



O LABORATÓRIO DE PESQUISAS EM ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO DO EXÉRCITO DOS ESTADOS UNIDOS(*)

Aléssio Ribeiro Souto e
Rubens Silveira Brochado

Matéria resultante do Estágio sobre Gerenciamento de Obras de Cooperação e Obras Militares, de que participaram os autores, no Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos.

Destaca aspectos relacionados com a Organização Militar destinada à execução de pesquisa e desenvolvimento de tecnologia, no exército norte-americano, e identifica áreas de interesse para a Engenharia de Construção do Exército Brasileiro.

*"A Ciência e a Tecnologia delegam poderes
extraordinários àqueles que as possuem e escravizam
aqueles que não as têm."*

Ajax Barros de Mello

(*) Selecionado pelo PADECEME

INTRODUÇÃO

No Exército dos Estados Unidos, a execução de pesquisa é descentralizada, e os Grandes Comandos que dela necessitam possuem organizações subordinadas com a finalidade de levar a cabo essa tarefa.

O Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos¹ possui quatro organizações de pesquisa: o Laboratório de Pesquisas em Engenharia de Construção; o Laboratório de Pesquisas e Engenharia de Regiões Frias; o Laboratório de Engenharia Topográfica; e a Estação Experimental de Hidrovias.

O presente artigo versa sobre a primeira dessas organizações, o Laboratório de Pesquisas em Engenharia de Construção do Exército dos Estados Unidos (*U. S. Army Construction Engineering Research Laboratory — USACERL*), e tem os seguintes objetivos:

- apresentar subsídios sobre essa organização militar em relação à missão, às formas de atuação, aos recursos humanos, materiais e financeiros, à estrutura organizacional, e ao programa de pesquisas.
- identificar, nas pesquisas desenvolvidas pelo Laboratório, áreas de interesse para a Engenharia de Construção do Exército Brasileiro;
- divulgar as características de uma experiência bem-sucedida para que possa servir de comparação e permitir

a análise crítica de atividades correlatas em nossa instituição.

Essa organização militar é referida ao longo deste texto pelo seu nome completo, pela sigla USACERL, ou, simplesmente, por Laboratório.

FUNDAMENTAÇÃO PARA A EXISTÊNCIA DO LABORATÓRIO

O USACERL foi criado em 1969, em Champaign — Illinois, para apoiar a execução de obras militares e obras públicas, através do desenvolvimento de novas técnicas de engenharia e de tecnologias estado-da-arte. Sua localização nessa cidade deve-se à excelência da Faculdade de Engenharia, e de outros setores da Universidade de Illinois.

A estrutura básica do Exército dos Estados Unidos possui mais de 200 aquartelamentos de grande porte, abrangendo uma área maior do que os Estados de Massachussets, Connecticut e Rhode Island, com um custo atualizado de construção da ordem de 175 bilhões de dólares.

Cerca de 70% dessa estrutura básica de edificações e instalações possuem idade média de 30 anos, com custo anual de manutenção que excede 2 bilhões de dólares.

Há a firme convicção no Corpo de Engenheiros — e, particularmente, no USACERL — de que o meio mais efetivo de reduzir os custos de manutenção é a utilização de novas tecnologias.

O Exército dos Estados Unidos gasta mais de um bilhão de dólares por

¹ Aproximadamente equivalente ao Departamento de Engenharia e Comunicações do EB.

ano com consumo de energia, empregando assim uma significativa parcela do orçamento destinado a serviços. Ademais, estudos recentes indicam que a tarifa de energia atingirá valores mais elevados. Essa expectativa decorre do aumento da complexidade dos sistemas de geração e transmissão e, também, das tendências dessa tarifa refletir o verdadeiro custo da eletricidade.

A redução dos dispêndios com energia também só pode ser obtida, sem prejuízo funcional, através da pesquisa e aplicação de novos procedimentos e novas tecnologias.

Os exemplos mencionados — redução dos custos de manutenção e recuperação e redução do consumo de energia — são problemas cuja solução o USACERL tem equacionado através da pesquisa e desenvolvimento de tecnologia, e logrado sucessivos êxitos.

O prêmio pesquisa e desenvolvimento (P&D) do exército é a mais alta láurea destinada a pesquisadores da força terrestre norte-americana. Desde 1972, os pesquisadores do USACERL receberam 44 prêmios P&D, cobrindo 24 projetos. O Laboratório tem também 18 produtos patenteados e outros 23 aguardando solução do processo de concessão de patentes.

MISSÃO

A missão do USACERL é executar pesquisas com o objetivo de aumentar a capacitação do Exército dos Estados Unidos nas atividades de projeto, construção, operação, manutenção e recu-

peração de obras militares e obras públicas.

As pesquisas do USACERL se destinam, primordialmente, ao apoio do pessoal:

- do QG do Corpo de Engenheiros, das Divisões e dos Distritos, em suas atribuições de projeto e gerenciamento da construção de obras;

- dos Escritórios de Engenharia dos Grandes Comandos e da Diretoria de Engenharia e Habitação, em suas atribuições de planejamento, operação, manutenção e recuperação de instalações militares; e

- encarregado, no Exército dos Estados Unidos, do gerenciamento do meio ambiente, em suas atribuições de assegurar a qualidade e a segurança ambientais do exército.

As pesquisas do USACERL podem, eventualmente, destinar-se ao apoio do pessoal de outras entidades governamentais ou da iniciativa privada, quando houver encomenda e financiamento de pesquisas específicas de interesse mútuo.

FORMAS DE ATUAÇÃO

Durante seus vinte anos de história, o USACERL tem utilizado uma abordagem inovadora para conduzir os seus trabalhos. Uma vez que uma necessidade específica do exército é identificada, busca-se uma tecnologia existente para suprir essa demanda. Se não existe tecnologia apropriada, os pesquisadores do USACERL começam o seu desenvolvimento, utilizando, com freqüência, pessoal e recursos dis-

poníveis na Universidade de Illinois e em outros centros de pesquisa de universidades norte-americanas.

O Laboratório é filiado à Universidade de Illinois, o que lhe dá a condição de obter vantagens similares à de qualquer órgão da própria Universidade.

Como curiosidade, e a título de exemplo recente de interação entre as duas instituições, pode-se citar as atividades de dois pesquisadores do Laboratório, uma brasileira e um colombiano, no desenvolvimento de programas de doutorado na Universidade de Illinois, enquanto funcionários do USACERL.

Conquanto não tenha ligação com o Laboratório, deve ser mencionada a presença de aproximadamente 50 militares cursando graduação e pós-graduação na Universidade de Illinois. No interior do campus há dependência que possuem, entre outras finalidades, a de permitir o treinamento militar periódico para os alunos militares. Estes circulam fardados, com naturalidade, no interior da Universidade e são alvo do respeito dos demais universitários.

O Laboratório mantém ligação com mais de 30 universidades norte-americanas, através do Sistema de Contrato de Encomenda de Tarefa.

A filosofia de pesquisa do USACERL resulta na obtenção de produtos, que ocasionam economia de investimentos. Uma auditoria independente sobre os trabalhos do Laboratório indicou que cada dólar gasto com

pesquisa produz uma média de 42 dólares em benefícios para o Exército dos Estados Unidos. A razão retorno/investimento para produtos individuais varia de 4:1 até 178:1.

O USACERL emprega o conceito inovador de centro de apoio, que tem a finalidade de prestar assistência aos usuários do exército e das outras forças singulares, na utilização dos produtos desenvolvidos pelo Laboratório. Os centros de apoio podem assistir, também, aos usuários civis no uso de tecnologia, através de cooperação típica de entidades privadas.

Os centros de apoio respondem indagações dos usuários através de telefone, conduzem cursos de treinamento, mantêm bancos de dados atualizados e publicam boletins técnicos.

O USACERL trabalha em estreito contato com os usuários do exército, buscando assegurar que as pesquisas resultem em produtos que respondam às necessidades de forma oportuna. São formados grupos de trabalho integrados por elementos do Laboratório e por usuários com objetivo de identificar problemas existentes e estabelecer as prioridades de pesquisa. Esses grupos fornecem *feedback* na fase de teste de avaliação dos produtos da pesquisa.

O USACERL possui intensa produção bibliográfica, que possibilita o trânsito de informações tanto entre os pesquisadores, quanto para o meio exterior, especialmente para os usuários.

As publicações típicas do Laboratório são: relatórios técnicos; relatórios especiais; artigos técnicos; boletins téc-

nicos periódicos; *fac sheets*;² e folhetos de propaganda.

RECURSOS HUMANOS, FINANCEIROS E MATERIAIS

A massa crítica do USACERL consiste de mais de 300 elementos permanentes, incluindo quatro oficiais do exército. Em relação à titulação, 30 pesquisadores possuem doutorado, e 70 possuem mestrado. Esse pessoal é suplementado, em regime de cooperação, por mais de 350 técnicos de alto nível da Universidade de Illinois.

A interação com outras universidades norte-americanas confere-lhe a possibilidade de contar com a influência dos melhores recursos humanos de outros centros de excelência, aumentando o potencial científico e tecnológico.

O orçamento anual do USACERL tem se situado, nos últimos anos, no patamar dos 50 milhões de dólares. Cerca de 30% desse montante são incluídos pelo Congresso Nacional no orçamento do exército. Os demais 70% são originários de empresas privadas e outras instituições governamentais, e destinam-se ao financiamento de pesquisas encomendadas por essas organizações.

Os principais recursos materiais de que dispõe o USACERL podem ser classificados em três grupos:

- Laboratórios e equipamentos

existentes em sua sede, tais como: Laboratório de Metalurgia e Solda; Laboratório de Pintura; Laboratório de Eletrônica; Laboratório de Corrosão; e Máquina de Teste de Choque Biaxial.³

• Laboratórios e equipamentos da Universidade de Illinois, aos quais os pesquisadores do USACERL tem completo acesso, tais como: Laboratório de Acústica; Laboratório de Química; Laboratório de Poluição do Ar; Laboratório de Inteligência Artificial; e Laboratório de Planejamento e Análise do Uso do Solo.

• Equipamentos de computação, distribuídos em todos os ambientes de trabalho do USACERL.

ORGANIZAÇÃO E ÁREAS DE PESQUISA

O USACERL está organizado em quatro divisões técnicas: Divisão de Engenharia e Materiais; Divisão de Sistemas de Meios; Divisão de Sistemas de Energia e Utilidades; e Divisão de Meio Ambiente.

O Laboratório possui centros de apoio situados no campus da Universidade de Illinois, com a finalidade de prestar assistência técnica aos usuários, na utilização dos produtos desenvolvidos por seus pesquisadores.

Nos itens que se seguem serão apresentadas a missão, a organização e as áreas de pesquisa de cada divisão e de suas equipes integrantes. Serão

2 Relatórios de pesquisas ou produtos, de uma a duas páginas, enunciando o problema, a tecnologia, o custo/benefício, o estágio atingido, e o elemento de contato sobre o assunto.

3 Para simular e avaliar os efeitos de terremotos e explosões em estruturas de edificações.

apresentados também os centros de apoio do USACERL.

Divisão de Engenharia e Materiais

A Divisão de Engenharia e Materiais conduz pesquisas buscando a evolução de tecnologias de obras militares e públicas nos campos dos materiais metálicos e não-metálicos, síntese e engenharia. O objetivo dessas pesquisas é a otimização dos vários aspectos relacionados com projeto, construção, operação, segurança física, manutenção e reparo de obras.

A redução dos custos envolvidos nos processos relacionados com obras é um dos aspectos primordiais nos encargos da Divisão.

O equacionamento do problema da redução de custos de manutenção inclui pesquisas relacionadas com novos materiais, inspeção e diagnóstico de edificações, tecnologia de controle de materiais e reabilitação de obras em recursos hídricos.

Adicionalmente, o custo de construção das novas obras militares e públicas exige mais inovações nas técnicas de fabricação, inspeção e seleção de materiais. O equacionamento do problema da redução de custos de construção inclui pesquisas relacionadas com técnicas avançadas de controle de qualidade, sistemas inteligentes aplicados à construção, processos de aceitação de novas tecnologias, segurança física integrada, seleção de materiais para aplicações corrosivas e técnicas para telhamento.

A Divisão de Engenharia e Materiais conduz também pesquisas em materiais especiais para apoiar o exército em suas necessidades de material leve, para montagem de instalações de campanha. As tecnologias que estão sendo pesquisadas incluem estruturas facilmente transportáveis e montáveis; metodologias para estruturas de vão extenso (*Large Space Structures — LSS*) e construção em superfícies extraterrestres.

As áreas básicas de P&D na Divisão de Engenharia e Materiais são: sistemas de gerenciamento de instalações; controle de corrosão; controle de qualidade/garantia de qualidade; materiais; tecnologia eletromagnética; segurança física; sistemas inteligentes; engenharia de estruturas; estruturas rapidamente montáveis; estruturas de vão extenso/construções espaciais; tecnologia de pintura; e tecnologia de solda.

O Programa de Engenharia e Materiais está sendo levado a efeito por seis equipes técnicas: Equipe de Tecnologia de Construção e Manutenção; Equipe de Corrosão; Equipe de Tecnologias Eletromagnéticas; Equipe de Engenharia Estrutural; Equipe de Metalurgia e Garantia da Qualidade; e Equipe de Engenharia Espacial.

Divisão de Sistemas de Meios

A Divisão de Sistemas de Meios conduz pesquisas objetivando melhorar o planejamento, a programação, o projeto, a construção, o gerenciamento e o uso das edificações e instalações militares.

No Exército dos Estados Unidos, a aprovação para a construção de um aquartelamento leva um mínimo de três anos. Durante esse tempo, ocorre um complexo processo de planejamento, justificação, aprovação, projeto e obtenção dos recursos, envolvendo desde a Diretoria de Engenharia e Habitação (em estreito contato com os usuários) até funcionários do Congresso.

A construção do aquartelamento leva de 1 a 5 anos, dependendo do tamanho do projeto. Após a conclusão, segue-se um longo período de utilização, que dura até o ponto em que o aquartelamento se torna física ou funcionalmente obsoleto.

A realização de pesquisas nessa Divisão envolve todo o ciclo de vida do aquartelamento.

Na fase de projeto, estabelece-se como meta a otimização da funcionalidade e dos níveis de conforto, com a redução de dispêndios na construção.

No período de utilização, os aquartelamentos podem ser revitalizados e modernizados, com o imprescindível concurso de novas tecnologias.

As pesquisas na Divisão de Sistemas de Meios visam sobretudo à melhoria do gerenciamento da tomada de decisão relacionada com os aspectos arquitetônicos e de engenharia, de forma a assegurar que a edificação preencha inteiramente os requisitos exigidos pela missão da Organização Militar.

Na definição das metas da Divisão, os seguintes aspectos são levados em conta: a facilidade de manutenção e operação; a incorporação de tecnologias estado-da-arte; a flexibilidade no

projeto para permitir mudanças; o aumento de produtividade e orgulho de permanecer no trabalho, em face do ambiente agradável proporcionado por aspectos construtivos; e o atendimento rigoroso a prescrições ambientais.

As pesquisas da Divisão de Sistemas de Meios englobam a aquisição de conhecimento e informação; o desenvolvimento de modelos; e a integração das novas tecnologias à instituição.

A Divisão conduz também pesquisa em planejamento, projeto, gerenciamento e administração (com intensiva utilização de recursos de informática) relacionados com as missões de construção de obras no teatro-de-operações, afeitas às unidades do Comando de Engenharia, do nível companhia ao nível QG de Grandes Comandos. Deve ser ressaltada a conscientização no âmbito da comunidade de engenharia e arquitetura, de que a pesquisa é um multiplicador de produtividade e qualidade.

As áreas básicas de P&D na Divisão de Sistemas de Meios são: planejamento automatizado; informações básicas para projetos; projeto assistido por computador (*Computer Aided Design* — CAD); previsão tecnológica voltada para edificações; gerenciamento de construção; gerenciamento de utilização de aquartelamentos; preservação e modernização de aquartelamentos; modelagem e simulação (localização x facilidades, dados x sistemas, processos x operações); inteligência artificial (sistemas especialistas e sistemas de apoio à decisão); treinamento e instrução assistidos por com-

putador; armazenamento e recuperação de informações automatizadas; e aquisição, representação e apresentação de conhecimento automatizado.

O programa de pesquisa da Divisão de Sistemas de Meios é levado a efeito por seis equipes técnicas: Equipe de Gerenciamento e Projeto de Arquitetura; Equipe de Gerenciamento da Construção; Equipe de Gerenciamento de Construção no Teatro-de-Operações; Equipe de Análise de Programas Militares; Equipe de Gerenciamento do Patrimônio; e Equipe de Gerenciamento e Integração do Conhecimento.

Divisão de Sistemas de Energia e Utilidades

A Divisão de Sistemas de Energia e Utilidades conduz pesquisas objetivando a redução do consumo e dos dispêndios com energia.

A Divisão tem desenvolvido métodos e procedimentos de análise do abastecimento de energia nas edificações, usando técnicas manuais e automatizadas, e métodos de conservação de energia em todas as fases da construção de obras militares.

A busca de solução para redução dos dispêndios com consumo de energia — cuja ordem de grandeza é um bilhão de dólares por ano — levou a uma intensificação das pesquisas nos últimos cinco anos.

As pesquisas desenvolvidas pela Divisão originaram diversos produtos, dentre os quais podem ser citados:

Sistema BLAST⁴

É um conjunto de programas de computador com o objetivo de analisar o consumo e o custo de energia em edificações. O sistema BLAST tem a possibilidade de investigar o desempenho de alternativas de projetos para aquartelamentos novos ou existentes, de qualquer tamanho ou tipo.

O sistema BLAST possui três componentes principais:

- Subprograma de Previsão de Carga, com a finalidade de simular a carga de hora em hora, a partir de dados meteorológicos e de entradas do usuário baseados em aspectos operacionais e construtivos da edificação;

- Subprograma de Simulação do Sistema de Distribuição de Ar, com o objetivo de calcular a demanda de energia devida aos sistemas de aquecimento e refrigeração; e

- Subprograma de Simulação da Usina Central, com a finalidade de simular sistemas de geração local, sistemas de captação solar, aquecedores e refrigeradores, e de calcular o consumo anual e mensal de energia elétrica e de combustíveis.

Recomendações sobre sistemas de iluminação

Trata-se de uma coletânea de especificações técnicas, orçamentos estimativos de equipamentos e instruções

4 Sigla, em inglês, de Análise de Carga e Sistemas Termodinâmicos em Edificações.

para execução da substituição de equipamentos de iluminação.

A pesquisa que deu origem a essa coletânea incluiu fontes de luz de alta eficiência, projetos de luminárias e equipamentos de controle de iluminação. Incluiu também a montagem de um laboratório de iluminação com a finalidade específica de executar testes e avaliações dos equipamentos sob pesquisa.

Programa SOLFEAS⁵

É um programa de computador que permite avaliar a viabilidade econômica de um sistema de captação de energia solar.

O programa SOLFEAS possibilita a obtenção da relação custo/benefício de equipamentos de energia solar voltados para as seguintes aplicações: aquecimento de água, aquecimento de ambiente edificado, e aquecimento combinado de água e do ambiente.

Programa LCCID⁶

É um programa de computador com a finalidade de executar estudo econômico, relacionado com a solução ótima na instalação de um sistema de abastecimento de energia.

A abordagem básica do LCCID é o condicionamento das alternativas em estudo aos critérios estabelecidos em

cada uma das três forças singulares dos Estados Unidos — exército, força aérea e marinha.

Manual Técnico para HVAC⁷

Esse documento prevê a especificação para projetos, aquisição e instalação de sistemas de controle (painéis e quadros de energia) para equipamentos de HVAC.

As pesquisas desenvolvidas pela Divisão mostraram que a associação de estratégias eficientes de controle com equipamentos de medição, proteção e controle precisos e confiáveis elevam o potencial de redução do consumo em até 25 por cento, no que diz respeito aos custos de energia para refrigeração e aquecimento.

A dimensão da importância conferida às pesquisas na área de energia pode ser avaliada também pela produção bibliográfica dessa Divisão. Entre 1985 e 1991, seus pesquisadores produziram 72 trabalhos escritos (artigos, relatórios técnicos e relatórios especiais) voltados para equipamentos, técnicas, metodologias e sistemas computacionais visando à redução do consumo de energia.

As áreas básicas de P&D na Divisão de Sistemas de Energia e Utilidades são: sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado; usinas centrais de calor; tecnologias de combustão de lixo sólido; tecnologias elé-

5 Sigla, em inglês, de Estudo de Viabilidade em Sistema de Energia Solar.

6 Sigla, em inglês, de Custo do Ciclo de Vida em Projetos.

7 Sigla, em inglês, de Aquecimento, Ventilação e Condicionamento de Ar.

ricas; fontes de energia renovável e não-convencional; e projetos de sistemas de energia e teste de aceitação.

O Programa de Pesquisas em Sistemas de Energia é desenvolvido por cinco equipes técnicas: Equipe de Tecnologias de Conservação de Energia; Equipe de Sistemas Combustíveis e Energia; Equipe de Tecnologias Elétricas; Equipe de Gerenciamento de Projetos; e Equipe de Tecnologias de Energias Alternativas.

Divisão de Meio Ambiente

A Divisão de Meio Ambiente conduz pesquisas que objetivam a preservação e a reconstituição ambientais, particularmente na interação das atividades militares com o meio ambiente.

Os objetivos globais da Divisão são:

- reduzir o custo do atendimento às exigências legais relacionadas com o meio ambiente;
- prover alternativas para que as missões do exército (particularmente treinamento, aprestamento e mobilização) não sejam prejudicadas por questões ambientais;
- fornecer tecnologias apropriadas sustentáveis;
- fomentar a transferência de tecnologia e o treinamento de sua utilização; e
- fornecer tecnologias e mecanismos para atender à Ordem Executiva do Presidente atribuindo ao exército missão de proteger, preservar e melhorar a qualidade ambiental e o sistema de apoio à vida.

As pesquisas da Divisão foram iniciadas em 1971 e colocaram o exército na condição de pioneiro na preservação ambiental naquele país. Com o passar dos anos, muitos cientistas da Divisão de Meio Ambiente receberam o reconhecimento nacional e internacional por suas contribuições para o exército e para a Nação.

As áreas básicas de P&D em questões ambientais são: o gerenciamento e mitigação de ruídos; o gerenciamento de treinamento; o gerenciamento de lixos perigosos; a redução da poluição; e sistemas e tecnologias voltados para o atendimento de prescrições ambientais.

O Programa de Pesquisas Ambientais é desenvolvido por nove equipes: Equipe de Acústica; Equipe de Recursos Ambientais; Equipe de Apoio ao Treinamento; Equipe de Modelagem e Simulação; Equipe de Engenharia Ambiental; Equipe de Gerenciamento da Qualidade da Água; Equipe de Resíduos Perigosos; e Equipe de Manutenção de Veículos e Redução da Poluição.

Centros de Apoio

O USACERL possui os seguintes centros de apoio:

- Centro de Apoio de Análise de Energia e de Sistemas Termodinâmicos de Edificações, com a finalidade de executar previsão do consumo de energia, análise de desempenho de sistemas de energia e análise de custos;
- Centro de Apoio à Automação, com a finalidade de fornecer assistên-

cia técnica à Diretoria de Engenharia e Habitação na utilização de cerca de 30 configurações de *hardware* e *software* de microcomputadores;

- Centro de Tecnologia de Solda, com a finalidade de prestar assistência na seleção de material, análise de falhas, implementação de testes e execução de inspeção de campo, relacionadas com soldagem em edificações;

- Laboratório de Sistemas de Informações Geográficas, com a finalidade de apoiar a utilização do sistema de processamento de imagem GRASS, que integra dados geográficos, modela informações de recursos terrestres e analisa impactos ambientais; e

- Centro de Apoio MicroPAVER, ROOFER e RAILER, com a finalidade de prestar assistência na utilização de sistemas de gerenciamento de manutenção e recuperação de superfícies pavimentadas, rufos betuminosos e rodovias.

CONCLUSÕES

Pesquisas em Engenharia de Construção

A existência do USACERL no seio do Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos constitui-se em solução diferente da adotada em nosso exército e deve ser considerada e avaliada.

A pesquisa no Exército dos Estados Unidos é descentralizada, cabendo ao Corpo de Engenharia gerenciar o desenvolvimento de tecnologia de seu interesse.

Da análise dos programas de pesquisa das divisões do USACERL, verifica-se que suas atividades estão voltadas para a atividade-fim do Corpo de Engenheiros, no que diz respeito à construção de aquartelamentos e construções em teatro-de-operações.

Outro aspecto relevante é que produtos das pesquisas desenvolvidas são intensamente voltados para os usuários, no que concerne à manutenção e recuperação de aquartelamentos.

Em conseqüência, as atividades desenvolvidas em centros de estudo e laboratórios se revestem de elevado cunho prático, evitando a dissociação, por vezes considerada normal, entre o ramo técnico-científico e o ramo operacional.

A esse respeito, merece destaque o fato de que a pesquisa relacionada com o gerenciamento automatizado de um banco de dados de projetos de construções no teatro-de-operações — incluindo os projetos de construção implementados na Operação Tempetade no Deserto, no Iraque, em 1991 — é feita por uma pesquisadora civil.

Recursos humanos, financeiros e materiais

O USACERL, além de abrigar técnicos de elevada capacidade, interage com os principais centros de excelência da estrutura universitária norte-americana. Decorrem daí benefícios para sua massa crítica que se refletem no trabalho desenvolvido no Laboratório e no produto final colocado à disposição dos usuários.

O recebimento de 70% de recursos financeiros de outras fontes, que não o orçamento do exército, amplia a capacidade operativa do Laboratório, em relação às necessidades da instituição militar, especialmente porque a maior parte das pesquisas financiadas com esses recursos são aplicáveis às atividades-fim do Corpo de Engenheiros.

O mesmo raciocínio é válido no que diz respeito à utilização dos recursos materiais da Universidade de Illinois.

Na utilização de recursos computacionais, deve ser ressaltado que a totalidade das pesquisas são executadas com o apoio do computador, a maioria dos produtos das pesquisas é implementado através do computador, e que em todas as Divisões estão sendo desenvolvidos sistemas com técnicas de inteligência artificial.

Não é demais asseverar que a utilização de recursos de informática é intensa e, principalmente, eficaz, na medida em que até rotineiras vistorias para recuperações em aquartelamentos estão sendo feitas com sistemas informatizados produzidos pelo USACERL.

Interação com o usuário

O estabelecimento de meios para interagir com o usuário é uma característica marcante do USACERL.

A formação de grupos de trabalho, incluindo o usuário, é a forma usual de determinar necessidades em pesquisas, caracterizar prioridades e colher *feedback* nas etapas avançadas de desenvolvimento tecnológico.

A criação dos centros de apoio, com a finalidade básica de prestar assistência ao usuário, é solução inovadora e de grande efetividade no sentido de aproximar o Laboratório dos destinatários de seus produtos.

A produção de copiosa bibliografia técnica, com divulgação tão ampla quanto possível, é outro mecanismo com que o USACERL procura atingir o seu público-alvo.

Finalmente, uma variada gama de produtos, com aplicação corrente nos aquartelamentos, se constitui em veículo poderoso para transmitir a mensagem do Laboratório e, sobretudo, conferir-lhe credibilidade.

Interação com a universidade

Em sua criação, em 1969, a decisão para a localização do USACERL levou em conta a excelência dos recursos humanos e materiais da Universidade de Illinois. A sua filiação a essa instituição acadêmica e a efetiva colaboração desenvolvida, somados ao apoio buscado em outros centros de pesquisa de alto nível, são fatores determinantes dos êxitos alcançados até o presente.

Deve ser ressaltada, também, a percepção da inexistência de preconceitos e áreas de atrito no relacionamento entre militares e civis, tanto no plano pessoal, quanto no que concerne à importância de suas missões institucionais. Essa avaliação parece igualmente subsistir na interação entre nacionais e estrangeiros, conforme atesta a presença, entre outros, de brasileiro, colombiano,

argentino e chinês trabalhando em projetos comuns do USACERL e Universidade.

Mecanismos de avaliação

O USACERL estabeleceu uma sistemática permanente para avaliar a relação custo/benefício, através de auditoria externa e independente.

O resultado obtido⁸ constitui-se em atestado de eficiência e eficácia da organização e garantia da manutenção do aporte de recursos, no mínimo, nos níveis atuais.

Há também que considerar a relação de causa e efeito entre esse resultado e outras tendências inferidas da análise das atividades do Laboratório, tais como o estabelecimento e revisão periódica de metodologias, a padronização e normalização, a avaliação continuada de processos, sistemáticas e dos próprios produtos, o mecanismo de controle e garantia da qualidade, e a busca da excelência (como lema do Corpo de Engenheiros).

Pesquisas objetivando a redução do consumo de energia

A redução dos dispêndios com serviços é preocupação também no seio do Exército dos Estados Unidos. Essa redução passa necessariamente pela redução do consumo de energia, cujo dispêndio anual atinge 1 bilhão de dólares.

Deve ser assinalada a consciência de que, afora medidas de caráter administrativo para sistematização e racionalização do consumo, a pesquisa envolvendo todas as etapas do processo de utilização de energia é medida fundamental para atingir os objetivos desejados.

Pesquisas sobre preservação ambiental

A legislação norte-americana tem se tornado cada vez mais rígida nas questões ambientais, particularmente em relação a atividades que interferem com o solo e a água, com níveis de ruído, e com a vida de animais e aves silvestres.⁹

As pesquisas realizadas no USACERL se inserem no contexto de prioridade que o Exército dos Estados Unidos e o Corpo de Engenheiros atribuem à preservação ambiental.

Assim, uma das quatro divisões do Laboratório, a Divisão de Meio Ambiente, está inteiramente voltada para a preservação ambiental.

A importância conferida a essa questão pode ser medida pelos resultados alcançados. Os pesquisadores do USACERL possuem prestígio nacional e internacional por suas contribuições à ciência nessa área. Mais de cinquenta produtos desenvolvidos no Laboratório estão sendo utilizados no exército e têm colaborado para alterações de procedimentos em atividades

8 Retorno médio de 42 dólares para cada dólar investido.

9 Exemplos típicos: obras militares e públicas, instrução de tiro e deslocamento de veículos.

des, tais como: execução de obras militares e públicas, treinamento militar, gerenciamento da obtenção e do consumo de água por grandes comandos logísticos, e manuseio e transporte de substâncias perigosas.

Áreas de interesse para a Engenharia de Construção do Exército Brasileiro

As pesquisas realizadas no USACERL são intensamente voltadas para o planejamento, projeto, construção, manutenção e recuperação de obras militares e apresentam interesse para a nossa Engenharia de Construção e, particularmente, para os engenheiros militares de fortificação e construção e de eletricidade.

As áreas de interesse para a Engenharia de Construção do Exército Brasileiro são, no âmbito do USACERL, as seguintes:

- Na Divisão de Sistemas de Meios: o planejamento automatizado de obras; o projeto assistido por computador; o gerenciamento da construção; a preservação e modernização de quartelamentos; e a modelagem e simulação visando à otimização de procedimentos;

- Na Divisão de Sistemas de Energia e Utilidades: a garantia de qualidade em sistemas de energia; a conservação de energia em quartelamentos; a integração de CAD com disciplinas de engenharia; e o planejamento integrado e automatizado de energia elétrica;

- Na Divisão de Engenharia e Ma-

- teriais: a inspeção estrutural de edificações; os conceitos avançados em estruturas de fortificações e paióis; os sistemas computacionais para avaliação, diagnóstico e recomendação de solução em edificações;

- Na Divisão de Meio Ambiente: a avaliação do estado e tendências das condições de áreas de treinamento do Exército; a análise de perfis e modelos para obras militares e públicas em sistemas de previsão de impacto ambiental; os processos e tecnologias hidráulicas para instalações militares; e as estratégias de gerenciamento ambiental dos quartelamentos.

Vantagem comparativa de nosso Exército

Cumprindo, finalmente, destacar que o Exército dos Estados Unidos, ao decidir pela execução de pesquisa, no campo da engenharia de construção, através de um órgão específico com essa finalidade, buscou um centro de excelência para, em suas proximidades, instalar a base física que abrigaria o Laboratório em questão.

Nesse sentido, o Exército Brasileiro apresenta uma certa vantagem na hipótese de intensificação de esforços em pesquisa e desenvolvimento de tecnologia voltados para a execução de obras militares, tendo em vista contar, em sua estrutura organizacional, com tradicional instituição de formação de massa crítica — o Instituto Militar de Engenharia (IME).

Essa circunstância favorável pode permitir a busca da redução de dispên-

dios, particularmente com a execução, manutenção e recuperação de obras militares, e com o pagamento de energia elétrica. Tal intento requereria medidas preliminares tais como:

- o aumento do efetivo admitido anualmente no IME, nas especialidades de Fortificação e Construção e Eletricidade;

- a estreita interação entre os setores de execução de obras militares e os setores de formação, visando a canalizar a produção de parcela dos trabalhos de graduandos e pós-graduandos das especialidades mencionadas, para as atividades de obras militares; e

- o estabelecimento de mecanismos de avaliação e controle da relação custo/benefício dos investimentos realizados.

Dessa forma, poder-se-ia lançar as bases para a criação futura de um Laboratório voltado estritamente para a pesquisa em engenharia de construção,

com o objetivo de permitir ao Exército Brasileiro utilizar tecnologias estado-da-arte e de buscar a redução dos dispêndios na execução de obras militares.

BIBLIOGRAFIA

- Departamento de Engenharia e Comunicações. *Relatório do Estágio sobre Gerenciamento de Obras de Cooperação e Obras Militares no Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos*. DEC, Brasília/DF, Dez/91.
- Construction Engineering Research Laboratory, *Engineering and Materials Division*. USACERL, Champaign/Illinois, Jan/91.
- Construction Engineering Research Laboratory. *Environmental Division — Organization and Research Area Descriptions*. USACERL, Champaign/Illinois, Nov/90.
- Construction Engineering Research Laboratory. *Facility Systems Divisions Overview*. USACERL, Champaign/Illinois, Jul/91.
- Construction Engineering Research Laboratory. *Overview of Energy & Utility Systems Division*. USACERL, Champaign/Illinois, Abr/91.

Cel QEM/CDEM RUBENS SILVEIRA BROCHADO — Possui os cursos de Material Bélico da Academia Militar das Agulhas Negras (1968), graduação em Engenharia Elétrica pelo Instituto Militar de Engenharia (1977) e de Direção para Engenheiros Militares da Escola de Comando e Estado-Maior do Exército (1987). É o atual Chefe da Comissão Regional de Obras da 11ª Região Militar — CRO/11 (Brasília).



Ten Cel QEM/CDEM ALÉSSIO RIBEIRO SOUTO — Possui os cursos de Material Bélico da Academia Militar das Agulhas Negras (1972), graduação em Engenharia Elétrica (1980) e mestrado em Engenharia de Sistemas (1987) pelo Instituto Militar de Engenharia, e o Curso de Direção para Engenheiros Militares da Escola de Comando e Estado-Maior do Exército (1989). Serve, atualmente, na Diretoria de Obras Militares (Brasília).