

# Tecnologia

## Demolição controlada com emprego de robôs

Redação: Gisele Cichinelli

Edição 196-Julho/2013

### Gilberto Giassetti

diretor comercial da Porto Seguro Cortes e Furos: [gilberto@pscortesefuros.com.br](mailto:gilberto@pscortesefuros.com.br)

Aumentar a produtividade, reduzir cronogramas e gerar menor volume de resíduos são alguns dos benefícios possíveis com o uso de robôs de demolição. Leves e compactos, esses equipamentos apresentam grande mobilidade, podendo até mesmo subir escadas e entrar em elevadores e plataformas, o que os torna uma das tecnologias mais indicadas para obras com restrições de acesso. A chamada demolição controlada, como é conhecido o serviço executado com a tecnologia, também é uma opção em situações em que os horários de execução do serviço são limitados e em obras com prazos de execução reduzidos. Nos segmentos industrial e comercial, vale lembrar, o serviço é frequentemente requisitado em espaços confinados e ambientes com concentração de substâncias tóxicas, altas temperaturas e ausência de oxigênio.

Fatores ambientais, como restrições a impactos, ruídos e vibrações, também têm sido determinantes para a recente expansão da tecnologia na construção civil. Além de reduzir a poluição sonora, o impacto ambiental causado por esse tipo de demolição é menor quando comparado ao método convencional, já que o equipamento minimiza sensivelmente a geração de poeira.

Embora seja um serviço especializado, muitas vezes utilizado em projetos grandes e complexos, o recurso da demolição controlada tem sido cada vez mais solicitado em obras menores e rápidas. Nessas situações, evita danos às estruturas remanescentes ao minimizar o impacto nesses elementos - bem como os ruídos e volume de entulhos gerados -, o que torna o serviço bastante atraente para obras localizadas em grandes centros urbanos.

Entre as vantagens da adoção desse método, podem ser citados:

- Mobilidade e praticidade: os robôs são leves e pequenos, e podem subir e descer escadas. Podem também ser transportados em elevadores e plataformas;
- Precisão: o serviço é realizado sem danos às estruturas remanescentes das construções;
- Produtividade: apesar de serem leves e pequenos, são ferramentas muito poderosas e o serviço é realizado de modo mais prático, rápido e ágil;
- Maior alcance: há equipamentos de diferentes tamanhos, com lanças mais articuladas e mesas que giram 360°, o que permite que os robôs cheguem a áreas de difícil acesso;
- Menor nível de ruído comparado aos equipamentos convencionais, pois possuem motores elétricos e possibilidade de uso de ferramentas sem impacto;
- Segurança: a operação dos robôs é remota, via rádio ou cabo, o que aumenta a segurança para o

operador;

- Respeito ao meio ambiente: robôs otimizam o serviço, com menos pó, ruído e emissão de poluentes.

Tabela 1 – EXEMPLOS DE MODELOS E CARACTERÍSTICAS DE ROBÔS DE DEMOLIÇÃO

Modelo	Peso (kg)	Largura mínima (mm)	Altura mínima (mm)	Potência do motor (kW)	Alcance vertical (m)	Alcance horizontal (m)
Modelo A	980	780	1.210	11	4,3	3,7
Modelo B	1.930	800	1.392	18,5	4,9	4,5
Modelo C	4.800	1.500	1.722	30	7,1	6,7

### Características técnicas

No mercado, existem robôs de diferentes modelos e potências, conforme mostram, a título de referência, a tabela 1 e a figura 3. As características do local onde o serviço será realizado condicionam tamanho, peso e potências do robô a ser especificado. A escolha deve levar em conta, entre outras variáveis, a existência de espaços confinados e restrição de acesso ou sobrecarga no local.



Figura 1- Vista geral do robô demolidor

Basicamente, os robôs são compostos por três partes principais: a "lagarta", que é a base responsável pelo seu deslocamento, a mesa, parte que congrega o corpo do equipamento, e a lança, em geral com duas articulações, em cuja extremidade são acoplados diferentes acessórios durante a execução dos serviços. As mesas podem girar 360°, o que evita o deslocamento físico do equipamento e permite grande alcance da lança.

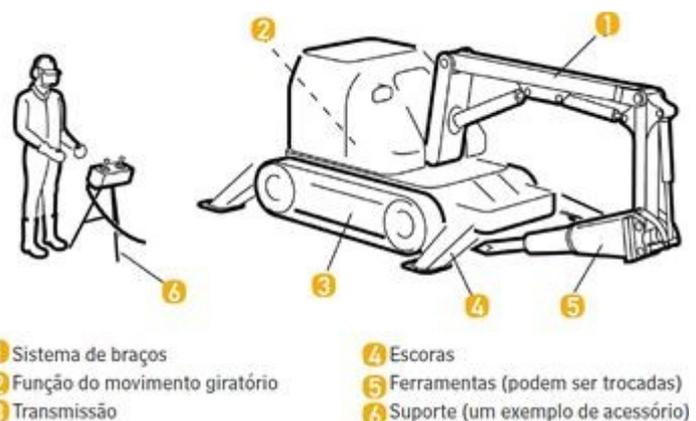


Figura 2- Partes básicas do equipamento

Os equipamentos existentes no mercado, em geral, podem ser controlados remotamente via cabo ou rádio. Apesar de o controle de comando ser o mesmo, em 90% dos casos opta-se pelo uso via rádio devido à comodidade e à praticidade. Locais muito confinados ou com muita interferência de corrente elétrica exigem o uso do cabo.

## Acessórios

Os acessórios acoplados aos robôs são escolhidos de acordo com cada serviço e local, mas, em geral, são compostos por:

- Martelo rompedor: ferramenta de demolição por impacto;
- Mandíbula: realiza a demolição por meio de sua "mordida", como uma pinça;
- Escova giratória: usada principalmente para a limpeza do material mais duro;
- Concha: usada para escavar e movimentar material demolido.

## Condições de uso e desempenho

Em geral, a análise das condições da obra é realizada em visita técnica pela equipe de demolição. O ideal é solicitar, quando possível, informações sobre o local, plantas e projetos. A existência de projetos de demolição, vale ressaltar, é rara. E, mesmo que apresente a demarcação exata da área a ser demolida, nem sempre traz os detalhamentos de cada estrutura que irá ser demolida ou observa as interferências existentes, como presença de tubulação, rede elétrica, caixilhos etc.

## Cuidados de projeto

O uso do maior equipamento possível em cada obra, em geral, aumenta a agilidade e eficiência do serviço. Entretanto, essa escolha precisa levar em conta as condições do local. Um equipamento de grande porte, por exemplo, não é indicado para andares altos, pois nessas situações é preciso evitar qualquer tipo de risco à estrutura que não será demolida. Espaços como shopping centers, por exemplo, devem eleger equipamentos de médio a pequeno porte. O respeito às dimensões da máquina, entretanto, nem sempre tem sido observado com rigor. Para evitar que isso ocorra, é imprescindível detalhar as atividades de demolição, conhecer a equipe responsável, analisar seu histórico, sua experiência e certificar-se que ela esteja atenta aos requisitos máximos de segurança e planejamento.

## Planejamento

Um planejamento correto do trabalho começa com a escolha do equipamento e das ferramentas a serem usadas, permitindo uma obra sem interrupções e com fluxo contínuo de saída de material demolido.

Também devem ser levadas em consideração as limitações de espaço onde o serviço será executado e as normas de segurança específicas locais. É importante mencionar que, em muitos casos, demanda-se mais tempo para atender às questões de documentação dos funcionários e

equipamentos do que com a execução dos trabalhos. Por isso, devem-se estabelecer com clareza as responsabilidades pela obtenção das licenças de demolição e pelas providências de sinalização e proteções mecânicas, quando forem necessárias na obra.



**Figura 3-** Os robôs podem ser utilizados com diferentes ferramentas. Neste caso, o robô usa uma mandíbula

Além de especificar os detalhes da obra, a visita técnica que antecede o início do serviço serve também para facilitar o planejamento logístico do processo. Essa etapa, em geral, é bem simples: com a observação do local, é possível definir a melhor forma de acesso do robô. A única condição exigida é que haja energia elétrica para o deslocamento do equipamento até o local exato da demolição. Caso a obra se prolongue por vários dias, é necessário que haja espaço para o armazenamento do equipamento no local da obra ao fim de

### Operação

A operação do robô é feita por apenas uma pessoa, que deve ser qualificada e treinada para essa função. O número total da equipe numa obra irá depender do número de robôs em atividade. Cabe ao operador do robô determinar o ritmo de execução do trabalho e realizar a checagem diária do equipamento. Em alguns casos, pode ser necessária a presença de um ajudante para o operador. Caberá ao ajudante auxiliar no deslocamento do cabo elétrico de alimentação do robô, remover as interferências, cortar ferragens e oferecer apoio na observação da estrutura a ser demolida.



Figura 4 - Robô também pode fazer demolição com um rompedor

A produtividade do serviço de demolição depende essencialmente do perfil de cada obra, seu local e estado dos componentes construtivos. Quando comparado a equipamentos convencionais de mesmo tamanho (como máquinas convencionais de demolição com motores a diesel e ferramentas convencionais como rompedores), porém, foi verificado que a produção dos robôs é de 70% a 100% maior.

### Normas técnicas

Ainda não existe nenhuma norma específica para a demolição. No entanto, dentro do segmento da construção civil, existem várias atividades que têm normas a serem seguidas e que fazem parte do processo de demolição. Dentre elas, as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) sobre escoramento de estruturas, andaimes, plataformas e outras normas ambientais que devem sempre ser seguidas e que dependem de legislação específica de cada local e do material a ser removido da obra.



Figura 5 - Robô equipado com concha

## EPIs

Por se tratar de operação remota, a demolição controlada é bastante segura para o operador. Mesmo assim, ele deve se apoiar no uso dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) comuns às obras tradicionais da construção civil, tais como: óculos de segurança, luva de pano, protetor auricular, botina de segurança com bico, capacete de segurança com jugular e cinto de segurança completo (quando necessário).



Figura 6- Demolição controlada de estrutura de concreto com robô operado via cabo

## Condições locais

Os cuidados na execução dos trabalhos devem começar já na fase de orçamento e planejamento. É nessa hora que cada envolvido precisa tomar conhecimento das providências necessárias para o bom andamento dos serviços. Devem ser observadas e respeitadas as seguintes condições:

- Requisitos relativos à saúde e à segurança no trabalho e meio ambiente, com delimitação, isolamento e identificação das áreas de trabalho e demais procedimentos;
- Requisitos práticos como documentação e permissão de entrada dos operadores no local da obra;
- Existência de ponto de tomada de energia elétrica trifásica 220 V, com chave de proteção, desde a descarga do veículo até o local previsto dos serviços. O comprimento do cabo fornecido é de 20 m;
- Programação dos serviços a serem executados com antecedência, de modo que não provoquem atrasos no início dos trabalhos ou durante a execução da demolição;
- Preparo da área de trabalho, deixando-a livre e desimpedida e com iluminação suficiente;
- Fornecimento, montagem e desmontagem de andaimes e escoramentos quando necessário, conforme NR-18;
- Reserva de local seguro para guardar os equipamentos.

Em geral, essas condições estão a cargo do contratante.

## Condições da estrutura

O elemento a ser demolido deve passar por uma análise precisa, a fim de levantar dados como dureza, taxa de armação, tipo de agregado etc. Existe, inclusive, um formulário específico para essa etapa, detalhando cada estrutura a ser demolida (pilar, viga, laje, entre outros elementos) e suas dimensões, material e quantidade de cada item. Também é necessário avaliar a condição prévia da estrutura a ser demolida, verificando, por exemplo, se ela já apresenta trincas, ferragem exposta ou algum indício de desabamento. Se a estrutura estiver em más condições, o contratante deve tomar as providências para estabilizar a estrutura antes do início da demolição e ainda conferir se houve a realização da inertização de redes de água, esgoto e energia (e outras, quando houver) para garantir a segurança da obra e evitar possíveis acidentes. Também devem ser investigadas previamente as condições de acesso ao local da obra para os equipamentos e profissionais que irão realizar o serviço (existência ou necessidade de escadas, andaimes etc.), bem como as condições de trabalho (horário de execução do serviço, restrições específicas etc.).

## Prazos

Antes do início da demolição, é sempre recomendado que haja uma reunião com os envolvidos na tarefa para que todos fiquem informados sobre os objetivos e prazos planejados. Existe uma diversidade muito grande nos serviços de demolição e, portanto, é muito difícil que se chegue a uma descrição detalhada e padronizada para todos os procedimentos. As informações fornecidas sobre as estruturas a serem demolidas tendem a ser superficiais e baseadas quase sempre na observação do local a ser demolido, o que dificulta o planejamento do trabalho. Por isso, é de suma importância que haja uma visita técnica ao local por um técnico ligado à equipe de demolição.

## Procedimento executivo

### Preparação do local

Antes de executar o serviço, é preciso certificar-se de que o local está limpo e acessível. Pequenos itens, como vidros e batentes, entre outros, devem ser previamente retirados. Também é preciso tornar a área inerte, bloqueando tubulações e redes elétricas, proteger os equipamentos que permanecerão no local, marcar e isolar a área a ser demolida, seja somente com sinalização ou com barreira mecânica (com o uso de tapumes, por exemplo).



Figura 7 - Robô pode ser usado em áreas confinadas



Figura 9 - Robô usado na demolição de túnel de co



Figura 8 - A demarcação da área, seja com barreira sinalizadora ou mecânica, deve anteceder o início dos trabalhos



Figura 10 - Robôs chegam ao local da demolição mesmo em terrenos íngremes

### Operação do robô

Com essas providências tomadas, os robôs estarão liberados para a execução desse serviço. Não existe uma descrição específica de como fazer o trabalho. Boa parte depende do bom senso do operador. Caso ele não se sinta seguro para executar uma determinada tarefa, a recomendação é avaliar e providenciar soluções antes de prosseguir com o serviço.

### Durante a execução

Devem-se fazer verificações diárias do equipamento e solicitar manutenção em caso de qualquer anormalidade. Também é recomendado verificar constantemente a estrutura que está em processo de demolição, checando sua integridade, assim como o estado das estruturas auxiliares de apoio, como escoramentos, andaimes, linha de abastecimento de energia e sinalização da obra.

### Pós-execução

Finalizado o serviço, realizar a limpeza e a remoção do entulho, encaminhando o material para locais

adequados, onde serão separados, reciclados e reaproveitados. O ideal é haver um termo de encerramento da obra, no qual o contratante possa atestar o final dos trabalhos e também sua concordância com as medições elaboradas, confirmando que o escopo foi atendido em sua totalidade.

### **Resíduos**

Os resíduos gerados no serviço jamais devem ser destinados a aterros de resíduos domiciliares, áreas de bota-fora, encostas, lotes vagos e em áreas protegidas por lei. A destinação deve ser feita a Áreas de Transbordo e Triagem (ATTs), de acordo com a classificação dos resíduos e em atendimento à resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama).

### **Manutenção dos equipamentos**

#### **Recomendações para preservação equipamento:**

- Lubrificação diária das articulações da máquina;
- Operação por profissional habilitado;
- Uso do equipamento dentro de sua capacidade.

#### **Recomendações de manutenção de médio e longo prazo:**

- Substituição de óleo hidráulico e filtros, conforme recomendação do fabricante;
- Checagem periódica de seus componentes.

#### **Principais agentes que afetam a vida útil do sistema:**

- Negligência dos dois itens anteriores;
- Uso inadequado do equipamento;
- Uso dos equipamentos em locais com rede elétrica com energia de baixa qualidade.

### **LEIA MAIS**

**NR-18 - Norma Regulamentadora nº 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção.** Ministério do Trabalho e Emprego. Brasil.

**NR 33 - Segurança e Saúde nos Trabalhos em Espaços Confinados. NBR 6.494 - Segurança nos Andaimos.** Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1990.

**Lei Federal nº 12.305 - Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Presidência da República. Brasília, 2010.

**Manual de Instrução Brokk.**