



Acompanhe a MF nas redes sociais

[facebook](#) [twitter](#) [Linked in](#)

Edições Anteriores

Busca

Parceiros

Saiba mais sobre nossa revista especializada

ok

Terça-feira, 28 de Julho de 2015



ABRAFIPA

Veja aqui nossa lista completa de parceiros!

Voltar

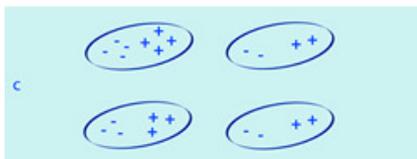
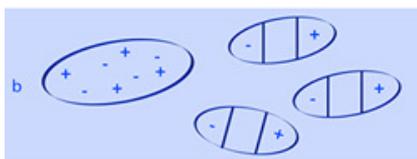
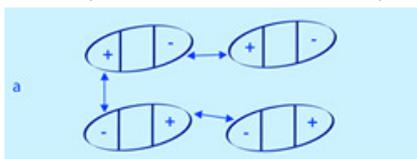
■ Ano V - Edição nº 22 - Setembro / Outubro de 2006

CONCEITOS E APLICAÇÕES DO CARVÃO ATIVADO

O Carvão Ativado é uma forma de carbono tratado para aumentar significativamente suas propriedades de adsorção, eliminando odores, mau gosto e substâncias orgânicas dissolvidas

por João Carlos Mucciacito

Carvão Ativado é um material poroso e de origem natural, importante devido às suas propriedades adsorptivas. Sua característica física mais significativa é a enorme área superficial interna, desenvolvida durante o processo de produção. Este produto carbonáceo possui uma estrutura porosa que proporciona uma área superficial interna de, comumente, 600 a 1.200 m²/g. A área é produzida por oxidação e o material carbonáceo desenvolve uma rede porosa que irá reter a substância a ser adsorvida. Os Carbons Ativados são fornecidos principalmente em duas formas físicas: os pulverizados e os granulados. Os pulverizados possuem tamanho predominantemente menor que a malha 80 mesh (ASTM = 0,18 mm de abertura), e os granulados predominantemente maiores que a mesma malha.



Muitas separações são obtidas pela habilidade de moléculas, contidas no fluido, aderirem sobre a superfície de um sólido - fenômeno conhecido como adsorção. As aplicações industriais do Carvão Ativado fundamentam-se nesta propriedade, para fase líquida ou gasosa.

Na adsorção ocorre uma acumulação de moléculas (soluto) sobre a superfície do adsorvente. Quando o Carvão Ativado é colocado em contato com o soluto, há um decréscimo de sua concentração na fase líquida e um aumento correspondente sobre a superfície do Carvão Ativado, até se obter uma condição de equilíbrio. Apesar da superfície e adsorção estarem interligadas, a superfície sozinha não é medida suficiente da capacidade adsorvente de um determinado Carvão. Para cada adsorção específica, a distribuição e volume de poros são também importantes para controlar o acesso das moléculas do adsorbato para a superfície interna do Carvão Ativado. Quando acontece o compartilhamento ou troca de elétrons entre o adsorbato e o adsorvente, a adsorção é denominada química.

Na adsorção em fase líquida, as moléculas aderem-se fisicamente sobre o adsorvente através destas forças relativamente fracas, que são as mesmas responsáveis pela liquefação e condensação de vapores, no caso de adsorção em fase gasosa. No caso de adsorção física, a natureza do adsorbato não é alterada.

Quase sempre a adsorção em Carvão Ativado é o resultado de forças atrativas chamadas "Van der Waals". Neste caso é chamado de adsorção física, como demonstrado no esquema na figura 1.

A reversibilidade da adsorção física depende das forças atrativas entre o adsorbato e o adsorvente. Se estas forem fracas, a adsorção ocorre com

certa facilidade.

No caso de adsorção química, as ligações são mais fortes e energia seria necessária para reverter o processo. Além da característica do adsorbato e adsorvente, a natureza da fase líquida, como pH e viscosidade, a temperatura e o tempo de contato podem afetar a adsorção de modo significativo.

Usos de Carvão Ativado

Os Carvões Ativados são usados em processos em que se deseja remover determinadas substâncias de um fluido, através do fenômeno da adsorção. Eles atendem ampla e variada gama de aplicações, difíceis de enumerá-las, são elas:

1. Alimentício: Na indústria de alimentos é usado, por exemplo, na purificação de óleos, clarificação de glicose, açúcar e gelatinas. É amplamente aplicado na redução de cor, via a adsorção de elementos corantes presentes no produto tratado, ou de compostos orgânicos dissolvidos e indesejáveis.

2. Bebidas: Quando se deseja purificar vodka, usa-se o Carvão Ativado para remover os ingredientes que comprometeriam a pureza da bebida. Do mesmo modo na clarificação de vinhos e sucos, transformando-os em



produtos mais límpidos, padronizando a tonalidade da cor desejada.

3. Farmacêutico: A indústria farmacêutica não dispensa o seu uso no processo de fabricação de medicamentos, como antibióticos e anestésicos. Seus insumos são purificados por processos de descimento, descontaminação e separação, através da capacidade adsorvente do Carvão Ativado.

4. Químico: Os segmentos mais variados da indústria química se beneficiam das propriedades do Carvão Ativado. Em reações químicas diversas, adsorvem sub-produtos que comprometeriam a qualidade do processo, por exemplo: purificam plastificantes, ácidos, álcoois e glicerinas.

5. Tratamento de ar: O Carvão Ativado adsorve contaminantes nocivos do ar, removendo produtos indesejáveis através de aparatos operacionais, como máscaras de proteção ou filtros industriais. Ar comprimido para finalidades diversas também são purificados desta maneira.

6. Tratamento de água: Uma ampla utilização do Carvão Ativado é a purificação de água, seja para fins potáveis ou para fins industriais. O Carvão Ativado elimina cor, odor, mau gosto, remove substâncias orgânicas dissolvidas através do mecanismo de adsorção. Águas de fontes naturais podem apresentar casos em que ácidos húmicos estão presentes em concentrações tão altas que afetam o gosto. Águas de rios, mesmo após filtração, podem conter inúmeros compostos orgânicos dos quais, normalmente, apenas uma pequena fração pode ser identificada. Outras vezes, podem estar contaminadas por resíduos de pesticidas, herbicidas ou inseticidas, usados na agricultura. Estes poluentes, além de afetarem o odor e sabor, podem apresentar efeitos tóxicos sobre os seres humanos.

Em sistemas de tratamento de águas municipais é comum a utilização do Carvão Ativado pulverizado, em dosagens variadas, onde adsorve compostos indesejáveis e é removido, posteriormente, nos decantadores. Desta forma, a população fica livre da ação destes compostos prejudiciais à saúde.

Agentes químicos como cloro e hipoclorito, são empregados para desinfetar ou oxidar materiais orgânicos da água. Com esta finalidade, superdosagens são de uso comum na indústria, principalmente na de refrigerantes. Nestes casos, o excesso do oxidante permanece na água e deve ser removido. A solução simples e econômica amplamente utilizada para estas situações é a decomposição catalítica do agente oxidante sobre a superfície do Carvão Ativado. O Carvão reduz o cloro livre ao cloreto, como se segue:



C* representa o Carvão Ativado e CO* representa a forma oxidada da superfície. Para a de cloração são utilizados os Carvões Ativados Granulados em leitos fixos, sendo que os Carvões de menores tamanhos de partículas são os mais eficientes.

Também se faz uso do Carvão Ativado nos sistemas de geração de vapor, anteriormente às colunas de desmineralização, removendo cloro livre e materiais orgânicos da água, bem como nas linhas de retorno de condensado.

7. Adsorção de gases: A purificação de gases pode ser feita com Carvão Ativado. Quando se usa a adsorção física, os gases podem ser adsorvidos através da condensação capilar. Pode-se fazer a recuperação de solventes na indústria de tintas, adesivos, têxtil, de impressão, ou se fazendo a purificação do gás, como por exemplo, gás carbônico.

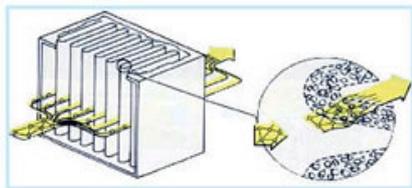
8. Catalise: Como suporte catalítico na produção de fosgênio, acetato de vinila e ácido monocloroacético, o Carvão Ativado se faz presente. Em refinarias, como suporte no processo de tratamento de gasolina, ou na dessulfurização do gás natural. Em muitos casos, suporta o metal que atuará como catalisador de reação.

9. Tratamento de efluentes: O Carvão Ativado é aplicado em efluentes líquidos industriais, dos quais se quer extrair contaminantes deletérios ou inconvenientes. Pode ser usado em fase final de processo biológico em colunas de leito fixo, na fase de polimento, removendo cor ou componentes específicos, como por exemplo, o mercúrio. Também em sistemas tipo lodos ativados, fazendo a remoção de cor e/ou enriquecendo o lodo no número de bactérias por centímetro cúbico. Como suporte para microrganismos em sistemas de filtros biológicos ou processos anaeróbicos.

10. Outros: Há casos onde o consumidor pode verificar mais diretamente os benefícios do Carvão Ativado, tais como em máscaras de proteção individuais, filtros de água residenciais, adsorção de odores desagradáveis de geladeiras, ou nos casos de uso medicinal, quando ocorre intoxicações. Pode-se ainda citar diversas outras aplicações, como: Aparelhos de diálise, filtros para cigarros, sistemas para geladeira solar, galvanoplastia, adsorção de gasolina em automóveis ("canisters"), geração de CO, filtros para aquário, purificação de dextrose, recuperação de ouro pelo processo de cianetação.

Inúmeras são as possibilidades de aplicações do Carvão Ativado, onde para se definir a forma mais adequada, deve-se levar em consideração as condições específicas do uso.

Seleção de Carvão Ativado



Existem fatores que devem ser levados em consideração na seleção do tipo mais indicado para o uso do Carvão Ativado. Inicialmente se deve definir quanto à forma física do Carvão, ou seja, se será o pulverizado ou o granulado.

Em fase gasosa usa-se o granulado, pois se permitem fluxos com quedas de pressão a níveis aceitáveis. Normalmente são preferidos os Carvões Ativados que possuem tamanhos granulométricos maiores, justamente por permitirem menores perdas de carga para o sistema de fase gasosa. Os de menor granulométricos são preferidos para a fase líquida por favorecerem a uniformidade do fluxo, ganhando-se em eficiência. Os

granulados são empregados onde existe a necessidade de produção contínua, em larga escala. A regeneração, quando possível, é um fator de economia, que favorece o uso do granulado, tanto para fase líquida como para fase gasosa.

Os Carvões Ativados pulverizados, devido à sua versatilidade, podem ser usados na maioria das aplicações em fase líquida, e os equipamentos usados são simples.

Carvão Ativado Pulverizado (CAP)

O Carvão Ativado Pulverizado é utilizado normalmente para aplicações em fase líquida, em processo do tipo contínuo ou descontínuo (bateladas).

São mais indicados para casos em que dosagens variadas são requeridas, há variações no processo, existem dificuldades operacionais para a utilização em colunas, ou a regeneração não é indicada. Quando se trabalha em tanques, a dosagem pode ser feita diretamente neste ou através de mistura prévia com líquido e adição por bombeamento, conforme conveniência. Estes sistemas são providos de agitação para manter o pó em suspensão com o líquido a tratar, de modo a ocorrer contato eficiente e o maior aproveitamento possível do Carvão Ativado. Após a adsorção, o pó é separado do líquido por centrifugação, filtração, decantação, ou a combinação destes. O processo de filtração é largamente utilizado por ser econômico e requerer baixo tempo para a separação. O Carvão Ativado pulverizado também pode ser utilizado diretamente no filtro, formando uma pré-capa de clarificação. O líquido a ser purificado é bombeado através desta camada filtrante, onde ocorre a adsorção. As condições de uso para o processo a que se destina, são determinadas através de testes práticos. São obtidos importantes parâmetros, como dosagem do Carvão Ativado, tempo de contato necessário e temperatura adequada. Para se obter melhor aproveitamento do Carvão Ativado, deve-se evitar a presença de substâncias coloidais, pois podem obstruir os poros ou os canais de passagem, reduzindo a eficiência de adsorção.

Carvão Ativado Granulado (CAG)

Os Carvões Ativados Granulados são indicados para aplicações em fase líquida ou gasosa. Produzidas a partir de matérias-primas duras e processo controlado, resultam em um produto de rígida estrutura. Isto proporciona alta dureza, permitindo regenerações sucessivas, tornando econômicos muitos processos que operam em leitos. Quando os Carvões Ativados Granulados são utilizados em colunas, estas podem ser verticais ou horizontais, com operação em série ou paralelo, com fluxo ascendente ou descendente. O leito pode ser fixo ou pulsante (móvel). As combinações de uso serão definidas conforme cada processo. Para aplicações em fase gasosa, é comum utilizar colunas horizontais,

pois geralmente grande quantidade de gás passa pelo leito, necessitando baixa perda de carga. Também se utilizam colunas verticais de fluxo ascendente. Em fase líquida é usual utilizar fluxo descendente em colunas verticais, ou com fluxo ascendente quando o líquido apresenta sólidos em suspensão. Quando se quer obter elevado tempo de residência, pode-se colocar mais de uma coluna em série, fazendo-se uso do sistema de troca tipo cascata. Neste modo se prevê a condição de se ter sempre uma coluna em substituição de carga. A última coluna pela qual o fluido passa, sempre conterá o Carvão Ativado mais novo, permitindo-se assim, maior garantia para a purificação. Quando a vazão é muito elevada, pode exigir colunas de tamanhos construtivos e operacionais inadequados. É possível então dividir o fluxo em duas ou mais colunas, fazendo a operação em paralelo. Para sistemas de vazões menores, duas colunas bem dimensionadas atendem perfeitamente às necessidades. Enquanto uma coluna está adsorvendo, a outra está sendo recuperada, de modo a não prejudicar a continuidade do processo.

A remoção de materiais em suspensão via filtração pode ocorrer simultaneamente com a adsorção de materiais dissolvidos. Contudo, deve-se ter bem definida a principal finalidade do uso do Carvão Ativado. Nos casos em que a presença de materiais em suspensão é significativa, a adsorção de materiais dissolvidos ficará prejudicada, pois os poros poderão ficar obstruídos, podendo ocorrer a saturação prematura do Carvão Ativado.

Para se obter máxima eficiência do uso do Carvão Ativado, recomenda-se ao usuário observar as condições de projeto do filtro.

Deve-se garantir que a coluna não opere com tempo de contato insuficiente, pois a adsorção não ficará completa. Além do mais, a vazão acima do valor especificado pelo projeto, pode acarretar em revolvimento inadequado do leito, favorecendo a formação de caminhos preferenciais. Quando isto ocorre, parte do fluido passa pela coluna de modo não uniforme, sem tempo para adsorção, prejudicando o bom desempenho do sistema.

Produção de Carvão Ativado

Matéria-Prima: De uma forma geral, qualquer matéria-prima carbonácea poderia ser utilizada para a fabricação de Carvão Ativado, contudo, nem todas são economicamente viáveis. As mais utilizadas no Brasil são as de origem vegetal, como madeiras de pinus, acácia e as cascas de coco. Ossos de animais também são utilizados para a produção de um tipo específico de Carvão Ativado. Pode-se utilizar o carvão mineral como a hulha e o antracito, embora não seja prática usual no Brasil.

Processo: Os processos de ativação de Carvões Ativados são comumente definidos em químicos e físicos. Nos processos físicos de ativação, o material carbonáceo é submetido a um estágio denominado Carbonização. Neste estágio, a umidade e materiais voláteis são removidos através da elevação da temperatura sob condições atmosféricas controladas. Na etapa seguinte, de Ativação, são injetados no material os agentes ativantes, normalmente ar, vapor ou gás carbônico, à temperatura de 800 a 1.000 °C. Nesta fase ocorrem reações e uma mistura de gases, composta principalmente de monóxido de carbono, e o hidrogênio é liberado. Os gases são produzidos como consequência da reação do agente ativante com o material carbonáceo, sendo que o consumo do carvão resultante produz a estrutura porosa.

Após a Ativação, o Carvão Ativado é submetido a etapas subsequentes, como resfriamento, peneiramento, lavagem, secagem, moagem, polimento, separação granulométrica até a embalagem. No processo químico de ativação, o material a ser ativado é colocado em contato com um agente ativante químico, como ácido fosfórico ou cloreto de zinco. A mistura é submetida ao aquecimento sob condições controladas para ocorrer a ativação. O agente ativante deve ser removido posteriormente pela lavagem do material.

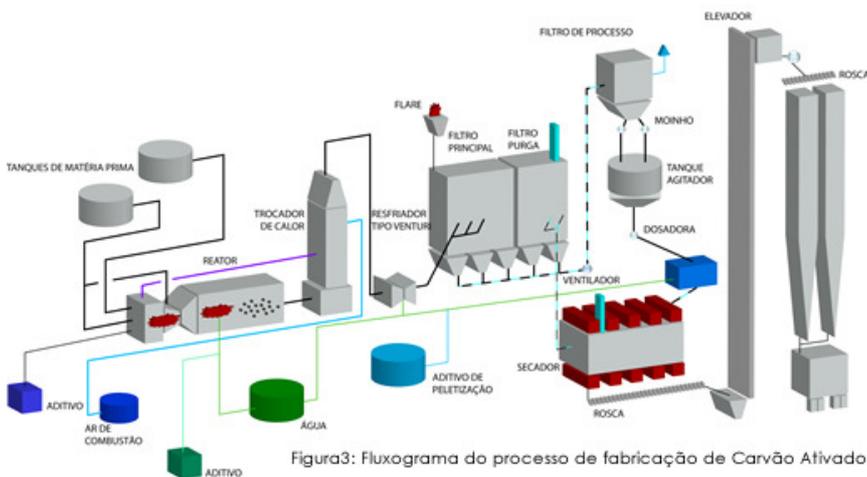


Figura3: Fluxograma do processo de fabricação de Carvão Ativado

Parâmetros para avaliações dos carvões ativados

Os Carvões Ativados são avaliados por suas propriedades físicas e através de testes empíricos da sua capacidade de adsorção. Esses são os parâmetros mais comuns:

- **Teor de Cinzas:** as cinzas são dependentes do tipo de matéria-prima e do processo de fabricação. Compreende o resíduo após a ignição da substância, sob condições específicas.
- **Umidade ou Perda por Secagem:** é determinada com o propósito de produção e embarque. É o resultado da redução do peso quando a substância é aquecida, sob condições específicas.
- **pH:** depende da matéria-prima e processo de fabricação. É obtido pela análise do extrato aquoso.
- **Granulométrica:** é uma forma de expressar o tamanho dos grãos do Carvão Ativado. Deve possuir tamanho de partícula que permita o melhor desempenho de adsorção e, ao mesmo tempo, boas condições de filtração. Nos Carvões Pulverizados normalmente é expresso como percentual em peso passante, por uma malha pré-determinada (como malha 325 ou 400 ASTM). Nos Carvões Granulados, define-se normalmente o tamanho nominal quando se demonstra as duas malhas limitantes da distribuição granulométrica, ou se demonstra diretamente a distribuição percentual em peso retida, ou passante em cada malha daquela distribuição.
- **Número de Dureza:** é um termo referente à resistência mecânica à decomposição das partículas medidas por testes específicos. É uma forma de avaliar a resistência do Carvão quando submetido ao desgaste de bolas de aço por atrito, sob agitação em um aparelho vibratório denominado Ro-Tap. Permite comparar lotes de Carvões Ativados entre si, e admite-se que o maior valor de dureza expressa um material mais resistente sob aquelas condições às que foram submetidas.
- **Peso Específico (Densidade) Aparente:** é a relação de massa por unidade de volume do Carvão Ativado, incluindo o seu volume de poros e espaços interpartículas.
- **Número de Iodo:** é definido como as miligramas de Iodo de uma solução aquosa, adsorvidas por 1 grama de Carvão Ativado, sob condições específicas determinadas pelo método. Fornece um índice de porosidade relativo a pequenos poros.
- **Eficiência Relativa ao Melaço:** é a avaliação da capacidade adsorptiva de um adsorvente, baseada na comparação dos desempenhos com o adsorvente de referência num teste definido. É um índice de descoloração medido em relação a uma solução de melaço e se expressa em percentual de descoloramento relativo a um Carbono padrão. Refere-se à habilidade do Carvão adsorver moléculas de maior tamanho.
- **Índice (ou Número) de Fenol:** conceitua-se como a quantidade em gramas de Carvão Ativado necessária para reduzir a concentração de fenol, em solução de 200 para 20 ppm. É um parâmetro utilizado para avaliar a remoção de gosto e cheiro de águas. Quanto menor o Índice de Fenol, menor será a necessidade de Carvão Ativado.
- **Número de Azul de Metileno:** indica a capacidade de adsorção do Carvão Ativado em relação às moléculas de tamanho semelhante às de azul de metileno.

- **Área Superficial:** é a área superficial total do Carvão Ativado, calculada pela equação B.E.T. (Brunauer, Emmett, Teller), pelos dados de adsorção e dessorção de nitrogênio, sob condições específicas. É expressa, comumente, em m^2/g C.A..
- **Volume de Poros:** é o volume de poros na unidade de peso do adsorvente. Pode ser obtido através da adsorção de mercúrio nos poros sob alta pressão. É expresso, comumente, em cm^3/g C.A..
- **Capacidade de Adsorção:** é a quantidade de um determinado componente adsorvido de um fluido. Pode ser medida através de testes com o fluido a puri ficar, obtendo-se curvas de adsorção para aquelas condições específicas.

TERMOS TÉCNICOS RELATIVOS À CARVÃO ATIVADO

Citamos a seguir, alguns termos técnicos utilizados em assuntos relacionados com Carvão Ativado e seus significativos, segundo a A.S.T.M..

- **Adsorção:** um processo em que moléculas fluidas são concentradas na superfície por forças químicas ou físicas ou por ambas.
- **Adsorção em contra-corrente:** um processo de adsorção no qual o fluxo do fluido está em direção oposta ao movimento do adsorvente.
- **Adsorção preferencial:** adsorção na qual um certo componente ou componentes são adsorvidos em maior quantidade do que outros.
- **Adsorção física:** ou adsorção de van der Waals, é a ligação de um adsorbato com a superfície sólida, pelas forças cujos níveis de energia são próximos daquelas de condensação.
- **Adsorção química:** é a ligação de um adsorbato com a superfície do sólido, pelas forças cujos níveis de energia se aproximam aos da própria ligação química.
- **Absorção:** processo no qual moléculas fluidas são levadas pelo líquido ou sólido, e distribuídas através do corpo líquido ou sólido.
- **Adsorbato:** alguma substância que pode ou é adsorvida.
- **Adsorvente:** substância com habilidade de concentrar quantidades significativas de outras substâncias na superfície.
- **Atividade:** termo genérico usado para descrever a capacidade de adsorver em geral. É também capacidade adsorviva de um adsorvente medido por um teste padrão.
- **Carvão Ativado:** uma família de substâncias carbonáceas manufaturadas por processo que nela desenvolve propriedades adsorvivas.
- **Coadsorção:** adsorção de dois ou mais componentes sobre um adsorvente, cada um afetando a adsorvibilidade do outro.
- **Calor de adsorção:** o calor desenvolvido durante a adsorção
- **Camada monomolecular:** um filme adsorvido, uma molécula densa.
- **Camada multimolecular:** um filme adsorvido, mais de uma molécula densa.
- **Canal:** maior fluxo do fluido através da passagem pelo local de baixa resistência, que pode ocorrer em leitos fixos ou em colunas de partículas, devido à acomodações desuniformes, tamanhos e formas de partículas irregulares, etc.
- **Desorção:** a separação do adsorbato do adsorvente.
- **Divisão de carga:** um processo de adsorção em fase líquida, no qual um adsorvente pó é adicionado à solução para ser tratada em duas ou mais etapas, com ou sem separação intermediária do adsorvente.
- **Equilíbrio da capacidade adsorviva:** a quantidade de um dado componente adsorvido por unidade de adsorvente de um fluido ou mistura de fluidos, em equilíbrio de temperatura, concentração ou pressão.
- **Filtrabilidade:** a razão pela qual as partículas podem ser separadas de uma pasta, por um meio permeável, sob condições específicas.
- **Finos:** partículas menores do que a menor especificação nominal de tamanho de partícula.
- **Isóbara:** um diagrama da quantidade adsorvida por unidade de adsorvente, contra o equilíbrio da temperatura, quando a pressão é mantida constante.
- **Isoterma:** um diagrama da quantidade adsorvida por unidade de adsorvente, contra o equilíbrio da concentração ou pressão, quando a temperatura é mantida constante.
- **Isoterma de Adsorção de Freundlich:** um diagrama logarítmico do componente adsorvido por unidade de adsorvente, versus concentração daquele componente em equilíbrio, a uma temperatura constante, o qual se aproxima da linha reta postulada pela equação de adsorção de Freundlich: $x/m = k \cdot c^n$ onde:
 x = quantidade adsorvida
 m = quantidade do adsorvente
 c = concentração
 k, n = constantes de Freundlich
- **Leito Expandido:** um leito de partículas granulares, através do qual um fluido com fluxo ascendente, com uma velocidade suficiente para elevar levemente o leito e separar as partículas, sem mudar suas porções.
- **Leito Fixo:** um leito de partículas granulares, no qual o fluxo flui sem produzir movimento substancial.
- **Leito Fluidizado:** um leito de partículas granulares, no qual o fluido ascende a uma razão suficiente para suspender as partículas completa e fortuitamente na fase fluida.
- **Leito Móvel Contínuo:** um processo de adsorção caracterizado pelo fluxo do fluido, através do leito móvel contínuo do adsorvente granular, com retirada contínua do adsorbato e adição contínua do adsorvente, reprocessado ou virgem.
- **Leito Móvel Intermitente:** um processo de adsorção caracterizado pelo fluido de fluxo ascendente, através do leito fixo do adsorvente granular, com retiradas periódicas do adsorvente gasto no fundo do leito e adição do adsorvente reprocessado ou virgem no topo do leito.
- **Macroporo:** no Carvão Ativado é um poro tendo diâmetro maior que 5.000 Angstroms.
- **Microporo:** no Carvão Ativado é um poro tendo diâmetro menor que 40 Angstroms.
- **Pó:** um termo impreciso, referindo-se à partículas capazes de suspensão temporária no ar ou nos outros gases; também partículas menores que um tamanho arbitrariamente selecionado.
- **Ponto de Ruptura:** o primeiro surgimento do adsorbato de interesse no efluente, sob condições específicas.
- **Ponto Final:** a ocorrência da concentração máxima permissível de um adsorbato de interesse no efluente.
- **Poros:** a complexa rede de canais no interior da partícula do adsorvente.
- **Poro Transitivo:** no Carvão Ativado, um poro tendo um diâmetro entre 40 e 5.000 Angstroms.
- **Profundidade do Leito Crítico:** a profundidade mínima de leito adsorvente necessária para conter a zona de transferência de massa.
- **Reativação:** processo de oxidação para restaurar propriedades adsorvivas de um adsorvente gasto.
- **Regeneração:** destilação ou processo de eluição, para restaurar as propriedades adsorvivas de um adsorvente gasto.
- **Retentividade:** a habilidade de um adsorvente de resistir à desorção de um adsorbato.
- **Sorção:** um processo onde moléculas fluidas são tomadas pela absorção e adsorção.
- **Tempo de Serviço:** o tempo decorrido até que o ponto final seja atingido, no processo de adsorção.

João Carlos Mucciaccito é Químico da CETESB de Santo André, Mestre em Tecnologia Ambiental pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Professor no SENAC, no Centro Universitário Santo André – UNI-A e na FAENG da Fundação Santo André.

E-mail: joaocarlos@fsa.br