



## Sistemas de movimento duráveis e fáceis de limpar para processamento e embalagem de alimentos

**Como satisfazer as preocupações com a segurança pública, atender aos requisitos regulatórios e, ao mesmo tempo, fornecer uma máquina econômica e de alto desempenho? Saiba como projetar equipamentos para limpeza mais simples e mais duráveis de forma a aumentar a produtividade do processamento e embalagem de alimentos.**

Garantir um abastecimento alimentar seguro apresenta desafios significativos para a indústria de processamento e embalagem de alimentos. Os fabricantes de alimentos precisam ter acesso a equipamentos confiáveis que sejam operados em conformidade com as regulamentações e padrões federais que mudam constantemente e ainda se mantenham competitivos em um mercado cada vez mais exigente.

Componentes de máquinas, como instrumentação, controles de movimento, motores elétricos e caixas de engrenagens, são importantes para a segurança alimentar, pois realizam centenas de tarefas críticas em áreas de contato direto. Embora esses componentes sejam geralmente desenvolvidos para fornecer desempenho máximo com dimensões compactas e econômicas, o aumento da durabilidade ou a facilidade de limpeza nem sempre eram considerados partes integrantes do projeto.

Regulamentações mais rigorosas referentes à segurança alimentar e a necessidade de aumentar a eficácia global das operações de processamento e embalagem de alimentos mudaram tudo.

Este informe técnico discute as limitações encontradas com frequência em projetos de componentes de máquinas de processamento e embalagem de alimentos, propondo soluções alternativas mais robustas. Vamos nos concentrar em projetos de instrumentação, controle de movimento, motores elétricos, redutores e atuadores, mas a discussão também se aplica aos sensores e à instrumentação da IHM usados em máquinas que operam em ambientes de lavagem.

## Insights da indústria

A Kollmorgen tomou medidas para compreender os desafios específicos do processamento e embalagem de alimentos e como a indústria pode enfrentar melhor esses desafios.

Os fabricantes continuam na luta para adquirir componentes e fornecer máquinas que atendam às demandas exclusivas desse mercado.

Os produtos de movimento padrão foram considerados pouco duráveis em ambientes de lavagem, difíceis de limpar e contendo materiais, como tinta tóxica e revestimento de cabos, que são incompatíveis com o uso em locais de produtos alimentícios.

Os produtos de grau alimentício tiveram um desempenho um pouco melhor. Apesar da tinta atóxica e com maior proteção contra infiltrações, os motores ainda eram difíceis de limpar e não apresentaram uma confiabilidade significativamente maior que os motores padrão.

A mudança para motores de aço inoxidável e classificados como laváveis, além de mais pesados que o equipamento padrão, aumentaram os custos iniciais. Além disso, alguns apresentaram restrições significativas sobre como deveriam ser lavados e muitas vezes falhavam em ambientes de lavagem, mesmo quando eram realizados os difíceis procedimentos de limpeza conforme as especificações.

Outra descoberta interessante foram as fileiras de motores e redutores inoperantes, ociosos nas prateleiras aguardando reparo. Isso representa milhares de dólares em custos de materiais e em reparos, além dos custos muito mais elevados pelo tempo perdido sem produzir.

Nossa conclusão foi clara: a indústria de processamento e embalagem de alimentos pode obter um valor significativo com o desenvolvimento de controles de movimento, motores elétricos e redutores de alta qualidade com designs higiênicos duráveis que podem ser facilmente limpos sem restrições ou danos.

## O efeito da evolução das regulamentações de segurança alimentar e dos requisitos sanitários no projeto de máquinas e equipamentos

Sem dúvida, a produção eficiente de produtos alimentícios com níveis sanitários elevados é a prioridade número um das empresas de processamento e empacotamento de alimentos. A integridade e o compromisso com a responsabilidade social são os principais impulsionadores da segurança alimentar, mas os fabricantes também precisam minimizar o risco de publicidade ruim e de entrar em conflito com regulamentações governamentais mais recentes e mais rigorosas.

Os padrões para níveis aceitáveis de patógenos mudam o tempo todo. Um exemplo pode ser visto na abordagem em andamento para prevenir a contaminação por *Listeria monocytogenes* em alimentos prontos para consumo. Embora sempre tenham existido altos padrões nessa área, os requisitos de limpeza das máquinas continuam sendo modificados.

Em um workshop do American Meat Institute (AMI) intitulado “Workshop avançado de intervenção e controle de *Listeria Monocytogenes*”, um grupo de 75 especialistas em saneamento examinou mudanças de projeto para limpeza feitas por alguns dos principais fabricantes de fatiadoras e termoformadoras. O grupo avaliou os projetos de máquinas da geração anterior e atual. Os especialistas concentraram as análises nas

superfícies de contato do produto e nas áreas adjacentes sem contato, com ênfase especial na eliminação de nichos e pontos mortos que não puderam ser limpos e inspecionados adequadamente.

Nas máquinas mais novas, equipamentos sensíveis, como instrumentação e motores, que haviam sido protegidos por carcaças/involúcrulos, o que criava possíveis pontos mortos, foram transferidos para um local aberto, onde pudessem ser limpos durante o procedimento normal de higienização. A segunda sessão terminou com uma demonstração de limpeza por imersão a vapor, na qual toda a máquina foi coberta com uma tenda plástica e imersa em vapor. A análise da capacidade de limpeza de máquinas e novos métodos de saneamento continuarão a aumentar no futuro.<sup>1</sup>

Essas atividades estão se expandindo para além do ambiente de produção de alimentos prontos para consumo. Um exemplo de maior análise é a diretriz do USDA para controlar os níveis de *Campylobacter* e *Salmonella* em carnes frescas de aves. Emitida em junho de 2021, a diretriz atualizou a norma de 2015 que buscava reduzir significativamente os níveis desses patógenos, com grupos de consumidores exigindo que os níveis aceitáveis fossem reduzidos a zero.

De acordo com a diretriz, o Serviço de Inspeção de Segurança Alimentar “determinou que a contaminação de carcaças e partes de aves por material fecal e patógenos entéricos (incluindo *Campylobacter*) é um perigo razoavelmente provável de ocorrer (RLTO) em estabelecimentos de abate de aves, exceto se for tratado em um POP de saneamento ou outro programa de pré-requisitos. Por essa razão, se um estabelecimento depende do POP de saneamento, ou outro de programa de pré-requisitos para lidar com patógenos entéricos, o sistema HACCP [ponto de controle crítico de análise de perigos] do estabelecimento deve demonstrar que o programa torna razoavelmente improvável que ocorram patógenos entéricos.”<sup>2</sup>

Embora as superfícies de contato com o produto sejam limpas ativamente em instalações avícolas frescas, muitas vezes as superfícies sem contato e áreas adjacentes não são consideradas. Em um surto de

*Salmonella* particularmente grave em que mais de 634 pessoas adoeceram, sendo 34% delas hospitalizadas,<sup>3</sup> o USDA identificou as principais causas como sendo material fecal nas carcaças, práticas inadequadas das operações sanitárias, superfícies insalubres de contato com alimentos, superfícies insalubres sem contato com alimentos e contaminação direta de produtos.

Desde então, a resistência a medicamentos antimicrobianos por *Salmonella* e outros agentes patogênicos tornou-se um problema grave e crescente, tornando ainda mais crucial a prevenção através de práticas de higiene na fábrica. O CDC estima que, apenas nos EUA, 216 mil infecções e quase 75 mortes por ano são causadas por infecções por *Salmonella* resistentes a medicamentos.<sup>4</sup> Para reduzir os níveis de patógenos, os fabricantes de equipamentos e processadores de alimentos precisam aumentar o saneamento e melhorar a análise das superfícies sem contato e do ambiente de produção como um todo.

## Aumento da conscientização

Especialistas em segurança alimentar e saneamento são cada vez mais inseridos no processo de decisão de aquisição de máquinas, unindo-se ao pessoal de engenharia, operações, manutenção e compras. No passado, esse nível de análise só acontecia quando a máquina chegava ao local, se é que ocorria. Agora, com esse processo colaborativo de tomada de decisão, as necessidades de segurança alimentar e saneamento são abordadas antes da compra ser realizada, de forma que os requisitos de higiene sejam cumpridos com segurança para evitar a necessidade de modificações significativas e minimizar o risco de falhas da máquina.

Projetar máquinas que atendam aos requisitos existentes, com flexibilidade para atender aos requisitos futuros, será muito importante para os fabricantes de máquinas e seus clientes no futuro. As máquinas de hoje e do futuro devem oferecer capacidade de limpeza higiênica (fáceis de inspecionar e de limpar) e durabilidade (que suportem a evolução dos métodos de limpeza). A consideração cuidadosa dos componentes adquiridos para serem integrados a essas máquinas será crucial para garantir o sucesso.



## Graus de proteção contra infiltrações e ambientes de lavagem

As classificações de proteção contra infiltração estão definidas no padrão internacional IEC 60529. A norma define a proteção fornecida contra a intrusão de objetos sólidos, poeira e água nas carcaças elétricas. A classificação comumente usada é composta pelas letras IP seguidas de dois dígitos, por exemplo,

IP67. O primeiro dígito é a classificação para sólidos ou poeira. A classificação de poeira mais baixa considerada aqui é 6, o que indica uma carcaça totalmente à prova de poeira. O segundo dígito representa o grau de proteção contra entrada de líquidos conforme detalhado na Figura 1.

Segundo dígito do IP	Proteção contra	Efetivo contra
0	Não protegido	—
1	Gotejamento de água	Gotas de água em queda vertical não tiram a segurança.
2	Gotejamento de água com inclinação a 15°	O gotejamento vertical de água não terá nenhum efeito prejudicial quando a carcaça estiver inclinada em um ângulo de 15° em relação à sua posição normal.
3	Vapor de água	A pulverização de água em qualquer ângulo até 60° em relação à vertical não terá nenhum efeito prejudicial.
4	Respingos de água	Respingos de água contra a carcaça vindos de todas as direções não terão nenhum efeito prejudicial.
5	Jatos de água	Jatos de água projetados por um bico (6,3 mm) contra a carcaça vindos de qualquer direção não terão nenhum efeito prejudicial.
6	Jatos potentes de água	Jatos potentes de água projetados (bico de 12,5 mm) contra a carcaça vindos de qualquer direção não terão nenhum efeito prejudicial.
7	Imersão até 1 metro	A entrada de água em quantidade prejudicial não será possível quando a carcaça estiver imersa em água sob condições definidas de pressão e tempo (até 1 m de submersão).
8	Imersão de 1 metro ou mais de profundidade	O equipamento é adequado para imersão contínua em água sob condições especificadas pelo fabricante. No entanto, com certos tipos de equipamento, pode significar que a água pode entrar, mas apenas se não gerar nenhum efeito prejudicial.
9, 9K	Jatos potentes de água com alta temperatura	Protegido contra pulverização de curta distância, alta pressão e alta temperatura.

Figura 1: segundo dígito do quadro de classificação IP: líquidos.

Observação: IP69 é definido na IEC 60529, enquanto IP69K é definido na ISO 20653. Os protocolos de teste são semelhantes, mas não idênticos. Embora as duas classificações possam ser adequadas em ambientes de lavagem, a classificação IP69K foi desenvolvida especificamente para essa finalidade e é a classificação mais alta que um dispositivo pode ter. Os dispositivos com classificação IP69K demonstram proteção contra 14–16 litros de água a 80 °C por minuto, fornecidos com uma força de 80–100 bar a uma distância de 10–15 cm.

Todas as classificações IP listadas aqui indicam alguma proteção contra a entrada de água e são úteis na seleção de produtos, mas não são baseadas em simulações adequadas dos ambientes de lavagem encontrados em muitas instalações de produção de alimentos.

Dia após dia, as máquinas nessas configurações são expostas a faixas extremas de temperatura criadas pela refrigeração, volumes de líquidos quentes ou frios usados em saneamento e calor produzido por equipamentos elétricos — especialmente motores. Além disso, soluções de limpeza cáusticas ou básicas são pulverizadas no equipamento e deixadas de molho, sendo então removidas com lavagem de alta pressão.

Todas estas condições podem resultar em entrada que não esteja refletida pelos testes de classificação IP. Além disso, esses testes são realizados apenas durante um período de 2 a 30 minutos, dependendo da classificação IP que estiver sendo confirmada. Como os tempos e condições de teste não podem simular com precisão as condições reais de fabricação, os OEMs de máquinas devem pensar além das classificações IP e projetar máquinas com componentes criados para o ambiente específico onde serão usados.

## Considerações sobre o motor

Com motores elétricos e a possibilidade de entrar contaminantes, alguns problemas são frequentemente ignorados ou mal compreendidos. Primeiro: os motores elétricos, como todos os dispositivos elétricos, geram calor. Em funcionamento, a temperatura do motor aumenta; então, quando desligado, a temperatura diminui. Esse ciclo de temperatura faz com que o pequeno volume de ar dentro da carcaça do motor se expanda e se contraia.

Quando o ar esfria dentro do motor, ele se contrai, causando um diferencial de pressão que pode puxar o ar e outros fluidos através das vedações. Isso causa desgaste ao longo do tempo, aumentando a probabilidade de que umidade e soluções de limpeza entrem no motor, especialmente à medida que ele esfria.

Embora possa parecer lógico vedar completamente qualquer dispositivo usado em um ambiente de lavagem, é impossível conseguir uma vedação impermeável, pois o eixo do motor precisa girar. E sem um método para equalizar a pressão interna com a atmosfera externa, vedações mais estanques apenas aumentam o diferencial de pressão.



Figura 2: O servomotor AKMH da Kollmorgen oferece uma classificação IP69K e suporta lavagens diárias de alta pressão.

À medida que um motor quente esfria, a pressão interna pode cair para 0,38 bar (5,5 psi) em comparação com uma pressão atmosférica típica de 1 bar (14,5 psi) ao nível do mar. Esse diferencial inevitavelmente puxará o ar e os contaminantes até mesmo pelas vedações mais apertadas, causando desgaste que eventualmente levará a problemas de entrada ainda maiores.

A umidade e os produtos químicos dentro do motor acabarão por causar falha nos rolamentos, no isolamento do enrolamento ou no dispositivo de feedback. Para maximizar a vida útil dos dispositivos elétricos usados em ambientes de lavagem, evitando substituições frequentes e tempos de inatividade dispendiosos, é necessário algum método para anular esse ciclo de desgaste e contaminação provocados pela pressão.

A Kollmorgen desenvolveu um conector ventilado e um sistema de cabos para resolver esse problema, equalizando a pressão por meio de um pequeno tubo de ventilação que vai do motor, dentro do cabo de alimentação/híbrido, até o gabinete elétrico. Com esse sistema, o ciclo de temperatura não tem efeito sobre a pressão interna do motor, que permanece sempre igual à pressão atmosférica externa.

Uma segunda questão a ser considerada é o cabeamento utilizado no ambiente de lavagem. O cabo deve ser capaz de suportar a faixa de pH das soluções de limpeza utilizadas. A capa do cabo deve ser escolhida para resistir à pulverização de pressão direta. E por fim, os conectores dos cabos devem ser projetados para suportar os mesmos produtos químicos e ambientes.

Os principais modos de falha para servomotores usados em ambientes de lavagem são a entrada de umidade e soluções de limpeza no motor e a degradação e falha de cabos e conectores. A seleção cuidadosa desses componentes é importante para maximizar a durabilidade geral das máquinas.

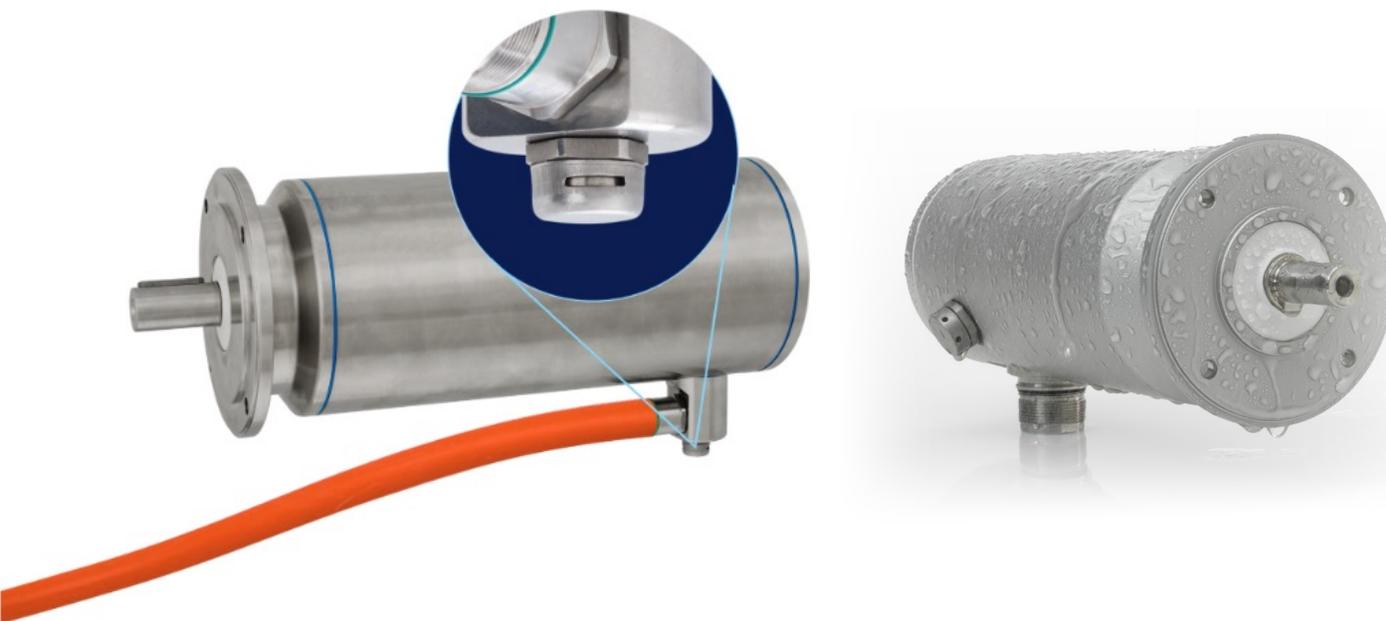


Figure 3: Servo motores AKMA e AKMH laváveis com capacidade IP69K

## Coberturas permanentes e temporárias e suas desvantagens

Uma solução comum para os problemas de durabilidade encontrados ao usar servomotores elétricos em ambientes de lavagem é fabricar proteções/coberturas permanentes de aço inoxidável que protejam os motores contra soluções de limpeza e respingos de água. Existem algumas desvantagens nessa abordagem. As coberturas são caras para fabricar e acrescentam tamanho e complexidade às máquinas.

Provavelmente, a maior desvantagem é que a vedação ao redor da saída do eixo eventualmente se degrada e cria um ponto morto para o crescimento de patógenos, ou as vedações falham completamente e a entrada de umidade causa falha prematura do motor. Alguns regimes de limpeza exigirão a remoção das coberturas e a limpeza manual, o que aumenta substancialmente o tempo de limpeza. Contrariando as instruções, as equipes de limpeza podem remover as tampas e os motores de pulverização, que não foram projetados para lavagem direta, muitas vezes causando falhas.

Outra solução comum é usar coberturas ou bolsas temporárias para proteger os motores durante a higienização. Essa abordagem apresenta alguns problemas. Primeiro, as bolsas ou coberturas são inconvenientes e demoradas para instalar, às vezes fazendo com que as equipes de limpeza pulem essa etapa essencial e lavem os motores diretamente, causando falhas. Em segundo lugar, mesmo quando as coberturas temporárias são utilizadas corretamente, os motores precisam ser limpos manualmente. Isso aumenta significativamente o tempo de limpeza e os motores podem não ser tão bem limpos se não forem incluídos no regime regular, o que pode causar problemas no futuro.

Uma solução melhor é usar componentes elétricos, incluindo os motores, projetados para suportar um ambiente de lavagem completa, sem restrições.

## Lavável a um nível microbiológico

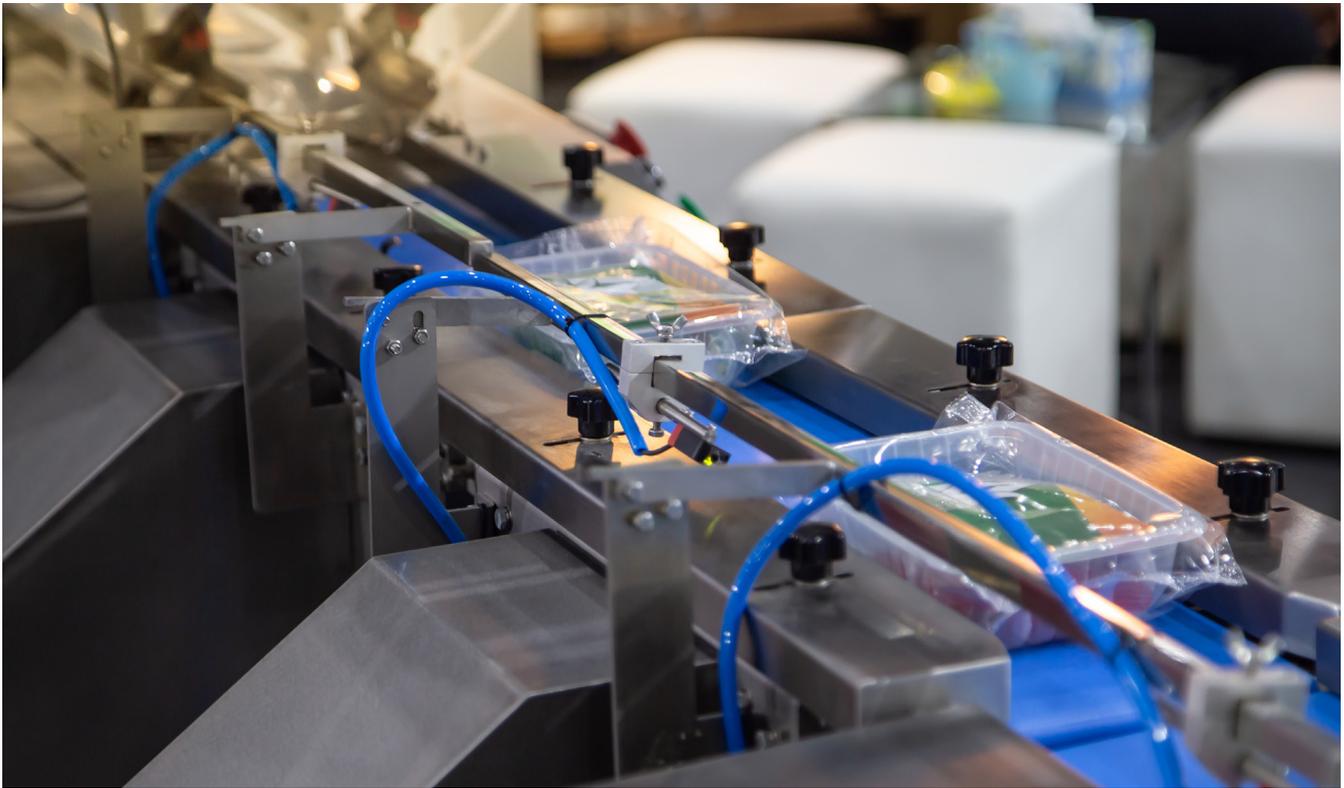
Além de serem capazes de resistir a ambientes de lavagem, os componentes utilizados nas áreas de processamento e embalagem de alimentos devem ser laváveis a nível microbiológico.

Geralmente, motores elétricos e redutores padrão, e até mesmo produtos de aço inoxidável, não foram projetados com esse requisito em mente. Os motores padrão são normalmente pintados, mas essas superfícies não podem ser limpas a um nível microbiológico porque o acabamento é muito áspero e a própria tinta inibe a limpeza. Muitas vezes, os dissipadores de calor são incorporados para melhorar a funcionalidade, mas as aletas do dissipador

dificultam a inspeção e a limpeza. Outras áreas problemáticas que são difíceis de limpar e que podem abrigar patógenos são fixadores, superfícies ásperas, emendas de metal com metal, áreas de placas de identificação e superfícies planas que permitem a formação de poças de líquidos.

No entanto, estão disponíveis produtos que atendem e excedem as diretrizes de design de máquinas higiênicas e são dignos de consideração por razões de eficiência de limpeza e segurança alimentar. A seleção de um motor ou redutor que possa ser limpo adequadamente é tão importante quanto o dimensionamento adequado do equipamento.





## Escolha seus componentes de movimento com sabedoria

Controles de movimento, motores elétricos e redutores são essenciais para o desenvolvimento de máquinas altamente eficazes e eficientes na indústria de processamento e embalagem de alimentos. A seleção de componentes elétricos para uso em ambientes de lavagem foi limitada no passado, levando ao uso de componentes difíceis de limpar e propensos a falhas prematuras.

Fabricantes como a Kollmorgen desenvolveram componentes de alta qualidade projetados especificamente para resistir a esses ambientes difíceis. (Os principais motores para uso em ambientes de produção e embalagem de alimentos estão detalhados na Figura 4). Os fabricantes de máquinas devem procurar a seleção mais recente de componentes higiênicos de alta qualidade para incorporar a seus projetos. Os fabricantes de processamento e embalagens de alimentos devem tornar esses componentes um requisito ao comprar suas máquinas.

A segurança e a qualidade dos produtos alimentícios estão em jogo. Mas isso não é tudo. Dados os custos de limpeza do equipamento e os custos extremos do tempo de inatividade devido a falhas do equipamento, os produtores devem ficar altamente motivados para garantir que as suas máquinas sejam tão fáceis de limpar e o mais confiáveis possível. Componentes projetados especificamente de acordo com os requisitos de higiene e durabilidade em ambientes de lavagem extremos prometem tornar as operações de processamento e embalagem de alimentos mais produtivas e lucrativas.

A Kollmorgen oferece uma ampla gama de motores, cabos e outros produtos de movimento que atendem a esses requisitos, e temos ampla experiência trabalhando com OEMs de máquinas de alimentos e bebidas para projetar de forma colaborativa soluções de movimento ideais.

	AKMA	AKMH
		
Material do eixo	Aço inoxidável 1.4404/316 + incrustação de óxido de cromo	
Materiais de ferragem	Sem ferragem externa	Sem ferragem externa
Identificação	Cobertura traseira jateada a laser	Jateado a laser
Material da carcaça e revestimento	Estrutura redonda de alumínio 6082 anodizado; cinza acetinado	Estrutura redonda 1.4404/316 de aço inoxidável; rugosidade da superfície < 0,8 µm de acordo com o requisito EHEDG
Estilo de montagem	Flange	Flange ou superfície
Proteção de entrada (IP)	IP69K (estático)	IP69K (estático)
Vedação do eixo	Vedação do eixo PTFE de grau alimentício IP69K	Vedação do eixo PTFE de grau alimentício IP69K
Conectores típicos	Conectores Hummel montados no motor IP69K SS	Cabo do motor integrado IP69K; Conectores montados no motor SS IP69K opcionais
Exemplos de aplicação	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alimentos e bebidas, embalagens: Corte, embalagem e preenchimento onde o contato com os alimentos é possível, ou motor posicionado lateralmente ou abaixo dos alimentos</li> <li>Possíveis locais agressivos, por exemplo: estações de radar, turbinas eólicas, instalações offshore especialmente onde o peso leve é essencial</li> <li>Outros: Laboratórios médicos e farmacêuticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alimentos e bebidas, embalagens: Corte, embalagem e enchimento onde seja possível o contato com alimentos, ou motor posicionado lateralmente ou abaixo das máquinas de alimentos utilizando exclusivamente componentes inoxidáveis</li> <li>Máquinas que exigem conformidade com BISSC, NSF, USDA, FDA e/ou padrões de projeto EHEDG</li> </ul>

Figura 4: Principais produtos motores para uso em ambientes de processamento e embalagem de alimentos, entre em contato com a Kollmorgen para obter mais detalhes.

## Pronto para avançar?

[Entre em contato com a Kollmorgen](#) para tratar das suas necessidades e objetivos com um especialista da Kollmorgen em aplicações de servomotores.

As especificações estão sujeitas a alterações sem aviso prévio. É de responsabilidade do usuário do produto determinar a adequação desse produto a uma aplicação específica. Todas as marcas registradas são propriedade dos seus respectivos proprietários.

- Sutton, W., Observações extraídas do Workshop Avançado de Intervenção e Controle de Listeria Monocytogenes na reunião do American Meat Institute, Kansas City, Missouri, em outubro de 2014.
- USDA, Diretriz FSIS para Controle de Campylobacter em aves cruas, junho de 2021.
- CDC, "Surto em vários estados de infecções multirresistentes por Salmonella Heidelberg ligadas a frango da marca Foster Farms (atualização final)", 31 de julho de 2014.
- Resistência a antibióticos/antimicrobianos do CDC (AR/AMR) 2020.

## Sobre a Kollmorgen

A Kollmorgen, uma marca Regal Rexnord, tem mais de 100 anos de experiência em Motion, comprovada com motores, drives, soluções de controle para AGV e plataformas de controle de automação de maior desempenho e confiabilidade do setor. Oferecemos soluções inovadoras que são inigualáveis em desempenho, confiabilidade e facilidade de uso, dando aos fabricantes de máquinas uma vantagem inquestionável no mercado.