

TÉCNICO EM QUÍMICA



MÓDULO III OPERAÇÕES UNITÁRIAS

TÉCNICO EM QUÍMICA



MÓDULO III
OPERAÇÕES UNITÁRIAS

Sumário

INTRODUÇÃO

- Classificação

CONCEITOS QUÍMICOS – MÉTODOS DE SEPARAÇÃO DE MISTURAS

- Catação
- Separação magnética
- Separação por sublimação
- Separação por solução e filtração
- Decantação
- Decantação em funil
- Centrifugação
- Centrifugação manual
- Dessecação ou Secagem
- Cristalização
- Destilação
- Destilação fracionada
- Flutuação ou Flotação
- Cromatografia

MATERIAIS PARA EQUIPAMENTO DE PROCESSOS

ARMAZENAMENTO DE LÍQUIDOS

ARMAZENAMENTO DE GASES

ARMAZENAMENTO DE SÓLIDOS

- Tipos de armazenamento de sólidos
- #### TRANSPORTE DE SÓLIDOS
- Tipos de transportadores de sólidos
 - Transportador de rosca (helicoidal)

TRANSPORTE PNEUMÁTICO

INTRODUÇÃO AO PENEIRAMENTO

MISTURA

- Escoamento axial
- Escoamento radial.
- Escoamento do fluido.



- **Formação do vórtice.**

MISTURADORES E AGITADORES ALIMENTÍCIO

- **Misturadores e Agitadores de Hélice**
- **Misturadores para alimentos de grande viscosidade**
- **Misturadores de bandeja**
- **Misturador e batedor Planetária e os vários formatos de batedor**
- **Misturadores para alimentos sólidos secos**
- **Misturadores Rotativos**
- **Duplo Cone**
- **Misturador e agitador de rosca**
- **Misturadores tipo emulsificador**

REFERÊNCIAS

APRESENTAÇÃO

A Escola Técnica com o intuito de se tornar referência em ensino técnico no Brasil, lança cursos técnicos em diversos eixos, como forma atender demandas regionais e estaduais.

Por meio de um trabalho diferenciado o estudante é instigado ao seu autodesenvolvimento, aliando a pesquisa e prática.

Boa formação é requisito necessário para quem deseja estar preparado para enfrentar os desafios do mercado profissional. A escolha de um curso, que aproxime teoria e prática e permita a realização de experiências contribui de maneira decisiva para a formação profissional com qualidade e inovação.

Ciente dessa importância a escola reuniu profissionais especialistas dos cursos propostos, para fornecer cursos técnicos de qualidade para a comunidade.

Como escola de desenvolvimento tecnológico, na área de educação realizado nos últimos anos no campo da educação básica, fortalece e amplia o seu programa de cursos, instituindo, em Goiás cursos técnicos de educação profissional.

Os cursos são oferecidos na modalidade semipresencial, utilizando-se da plataforma Moodle ou MaterialApostilado, mediado por professores formadores/tutores renomados. Além dos momentos presenciais, serão oferecidos no ambiente virtual: fórum de apresentação, fórum de notícias, slide com conteúdos pertinentes ao curso em questão, links de reportagens direcionadas, sistematização da aprendizagem.

BOAS VINDAS

Bem-vindo à Escola Técnica! Prezado (a) Cursista, Que bom tê-lo (a) conosco!

Ao ter escolhido estudar na modalidade à distância, por meio de um ambiente virtual de aprendizagem, você optou por uma forma de aprender que requer habilidades e competências específicas por parte dos professores e estudantes. Em nossos cursos à distância, é você quem organiza a forma e o tempo de seus estudos, ou seja, é você o agente da sua aprendizagem. Estudar e aprender a distância exigirá disciplina.

Recomendamos que antes de acessar o espaço virtual de aprendizagem, faça uma leitura cuidadosa de todas as orientações para realização das atividades.

É importante que, ao iniciar o curso, você tenha uma compreensão clara de como será estruturada sua aprendizagem.

Uma orientação importante é que você crie uma conta de e-mail específica para receber informações do curso, seus exercícios corrigidos, comunicados e avisos.

É de responsabilidade do estudante verificar também sua caixa de spam-lixo para ter acesso a todas as informações enviadas.

Desejamos um ótimo curso.

ORGANIZANDO OS ESTUDOS

O estudo por meio de um ambiente virtual de aprendizagem não é mais difícil e nem mais fácil do que num ambiente presencial. É apenas diferente. O estudo à distância exige muita disciplina. As orientações a seguir irão auxiliá-lo a criar hábitos de estudo.

Elabore um horário semanal, considerando a carga horária do curso. Nesse plano, você deve prever o tempo a ser dedicado:

- Leitura do conteúdo das aulas, incluindo seus links para leituras complementares, sites externos, glossário e referências bibliográficas;
- Realização das atividades ao final de cada semana;
- Participação nos chats;
- Participação nos fóruns de discussão;
- Interação com o professor e/ou com o tutor;
- Interação com seus colegas de curso, por mensagem ou por chat.

Uma vez iniciados os seus estudos, faça o possível para manter um ritmo constante, procurando seguir o plano previamente elaborado. Na educação à distância, é você, que deve gerenciar o seu processo de aprendizagem.

Procure manter uma comunicação constante com seu tutor, com o intuito de tirar dúvidas sobre o conteúdo e/ou curso e trocar informações, experiências e outras questões pertinentes.

Explore ao máximo as ferramentas de comunicação disponíveis (mensageiro, fórum de discussão, chat).

É imprescindível sua participação nas atividades presenciais obrigatórias (aulas), elas são parte obrigatória para finalização do curso.



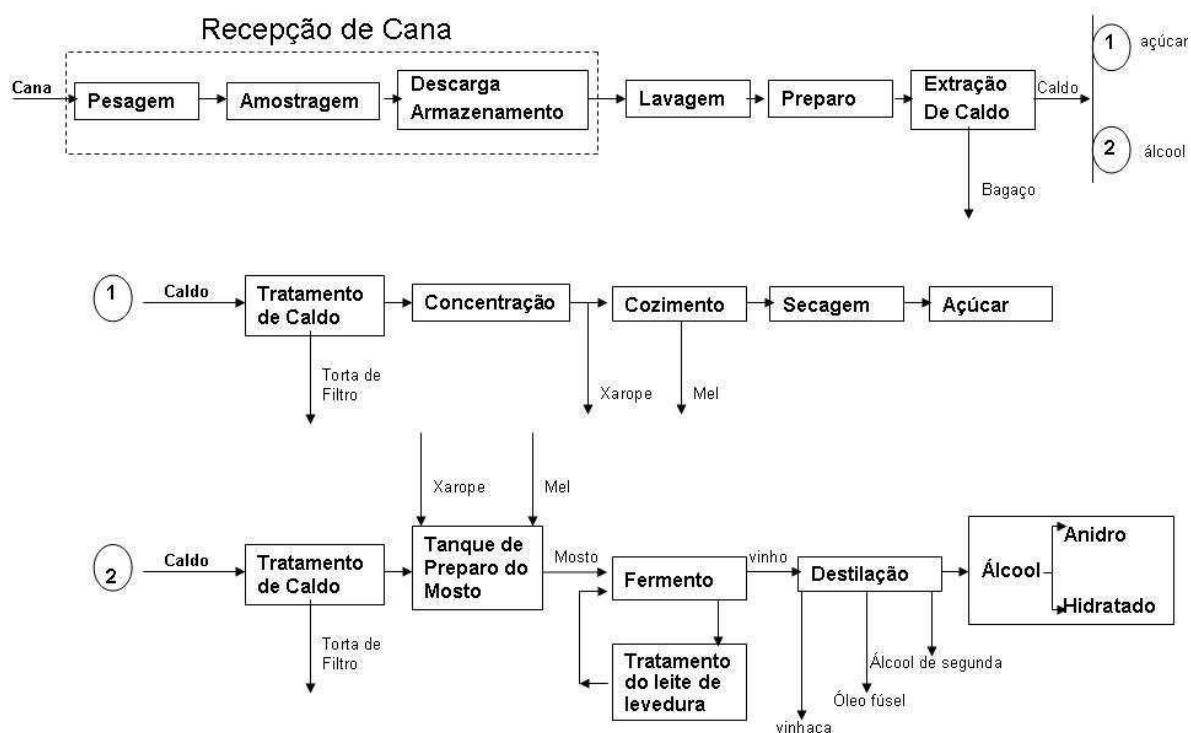
Módulo III

OPERAÇÕES UNITÁRIAS

INTRODUÇÃO

Toda indústria química envolve um conjunto de processos: Processo químico, Processo de estocagem de materiais, processo de compras, processo de pagamentos, etc. As operações unitárias serão importantes para execução dos processos químicos, físico-químicos, petroquímicos, etc.

Um processo químico é um conjunto de ações executadas em etapas, que envolvem modificações da composição química, que geralmente são acompanhadas de certas modificações físicas ou de outra natureza, no material ou materiais que é (são) ponto de partida (matérias primas) para se obter o produto ou os produtos finais (ou acabados).



Cada etapa dentro do processo que tem princípios fundamentais independentes da substância (ou substâncias), que está sendo operada e de outras características do sistema, pode ser considerada uma operação unitária.

O engenheiro A. D. Little (1915) apresenta um conceito interessante para as operações unitárias: **“Qualquer processo químico, em qualquer escala, pode ser decomposto numa série estruturada do que se podem denominar, operações unitárias, como moagem, homogeneização, aquecimento, calcinação, absorção, condensação, lixiviação, cristalização, filtração, dissolução, eletrólise, etc.”**

Desde 1915 foram acrescentadas outras operações unitárias a lista de Little como o transporte de fluidos, a transferência de calor, a destilação, a umidificação, a absorção de gases, a sedimentação, a classificação, a centrifugação, a hidrólise, a digestão, a evaporação, etc.

As complexidades das Aplicações de engenharia provem da diversidade das condições, como temperatura, pressão, concentração, pureza, etc., sob as quais as operações unitárias devem ser realizadas nos diversos processos e das limitações e exigências aos materiais de construção e de projeto, impostas pelos aspectos físicos e químicos das substâncias envolvidas.

Todas as operações unitárias estão baseadas em princípios da ciência que são traduzidos nas aplicações industriais em diversos campos de engenharia. O escoamento de fluido, por exemplo, é estudado em mecânica dos fluidos, mas interessam muito a hidráulica que se liga mais à engenharia civil e a engenharia sanitária. Encontram-se, no setor da indústria exemplos de maior parte das operações unitárias em aplicações as mais variadas.

Classificação

As operações unitárias podem ser classificadas de acordo com critérios variados. Podemos, por exemplo, classificá-las em grupos de acordo com a sua finalidade dentro do processo produtivo.

- **Operações preliminares:** São normalmente utilizadas antes de qualquer outra operação. Suas funções estão associadas à preparação do produto para posterior processamento de melhoria das condições sanitárias da matéria prima. Ex. Limpeza, seleção, classificação, eliminação, branqueamento, etc.

- **Operações de conservação:** Entre estas podemos citar a esterilização, a pasteurização, o congelamento, refrigeração, evaporação, secagem, etc.
- **Operações de transformação:** Moagem, mistura, extrusão, emulsificação, etc.
- **Operações de separação:** Filtração, cristalização, sedimentação, centrifugação, prensagem, destilação, absorção, adsorção, desumidificação, precipitação eletrostática, etc. Uma classificação bem comum é utilizada levando-se em conta o tipo de operação envolvida (operações mecânicas, operações envolvendo transferência de calor e operações envolvendo transferência de massa), a saber:

OPERAÇÕES MECÂNICAS

Operações envolvendo sólidos granulares:

- Fragmentação de sólidos;
- Transporte de sólidos;
- Mistura de sólidos;

Operações com sistemas sólido-fluido:

- Sólidos de sólido;
- Peneiramento
- Separação hidráulica (arraste-elutriação)
- Sólido de líquidos;
- Decantação
- Flotação (borbulhamento de ar)
- Floculação (sulfato de alumínio – aglutinação – flocos)
- Separação centrífuga
- Filtração
- Sólidos de gases
- Centrifugação (para gases - ciclones)
- Filtração (para gases - filtros manga)

- Líquidos de líquidos
- Decantação
- Centrifugação

Operações envolvendo sistemas fluidos:

- Bombeamento de líquidos;
- Mistura e agitação de líquidos;

OPERAÇÕES COM TRANSFERÊNCIA DE CALOR

- Aquecimento e resfriamento de fluidos
- Evaporação e Cristalização
- Secagem

OPERAÇÕES COM TRANSFERÊNCIA DE MASSA

- Destilação
- Extração Líquido-Líquido
- Absorção de Gases

CONCEITOS QUÍMICOS – MÉTODOS DE SEPARAÇÃO DE MISTURAS

Na química, a separação de misturas é muito importante, pois para obtermos resultados mais corretos em pesquisas e experiências, é necessário que as substâncias utilizadas sejam as mais puras possível. Para isso, utiliza-se vários métodos de separação, que vão desde a "catação" até complicada "destilação fracionada".

Exemplos práticos onde a separação de misturas é aplicada:

- Tratamento de esgotos / Tratamento de água O esgoto urbano contém muito lixo "grosso", é



necessário separar este lixo do resto da água (ainda suja, por componentes líquidos, que serão extraídos depois.

- Dessalinização da água do mar

Em alguns lugares do planeta, a falta de água é tamanha, que é preciso pegar água do mar para utilizar domesticamente. Para isso, as usinas dessalinizadoras utilizam a osmose e membranas semi-permeáveis para purificar a água.

- Destilação da cachaça
- Separação de frutas podres das boas em cooperativas (catação)
- Exame de sangue

Separa-se o sangue puro do plasma (líquido que compõe parte do sangue, que ajuda no carregamento de substâncias pelo organismo), através de um processo de sedimentação "acelerada" (o sangue é posto em uma centrífuga, para que a parte pesada do composto se deposite no fundo do recipiente. Entre várias outras aplicações.

Para facilitar o processo de separação de uma mistura, deve-se observar primeiro a própria mistura. Ela pode ser de dois tipos: homogênea e heterogênea. Homogênea significa que as misturas tem um aspecto comum, dando a impressão de que não é uma mistura. Heterogênea é o contrário: nota-se claramente que se trata de duas (ou mais) substâncias, exemplo: água misturada com areia.

Nas misturas homogêneas, deve-se aplicar primeiro métodos que envolvam fenômenos físicos (evaporação, solidificação, etc). Nas heterogêneas, deve-se separar as "fases" (os diferentes aspectos da mistura) utilizando métodos mecânicos (catação, levigação, etc), e depois, os mesmos métodos utilizados em substâncias homogêneas (pois cada fase poderá ter mais de uma substância, passando a ser então, uma substância homogênea).

Abaixo está a lista de métodos utilizados para separação de misturas:



- Magnetismo
- Catação
- Sedimentação
- Decantação
- Filtração
- Dissolução Fracionada
- Fusão Fracionada
- Liquefação Fracionada
- Levigação
- Ventilação
- Peneiração | Tamização
- Destilação Simples
- Destilação Fracionada

Catação (misturas heterogêneas)

A catação é o tipo de separação de misturas do tipo “sólido-sólido” , onde as substâncias são separadas manualmente, com uma pinça, colher, ou outro objeto auxiliador, utilizando o critério visual para a seleção das partículas sólidas.

É utilizada, por exemplo, na separação de grãos bons e ruins de feijão e também na separação dos diferentes tipos de materiais que compõem o lixo: vidro, metais, borracha, papel, plásticos, etc, para serem destinados à reciclagem.





Figura 1: catação

Separação magnética (misturas heterogéneas)

Trata-se de um método de separação sólido-sólido específico das misturas com um componente **ferromagnético** como o cobalto, o níquel e, principalmente, o ferro. Estes materiais são extraídos pelos ímanes, fenómeno que se pode aplicar para reter as suas partículas ou para desviar a sua queda.



Figura 2: Separação magnética

Separação por sublimação (misturas heterogêneas)

A sublimação é a passagem direta de sólido a gás que sofrem algumas substâncias como o iodo, em determinadas condições de pressão e temperatura. A sublimação pode-se aplicar às soluções sólidas e às misturas, sempre uma das substâncias possa sofrer este fenômeno. Basta aquecer a mistura ou solução à temperatura adequada e recolher os vapores que, quando arrefecem, se vêem submetidos a uma sublimação regressiva, ou seja, passam diretamente de gás a sólido.



Figura 3: Separação por sublimação

Separação por solução e filtragem (misturas heterogêneas)

Para separar uma mistura sólida, pode recorrer-se a um solvente seletivo e, portanto, à separação por solução. Às vezes é possível encontrar um bom solvente para um dos componentes da mistura que, no entanto, não dissolve o outro ou os outros componentes, obtendo-se uma suspensão.

Filtragem – quando uma suspensão passa através de um papel de filtro, as suas partículas ficam retidas se o diâmetro da malha que forma o papel for suficientemente pequeno.

No caso das partículas sólidas serem muito pequenas pode recorrer-se a um filtro de porcelana porosa. O mais corrente é o filtro de papel, que se dobra em quatro partes,

formando-se um cone que se adapta à forma do funil. Existem também filtro de areia, argila e carvão.



Figura 4: Separação por solução e filtração

Decantação (misturas heterogêneas)

Trata-se da separação de dois líquidos ou de um líquido e de um sólido, aproveitando a sua diferença de densidade. Para separar um líquido de um sólido de maior densidade deixa-se repousar durante certo tempo, para que o sólido se deposite no fundo do recipiente. Se as partículas sólidas forem muito

pequenas, esse tempo pode prolongar-se por horas ou até mesmo dias. A partir do momento em que se depositou totalmente, inclina-se o recipiente com cuidado até se verter o líquido sem que o sólido seja arrastado. Para a obtenção de melhores resultados pode também ser utilizada uma vareta de vidro como material auxiliar.

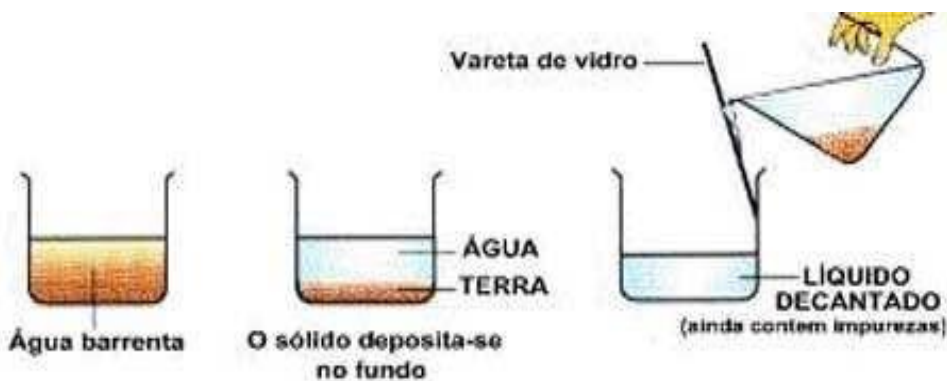


Figura 5: Decantação

A decantação é muito utilizada para separar líquidos imiscíveis, ou seja, líquidos que não se misturam.

Para isso, coloca-se a mistura a ser separada num funil de separação (ou funil de decantação ou funil de bromo). Quando a superfície de separação das camadas líquidas estiver bem nítida, abre-se a torneira e deixa-se escoar o líquido da camada inferior, conforme o desenho:



Figura 6: Decantação

Decantação em funil

Permite a separação de líquidos imiscíveis (que não se misturam homogeneamente).

Centrifugação (misturas heterogêneas)

Quando numa mistura de sólidos e líquidos, os sólidos possuem uma dimensão muito pequena, não são úteis nem a filtração nem a decantação. O pequeno tamanho das partículas sólidas provoca uma obstrução dos poros do filtro, tornando a filtração muito lenta mesmo que se produza vácuo por meio de uma bomba no interior do recipiente, para acelerar a filtração. Por outro lado, a pequena dimensão das partículas faz com que sejam retidas pelo líquido, de modo que podem demorar muito tempo a depositar-se no fundo do recipiente, tornando ineficaz a decantação. Neste caso, introduz-se a mistura em tubos de ensaio que, colocados numa centrifugadora, giram em posição quase horizontal a grande velocidade, aumentando assim a rapidez com que se deposita o sólido compactado no fundo do tubo. Verifica-se o líquido que sobrenada e fica completa a separação.

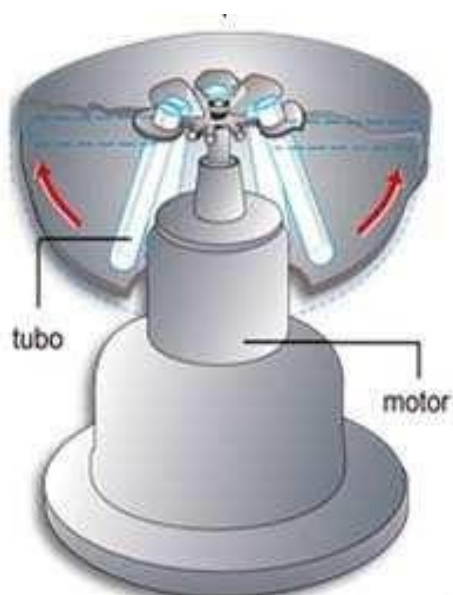
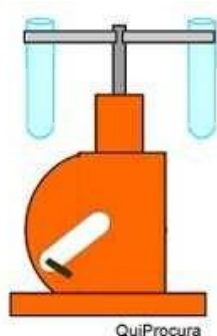


Figura 7: centrifugação

Centrifugação manual

Existem centrifugadoras industriais de grande valia e eficácia que giram a mais de 20.000 rotações por minuto mas, nos laboratórios continuam a utilizar- se pequenas centrifugadoras que, pelo seu baixo preço e fácil manejo, servem para trabalhos simples que não necessitam de altas velocidades nem de muitos minutos de centrifugação.



Centrifugadora manual em repouso



Centrifugadora manual em movimento

Figura 8: Centrifugação manual

Dessecação ou Secagem (misturas heterogêneas)

Produz-se aquecendo a amostra diretamente à chama, com um aquecedor elétrico ou numa estufa adequada, com o fim de evaporar o líquido volátil que empapa ou dissolve o sólido. Este permanece no recipiente. A dessecação termina quando se pesa o recipiente com pequenos intervalos de tempo e o seu peso não se altera.

Cristalização (misturas homogêneas)

Quando se deseja separar um componente sólido de uma solução líquido-sólido, pode deixar-se evaporar o líquido até que a solução fique saturada. A partir desse momento, o sólido ir-se-á separando em cristais. Pode-se acelerar este processo aumentando a temperatura e o contacto com o ar. Os cristais húmidos podem ser secados com um papel de filtro ou numa estufa, ou por filtração ou decantação, quando a quantidade de líquido for muito grande.

Destilação (misturas homogêneas)

A destilação é eficaz na separação de dois ou mais líquidos solúveis entre si. Cada líquido possui uma temperatura de ebulição própria. Os líquidos podem ser separados por meio de um destilador. Ferve-se uma solução formada por líquidos num destilador, sendo a primeira fração de líquido que se recolhe a que corresponde ao líquido mais volátil, dado que foi o primeiro a entrar em ebulição. Pode utilizar-se eficazmente sempre que os líquidos misturados ou dissolvidos não possuam temperaturas de ebulição muito parecidas. Em caso contrário é preciso utilizar destilações muito mais complexas.

Destilação fraccionada

Para a separação dos componentes das misturas homogéneas líquido-líquido, recorre-se muitas vezes à destilação fraccionada. Ao aquecer a mistura num balão de destilação, os líquidos destilam-se na ordem crescente de seus pontos de ebulição e podem ser separados. O petróleo é separado em suas fracções por destilação fraccionada, tal como mostra na figura:

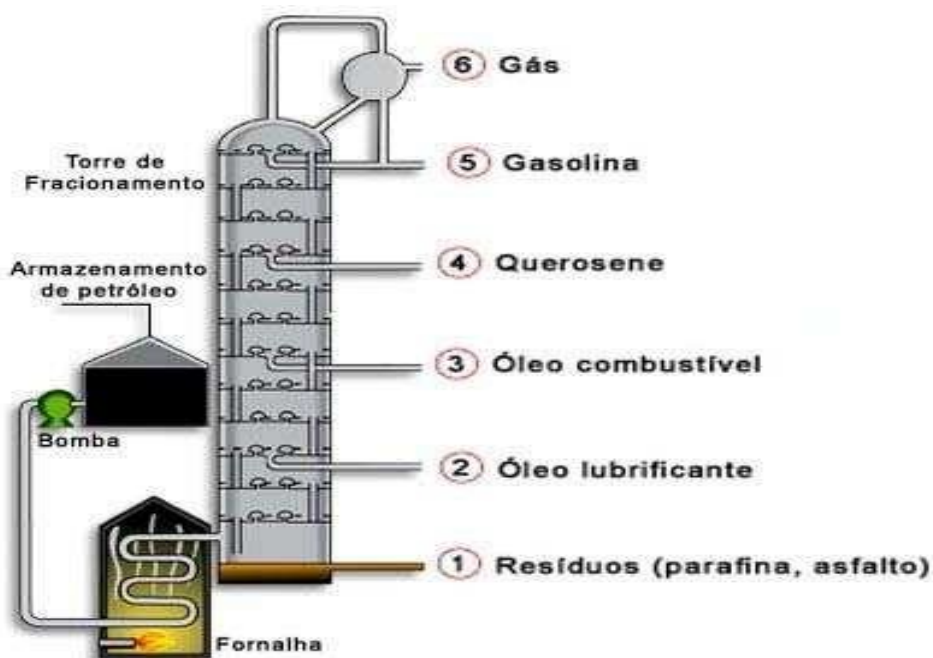


Figura 9 : destilação fracionada

Flutuação ou Flotação (misturas heterogéneas)

Aplica-se a uma mistura com um líquido de densidade intermediária em relação às dos componentes. O componente menos denso que o líquido flutuará, separando-se assim do componente mais denso, que se depositará. O líquido utilizado não deve, contudo, dissolver os componentes.

Também é denominado por sedimentação fracionada.

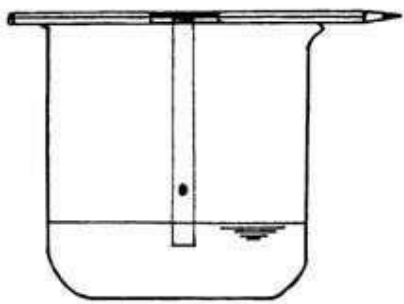


Separação da serragem misturada com areia por flotação. A serragem flutua enquanto a areia sedimenta.

Figura 10: separação de serragem

Cromatografia

Se a mistura a separar nos seus componentes for colorida, este processo permite separar os vários pigmentos, obtendo-se cromatogramas. Para a realização deste processo de separação será imprescindível a utilização de papel absorvente, assim como de um goblé com álcool etílico



Cromatografia em papel



Cromatograma

Figura 11: cromatografia

MATERIAIS PARA EQUIPAMENTO DE PROCESSOS

Equipamentos de processos são os equipamentos em indústrias de processamento, que são aquelas nas quais os materiais sólidos ou fluidos sofrem transformações físicas ou químicas ou as que se dedicam à armazenagem, manuseio ou distribuição de fluídos.

Classificam-se em Equipamentos de caldeiraria, Máquinas e Tubulações.

Os equipamentos de processo podem trabalhar em três condições específicas nas indústrias de processamento:

- Regime contínuo
- Cadeia contínua
- Situações de alto risco

ARMAZENAMENTO DE LÍQUIDOS

A necessidade de armazenamento surge por vários motivos:

- Reservar a matéria-prima, sólida ou fluida, recebida do fornecedor, muitas vezes em grandes quantidades;
- Armazenar o produto antes da venda;
- Possivelmente como uma etapa intermediária objetivando dar “fôlego” às outras etapas do processo, tais como transporte, embalagem, entre outras.
- Os recipientes que realizam este armazenamento chamam-se tanques, são especificados por normas apesar de serem equipamentos mais simples. O armazenamento de líquidos pode ser realizado, basicamente, em duas condições distintas:

Armazenamento de líquidos a temperatura ambiente e pressão atmosférica;

Armazenamento de líquidos a temperatura ambiente e pressão acima da atmosférica

ARMAZENAMENTO DE GASES

Os recipientes que realizam este armazenamento chamam-se vasos ou cilindros. Os vasos na maioria das vezes são cilíndricos horizontais ou verticais, dependendo da necessidade.

A forma com a qual o gás pode ser armazenado não depende somente do tipo do gás, mas das condições em que ele se encontra.

Uma das propriedades que mais podem interferir no tipo de armazenamento de gases é a **TEMPERATURA CRÍTICA DO GÁS**, ou seja, a temperatura acima da qual o gás não pode ser liquefeito, pois o gás liquefeito consegue ser armazenado em uma quantidade muito maior em massa do que no estado gasoso. Desta forma os gases podem ser armazenados nas seguintes condições:



- Armazenamento de gases a temperatura ambiente e alta pressão, sob a forma de gás;
- Armazenamento de gases liquefeitos a temperatura ambiente e alta pressão;
- Armazenamento de gases liquefeitos a temperatura criogênica e alta pressão.

ARMAZENAMENTO DE SÓLIDOS

Armazenamento do material sólido revela algumas características específicas quando se analisa o material granular a granel, são elas:

- Deformação;
- Pressão;
- Cisalhamento;
- Densidade.

No armazenamento de sólidos existem três fatores de influência a serem considerados:

- O coeficiente de atrito;
- O ângulo de queda;
- O ângulo de repouso.

O coeficiente de atrito é, por definição, a tangente do ângulo de equilíbrio, não depende do peso do corpo, somente dos materiais e do estado das superfícies;



O ângulo de queda é o ângulo com o qual o corpo começa a cair, considerado o infinitésimo maior que o ângulo de equilíbrio;

O ângulo de repouso é o ângulo que um corpo particulado forma quando cai livremente sobre o chão ou uma superfície qualquer. O conteúdo da umidade influencia diretamente no valor do ângulo de repouso, alterando-o conforme sua intensidade.

Tipos de armazenamento de sólidos

Armazenamento em PILHAS

Armazenam-se em pilhas quando a quantidade do material é muito grande, e inviabiliza economicamente a utilização de silos, ou quando o material armazenado não pode ser confinado, pois cujo pó, em presença de ar, forma uma mistura explosiva, exigindo o armazenamento em ambientes abertos;

Amplamente utilizada na indústria de mineração, fertilizantes, etc...

A pilha pode ser cônica, quando a quantidade de material estocado é relativamente pequena, ou prismática quando a quantidade de material é muito grande.

Armazenamento em SILOS

Amplamente utilizada na indústria de grãos, cimentos etc... Os silos são utilizados para volumes menores de material, ou também quando o material é armazenado por sofrerem deterioração – grãos - ou serem sensíveis à umidade- cimentos.

Podem ser feitos de concreto ou de aço, com formato redondo, quadrado ou retangular, depende do critério ou da necessidade do projetista, porém o fundo deve ser cônico ou piramidal.

O ângulo do fundo deve ser MAIOR que o ângulo de queda do material armazenado.



Figura 12: Armazenamento em silos

Alguns materiais granulares ou em pó não pode ser armazenados em silos pois formam , em contato com o ar, uma mistura explosiva, que na presença de algum tipo de ignição pode gerar grandes prejuízos.

TRANSPORTE DE SÓLIDOS

Os transportes industriais abrangem 3 tipos distintos de operações unitárias:

- Transporte de sólidos
- Bombeamento de líquidos
- Movimentação de gases

Operações de movimentação de sólidos granulares em regimes contínuos para as etapas do processo; Dentre muitos, pode-se citar os seguintes aspectos sobre a importância do transporte de sólidos:

- Grande importância no custo da operação industrial;
- Automação dos processos, substituindo a mão-de-obra humana
- Necessidade de um transporte versátil para os vários tipos de sólidos Para caracterizar, ou especificar, o equipamento, leva-se em consideração os seguintes aspectos:
 - Capacidade
 - de operação;
 - Nominal;
 - de pico;
 - de projeto.
- Distância e desnível entre carga e descarga;
- Natureza do material transportado;
- Fatores econômicos.

Pode-se dividir os transportadores em dois grupos:

Os que se movimentam junto com o sólido no transporte

- Pás carregadeiras;
- Vagonetas ;
- Empilhadeiras ;
- Caminhões;
- Guinchos;
- Guindastes;
- etc....

Os que permanecem fixos no transporte do sólido

- **Carregadores ;**
- Arrastadores ;
- Elevadores ;
- Alimentadores ;



- Pneumáticos ;

Os equipamentos carregadores são destinados a carregar de forma contínua o sólido granular de um ponto a outro dentro da fábrica, os mais comuns são:

- Correia
- Esteira
- Corrente
- Caçamba
- Vibratório
- Por gravidade

Tipos de transportadores de sólidos

Transportador de correia (esteiras)

O transportador de correias consiste em transportar o sólido suportado por uma correia sem fim flexível, normalmente de borracha, que se desloca sobre roletes durante todo o percurso, nas extremidades encontra-se tambores (polias), que se encontram livres no ponto de alimentação e motores (ou motrizes) no ponto de descarga.



Figura 13: Transportador de correia

É realizado horizontalmente, podendo ser também inclinado, preferencialmente para cima. Podem medir desde poucos metros até muitos quilômetros, trabalhando versátilmente em várias velocidades e temperaturas.



Figura 14: Transportador de correia

Transportador de rosca (helicoidal)

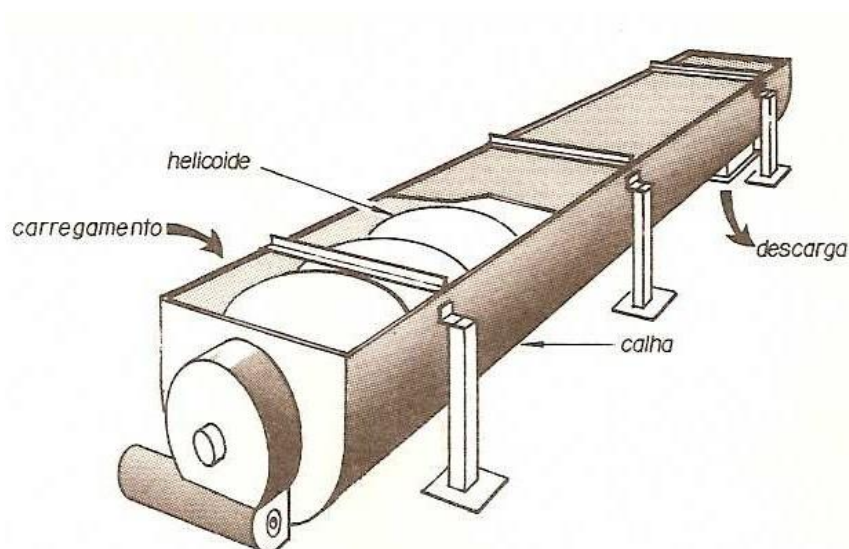


Figura 15: Transportador de rosca (helicoidal)

Consiste em uma calha semi-cilíndrica dentro da qual gira um eixo com uma helicóide. Além do transporte propriamente dito, este transportador pode ser utilizados para algumas outras operações, tais como mistura, resfriamento, extração, moagem entre outros;

São adaptáveis a uma ampla gama de processos operacionais, facilmente isolados do ambiente externo podendo trabalhar com atmosfera, pressão ou temperatura controladas;



Figura 16: Transportador de rosca (helicoidal)

Transportador de elevador de caçambas

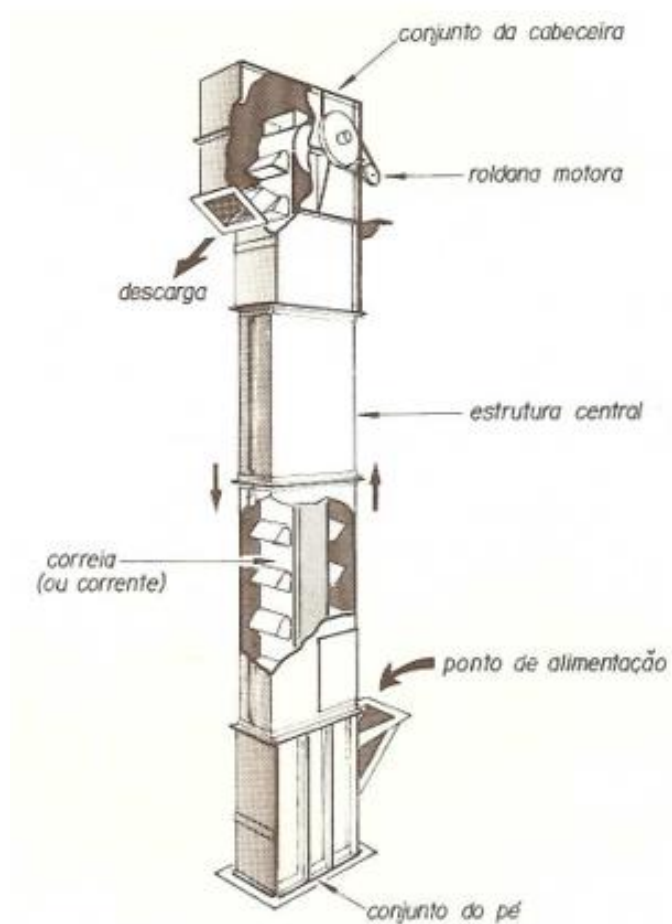
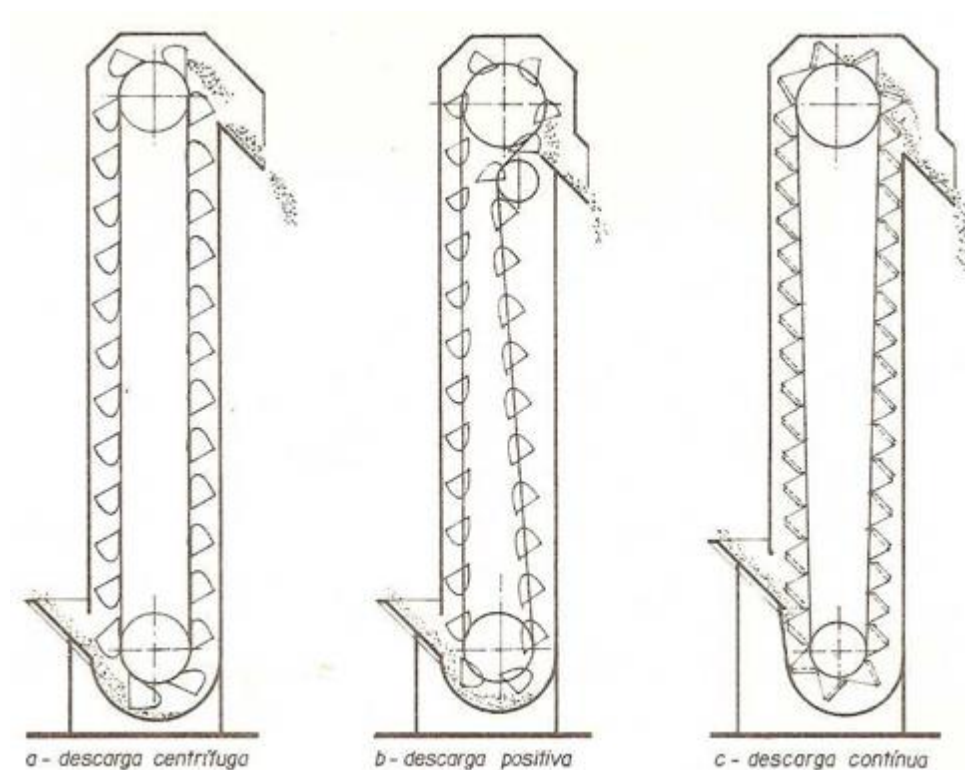


Figura 17: Transportador de elevador de caçambas

É realizado para transportes verticais, transportador de elevador consiste em transportar o sólido suportado por caçambas, ou canecas, fixadas em correias verticais ou em correntes que se movimentam entre uma polia superior (normalmente motora) e outra inferior que gira livremente.

Normalmente são equipamentos estanques, confinados em carenagens de aço ou outro material adequado, que impede a perda de materiais para o ambiente.

O descarregamento pode ser realizado de vários modos, sendo as formas mais comuns :



Figra 18: tipos de descarga

ONDE:

Elevação com descarga centrífuga:

- Mais comum;
- Destinado ao transporte de grãos, areia, produtos químicos secos;

Elevação com descarga positiva:

- Destinado a materiais que tendem a se compactar;
- Velocidade de transporte é baixa;

Elevação contínua:

- A descarga é delicada para evitar degradação excessiva do produto;
- Normalmente usada para materiais difíceis de se trabalhar com descarga contínua;
- Trabalha com materiais finamente pulverizados;

TRANSPORTE PNEUMÁTICO

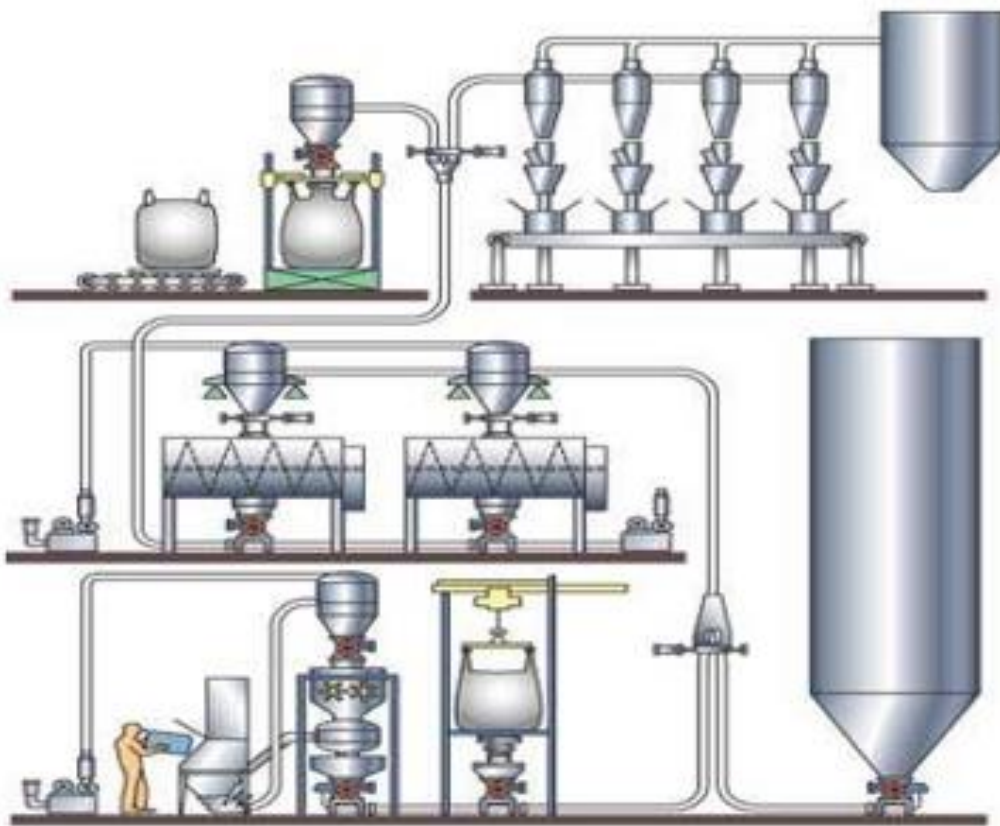


Figura 19: Transporte pneumático

A maioria das atividades industriais implica na movimentação de produtos em pó, granulados ou refiles, seja para as necessidades de fabricação ou para remoção de resíduos;

O que é o Transporte Pneumático?

Consiste em movimentar um produto (partículas de sólidos) no interior de uma tubulação estanque através de uma corrente de sopro ou exaustão, usando ar ou outro gás como fluido transportador.

O transportador pneumático é um equipamento utilizado em larga escala na indústria para movimentação e elevação de sólidos granulados através das mais variadas distâncias e tipos de trajeto.

O sistema de transporte pneumático é constituído basicamente por:

- Tubulação por onde circulam os sólidos e o fluido transportado;
- Um soprador e/ou bomba de vácuo;
- Um alimentador de sólidos e;
- Um separador de fluido e sólidos na parte terminal tais como:
 - Ciclones;
 - Filtros de limpeza por ar comprimido ou contra-corrente;
 - Ou até mesmo descarga direta em silo ou depósito;

A utilização da movimentação do ar para a movimentação de materiais representa vantagens a este processo se comparado à movimentação mecânica (elevador, transportador helicoidal, etc.);

- Pois oferece maior segurança ao produto uma vez que o mesmo é transportado por meio de tubulações, onde o ar como fluido possibilita o seu escoamento até o local desejado;
- Ele se torna útil para transportar sólidos para locais de uma planta de processo, difíceis ou economicamente inviáveis de serem alcançadas por transportadores mecânicos;

Usam tanto pressão positiva como negativa, para empurrar ou puxar, respectivamente, os materiais através da linha de transporte, em velocidades relativamente altas;

O transporte pneumático pode ser usado para partículas que variam de pós a pellets e densidades de 16 a 3200Kg/m³;

Alguns materiais que podem ser manipulados pelos sistemas de Transporte Pneumático:

- Açúcar;
- Amendoim;
- Argila em Esferas;
- Cal virgem e Hidratada;
- Caulim;
- Cimento;
- Farinha;
- Finos de Carvão;
- Granulados de Aço;
- Leite em Pó;
- Óxido de Ferro;
- Sal;
- Soda;
- Vidro; entre outros...

INTRODUÇÃO AO PENEIRAMENTO

Na área da química encontram-se sólidos particulados quando se efetuam muitas das operações unitárias, como por exemplo: moagem, secagem, filtração, cristalização, interação entre sólidos e fluidos, coleta de poeiras que constituem parte de muitos processos de obtenção de produtos sólidos industrialmente importantes.

As propriedades dos sólidos são divididas em duas classes:



- As que pertencem à partícula isolada e;
- As que são pertinentes aos vazios existentes entre as partículas

As propriedades das partículas referem-se à dimensão e forma da partícula, o seu volume, a área superficial e a massa. As propriedades do material sólido retido pelas partículas também estão nesta classe, por exemplo: a condutividade térmica, a densidade do sólido, o calor específico, a dureza e a higroscopicidade.

É a fração de vazios do sistema, a densidade real dos agregados de sólidos e de vazios, a área superficial por unidade de volume e muitas outras características secundárias, como a condutividade térmica real, a permeabilidade (medida da queda de pressão), e o ângulo de repouso das partículas

Peneiramento

Peneiramento é definido como o processo de separação de sólidos por diferenças de tamanho, ou também chamado de “granulometria”.

O sólido alimentado *A* é movimentado sobre a peneira. As partículas que passam pela abertura constituem os finos *F* e as que ficam retidas são os grossos *G*.

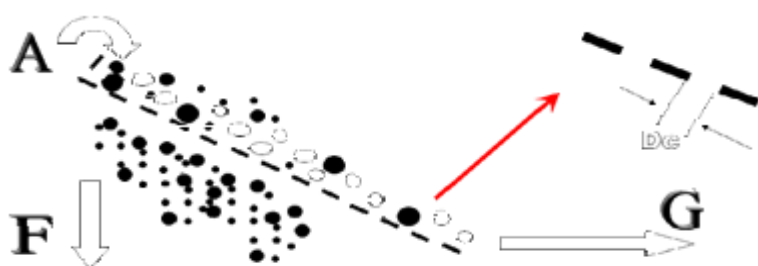


Figura 20: peneiramento

- **Uma** peneira separa apenas duas frações chamadas de *não-classificadas*, pois só é conhecida uma medida extrema. Quando utilizamos mais de uma peneira torna-se possível conhecer as chamadas *frações classificadas*, que possuem especificações de tamanho máximo e mínimo das partículas.

- Nestes casos o material pode ser separado em frações de partículas uniformes.
- O método mais simples e mais comum é a análise granulométrica, que consiste em passar a amostra em uma série de peneiras com malhas progressivamente menores.
- A fração é representada pela peneira na qual a massa ficou retida sobre a peneira na qual a massa atravessa, p.e. sendo as malhas 20 e 14, a fração ficaria 14/20 ou – 14+20.
- A fração representada pelas partículas de diâmetro D_i , correspondente à média aritmética das aberturas das malhas das peneiras

MISTURA

Consiste, de uma forma simples, na incorporação de uma fase em outra produzindo, através de agitação, uma mistura homogênea .

A mistura, também chamada de homogeneização, envolvendo sistemas sólidos é, invariavelmente, mais difícil de realizar comparando-se com sistemas fluidos;

O processo de mistura é extremamente utilizado, isoladamente ou conjugado com processos de moagem e transporte.

Há uma diversidade muito grande de modelos deste equipamento, alguns não são conhecidos como misturadores, tais como o transportador helicoidal e o moinho de bolas.

Os equipamentos podem ser operados em batelada enquanto outros são contínuos, basicamente divididos como:

Batelada

- Usados para materiais viscosos, plásticos e sólidos. São pontos importantes.

- Tempo para obtenção do resultado desejado.
- Facilidade e rapidez de descarga e limpeza.
- Consumo de energia.

Contínuos

- Para gases, líquidos de baixa viscosidade e suspensões.

O projeto de um misturador envolve cálculos empíricos para a medição de fatores como grau e índice de uniformidade, mas o meio mais utilizado ainda é a realização de planta piloto em escala para confirmação dos dados;

Destas observações pode-se entender que existem três fatores importantes na mistura de sólidos:

- Convecção – movimentação de grupos de partículas
- Difusão – movimentação de partículas isolada
- Cisalhamento – movimentação de planos de escorregamento

Os principais objetivos são:

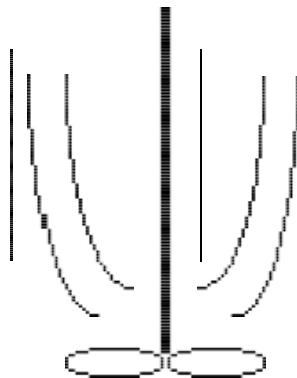
- Misturar líquidos miscíveis;
- Dispersão de líquidos imiscíveis;
- Dispersar um gás num líquido - aeração;
- Promoção de transferência de calor;
- Promoção de transferência de massa;
- Redução de aglomerado de partículas;
- Acelerar reações químicas.
- Obter materiais com propriedades diferentes daquelas do material originário;
- Aquecimento e resfriamento de soluções.



Classificação de Impulsores:

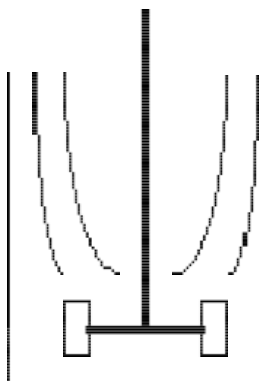
Escoamento axial

- São aqueles cujas pás fazem um ângulo menor que 90° com o plano de rotação do impulsor. Ex: hélices, turbinas de pás inclinadas.



Escoamento radial.

- Tem suas pás paralelas ao eixo de rotação. Este fluxo é perpendicular a parede do tanque. Ex: turbina, pás, âncora, grade.



Escoamento do fluido.

O tipo de escoamento depende:



- do tipo de lâmina utilizada;
- do tamanho do tanque;
- das características do fluido;
- dos dificultores;
- do impulsor utilizado.

A velocidade do fluido num tanque agitado apresenta três componentes:

- Componente radial : atua na direção perpendicular ao eixo da haste.
- Componente longitudinal : atua na direção paralela ao eixo.
- Componente tangencial : atua na direção tangente à haste. Responsável pela formação do vórtice. Deve ser evitada.

Formação do vórtice.

Produzido pela ação da força centrífuga que age no líquido em rotação, devido à componente tangencial da velocidade do fluido.

Geralmente ocorre para líquidos de baixa viscosidade (com agitação central).

Maneiras de evitar o vórtice:

- descentralizar o agitador;
- inclinar o agitador de 15° em relação ao centro do tanque;
- colocar o agitador na horizontal;
- usar dificultores.

Dificultores:

- Próximo à parede para líquidos de baixa viscosidade.
- Afastados da parede para líquidos de viscosidade moderada.
- Afastados da parede e inclinados para líquidos de alta viscosidade.



MISTURADORES E AGITADORES ALIMENTÍCIO

A mistura de um produto alimentício pode ser definida como uma operação durante a qual se efetua a combinação uniforme de vários componentes de uma formulação.

A eficiência do processo de mistura depende do tipo adequado do misturador utilizado e dos equipamentos auxiliares de controle do processo de mistura a ele acoplado, que fará a obtenção de uma boa homogeneização dos componentes de formulação. Vários são modelos de agitadores alimentício, destinando cada um para um determinado produto, como pode ser visto na figura a seguir:

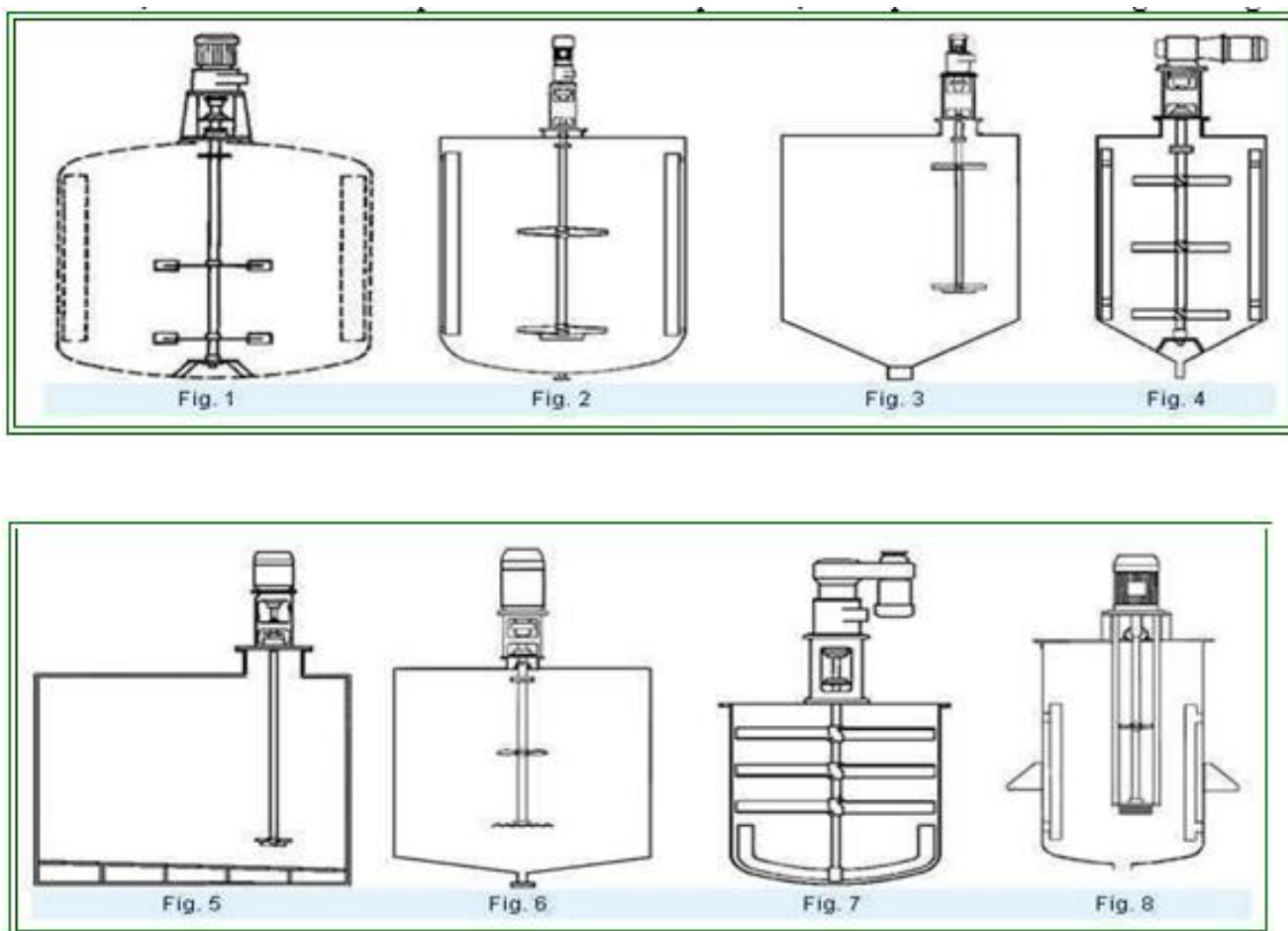


Figura 21: modelos de agitadores alimentício

Os equipamentos para mistura de um alimento de pequena viscosidade são dotados de agitadores com hélice. Consiste em uma ou mais hélice fixas em um eixo giratório que cria uma corrente de agitação em todo o recipiente, sem permitir que o produto circule junto com a hélice. Este estado de turbulência propicia um cisalhamento na interfase do produto misturado, o que provocará uma boa homogeneização do produto.

Os misturadores de hélice de paletas giram normalmente a velocidade baixa, ou seja, entre 40 a 150 rpm; o comprimento das paletas é de 50 a 80% do diâmetro do tanque e, sendo a altura da mesma 1/6 a 1/10 deste comprimento. A figura abaixo ilustra este tipo de misturador.

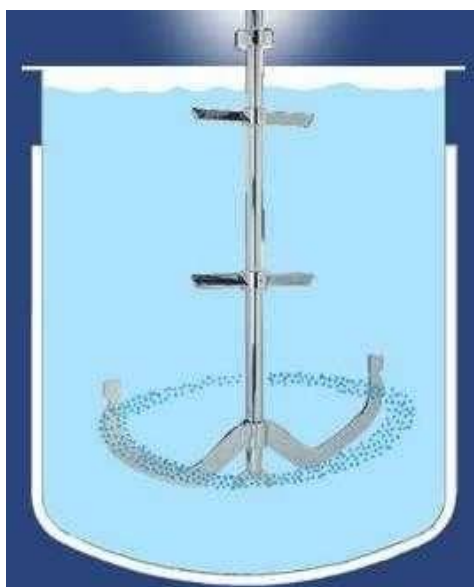


Figura 22: Os misturadores de hélice de paletas

A uma velocidade muito baixa, o agitador produz um movimento suave ao produto e, a potência que pode ser absorvida pelo mesmo é muito limitada. A velocidade do giro, pode dar lugar a formação de um vórtice na superfície do produto, sendo cada vez mais profundo a medida que se aumenta a velocidade de rotação do agitador. Este vórtice poderá provocar arraste de ar que irá incorporar ao produto. Pode-se resolver este tipo de problema, com a instalação de placas defletoras fixas ao tanque de mistura para quebrar a formação do vórtice.

Misturadores e Agitadores de Hélice

São agitadores em formato de hélice e medem geralmente menos de 1/4 do diâmetro do tanque de mistura, e giram a uma grande velocidade (acima de 1000 rpm).

Este tipo de agitador relativamente pequeno, são bastante efetivo em tanques grandes. Devido a natureza predominante longitudinal dos fluxos de corrente do produto, as hélices não são muito efetiva se forem montadas no centro do tanque verticalmente, sendo recomendado a sua instalação descentralizadas com o eixo, formando certo ângulo com a vertical do tanque. Os misturadores de hélice são bastante utilizados na mistura de produtos de pouca viscosidade; como as hélices cortam e cisalham as substâncias do produto, são utilizados também para dispersar sólidos e nos preparos de emulsões.



Figura 23: Misturadores e Agitadores de Hélice

Os dispersores são batedores especiais utilizados para homogeneizar produtos pastosos, deixando um aspecto cremoso ao produto. Este tipo de batedor efetua o cisalhamento dos sólidos quebrando em partículas extremamente minúsculas. Veja um modelo de dispersos e o movimento por ele executado.

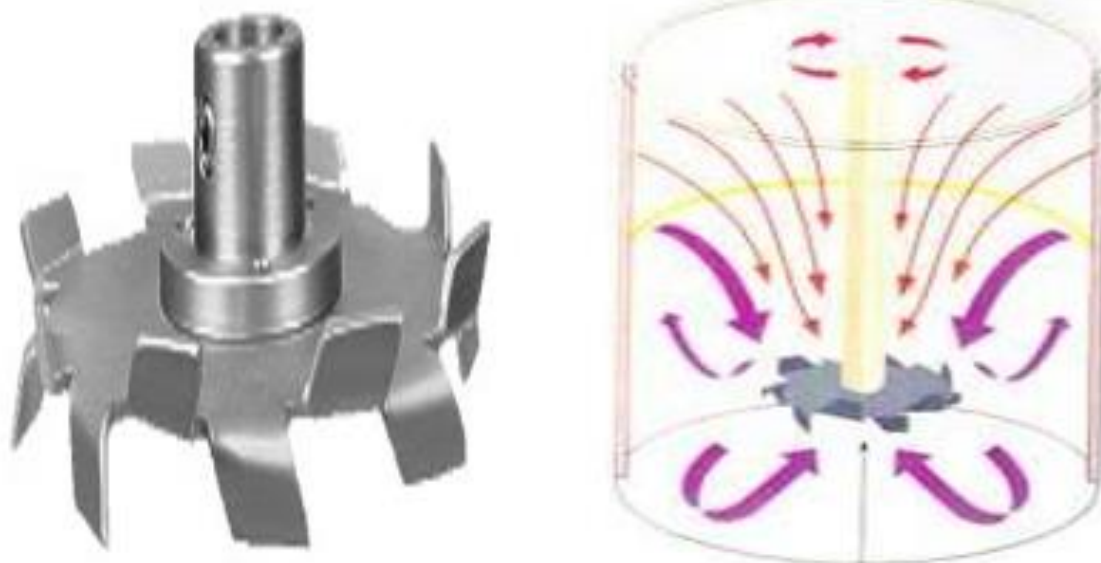


Figura 24: Modelo de Dispensor e Movimento do Produto Executado pelo mesmo

Misturadores para alimentos de grande viscosidade

A mistura de alimentos de grande viscosidade tais como molhos, extratos e massas é um processo bastante difícil, pois, as suas propriedades físicas são muito diferentes e, em muitos casos estas propriedades variam durante a operação de mistura. Muitos dos equipamentos de mistura são específicos para certos alimentos não podendo ser utilizados de uma forma genérica isto é, um misturador para xorope de açúcar por exemplo, não pode ser utilizado para misturar molhos de tomate ou doce de leite. Em regra geral, quanto maior for a consistência (viscosidade) do alimento a ser misturado, maior será o diâmetro da hélice e menor a rotação da mesma.

Misturadores de bandeja

Neste tipo de misturador, os alimentos a serem misturados se movem ao longo de uma trajetória planetária, agitando e misturando todas as partes do recipiente fazendo com que as paletas do recipiente giratório se movam também. Pode-se também girar as paletas de mistura rente as paredes do recipiente. Os batedores misturadores variam no formato conforme a sua aplicação, a fim de se obter um movimento vertical da mistura. Os misturadores batedores podem ser placas planas ou em forma de gancho, são bastante

utilizados para mistura de alimentos que tenham em sua formulação farinhas, óleos, açúcar, e sua aparência final é formar uma massa homogênea. Veja a figura abaixo que ilustra estes tipos de batedores.

Misturador e batedor Planetária e os vários formatos de batedor

Outro modelo de batedor misturador conhecido também para este fim de alimento, é o misturador horizontal que, possui dois batedores em forma de "Z", sendo que no geral estes batedores giram com velocidades diferentes. Este tipo de misturador pode ser dotado de camisa, onde funciona como resfriador ou também com injeção de vapor na camisa para aquecimento do produto, enquanto é efetuado a mistura.



Figura 25: Misturador Batedor em formato de Z

Misturadores para alimentos sólidos secos

A mistura deste tipo de produto é bastante irregular, a probabilidade de se obter uma distribuição ordenada das partículas é praticamente nula. Nas indústrias alimentícias, a mistura de certos produtos deve ser tal que, a mesma satisfaça os requisitos padronizados a cerca de sua formulação.

Para tanto é dotado método de controle, afim de periodicamente ser verificado a granulometria da mistura. A mistura de produtos sólidos se considera em geral como produzida por uma ou mais de três mecanismos básico: convecção, ou seja, transporte das partículas ou grupo de partículas de um ponto a outro; difusão que é, a transmissão de partículas individuais de um ponto a outro. Como consequência do movimento das partículas, pode resultar uma segregação devido a diferença em duas propriedades. As propriedades de maior influência da mistura são, o tamanho, a forma e a densidade das partículas. Quanto mais próximas são as formas, tamanho e densidade da mistura, mais fácil é a operação de mistura dos componentes da formulação e, mais homogêneo será o produto final.

Misturadores Rotativos

Como o próprio nome diz, funciona girando e misturando o alimento. As formas dos misturadores rotativos, são variados, ou seja: Duplo Cone, em forma de Y e V, como pode ser observado nas figuras a seguir:

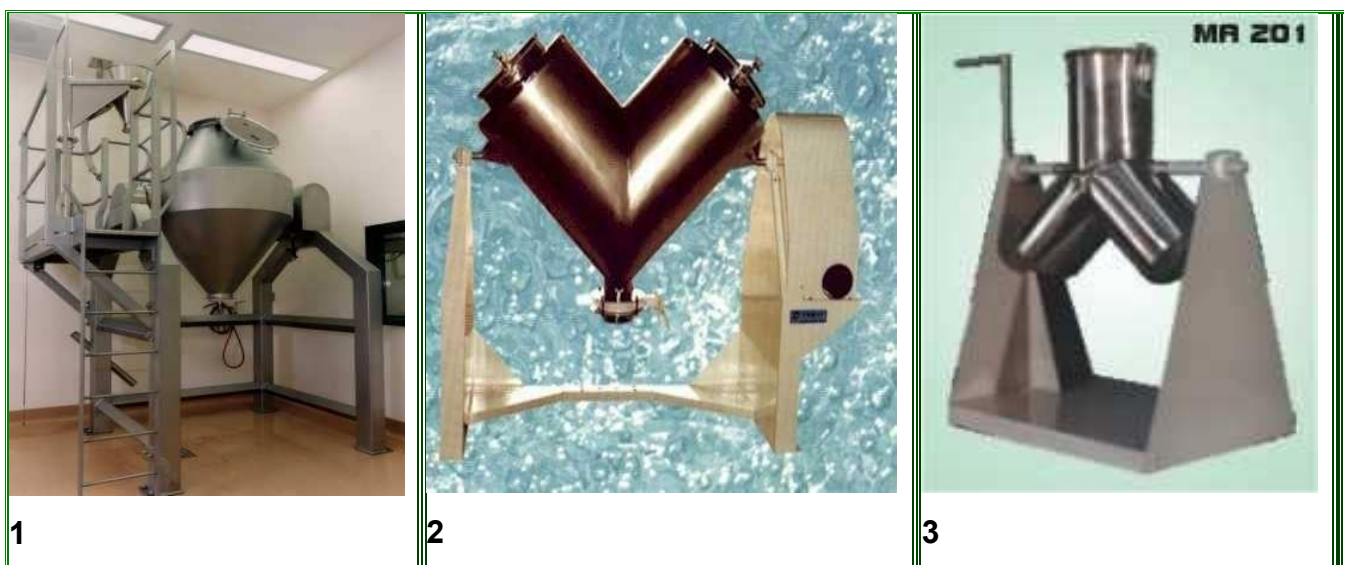


Figura 26: Misturadores para alimentos sólidos secos (1)-Duplo Cone (2)-Em V (3)-Em Y

Duplo Cone

Este tipo de misturador corresponde a dois cones unidos por uma pequena seção cilíndrica. Este equipamento tende a superar a pequena ação de mistura na horizontal que o tambor rotativo oferece. Com a rotação do mesmo, acontece uma boa ação de rolagem dos sólidos e devido a variação da seção transversal do tanque obtém-se um bom fluxo transversal. Podemos observar na figura o movimento executado pelo mesmo.

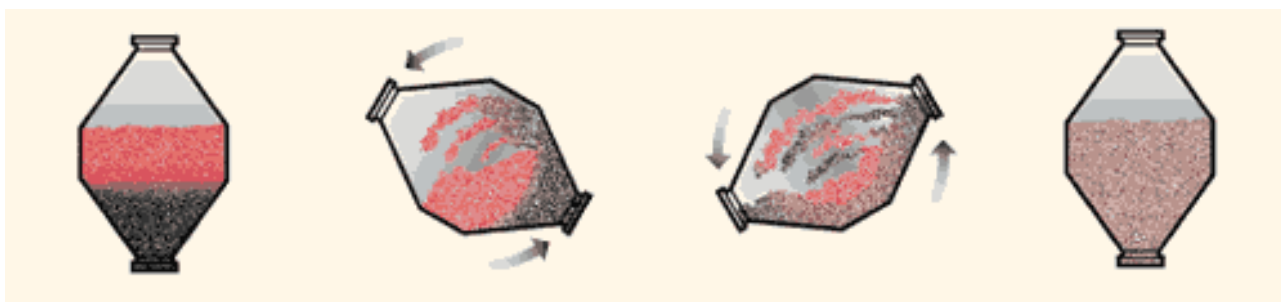


Figura 27: Movimento executado pelo misturador Duplo Cone

Misturador e agitador de rosca

São misturadores que são colocados em recipientes cilíndricos ou semicilíndricos. Podem ser instalados no centro do tanque ou deslocado. Possuem um ou mais elemento giratório de mistura, conhecido como rosca sem fim. Geralmente é utilizado para produtos líquidos ou molhos condimentado, de densidade não muita elevada. A rosca empurra o produto para cima e quando atingem o topo da rosca, são lançados para o centro do tanque que retornam para o fundo do recipiente, reiniciando o processo de mistura novamente.

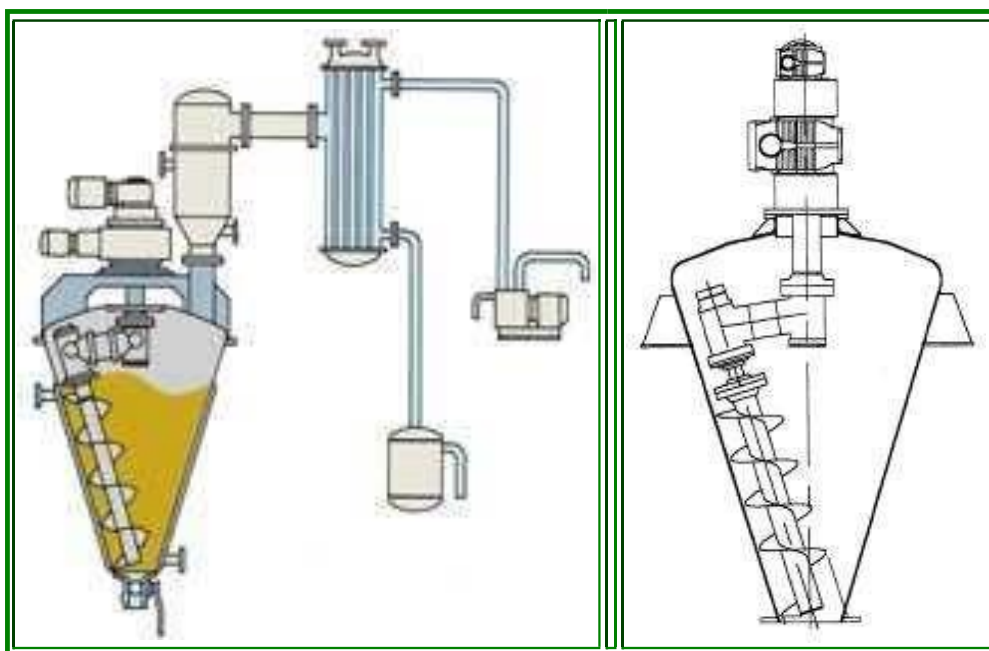


Figura 28: Misturador de Rosca

Misturadores tipo emulsificador

A emulsão dos alimentos pode ser definida como a operação de líquidos que normalmente não são miscíveis uns ao outro, onde ocorre a dispersão em forma de pequenas gotas na mistura. Na maioria das emulsificações dos líquidos, são utilizados água e óleo ou azeite, para esta operação raramente se utilizando em separado.

Para se obter uma emulsão, deve-se empregar agitação sobre o sistema, a fim de superar a resistência e a criação de nova superfície emulsificada. Teoricamente, esta agitação de emulsificação é o resultado entre a nova superfície criada e a tensão interfacial, pois, uma emulsificação sempre tende a formar pequenas gotas no líquido. Em geral, para que não ocorra isto, submete-se a mistura a agitação violenta com o objetivo de provocar a quebra destas gotas grandes e obter uma mistura mais dispersa. Se as condições forem adequadas, a película protetora do agente emulsificante, se absorve e a interfase se forma e obtém uma emulsificação estável do líquido.

Para a obtenção da emulsão são empregados geralmente os moinhos coloidais, que consiste de um elemento estático de forma tronco-cônico e outro rotativo com a mesma

forma, gerando sobre um eixo horizontal. A passagem do produto emulsificado é feita através de aberturas que podem variar de 50 a 150 μm . A velocidade de rotação do moinho coloidal é da ordem de 3.000 a 15.000 rpm e, o objetivo da emulsão é fazer com que o produto ganhe "corpo" isto é, textura. São bastante utilizados em produtos de maionese, molhos cremosos a base de óleo, cremes para recheio, pastas e patês em geral.

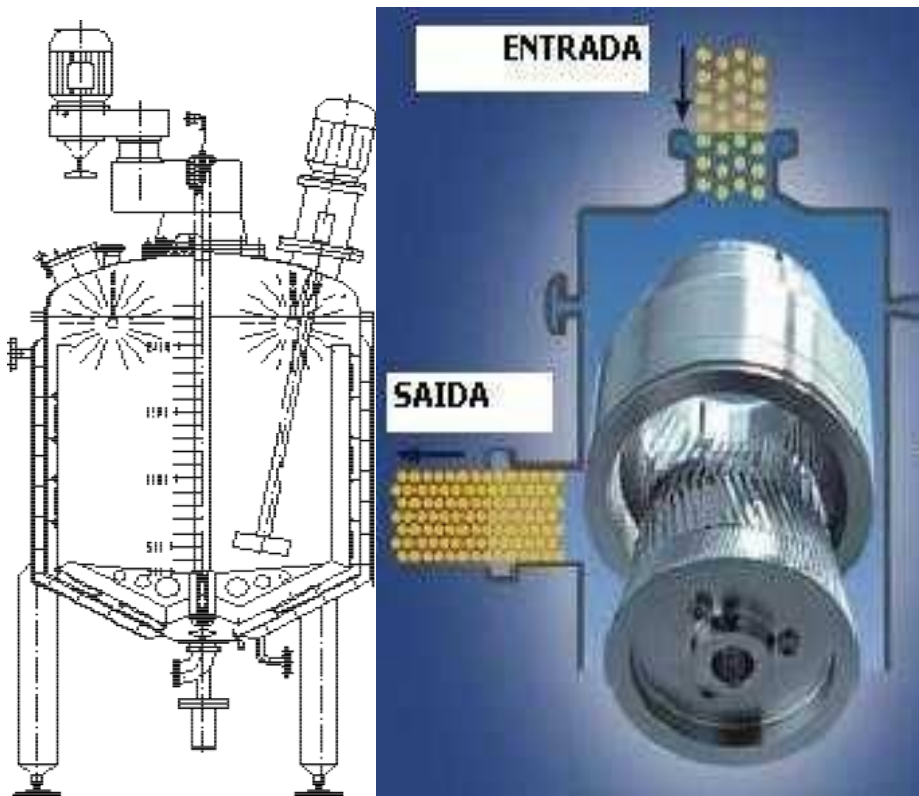


Figura 29: Tanque Homogeneizador e Moinho Coloidal

Os moinhos coloidais são em geral mais eficientes do que os homogeneizadores de pressão, para produtos de elevada viscosidade.

REFERÊNCIAS

FOUST, A.S. et al. Princípios das Operações Unitárias. 3ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

BLACKADDER, D.A. Manual de Operações Unitárias. São Paulo: Ed. Hemus, 2004.

GOMIDE, R. Operações unitárias. Vol. I, II, III e IV. 1ed. São Paulo: do autor.

MASSARANI, G. "Problemas em sistemas particulados". São Paulo: E. Blucher, c1984.

MACINTYRE, A.J. Equipamentos industriais e de processo. Rio de Janeiro: LTC, 1997.

SHREVE, R.N., BRINK, J.A. Indústrias de Processos Químicos. 4. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Dois. 1980.

CAIRES, FC. OPERAÇÕES UNITÁRIAS. Centro Universitário Padre Anchieta. Curso Técnico em Química 2009

QUESTÕES

O que caracteriza uma operação unitária?

- A) A utilização de calor em todo processo
- B) A transformação química das substâncias envolvidas
- C) A independência do princípio da substância operada
- D) A utilização exclusiva de materiais sólidos

Gabarito: C

Segundo A.D. Little, qual das alternativas não é uma operação unitária?

- A) Moagem
- B) Reação de neutralização
- C) Lixiviação
- D) Filtração

Gabarito: B

Qual o principal objetivo das operações unitárias em uma indústria química?

- A) Reações de neutralização
- B) Processamento fiscal
- C) Transformações físicas e químicas
- D) Apenas separação de componentes

Gabarito: C

A pasteurização é um exemplo de:

- A) Operação de transformação
- B) Operação preliminar
- C) Operação de conservação
- D) Operação de separação

Gabarito: C

A decantação é uma operação que pertence a qual categoria?

- A) Transformação
- B) Conservação
- C) Preliminar
- D) Separação

Gabarito: D

A moagem é uma operação:

- A) De transformação

- B) De conservação
 - C) Preliminar
 - D) Química
- Gabarito: A

A separação de ferro de uma mistura com areia é feita por:

- A) Sublimação
 - B) Decantação
 - C) Separação magnética
 - D) Filtração
- Gabarito: C

Em qual método ocorre a passagem direta do estado sólido para o gasoso?

- A) Liquefação
 - B) Sublimação
 - C) Decantação
 - D) Fusão
- Gabarito: B

O método mais adequado para separar sal dissolvido em água é:

- A) Catação
 - B) Decantação
 - C) Destilação
 - D) Separação magnética
- Gabarito: C

A filtração é adequada para separar:

- A) Dois sólidos
 - B) Dois líquidos
 - C) Um sólido de um líquido
 - D) Dois gases
- Gabarito: C

A cromatografia é um método especialmente útil para:

- A) Separar líquidos imiscíveis
 - B) Separar pigmentos coloridos
 - C) Separar sólidos pesados
 - D) Separar gases
- Gabarito: B

O armazenamento de líquidos a temperatura ambiente e pressão atmosférica é feito em:



- A) Bombonas
- B) Cilindros
- C) Tanques
- D) Silos

Gabarito: C

O armazenamento de gases em alta pressão é feito em:

- A) Cilindros
- B) Bombas centrífugas
- C) Silos
- D) Esteiras

Gabarito: A

O ângulo de repouso está associado ao armazenamento de:

- A) Gases
- B) Sólidos
- C) Líquidos
- D) Vapores

Gabarito: B

Qual o tipo de silo mais adequado para evitar acúmulo de material?

- A) Cilíndrico com fundo plano
- B) Piramidal com ângulo menor que o de queda
- C) Fundo cônico com ângulo maior que o de queda
- D) Horizontal com base reta

Gabarito: C

O transportador de correia é indicado para:

- A) Líquidos inflamáveis
- B) Gases corrosivos
- C) Sólidos granulares
- D) Soluções salinas

Gabarito: C

Um transportador de rosca é também conhecido como:

- A) Esteira vibratória
- B) Correia contínua
- C) Transportador helicoidal
- D) Transportador de caçamba

Gabarito: C

Para transporte vertical de sólidos usa-se:

- A) Correia inclinada**
- B) Elevador de caçambas**
- C) Peneira vibratória**
- D) Transportador de rosca**

Gabarito: B

O transporte pneumático é eficaz para:

- A) Grandes volumes líquidos**
- B) Sólidos em pó ou granulados**
- C) Gases criogênicos**
- D) Alimentos viscosos**

Gabarito: B

O peneiramento é utilizado para:

- A) Separar líquidos miscíveis**
- B) Separar sólidos por tamanho**
- C) Destilar substâncias**
- D) Dissolver sólidos em líquidos**

Gabarito: B

O peneiramento separa os sólidos em:

- A) Pó e gás**
- B) Grossos e finos**
- C) Ácidos e bases**
- D) Cátions e ânions**

Gabarito: B

A análise granulométrica baseia-se na:

- A) Densidade dos materiais**
- B) Cor dos sólidos**
- C) Tamanho das partículas**
- D) Viscosidade da amostra**

Gabarito: C

Os misturadores de hélice são mais indicados para:

- A) Gases inflamáveis**
- B) Alimentos sólidos**
- C) Líquidos de baixa viscosidade**
- D) Cimento em pó**

Gabarito: C

O vórtice em um tanque agitado deve ser:

- A) Estimulado
- B) Mantido constante
- C) Evitado
- D) Ampliado

Gabarito: C

Qual fator não influencia o tipo de escoamento em um tanque?

- A) Tipo de impulsor
- B) Diâmetro do tanque
- C) Temperatura ambiente
- D) Características do fluido

Gabarito: C

O misturador de bandeja é mais utilizado para:

- A) Líquidos imiscíveis
- B) Gases inertes
- C) Alimentos sólidos viscosos
- D) Pós metálicos

Gabarito: C

O misturador tipo Duplo Cone é ideal para:

- A) Separação de líquidos
- B) Mistura de sólidos secos
- C) Homogeneização de emulsões
- D) Transferência de calor

Gabarito: B

A movimentação por difusão em mistura de sólidos corresponde a:

- A) Transporte de partículas em grupo
- B) Aglomeração de fases
- C) Movimento de partículas individuais
- D) Rotação de grandes volumes

Gabarito: C

O tipo de escoamento em que as pás são paralelas ao eixo de rotação é:

- A) Axial
- B) Tangencial

C) Longitudinal

D) Radial

Gabarito: D

O uso de dificultores é uma estratégia para:

A) Aumentar a turbulência

B) Promover emulsificação

C) Reduzir cisalhamento

D) Evitar formação de vórtice

Gabarito: D

A emulsão é caracterizada por:

A) Mistura de sólidos com gases

B) Mistura homogênea de líquidos miscíveis

C) Dispersão de um líquido em outro imiscível

D) Sublimação de líquidos

Gabarito: C

O equipamento ideal para produção de maionese é:

A) Peneira vibratória

B) Moinho coloidal

C) Destilador

D) Esteira de rosca

Gabarito: B

A velocidade de rotação típica de um moinho coloidal é:

A) 100–300 rpm

B) 500–1000 rpm

C) 3.000–15.000 rpm

D) 20–100 rpm

Gabarito: C

Em misturadores planetários, o movimento das paletas é:

A) Aleatório

B) Linear

C) Circular e concêntrico

D) Em trajetória planetária

Gabarito: D



Qual componente NÃO faz parte de um sistema de transporte pneumático?

- A) Cilindro pressurizado**
- B) Tubulação estanque**
- C) Soprador ou bomba de vácuo**
- D) Separador de fluido e sólido**

Gabarito: A

A separação de componentes do petróleo utiliza:

- A) Sublimação**
- B) Filtração a vácuo**
- C) Decantação simples**
- D) Destilação fracionada**

Gabarito: D

O método mais comum para separar componentes do sangue é:

- A) Decantação**
- B) Peneiração**
- C) Centrifugação**
- D) Flotação**

Gabarito: C

O armazenamento de sólidos em ambientes abertos é mais indicado quando:

- A) O material é explosivo em presença de ar**
- B) A quantidade de material é pequena**
- C) A umidade precisa ser controlada**
- D) O material é altamente volátil**

Gabarito: A

Qual o principal risco ao armazenar grãos em silos mal projetados?

- A) Perda de massa por evaporação**
- B) Combustão espontânea**
- C) Explosão devido ao pó suspenso**
- D) Solidificação dos grãos**

Gabarito: C

O sistema de elevação contínua com descarga suave é ideal para:

- A) Produtos líquidos inflamáveis**
- B) Materiais pulverizados e delicados**
- C) Resíduos tóxicos**

D) Areia bruta

Gabarito: B

A tangente do ângulo de equilíbrio representa:

A) Densidade do sólido

B) Coeficiente de atrito

C) Força centrífuga

D) Carga estática

Gabarito: B

Um produto com alto teor de umidade tende a ter:

A) Menor ângulo de repouso

B) Maior ângulo de repouso

C) Menor densidade

D) Menor viscosidade

Gabarito: B

O equipamento classificado como de caldeiraria é utilizado para:

A) Transporte de gás

B) Filtração de líquidos

C) Armazenamento ou transformação

D) Cromatografia industrial

Gabarito: C

O peneiramento se torna mais eficiente quando:

A) As partículas têm tamanhos semelhantes

B) A mistura contém líquidos

C) Os sólidos são magnéticos

D) A pressão ambiente é alta

Gabarito: A

Em um misturador do tipo hélice de paletas, a rotação comum varia entre:

A) 10–30 rpm

B) 500–1000 rpm

C) 40–150 rpm

D) 3000–5000 rpm

Gabarito: C

Qual das opções abaixo é uma operação com transferência de massa?

A) Cristalização

- B) Evaporação
 - C) Absorção de gases
 - D) Aquecimento de fluidos
- Gabarito: C

Operações com transferência de calor incluem:

- A) Centrifugação e mistura
 - B) Cristalização e secagem
 - C) Decantação e absorção
 - D) Filtração e peneiramento
- Gabarito: B

Um misturador horizontal com batedores em “Z” é indicado para:

- A) Grãos secos
 - B) Misturas líquidas voláteis
 - C) Massas viscosas e pastosas
 - D) Produtos gasosos
- Gabarito: C

O tipo de fluxo que promove a formação do vórtice é:

- A) Longitudinal
 - B) Axial
 - C) Tangencial
 - D) Radial
- Gabarito: C

Qual a finalidade principal do uso de placas defletoras em tanques agitados?

- A) Aumentar a velocidade de agitação
 - B) Melhorar a condutividade térmica
 - C) Evitar a formação de vórtice
 - D) Aumentar o volume útil do tanque
- Gabarito: C



OBRIGADO!
CONTINUE ESTUDANDO.