

1ª EDIÇÃO | 2024

**Clark**  
Solutions



# SOLUÇÕES BIODIESEL



# ENGENHARIA PARA O MUNDO

Com escritórios estrategicamente **localizados ao redor do mundo**, a Clark Solutions se destaca como uma referência global em tecnologias avançadas para torres e vasos de pressão, transferência de massa, separações de fases e equipamentos de troca de calor.

Nossa expertise abrange desde o desenvolvimento de internos para torres e vasos até soluções especializadas com automação, proporcionando soluções que otimizam

processos industriais complexos. Comprometidos com a entrega de **soluções completas**, integramos eficientemente nossas tecnologias para atender às demandas específicas de cada cliente. Na Clark Solutions, combinamos **inovação e experiência** para impulsionar a eficiência e a excelência operacional em uma variedade de setores industriais.



\* Soluções Clark Solutions pelo mundo

## História e expertise



**+1.000**

Clientes



**+10**

Países ao redor do mundo



**+15**

mercados de atuação

## Inovação contínua - P&D

Com uma equipe dedicada à pesquisa, desenvolvimento e inovação, a Clark Solutions busca constantemente avançar no estado da arte das tecnologias para atender às necessidades dos clientes. Operando **bancadas de teste e planta piloto, garantimos expertise na criação de protótipos e produtos de excelência**. Nosso foco está na geração de **sistemas inovadores** que atendam aos requisitos personalizados dos clientes, antecipando suas necessidades através de nossa vasta experiência em diversos processos industriais. Na Clark Solutions, a pesquisa, desenvolvimento e inovação são realizados com o objetivo de agregar valor aos clientes, mantendo-se alinhados com as demandas do mercado.

A Clark Solutions mantém parcerias estratégicas com renomadas instituições de pesquisa, como **HTRI (Heat Transfer Research, Inc.)**, **FRI (Fractionation Research, Inc.)** e **Universidade de São Paulo**. Essas colaborações enriquecem nossa expertise, possibilitando a incorporação das mais recentes tecnologias e inovações em nossos projetos.



**Sistemas completos**



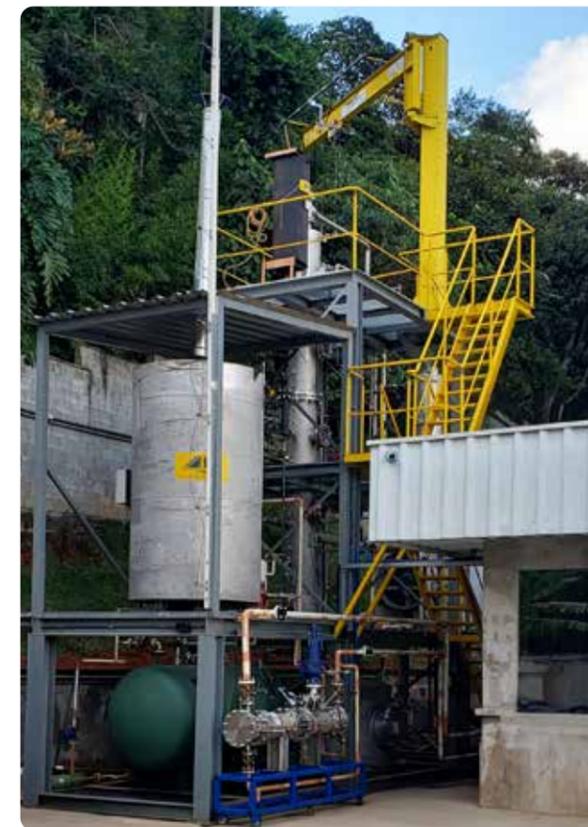
**Soluções Inovadoras**



**Automação**



**Otimização de processos**

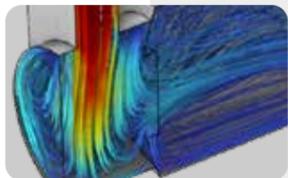


# SOLUÇÃO COMPLETA



## Cálculos processuais

Nossos cálculos processuais são fundamentais para compreender e otimizar o comportamento de sistemas complexos. Ao analisar parâmetros chave, podemos antecipar desafios, identificar oportunidades de melhoria e garantir que as soluções propostas atendam precisamente aos objetivos do cliente.



## Simulações de Fluidodinâmica Computacional (CFD)

Ao empregar simulações CFD, exploramos as nuances do comportamento dos fluidos nos sistemas projetados. Isso não apenas otimiza o design dos equipamentos, mas também contribui para a eficiência e a segurança operacional.



## Simulações térmicas

As simulações térmicas são cruciais para entender a troca de calor nos processos industriais. Ao analisar e otimizar os aspectos térmicos, garantimos a eficiência energética e a integridade dos componentes do sistema.



## Estudos de engenharia

A condução de estudos de engenharia minuciosos permite-nos delinear as especificidades de cada projeto. Essa abordagem detalhada e analítica assegura a concepção de soluções personalizadas e eficazes, alinhadas com os requisitos técnicos e operacionais.



## Análise mecânica

Nossos memoriais de cálculo mecânico oferecem uma base sólida para a integridade estrutural dos equipamentos. Realizamos análises, incluindo análise de elementos finitos, detalhadas para garantir que os componentes mecânicos atendam aos mais altos padrões de segurança e confiabilidade.



## Modelagem tridimensional

A materialização de ideias por meio de desenhos 3D é essencial para visualizar e aprimorar concepções de projeto. Esses desenhos não apenas facilitam a comunicação visual, mas também são valiosos para a fabricação e a implementação eficaz no ambiente industrial.



**Solução completa e personalizada**  
à sua necessidade



**Sistemas completos**

## Processos

**Separação de fases** - Transesterificação / Refino / Recuperação de glicerina

**Lavagem** - Refino de biodiesel

**Destilação** - Retificação de metanol

**Stripping** - Refino de biodiesel / Recuperação de glicerina

**Secagem** - Recuperação de glicerina



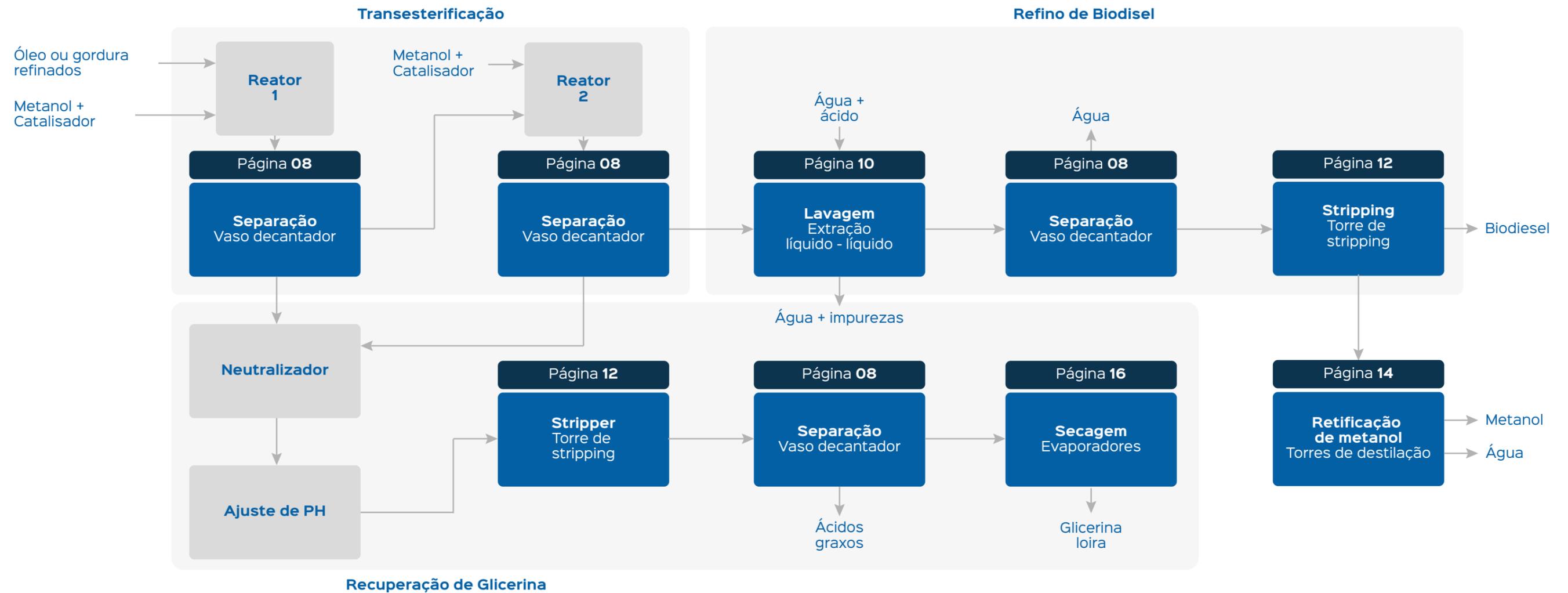
## Empresa 100% brasileira

A Clark Solutions é uma empresa brasileira com alcance global, combinando conhecimento local com expertise internacional para oferecer soluções de alta eficiência em diversos setores industriais.



**A Clark Solutions é o único membro brasileiro da Fractionation Research Inc (FRI)**, um consórcio que reúne as maiores empresas especializadas em transferência de massa, desde produtores até fornecedores. Isso nos dá acesso às mais recentes tecnologias, informações, correlações e eventos relacionados aos internos de torres, **o que nos permite oferecer aos nossos clientes soluções de ponta.**

# FLUXOGRAMA DE PROCESSOS



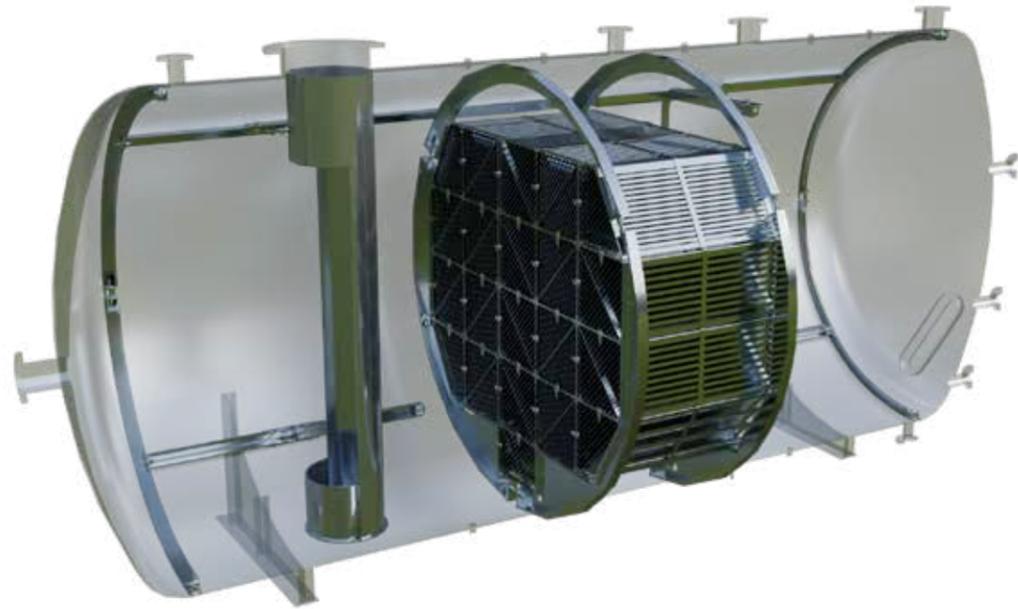
## Fluxograma ilustrativo - Biodiesel

O fluxograma apresentado é meramente ilustrativo e pode variar significativamente de acordo com as especificidades de cada processo. As etapas, a sequência e os componentes representados servem como uma representação geral, mas a configuração exata pode ser adaptada conforme as necessidades e características particulares de cada situação.

Para maiores informações, contate um de nossos especialistas.

# SEPARAÇÃO DE FASES

## Transesterificação / Refino do Biodiesel / Recuperação de glicerina



Em uma planta de biodiesel, a eficiente separação de fases desempenha um papel fundamental para garantir a qualidade do produto nas etapas posteriores à transesterificação, do refino do biodiesel à recuperação do glicerol.

Após a reação de transesterificação, a mistura resultante compreende duas fases imiscíveis. A fase mais pesada consiste em glicerina, enquanto a fase mais leve é composta pelo biodiesel, ambos contaminados com excesso de álcool, água e resíduos do catalisador. A separação de fases também está presente na etapa de refino do biodiesel, após a lavagem do biodiesel com água acidulada, onde é necessário separar o biodiesel da água. Já na etapa de recuperação da glicerina, para obter a glicerina loira, é essencial extrair a oleína formada após o processo de neutralização da água glicerínica.

A obtenção de altos rendimentos de reação e a purificação final do produto e subproduto dependem fundamentalmente da eficiência na separação entre as fases de ésteres e glicerina.

Entre os métodos de separação utilizados, a decantação em vasos horizontais destaca-se como o mais econômico, devido à baixa solubilidade e diferença de densidade entre as fases.

A utilização de PlatePack em decantadores em uma planta de biodiesel otimiza o vaso ao reduzir consideravelmente o seu tamanho. As placas paralelas desse dispositivo promovem a laminarização do escoamento e reduzem o percurso de decantação, facilitando a coalescência e a separação.

A adoção do PlatePack ajuda a garantir a remoção de impurezas, assegurando que o biodiesel atenda às especificações desejadas em termos de pureza, características físicas e químicas. Além disso, a solução não apenas contribui para a redução de perdas de produto, resultando em um aumento na eficiência global do processo, mas também se destaca pela recuperação eficiente de subprodutos, como o glicerol, o que pode ser economicamente benéfica para a viabilidade econômica da planta de biodiesel.



### Estudo de Engenharia

A Clark pode avaliar o processo como um todo a partir dos dados de entrada e os requerimentos de saída, estudando a melhor solução para cada caso, equilibrando desempenho e investimento.



### Solução completa:

A Clark Solutions oferece uma **solução completa** para a separação de fases, que abrange não apenas o PlatePack, mas também o vaso e as instrumentações necessárias para **garantir o controle do nível das fases, promovendo uma separação eficiente.**



**Otimização do processo:** A solução é benéfica tanto durante a fase de projeto (ao reduzir as dimensões do vaso) quanto durante o revamp (ao aprimorar o desempenho da separação).



**Redução do tempo de separação:** A solução estimula a laminarização do fluxo, reduzindo o trajeto de decantação. Isso facilita a coalescência, resultando em uma redução do tempo necessário para a separação, o que, por sua vez, aumenta a produtividade da planta.



**Atendimento às normas:** O dimensionamento adequado permite o atendimento às normas reguladoras (< 200 ppm de glicerina livre no biodiesel, conforme a ASTM D6751).

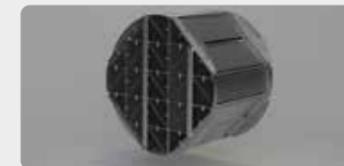


**Aumento de eficiência:** A avaliação da solução como um todo, não apenas contribui para uma separação eficiente das fases biodiesel e glicerina, mas também minimiza as perdas de produtos, o que resulta em um aumento da eficiência global dos processos.



**Otimização de processos a jusante:** Uma separação mais eficiente nos vasos separadores trifásicos, permite que as correntes de alimentação dos próximos vasos estejam em melhores condições.

### Produtos relacionados



Coalescedor

# LAVAGEM

## Refino de Biodiesel



A etapa de purificação no processo de produção do biodiesel tem início após a decantação da reação de transesterificação. Entre os métodos mais comuns utilizados para esta purificação está a lavagem com água acidificada. O objetivo desta operação unitária é remover os contaminantes, como glicerina livre, sabões, resíduos de sais sólidos, excesso de álcool e catalisador, visando à obtenção de um biodiesel de alta qualidade e pureza.

Durante a extração líquido-líquido, os contaminantes do biodiesel são transferidos para a fase com a qual possuem afinidade química (água), resultando na formação de uma fase líquida rica em soluto.

Esse processo pode ser facilitado com a utilização de recheio randômico, que proporciona uma maior área de superfície de contato entre as fases líquidas, facilitando a transferência de massa. Esse tipo de recheio cria um caminho de fluxo mais longo para a fase dispersa, aumentando o tempo de contato entre as fases e resultando em uma maior eficiência na transferência de soluto. Além disso, o recheio randômico também auxilia na prevenção da coalescência das gotículas, evitando assim a perda de área de contato.

Para garantir esse fenômeno, é necessário que uma fase seja dispersa na outra, permitindo que a fase dispersa percorra a fase contínua na forma de gotículas. Nesse contexto, a Clark Solutions oferece o portfólio de soluções completo, além de proporcionar uma área de passagem adequada para a fase contínua, evitando sua aceleração e, assim, prevenindo o cisalhamento das gotas.



### Estudo de Engenharia

A Clark pode avaliar o processo como um todo a partir dos dados de entrada e os requerimentos de saída, estudando a melhor solução para cada caso, equilibrando desempenho e investimento.



### Solução completa:

A Clark Solutions disponibiliza uma abordagem completa para o processo de lavagem do biodiesel. Essa solução garante a remoção das impurezas, alinhando-se aos padrões regulatórios e de qualidade estabelecidos, ao mesmo tempo que minimiza as perdas de produto.



**Aumento de eficiência:** A avaliação da solução como um todo não apenas contribui para remoção das impurezas residuais, mas também minimiza as perdas de produto, o que resulta em um aumento da eficiência global dos processos.



**Atendimento às regulações e qualidade:** O dimensionamento adequado da solução permite o atendimento às normas reguladoras de conteúdos aceitáveis de impurezas no biodiesel.



**Flexibilidade de Operação:** A Solução da Clark Solutions é altamente adequada para variadas faixas de operação, consideradas em fase de dimensionamento

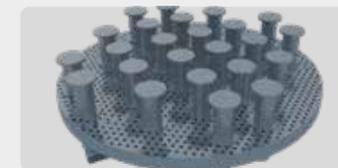


**Redução do consumo de água:** Ao aumentar a área de contato entre as fases líquidas, facilita-se uma transferência de massa mais eficiente, o que possibilita a remoção de impurezas do biodiesel utilizando uma quantidade reduzida de água.

### Produtos relacionados



Distribuidor de líquido



Suporte / Redistribuidor



Recheio aleatório

# STRIPPING

## Refino de biodiesel / Recuperação de glicerina



Após a separação das fases, é necessário eliminar o excesso de metanol, água, resíduos do catalisador e outras impurezas do biodiesel para garantir que ele atenda às especificações. Por outro lado, há a oportunidade de recuperar e purificar o glicerol, o que contribui de forma significativa para a lucratividade do processo, devido ao alto valor agregado deste subproduto.

Uma das etapas de purificação envolve a operação de stripping que tem como objetivo remover componentes indesejados, como excesso de metanol e água e outras impurezas, seja do biodiesel a do glicerol. No stripper, vapores ascendem pela coluna e interagem com o líquido a ser tratado em contracorrente.

O conjunto dos internos é composto por distribuidor de líquido MaxiFlow CC e recheio estruturado MaxiPac, que melhoram a eficiência da separação. O MaxiFlow CC garante uma distribuição uniforme do líquido sobre o leito de recheio através da alta densidade de pontos de irrigação, o que é essencial para o bom desempenho dos recheios estruturados. Por sua vez, o recheio estruturado MaxiPac possui uma geometria com intersecções que cria pontos que facilita o fluxo do líquido e do gás e uma ampla área superficial disponível, o que permite uma transferência de massa eficiente.

Além disso, o eliminador de névoas tipo MaxiChevron da Clark Solutions é ideal para lidar com fluidos viscosos e com teor de sujeiras, como o biodiesel e a glicerina. A presença deste eliminador no topo da coluna é aplicado para coletar o líquido arrastado gerado pelo forte contato entre as fases líquida e gasosa no meio de transferência de massa, reduzindo perdas de produto e protegendo o rendimento da operação.



### Estudo de Engenharia

A Clark pode avaliar o processo como um todo a partir dos dados de entrada e os requerimentos de saída, estudando a melhor solução para cada caso, equilibrando desempenho e investimento.



### Solução completa:

A Clark Solutions proporciona uma **solução completa** para o processo de stripping, que inclui serviços de engenharia, simulações de processos, projeto do vaso, internos e instrumentação, visando **assegurar alta qualidade de produto e subproduto**.



**Atendimento às regulamentações e qualidade:** O dimensionamento adequado dos internos do processo permite o atendimento às normas reguladoras relativos aos conteúdos aceitáveis de impurezas no biodiesel e na glicerina.



**Aumento de eficiência:** A avaliação da solução como um todo contribui para um desempenho otimizado.

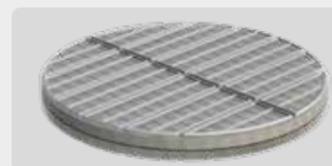


**Rentabilidade do processo:** A purificação da glicerina contribui de maneira significativa para a rentabilidade do processo, devido ao alto valor agregado.



**Flexibilidade de Operação:** A solução da Clark Solutions é altamente adequada para variadas faixas de operação, consideradas em fase de dimensionamento

### Produtos relacionados



Eliminador de névoas



Distribuidor de líquido



Recheio estruturado

# DESTILAÇÃO

## Retificação de metanol



No processo de transesterificação para a produção de biodiesel, o álcool, geralmente metanol em excesso, é utilizado como reagente para a reação de conversão dos triglicerídeos em ésteres metílicos. Na sequência, é necessário remover o metanol não reagido durante a purificação tanto do biodiesel quanto da glicerina.

O metanol removido nas etapas de purificação possui elevado teor de água, mas é possível recuperá-lo para reutilização na reação de transesterificação por meio de uma operação de retificação. Além disso, nesta mesma operação unitária é possível obter um produto de fundo composto por água com traços de metanol, o qual também pode ser reaproveitado no processo.

A eficácia desse processo é aprimorada significativamente pela utilização de um sistema que incorpora distribuidor de líquido e recheio estruturado. O processo se inicia com uma adequada e uniforme distribuição do líquido sobre leito recheado, sendo o papel do distribuidor fornecer os pontos de irrigações necessários para o bom desempenho dos recheios estruturados. Por sua vez, o recheio estruturado MaxiPac possui uma geometria que facilita o fluxo do líquido e do gás, além de proporcionar uma ampla área superficial disponível. Essa configuração possibilita um maior contato entre os fluidos, o que resulta em um aumento da eficiência na transferência de massa.

Esta operação é similar ao stripper, no entanto, se diferencia por possuir o refluxo, o qual eleva a pureza do produto de topo, demandando uma maior capacidade da coluna. Dessa forma, o MaxiPac do tipo HC (High Capacity) é indicado para processos que exigem vazões líquidas mais intensas, sem que haja substancial diferença em sua eficiência de transferência de massa.



### Estudo de Engenharia

A Clark pode avaliar o processo como um todo a partir dos dados de entrada e os requerimentos de saída, estudando a melhor solução para cada caso, equilibrando desempenho e investimento.



### Solução completa:

A Clark Solutions oferece uma **solução completa**, que inclui serviços de engenharia, simulações de processos, projeto do vaso, internos e instrumentação para o processo de retificação de metanol, visando garantir a **recuperação do metanol seco conforme as normas estabelecidas**.



**Aumento de eficiência:** A avaliação da solução como um todo, contribui para um desempenho otimizado, garantindo a obtenção de um teor de umidade no metanol seco, conforme a norma.



**Atendimento às regulações e qualidade:** O dimensionamento adequado da solução, permite o atendimento às normas reguladoras em relação à umidade permitida no metanol seco, viabilizando sua reutilização subsequente.



**Processo sustentável:** Recuperar o metanol e água ajuda a reduzir o uso de recursos, impulsionando uma economia circular e responsabilidade ambiental.

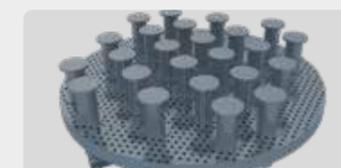


**Recuperação de reagente e água:** O metanol desempenha um papel fundamental como reagente na produção de biodiesel, assim como a água é essencial para diversas etapas do processo, o que resulta em reduções de custos.

### Produtos relacionados



Distribuidor de líquido / Redistribuidor



Coletor



Recheio Estruturado

# SECAGEM

## Recuperação de glicerina



A fase de secagem consiste na concentração final da glicerina, visto que ainda podem permanecer pequenas quantidades de água, metanol e impurezas no produto que não foram removidas nas etapas anteriores. Para esta finalidade, são utilizados evaporadores para garantir que as especificações do produto sejam atendidas.

Para otimizar o aproveitamento de energia, empregam-se evaporadores de múltiplos efeitos. Esses dispositivos têm como objetivo concentrar o soluto (glicerina) pela vaporização forçada do solvente. Para que isto ocorra, fornece-se calor e a água é evaporada.

Neste processo ocorre o desprendimento de bolhas de vapor, que arrastam pequenas partículas líquidas à medida que se desprende da superfície líquida. Logo, a presença de eliminadores do tipo MaxiChevron se torna essencial para eliminar perdas de produtos. Além disso, este eliminador é ideal para lidar com fluidos viscosos e com teor de sujeiras, como o biodiesel e a glicerina.

A utilização de um sistema com MaxiChevron não apenas reduz as perdas de produtos, mas também minimiza os custos de manutenção associados a elas, protegendo assim o rendimento da operação.



### Alojamento externo

Os eliminadores de névoas MaxiChevron® podem ser instalados externamente. Este arranjo é favorecido nas situações em que não há espaço internamente ou em que as características de concentração ou incrustação justifiquem um projeto mais robusto, com lavagens frequentes e contínuas.



### Estudo de Engenharia

A Clark Solutions proporciona uma solução completa para o processo de stripping, que inclui serviços de engenharia, simulações de processos, projeto do vaso, internos e instrumentação, visando assegurar alta qualidade de produto e subproduto.



**Atendimento às regulações e qualidade:** O dimensionamento adequado dos internos do processo, permite o atendimento às normas reguladoras relativos aos conteúdos aceitáveis de impurezas no biodiesel e na glicerina.



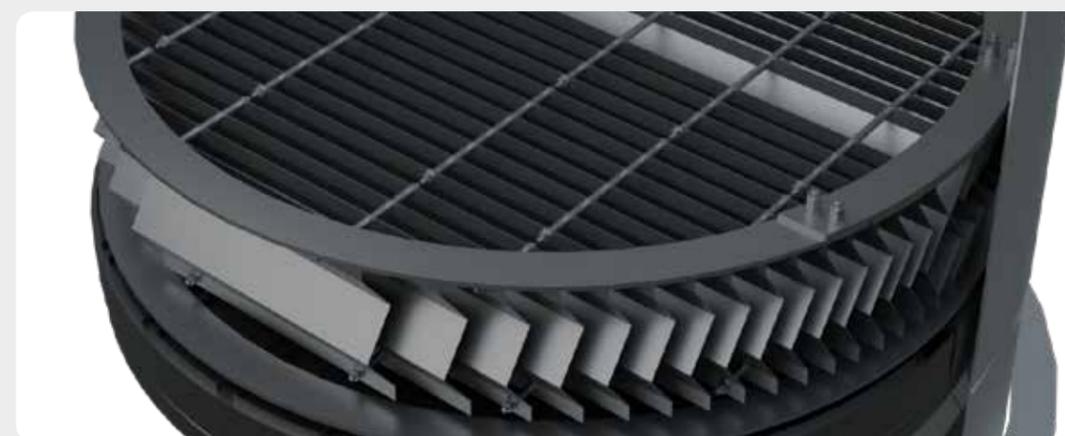
**Redução de perdas:** O dimensionamento correto dos eliminadores de névoas permite a redução de perdas de produtos, garantindo assim a proteção do rendimento da planta.



**Redução dos custos de manutenção:** Proteção das tubulações de vapor e dos condensadores contra o arraste e a consequente incrustação.



**Aumento da capacidade de produção de evaporadores:** A presença do MaxiChevron no sistema reduz a quantidade de líquido arrastado pelo vapor, permitindo o aumento da taxa de evaporação e, conseqüentemente, a capacidade de produção.



### Eliminadores de névoas

Os MaxiChevron são um conjunto de lâminas dispostas paralelamente em geometrias especialmente projetadas para induzir mudanças abruptas na direção do fluxo de vapor. Essa alteração de trajetória propicia

o impacto das partículas líquidas arrastadas contra a superfície das lâminas, onde são coletadas e drenadas. Estes eliminadores podem ser instalados tanto internamente nos evaporadores quanto externamente.

# SERVIÇOS



- 1. Projetos de engenharia**  
Soluções inovadoras para desafios específicos.
- 2. Análises de engenharia**  
Avaliação técnica abrangente e detalhada.
- 3. Montagem especializada**  
Execução precisa e qualificada.
- 4. Supervisão**  
Coordenação eficaz e acompanhamento detalhado.

- 5. Teste e acompanhamento**  
Verificação rigorosa e monitoramento contínuo.
- 6. Análise de melhorias**  
Identificação e implementação de aprimoramentos.
- 7. Gestão de projetos**  
Coordenação eficiente e direcionada.
- 8. Consultas e treinamento**  
Orientação especializada e capacitação contínua.

# PORTIFÓLIO DE PRODUTOS

## Eliminadores de névoas



MaxiMesh®



MaxiChevon®

## Recheios aleatórios



3-Pack®



MaxiRing®



CMT®



B-Ring®

## Recheios estruturados

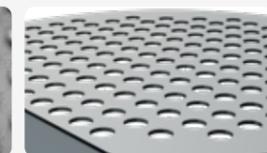


MaxiPac®

## Bandejas



MaxiValve®



MaxiTray®

## Coalescedores de líquido



CS-Mesh®



PlatePack®



MaxiPac®

## Distribuidores de líquido



MaxiFlow CC®



MaxiFlow Tubos®



**Website:** [www.clarksolutions.com](http://www.clarksolutions.com)  
**Email:** [contato@clarksolutions.com](mailto:contato@clarksolutions.com)  
**Telephone:** +55 (11) 3472-3333