82500 - Telex 415452  
CURITIBA - PR

### **UN. ANÁPOLIS**

Rod. BR - 153 - Km 49  
CP.: 168 - Fone: (062) 321-3666  
CEP.: 77100 - Telex 624062  
ANÁPOLIS - GO

### **ESC. SÃO PAULO**

Av. Brig. F. Lima, 1132 - 18º and.  
CP.: 7341 - Fone: (011) 210-9011  
CEP.: 01452 - Telex 1183956  
SÃO PAULO - SP

### **ESC. RIO DE JANEIRO**

Rua Uruguaiana, 10 - 11º and.  
Fone: (021) 224-2899  
CEP.: 20050 - Telex 2131527  
RIO DE JANEIRO - RJ

### **ESC. BELO HORIZONTE**

Av. Augusto Lima, 1800 - Sala 1904  
Fone: (031) 337-0424  
CEP.: 30190 - Telex 312659  
BELO HORIZONTE - MG