

## DRAGA AUTOTRANSPORTADORA DE ARRASTO E SUCCÃO

### O QUE É UMA DRAGA AUTOTRANSPORTADORA DE ARRASTO E SUCCÃO?

Embora os sistemas para descrever dragas variem, habitualmente são reconhecidas três classificações gerais com base nos meios de escavação e operação. Estas são conhecidas como dragas mecânicas, dragas hidráulicas e dragas hidrodinâmicas. As dragas autotransportadoras de arrasto e sucção são classificadas como dragas hidráulicas. As dragas hidráulicas incluem todos os equipamentos de dragagem que utilizam bombas centrífugas para mover, pelo menos, parte dos materiais dragados, seja ao elevar o material para fora da água ou ao transportar horizontalmente o material para outro local.

### QUANDO SÃO UTILIZADAS DRAGAS AUTOTRANSPORTADORAS DE ARRASTO E SUCCÃO?

As dragas autotransportadoras de arrasto e sucção são utilizadas numa ampla variedade de projetos de construção e manutenção marítimas. Estes incluem desde dragagem de manutenção de portos e canais de acesso para remover areia, a fim de atingir as profundidades necessárias, até projetos de dragagem de aprofundamento, tais como projetos de recuperação de terras gigantescos, que requerem milhões de metros cúbicos de areia. A eficiência de desempenho de uma draga autotransportadora de arrasto e sucção tem influência direta nos custos de um projeto. Consequentemente, a investigação e desenvolvimento na área das dragas autotransportadoras de arrasto e sucção é um esforço contínuo para melhorar a relação custo-benefício.

### O QUE CARACTERIZA UMA DRAGA AUTOTRANSPORTADORA DE ARRASTO E SUCCÃO?

As dragas autotransportadoras de arrasto e sucção, ou simplesmente dragas autotransportadoras (em inglês: "hoppers"), são navios com propulsão própria, que contêm uma cisterna que armazena o material dragado no interior dos seus cascos. São principalmente utilizadas para a dragagem de material solto, como areia, argila ou cascalho. As principais características de uma draga autotransportadora de arrasto e sucção consistem em cabeças de arrasto (também conhecidas como cabeças de dragagem), tubos de sucção, compensadores de ondas e pórticos com guinchos. Habitualmente, uma draga autotransportadora de arrasto e sucção está equipada com um ou dois tubos de sucção, aos

quais estão ligados às cabeças de arrasto. Uma cabeça de arrasto é, muitas vezes, comparada a um aspirador gigante. Os tubos de sucção são submersos e as cabeças de arrasto são "arrastadas" pelo fundo do mar, sugando o material enquanto o navio avança lentamente, ou seja, arrasta e draga.

Os tubos de sucção e as cabeças de arrasto podem ser posicionados de acordo com as necessidades do nível de operação da dragagem pretendida, para que os materiais dragados possam ser transportados para a cisterna. Através de um sistema de bomba, a mistura de areia/água, designada como lama, é bombeada para cima, para a cisterna ou para o porão da embarcação. Os pórticos e os guinchos operam os tubos de sucção, movendo-os para o mar ou trazendo-os novamente a bordo. Um compensador de ondas é utilizado para controlar o contacto entre a cabeça de arrasto e o fundo do mar em caso de dragagem com ondulação. Além disso, a draga autotransportadora de arrasto e sucção deve possuir um sistema de vertedouro para separar a lama e descarregar o excesso de água. A eficiência de cada um destes elementos terá um efeito direto na produtividade da draga autotransportadora.

### QUE TIPOS DE CABEÇAS DE ARRASTO ESTÃO DISPONÍVEIS?

Embora todas as dragas autotransportadoras tenham cabeças de arrasto ligadas a tubos de sucção, as cabeças de arrasto podem ser diferentes. A função da cabeça de arrasto é escavar o material do fundo do mar e misturá-lo com água para criar lama. A cabeça de arrasto é o primeiro local de contacto com o solo. Habitualmente, a força que faz com que os pontos da cabeça de arrasto penetrem no solo é o peso da cabeça de arrasto e do tubo de sucção. Contudo, em caso de dragagem de solos duros, se este peso não bastar, a cabeça de arrasto não irá penetrar o suficiente, arrastando a superfície, sem cortar o solo. Isto resulta numa baixa densidade de mistura, o que reduz a produção da draga. Quanto maior for a densidade da mistura criada pela cabeça de arrasto, melhor é o desempenho.

Investigação contínua resultou no desenvolvimento de cabeças de arrasto que escavam com jatos de água de alta pressão assistidos por dentes. Eles desagregam o material e aumentam a produtividade para formar a lama. Para melhorar a eficácia dos jatos de água, por vezes, o injetor é integrado em determinados pontos da cabeça de arrasto, de

Acima: As dragas autotransportadoras de arrasto e sucção são flexíveis e podem trabalhar em águas pouco profundas, mesmo que o mar esteja agitado.



Representação artística de uma draga autotransportadora de arrasto e sucção com tubo de sucção estendido

modo a que os jatos de água cortem o solo antes que o ponto penetre no solo. Como resultado, as forças necessárias para penetrar no solo diminuem e a eficiência de corte aumenta. A potência de sucção da bomba capta então o material do fundo do mar e permite que a lama seja transportada hidraulicamente. O sedimento é transportado hidraulicamente através de linhas de sucção pela bomba centrífuga para o interior da draga, onde os sólidos assentam e são mantidos enquanto aguardam transporte e posterior colocação.

#### O QUE É UMA CABEÇA DE ARRASTO ESCARIFICADORA?

Uma cabeça de arrasto desenvolvida mais recentemente é “a esscarificadora”, uma cabeça de arrasto com dentes. Normalmente, a rocha é dragada por uma draga flutuante cortadora de sucção (DCS), equipada com uma cabeça especial que fura material duro. Mas, quando as condições marítimas estão adversas ou um curso de água tem um elevado tráfego de embarcações, uma DCS não é adequada. Uma cabeça de arrasto esscarificadora pode ser colocada numa draga autotransportadora tradicional, combinando a potência de corte de uma draga DCS com a flexibilidade e a estabilidade de uma draga autotransportadora.

#### O QUE FAZ UM TUBO DE SUCÇÃO?

Um tubo de sucção executa diversas tarefas importantes. É a conduta através da qual a lama é transportada para a cisterna. Além disso, o tubo de sucção, dirigido pelo mestre da draga, controla o movimento da cabeça de arrasto no fundo do mar. Ao transferir a força de arrasto da cabeça de arrasto para a embarcação, o tubo de sucção garante um bom contacto entre a cabeça de arrasto e o fundo do mar. Ao trabalhar com compensadores de onda, a altura ideal da cabeça de arrasto em relação ao fundo do mar pode ser regulada. Se a cabeça de arrasto estiver muito alta, irá criar uma mistura com demasiada água, mas se estiver muito profunda ou se o seu peso estiver a pressionar muito para baixo, irá criar demasiada força de arrasto. O tubo de sucção e os compensadores de onda compensam o movimento vertical da embarcação, bem como as possíveis irregularidades do fundo do mar e ajudam a manter o equilíbrio adequado para a posição da cabeça de arrasto em relação ao fundo do mar. O mestre da draga consegue ver e ajustar todas essas ações através de instrumentação sofisticada. Se realizado da forma correta, este processo irá melhorar claramente o desempenho.

#### O QUE É UM SISTEMA DE VERTEDOURO?

A lama dragada por uma draga autotransportadora de arrasto e sucção é uma mistura de água e sólidos, como areia. Uma vez que o objetivo final da draga autotransportadora é recolher areia para reutilização noutros locais ou disposição em algum local, uma draga autotransportadora deve possuir um sistema que maximize a retenção destes materiais sólidos dragados e minimize a água que permanece na cisterna. A água extra deve ser separada e lançada ao mar. A parte sólida e arenosa da lama

irá sedimentar para o fundo da cisterna, mas necessita de tempo para que este processo ocorra. Um sistema de vertedouro fornece os meios para separar os sólidos e a água, ao reduzir a turbulência da mistura de lama e permitir que haja tempo suficiente para que a parte sólida (areia, cascalho) assente no fundo. Em seguida, a água separa-se, e este excesso é drenado para o mar.

#### DE QUE FORMA AS DRAGAS AUTOTRANSPORTADORAS DISPOEM OU DESCARREGAM O MATERIAL DRAGADO?

As dragas autotransportadoras são muito flexíveis e podem operar de forma independente de outros equipamentos e, uma vez que possuem propulsão própria, são capazes de transportar o material dragado por longas distâncias. Após estar totalmente carregada, a embarcação dirige-se até ao local de descarregamento ou de disposição, onde o material dragado é descarregado. Dependendo do tipo de projeto, o material dragado será disposto/d Descarregado de uma de três formas:

- o material é depositado no local de disposição, ao abrir as comportas no fundo do navio;
- pode ser bombeado para terra através de tubulações, que podem ser submersas ou flutuantes; ou
- o material pode ser impulsionado no ar por bombas de alta resistência, um processo conhecido como descarga por jato de pressão.

O método de escoamento ou descarga está diretamente relacionado com o tipo de projeto.

#### QUANDO DESCARREGAR ATRAVÉS DAS PORTAS DE FUNDO?

Quando material dragado é destinado para fora de um porto ou de um canal de acesso e está limpo, a draga autotransportadora irá navegar para o mar até a um local designado e depositar o sedimento dragado, ao abrir as suas portas de fundo (escotilhas). Descarregar através das portas de fundo permite o escoamento rápido, direto e total do material dragado num local selecionado. Este é um método fiável e eficaz, mas apenas em determinadas circunstâncias específicas.

#### QUANDO DESCARREGAR ATRAVÉS DE UMA TUBULAÇÃO?

Durante grandes projetos de aterros hidráulicos ou de recuperação de praias, a draga autotransportadora irá navegar até a uma área de empréstimo selecionada, que pode estar a muitos quilómetros do local de construção. No local de empréstimo, a draga irá carregar a sua cisterna com areia e, em seguida, navegar até ao local onde o aterro está a ser construído. Este material é então lançado por descarga por jato ou bombeado no local através de tubulações flutuantes ou submersas. Ligar a tubulação à embarcação requer uma ligação especial, conhecida como acoplamento em arco. Se a distância da embarcação até à costa for bastante longa, então podem ser adicionadas bombas intermediárias como uma fonte de potência adicional ao longo da tubulação. O bocal para a descarga por jato faz também parte do acoplamento em arco. Uma tubulação submersa é menos sensível às condições meteorológicas e não fornece qualquer obstáculo para outras embarcações que possam estar a passar na área. Normalmente, é montada em terra e, em seguida, puxada até que a extremidade aberta esteja corretamente posicionada na praia. Se necessário, podem ser adicionadas secções. As tubulações flutuantes, embora mais sensíveis à agitação marítima, têm a vantagem de estar visíveis acima da superfície da água e poder ser facilmente alcançadas, caso tenham de ser reparadas.

#### O QUE É DESCARGA POR JATO?

Descarga por jato é a designação dada à técnica, pela qual uma draga autotransportadora bombeia a areia retirada do fundo do mar num grande arco, colocando-a no local de aterro. Estes locais podem variar, desde uma praia a ser engordada, a fim de evitar erosão para proteção costeira ou recreação (ou ambos), a um local de aterro, onde está a ser construída nova área ou ilhas para expansão do porto, recreação ou muitos outros fins.



A draga autotransportadora começa por criar uma mistura de lama que, devido às suas qualidades líquidas, pode ser forçada como um projétil pelo ar, sob a forma de arco, para a praia ou libertada na área de depósito. A descarga por jato é, muitas vezes, o melhor método para descarregar enormes quantidades de areia em locais com águas pouco profundas perto da costa, para projetos de aterros hidráulicos ou de recuperação de praias. Já que a descarga por jato não requer tubulações flutuantes ou submersas, bombas intermediárias nem linhas terrestres, este é, muitas vezes, o método mais econômico.

### QUE FATORES INFLUENCIAM A DRAGA AUTOTRANSPORTADORA DURANTE A DESCARGA POR JATO?

Muitos fatores influenciam a produtividade de uma draga autotransportadora durante a descarga por jato, mas as características do bocal devem ser especialmente levadas em consideração. Para começar, deve considerar-se o ângulo vertical do bocal. Há uma década, era típico um ângulo de 45°. Atualmente, o ângulo vertical de um bocal é de 30°, uma vez que investigações demonstraram que este era o ângulo mais eficaz para projetar lama a grande distância. Este ângulo cria menos refluxo para a draga, e as crateras que se formam na área de enchimento são menores.

O diâmetro do bocal é também da máxima importância. Quanto menor for o diâmetro, menor o fluxo, fazendo com que a saída de produção seja mais baixa, mas como a velocidade de saída é mais elevada, a areia pode ser projetada a uma distância maior. Examinemos o exemplo das modernas dragas autotransportadoras jumbo: embora o tempo de descarga aumente em cerca de 30%, elas são capazes de lançar por meio de descarga por jato e atingir distâncias de 150 metros. Ainda assim, estas jumbos conseguem operar com taxas máximas de 25.000 m<sup>3</sup> por hora para começar. Recentemente, as dragas autotransportadoras têm vindo a superar a taxa de produção vs. o desafio da distância por estarem equipadas com dois bocais, que funcionam em conjunto para maximizar a saída. Outro fator importante é a altura do bocal de descarga por jato em relação à linha de água. A forma do bocal também é significativa, sendo que os bocais mais modernos resultam num melhor fluxo e numa maior velocidade de saída da areia, o que significa taxas de produção mais eficientes.

### QUANDO É ADEQUADA A DESCARGA POR JATO?

A fim de realizar a descarga por jato, o calado da draga autotransportadora deverá permitir que a embarcação possa aproximar-se do local da descarga por jato. Este calado pouco profundo pode limitar por onde a embarcação pode navegar para chegar à área de empréstimo. Normalmente, isto pode ser compensado, ao projetar enormes quantidades de areia nos primeiros minutos para atenuar o calado à proa, de modo a que a embarcação possa então aproximar-se da praia. Encalhar a embarcação é uma opção, mas poderá comprometer o casco ao longo do tempo e o arco terá de ser reforçado.

### QUAL O TAMANHO DE UMA DRAGA AUTOTRANSPORTADORA?

As dragas autotransportadoras variam muito em tamanho. A sua dimensão é expressa na capacidade de volume, no comprimento e na potência da bomba da cisterna. Podem variar de algumas centenas de m<sup>3</sup> a até 45.000m<sup>3</sup>. Recentemente, várias empresas de dragagem internacionais têm encomendado algumas dragas autotransportadoras muito grandes. Por exemplo, uma das maiores do mundo possui uma capacidade de cisterna de 46.000 m<sup>3</sup>, um porte bruto de 78.500 toneladas e tem, aproximadamente, 223,0 m de comprimento, com um calado de 15,15 m. Tem uma profundidade máxima de dragagem de 155 m com tubos de sucção com um diâmetro de 1300 mm. Conta com uma potência da bomba de dragagem de 2 x 6,500 kW, uma potência da bomba de descarga de 16.000 kW e uma potência de propulsão de 2 x 19.200 kW. A sua potência diesel total



Uma draga autotransportadora a lançar por meio de descarga por jato com dois bocais para maximizar a saída.

instalada é de 41.650 kW e consegue navegar a uma velocidade de 18,0 nós.

Pelo contrário, uma das menores dragas autotransportadoras possui uma capacidade de cisterna de apenas 3400 m<sup>3</sup>, um porte bruto de 4800 toneladas com um comprimento de apenas 93,3 m e um calado de 5,0 m. A sua profundidade máxima de dragagem é de 26,5 m com um diâmetro do tubo de sucção de 800 mm, uma potência da bomba de dragagem de 1250 kW, uma potência ao bombear em terra de 2000 kW e uma potência de propulsão de 2 x 1000 kW. A sua potência diesel total instalada é de 4100 kW e oferece uma velocidade de 11,5 nós.

### QUAIS SÃO AS VANTAGENS DAS DRAGAS AUTOTRANSPORTADORAS?

As dragas autotransportadoras podem ser empregadas para um elevado número de operações, já que estão entre as opções de dragagem mais flexíveis. Esta flexibilidade é evidente nos tipos de material que podem dragar, nos locais de colocação do material e nos locais onde podem operar. Por exemplo, podem dragar areias, argilas, silte ou cascalho, e atualmente até mesmo alguns tipos de rocha. Podem operar em águas calmas e protegidas ou em águas mais turbulentas, como em canais de entrada ou mais em alto-mar, onde as condições atmosféricas e as ondas podem estar mais ativas. Ao contrário de embarcações estacionárias, as dragas autotransportadoras podem operar em portos movimentados, já que não têm âncoras nem cabos e possuem propulsão própria, pelo que podem movimentar-se livremente. Além disso, podem operar a profundidades muito grandes ou em áreas pouco profundas. As embarcações de maior porte têm a vantagem econômica de serem capazes de dragar materiais em locais de empréstimo a grande distância da área de aterro. Têm taxas de produção relativamente elevadas, embora estas possam variar de acordo com o tipo de material, a profundidade do fundo do mar e as condições atmosféricas.

### QUAL É A PRECISÃO DE UMA DRAGA AUTOTRANSPORTADORA?

As dragas autotransportadoras não são especialmente precisas, pelo que não são particularmente adequadas para a remoção de camadas finas de sedimentos (contaminados). Mas como uma draga autotransportadora arranha basicamente o fundo do mar na horizontal e não o escava, apenas quantidades limitadas de solo são libertadas. O derramamento residual é geralmente pequeno e, embora seja adicionada água durante a fase de sucção da operação, atualmente isto também pode ser limitado e monitorizado.

### QUAIS SÃO AS PREOCUPAÇÕES AMBIENTAIS AO UTILIZAR UMA DRAGA AUTOTRANSPORTADORA?

Uma série de preocupações ambientais deve ser mencionada ao utilizar uma draga autotransportadora. Dada a dificuldade de regulação de um tubo de sucção, a precisão pode constituir um desafio, pelo que deverá ser examinada através de equipamento de monitorização e direção de alta tecnologia. Embora operar uma draga autotransportadora crie sedimentos em suspensão e turbidez menores em comparação com dragas flutuantes

cortadoras de sucção, tal poderá ocorrer quando o carregamento é realizado com transbordamento da água em excesso contendo finos. Isto cria uma coluna de elementos de grãos finos, causando um aumento dos sedimentos em suspensão na coluna de água no local de dragagem, podendo ocorrer um aumento da turbidez ou uma redução da penetração de luz através da coluna de água. Uma vez que pode ter um impacto negativo na vida bêntica, esta turbidez deve ser cuidadosamente monitorizada. Atualmente, a turbidez pode ser reduzida através de uma série de novas tecnologias, tais como a utilização de válvulas ecológicas, a reciclagem de (parte da) água em excesso, o transbordamento com uma saída de fundo ou a redução do transbordamento.

#### QUE FATORES DE SEGURANÇA SÃO CONSIDERADOS?

Em todos os projetos de dragagem, a segurança da tripulação deve ser assegurada em todos os aspetos das suas funções. No entanto, especial atenção é dada quando os tripulantes entram em contacto com o material dragado. Se o material tiver um conteúdo de gás particularmente elevado, determinados procedimentos de degaseificação poderão ter de ser seguidos como precaução.

Além disso, as leis marítimas internacionais exigem que a draga autotransportadora cumpra certos padrões de força e de estabilidade. A força da embarcação tem de cumprir critérios baseados na sua carga, de acordo com o calado permitido em águas calmas, bem como em águas com ondas. A estabilidade de um navio de mar, como é o caso de uma draga autotransportadora, é igualmente determinada como a capacidade de a embarcação voltar ao equilíbrio quando afetada por forças externas, como ventos e ondas.

#### O RÚÍDO É UM FATOR A CONSIDERAR NUMA DRAGA AUTOTRANSPORTADORA?

A draga autotransportadora está equipada com potentes motores, que geram níveis de ruído significativos. Para aqueles em estreita proximidade com a draga autotransportadora, os níveis de ruído previstos podem ser elevados. No entanto, a algumas centenas de metros da embarcação, o ruído diminui um pouco, atingindo níveis aceitáveis. Uma vez que as dragas autotransportadoras operam frequentemente a grandes distâncias de áreas povoadas, na maioria das vezes isto não constitui um problema para as pessoas.

O ruído subaquático é uma questão à parte, e os efeitos do ruído produzido por máquinas na vida marinha têm sido recentemente objeto de bastante estudo. A modelização e a medição acústicas ajudaram a monitorizar o ruído e a realizar os ajustes apropriados. Em geral, as dragas autotransportadoras produzem menos ruído do que outros tipos de dragas e embarcações.

#### QUANDO É QUE UMA DRAGA AUTOTRANSPORTADORA É A ESCOLHA ADEQUADA PARA UM PROJETO DE DRAGAGEM?

Cada projeto deve ser avaliado pelos seus méritos, e a decisão acerca do equipamento a empregar será baseada no tipo e na quantidade do material a dragar, bem como na localização da área de empréstimo e da área de aterro. Atualmente, as maiores empresas de dragagem internacionais encomendam, muitas vezes, dragas autotransportadoras personalizadas, que cumpram os requisitos específicos de

dragagem. As embarcações são totalmente informatizadas e, muitas vezes, necessitam do mínimo de tripulantes, já que o processo de dragagem pode ser regulado a partir da ponte de comando.

Como as dragas autotransportadoras possuem propulsão própria, estas embarcações em condições adequadas à navegação são ideais para serem utilizadas em grandes projetos de aterros hidráulicos, em que são necessárias enormes quantidades de enchimento, e areia adequada tem de ser trazida de áreas de empréstimo distantes. Esta autossuficiência permite-lhes dragar o material e descarregá-lo onde for necessário, sem qualquer outro equipamento de apoio. Isto também significa que podem ser utilizadas em portos movimentados, onde o tráfego marítimo constitui um problema. Pela mesma razão, podem ser mobilizadas de forma eficiente para qualquer parte do mundo e chegar ao destino pelos seus próprios meios. Todas estas qualidades resultam num equipamento de dragagem altamente eficiente.

#### PARA LEITURA E INFORMAÇÃO ADICIONAIS

Bray, RN (Editor) (2008). *Environmental Aspects of Dredging*. IADC/CEDA-Taylor & Francis.

[Bray, RN and Cohen, MR \(2010\). \*Dredging for Development\*. 6th edition. IADC/IAPH.](#)

Bray, RN, Bates, AD and Land, JM (1996). *Dredging, A Handbook for Engineers*, 2nd Edition. Butterworth-Heinemann.

*Construction and Survey Accuracies* (2001). Rotterdam Public Works.

[Dredging the Facts. \(2005\).](#)

Eisma, D. (2005). *Dredging in Coastal Waters*. CRC Press.

[Vlasblom, Willem. \*Introduction to Dredging Equipment\*.](#)

Matousek, V. (2009) *Dredge pumps and slurry transport* (vs 2004-09).

[Miedema, Sape A. \(2012\). \*Dredging Processes - The Loading of Trailing Suction Hopper Dredges\*. Lecture notes for the course OE4626 Dredging Processes, for the MSc program Offshore & Dredging Engineering, at the Delft University of Technology.](#)

[Vandycke, Stefaan \(2002\). "Dredging Stiff to Very Stiff Clay in the Wielingen Using the DRACULA® System on a Hopper Dredger". \*Terra et Aqua\*, Number 89, December.](#)

[Vidal, Roberto \(2001\). "Irruption of the Trailer Jumbo in the Dredging Industry". \*Terra et Aqua\*, Number 83, June.](#)

[Vidal, Roberto and van Oord, Govert \(2010\). "Environmental Impacts in Beach Nourishment: A Comparison of Options". \*Terra et Aqua\*, Number 119, June.](#)

[WODA \(2013\). \*Technical Guidance on: Underwater Sound in Relation to Dredging\*. June.](#)

"Fatos de Interesse" é apresentada pela International Association of Dredging Companies (associação internacional de empresas de dragagem), cujos membros oferecem a mais elevada qualidade e profissionalismo nas áreas de dragagem e construção marítima. Esta informação está integrada num esforço em curso para apoiar os clientes e outras partes na compreensão dos princípios fundamentais da dragagem e da construção marítima.

© 2014 IADC, The Netherlands

Todos os direitos reservados. É permitido o armazenamento eletrónico, a reimpressão ou a dissociação do conteúdo para fins não comerciais, com autorização do editor.  
ISSN 2352-1422

