



Escolhendo o *skimmer* certo para vazamentos subterrâneos de combustíveis.

por Michael K. Breslin, PE e Paulo Negrão, eng.

Milhares de reais são gastos a cada ano em sistemas de *skimmer* para vazamentos subterrâneos de combustíveis – normalmente para limpar o vazamento causado por um tanque de combustível ou tubulação enterrada num posto de gasolina, base de distribuição ou numa refinaria. Tais equipamentos têm um papel muito mais importante no custo total do projeto do que seu custo inicial. Este artigo traz uma visão geral dos tipos de *skimmer* para aplicação em vazamentos subterrâneos de combustíveis disponíveis no mercado, de maneira que se possa definir qual o melhor *skimmer* para uma determinada situação.

Os sistemas baseados em *skimmers* fazem uma extração seletiva, coletando somente o hidrocarboneto sobrenadante, deixando a água para trás.



Descrição Geral

Os sistemas de *skimmer* para hidrocarbonetos são classificados em duas categorias básicas – ativos e passivos – em função do tipo de força que impulsiona o processo de coleta e de monitoramento do sistema.

- **Sistemas Passivos** funcionam por gravidade, fazendo com que o óleo coletado pelo *skimmer* escoe até um recipiente na base do *skimmer* e aguarde pela remoção manual.

- **Sistemas Ativos** podem ser elétricos ou pneumáticos. Estes sistemas removem ativamente o combustível do poço, descarregando-o num sistema de estocagem (tambores), e podem variar da seguinte maneira:

Sistemas Elétricos: Bomba elétrica submersível; bomba elétrica de superfície; meia de absorção movida por correia ou monitoramento elétrico com utilização de bomba pneumática (veja figuras 1, 2 e 3).

Sistemas Pneumáticos: Bombas de “bexiga” (*bladder*) (tanto no interior como fora do poço); bombas de diafragma (fora do poço); e sistemas de bombas de canisters (veja figuras 4 e 5).

Os *skimmers* utilizados nesses sistemas são classificados, então, quanto ao tipo de captação: fixa, flutuante ou ajustável por sensores.

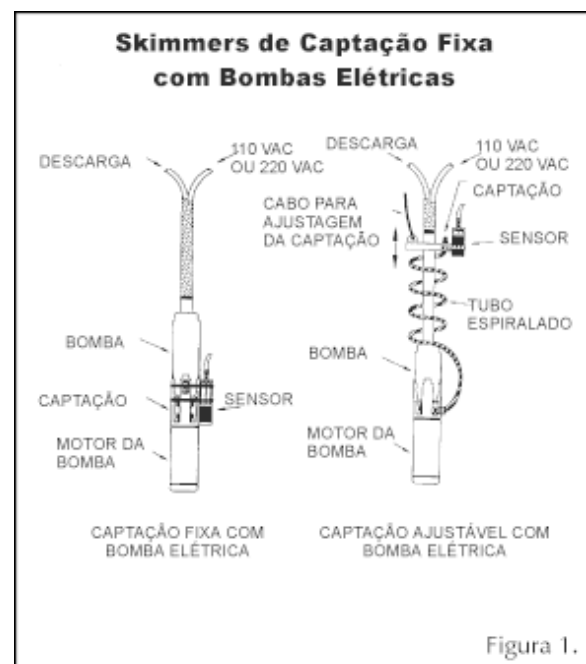
Sistemas de captação fixa são posicionados no interior do poço e não se movem. Normalmente um sensor ou temporizador ativa o bombeamento.

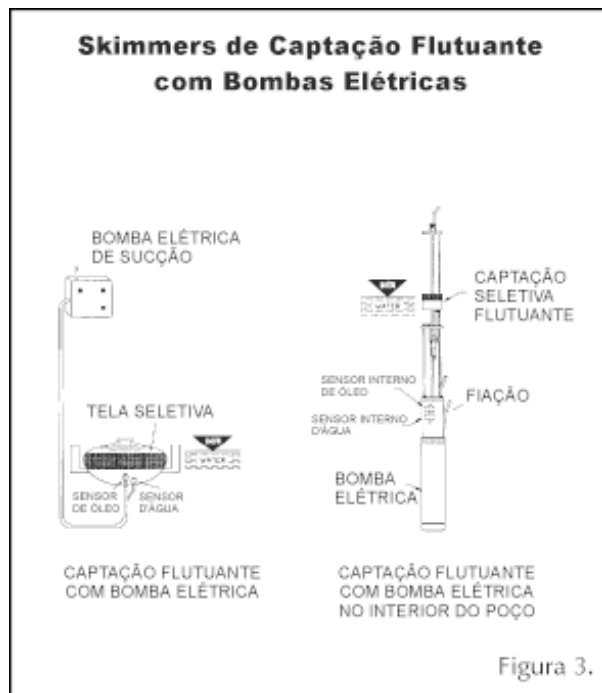
Os sistemas de captação flutuante têm seu ponto de captação construído juntamente com um dispositivo flutuante, projetado para posicionar a captação próxima ou no ponto exato da interface óleo/água.

Sistemas ajustados por sensores utilizam um processo contínuo de bombear o produto do poço com uma bomba, ou copo que utiliza um sensor com um circuito pneumático de *feedback*, que posiciona a captação na interface óleo/água.

Quanto à captação, podem ser classificados em *skimmers* de gravidade específica ou seletivos.

Um combinação entre essas categorias pode definir 46 tipos de sistemas de *skimmer*: 4 passivos e 42 ativos.





Sistemas Ativos e Passivos

Sistemas Elétricos

Sistemas Elétricos são compostos basicamente de motores elétricos e controladores que compõem o “cérebro” do sistema. Suas vantagens encontram-se na possibilidade de incluir vários sensores e opções de controle à distância (controle remoto). Todavia, sistemas elétricos estão sujeitos a restrições de rígidos códigos de segurança. Caso a água penetre na bomba, o sistema tende a emulsificar o óleo e a água de maneira mais eficiente que as bombas pneumáticas, devido ao efeito rotativo das hélices das bombas elétricas. Este emulsificado requer um tratamento mais intenso da água. Ainda, as bombas elétricas não podem ser acionadas e desligadas várias vezes por minuto, pois a vida útil do motor elétrico é inversamente proporcional ao número de acionamentos por minuto. Os sistemas também podem ser danificados pela presença de poeira, vibração, umidade, operação a seco ou bombeamento de partículas sólidas. Qualquer serviço de campo deve ser extremamente cauteloso, devido à possibilidade de geração de faíscas, incêndios e choques.

Sistemas Pneumáticos

Sistemas pneumáticos utilizam tanto bombas de *bexiga* (*bladder pumps*) quanto de canister. As bombas de *bexiga* (*bladder*) separam o ar comprimido do produto bombeado através da parede da bexiga interna, resultando numa insignificante emissão de voláteis no ar expelido pelo sistema. Bombas de canister fazem com que o ar comprimido entre em contato direto com o produto bombeado, resultando em emissão de voláteis. Esta exaustão pode ser regulamentada pelo órgão regional de controle da qualidade do ar.

Uma fonte geradora de ar comprimido é necessária para alimentar essas bombas. O compressor é normalmente elétrico e deve ficar fora da área de risco. As mangueiras podem atravessar e ficar nas áreas

de risco, pois não estão sujeitas às restrições de segurança. Até aqui, a única maneira do compressor gerar faíscas é pela produção de eletricidade estática. Este risco potencial pode ser totalmente eliminado através do aterramento de toda a extensão das mangueiras que conduzirão o produto bombeado.

Sistemas pneumáticos podem ser acionados várias vezes por minuto e podem trabalhar a seco sem problemas de aquecimento. Também suportam a passagem de pequenas partículas sólidas sem problemas, são leves, podem ser limpos com facilidade, submersos em água e sofrer manutenção no campo sem o risco de choques elétricos ou produção de faíscas.

Sistemas Passivos

Sistemas passivos são compostos tanto de captação fixa como flutuante, conectados a um copo que estoca o produto coletado. Eles são empregados em situações onde o volume de produto recuperado seja menor que 3 litros por dia e são normalmente mais baratos que os sistemas ativos, uma vez que não são utilizados controladores ou bombas. Um *skimmer* passivo pode ser deixado no poço, sem verificações, por dias ou semanas.

Skimmers passivos têm se tornado a melhor opção para situações com finas camadas de sobrenadante (< 1.5 cm) ou baixas taxas de vazão (< 3 litros/dia) do hidrocarboneto. Alguns *skimmers* passivos dispõem de um copo transparente para que o produto coletado possa ser visto com facilidade, agilizando a determinação das vazões. Enquanto os *cases* de PVC transparente são um pouco mais frágeis que os *cases* opacos e devam ser manuseados com mais cuidado, eles ainda são melhores, pois o operador pode visualizar o produto, e se a água também foi coletada, antes de drená-lo num tambor. Alguns desses *skimmers* passivos podem ser transformados em ativos (ligados à bombas) apenas com um *kit* de conversão.

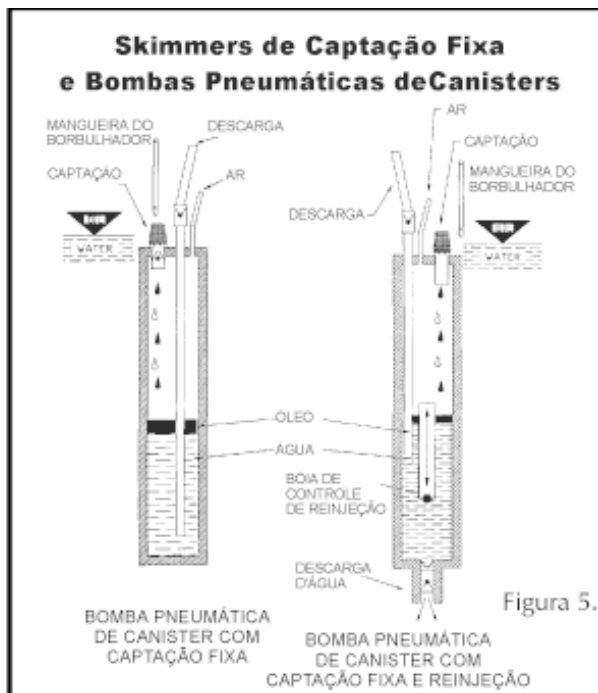


Figura 5.



Figura 6.

Comparação do Tipo de Captação

Captação Flutuante, Fixa, Contínua e Ajustável por Sensor

Para recuperar somente o hidrocarboneto, a captação flutuante ou ajustável por sensor é a melhor opção, pois o nível dos aquíferos subterrâneos estão em constante variação. Isso pode ocorrer de maneira lenta, mas poder seguir esta flutuação é crucial para recuperar o produto sobrenadante. Uma captação fixa pode ficar muito alta e não coletar mais nada caso o nível d'água caia talvez 1,5 cm; ou ainda ficar submersa em água caso o nível d'água suba suficientemente.

De toda maneira, há casos em que um sistema de captação fixa é a melhor opção. Um desses casos é quando se verifica uma tremenda espessura de produto (alguns metros) e uma grande vazão de produto (> 3500 litros/dia) no poço. Um sistema de captação fixa poderia ser instalado e bombear numa vazão maior que sistemas de captação flutuante. Quando o produto é viscoso, um *skimmer* de captação fixa pode coletar mais rapidamente, devido ao maior diâmetro do ponto de captação, enquanto um sistema flutuante seria mais lento, devido às pequenas aberturas de sua tela de captação.

Alguns dos sistemas de captação fixa vendidos atualmente como sendo para a coleta exclusiva de hidrocarbonetos, despejam a água coletada de volta para o poço. A água mistura-se com o óleo que adentrou o sistema e pode carregar este óleo para o fundo do poço. É muito possível que estes sistemas possam contaminar o aquífero de maneira mais extensa que antes do sistema ser instalado. Este fato poderia causar preocupações legais difíceis de se quantificar.

A vazão de um sistema de captação flutuante será, geralmente, menor que a de captação fixa, pois um

maior número de movimentos será necessário para que a captação flutuante possa seguir as flutuações do aquífero no interior de um poço. Este fator não é um ponto negativo, pois exceto em vazamentos grandes (> 150.000 litros) ou muito recentes, o influxo de produto num poço é normalmente menor que 150 litros por dia, e *skimmers* flutuantes podem recuperar, no mínimo, 300 litros por dia.

Sistemas de fitas contínuas ou meias absorventes funcionam melhor em óleos muito viscosos. Óleos leves (diesel, gasolina) não são absorvidos tão bem em materiais oleofílicos. Tais sistemas operam através da passagem contínua de uma meia desse material através do produto no interior do poço, daí por uma roldana e então por um mecanismo que raspa ou "espreme" esta corda, retirando o produto absorvido.

Skimmers de mergulho ou do tipo *bailer* funcionam através da introdução de um vaso no interior do poço, utilizando-se uma corda. Sentindo que o vaso está cheio, puxa-se o mesmo para fora do poço. Estes *skimmers* possuem, normalmente, um sistema de drena a água coletada de volta para o poço, o que não é permitido por alguns reguladores.

Uma captação ajustável por sensores, utilizando-se de mecanismos para ajustar a captação, é limitada pelo comprimento do pistão que o circuito está controlando. Estes sistemas dão ao usuário informações (através de indicadores no painel) se o ponto captação está no produto, permitindo ao operador subir ou descer todo o dispositivo no interior do poço.

Skimmers Seletivos ou de Gravidade Específica

Um *skimmer* de captação seletiva permite que somente o produto, ou óleo, passe por ele, enquanto mantém a água de fora. Isso é possível devido ao emprego de uma tela hidrofóbica-oleofílica (veja figura



6), que repele as moléculas polarizadas d'água e permite que as moléculas não-polarizadas dos hidrocarbonetos passem por ela. Outro tipo de membrana seletiva é produzida através da utilização de mata-borrões absorventes, que permitem que o que o óleo adentre um tubo e seja coletado (tipo de *skimmer* passivo). Estes tipos de skimmer reduzem a camada de produto no poço à um filme.

Skimmers seletivos têm, porém, uma ressalva. A fina tela de captação não permite a passagem de óleos mais viscosos que um diesel "pesado". Ainda, o crescimento de bactérias pode comprometer a qualidade da repulsão de água que a tela tem e causar o bombeamento d'água. Caso a tela seja submersa, a pressão hidrostática, eventualmente, forçará a passagem de água por algumas telas e, uma vez molhadas pelo lado de dentro, algumas telas terão que ser lavadas em hidrocarbonetos ou completamente secas antes que readquiram sua capacidade de repelir água. Apesar de ser uma inconveniência, esta situação não é comum e é fácil de ser contornada.

O *skimmer* de gravidade específica emprega uma bóia que afunda em hidrocarboneto e flutua em água. Sua captação está localizada na porção superior da bóia, de maneira que a água não possa alcançá-la. Este tipo de *skimmer* deixa um residual de alguns centímetros de produto no poço. Em fazendo isto, uma camada de solo molhada por óleo, na interface óleo/água é mantida, facilitando a vazão e passagem do óleo para o poço. Estes *skimmers* são muito duráveis e podem ser limpos sem riscos de estragarem, além de não necessitarem de um certo grau de cuidado no seu manuseio e limpeza, em comparação aos *skimmers* seletivos.

Arranjo dos Tubos para Skimmers Flutuantes

Os tubos que conduzem o produto no skimmer estão disponíveis em três configurações básicas: espiralados acima do *skimmer*, espiralados abaixo do *skimmer* ou retos abaixo do *skimmer*. Estas configurações afetam drasticamente a maneira do *skimmer* trabalhar. O *skimmer* deve manter uma ação flutuadora consistente em todo seu comprimento de ação. Forças exteriores na bóia que se alteram à medida que o *skimmer* segue as flutuações do aquífero podem interferir na distância entre o ponto de captação e a interface óleo/água. Se o ponto de captação for ajustado em relação à interface óleo/água quando o *skimmer* estiver no seu ponto máximo de flutuação, ele deve ser capaz de manter esta ajustagem em todo o comprimento de flutuação do *skimmer*.

Tubos espiralados são molas que necessitam de força para deformarem-se e manterem-se em suas novas posições, de maneira idêntica às molas. Se o tubo espiralado está em sua posição de descanso, ou posição de força zero, quando o skimmer está no ponto médio de sua flutuação, a força exercida pelo tubo é maior nas extremidades de flutuação. Se a(s) força(s) de flutuação não é suficiente para

superar as forças verticais para baixo exercidas nos skimmers que têm tubos espiralados acima da bóia, a captação vai submergir e coletar água. Se a(s) força(s) da mola puxar ou empurrar o *skimmer* para cima, tal como nas configurações com tubo espiralado abaixo da bóia, o ponto de captação ficará acima da interface óleo/água e necessitará de uma espessura maior de sobrenadante para poder operar. Deste modo, o arranjo espiralado do tubo pode afetar a habilidade



Figura 4.

do *skimmer* coletar o produto em todo seu comprimento de flutuação.

Diferentemente dos tubos espiralados, a força exercida por tubos retos conectados na base do *skimmer* muda muito pouco conforme ele sobe ou desce. Apesar do skimmer suportar a maior parte do peso do tubo, pois este não flutua em água, esta força é muito pequena. (Uma pequena força é necessária para mudar a posição do tubo, mas nenhuma força adicional é necessária para mantê-lo em sua nova posição). Este *design* é responsável pela manutenção de uma força uniforme no *skimmer* e de um mesmo nível de performance ao longo de seu comprimento de flutuação.

Conclusões

Mesmo apesar de não ser possível abranger aqui todas as permutações possíveis, há algumas linhas gerais de raciocínio que podem ser seguidas quando se estiver avaliando as condições de um *site* e qual equipamento é mais apropriado e viável:

- Mantenha a simplicidade. Quanto menos controles, menor será a manutenção.
- Sistemas para recuperação de produtos, como todos os equipamentos, vão necessitar de manutenção eventual. Considere o serviço pós-venda antes da compra. O serviço pode representar muitas vezes o custo original do equipamento ao longo da vida útil do sistema. Obtenha referência de

compradores que tenham tido problemas com os equipamentos que você está comprando. Isso indicará como o fornecedor atende seus equipamentos.

- Para extração exclusiva de produto, um *skimmer* com captação flutuante e tubo reto é o mais recomendado. Isso minimiza os ajustes do *skimmer* no poço, de maneira que não se bombeie água com o produto.

- Para poços de pequena vazão, utilize *skimmers* passivos e monitore-os no mínimo uma vez por semana.

- Bombeie o produto com um sistema pneumático, a não ser que haja o problema de baixas temperaturas (< 0°C) e não haja um local aquecido para os controladores. O vapor d'água no ar comprimido pode congelar nas mangueiras e reguladores. Bombas que não requerem controladores podem ser usadas nesses casos de baixas temperaturas.

- Obter a aprovação de um sistema para extração exclusiva de hidrocarboneto é mais fácil com um sistema pneumático. A exposição a riscos é menor, a montagem e manutenção são mais fáceis e, se os controladores estiverem localizados numa área onde possam ser submersos em água, os sistemas pneumáticos são mais fáceis de recondicionar.

- Uma vez que a maioria dos poços produzem menos de 60 litros de produto por dia, um sistema relativamente menor pode ser utilizado. Caso seja pneumático, um compressor pequeno (1 ½ a 2 HP) com um reservatório de 90 litros e válvula automática de dreno, deve ser suficiente. Mantenha o ar limpo e relativamente seco, utilizando para isso um filtro de partículas e um filtro coalescente, montados em série. Verifique os filtros de ar constantemente.

- Sistemas elétricos têm facilitado o benefício de se diagnosticar e monitorar-se remotamente o equipamento. Contudo, se um componente estragar no campo, o técnico do consultor não está, normalmente, apto a consertá-lo.

- Leia as revistas de anúncios e artigos. Requisite informações dos fabricantes.

Uma tabela listando as preocupações com as diferentes opções de sistemas de *skimmers* é apresentada a seguir. Esta tabela pode ser utilizada como uma referência rápida.

Michael K. Breslin é presidente da *Clean Environment Equipment Company, Oakland, CA, USA.*

Paulo Negrão é diretor da *Clean Environment Brasil, Campinas, SP, distribuidor dos equipamentos da CEE para o Brasil.*

em breve

<http://www.cee.com>

