

# Otimização das operações dos oleodutos: oportunidades chave para as tecnologias inteligentes

Os dispositivos da Internet das coisas industrial e outras tecnologias podem ajudar a reduzir custos, facilitar a conformidade e melhorar a segurança nas operações dos oleodutos

Ross Otto, Rockwell Automation



Os operadores de oleodutos estão enfrentando mais pressão regulatória e pública do que nunca, enquanto espera-se que aumentem a eficiência, melhorem a segurança pública e dos trabalhadores e forneçam maiores rendimentos aos acionistas.

As tecnologias inteligentes, incluindo os dispositivos da Internet das coisas industrial, computação em nuvem e software inteligente, prometem ajudar os operadores a lidar com as demandas. As tecnologias já estão disponíveis e ajudam as empresas industriais e de manufatura a atender demandas semelhantes.

Nas operações de oleodutos, os operadores proativos estão começando a identificar as melhores práticas para aplicar as tecnologias inteligentes. Essas melhores práticas incluem:

- Dados de qualidade
- Otimização da energia
- Análise da causa
- Monitoração preditiva
- Manutenção baseada na condição

LISTEN.  
THINK.  
SOLVE.™



## Dados de qualidade

Assim como big data é essencial em muitos aprimoramentos da nossa vida diária, como as instruções de condução nos smartphones, também é essencial para melhorar as operações dos oleodutos.

Em aplicações de oleodutos, big data pode incluir:

- Dados de todos os parâmetros possíveis do processo de operação, incluindo trem de transmissão, bombas ou compressores, taxas de fluxo, pressões e temperaturas.
- Dados de todos os parâmetros possíveis de instrumentação, incluindo medidores, transmissores e ferramentas de análise como o cromatógrafo de gás.
- Dados históricos, incluindo:
  - Dados em curto prazo coletados em intervalos frequentes para investigações de incidentes.
  - Dados em longo prazo coletados em intervalos menos frequentes para análise comparativa e identificação de tendências.
  - Dados de eventos, como falhas do equipamento e intervenção humana no equipamento do oleoduto para substituição ou manutenção preventiva.

No entanto, big data podem ser dados em excesso. Por isso, os operadores de oleoduto devem gerenciá-los para ter acesso somente a dados de qualidade, que são a base de todas as soluções analíticas para a otimização da segurança e da operação do oleoduto. Mas existem desafios específicos do oleoduto relacionados com a coleta desses dados “bons”, como:

- Identificar e reter a validade dos dados coletados, por exemplo: o transmissor de pressão, o CLP e o equipamento para a coleta de dados estão funcionando corretamente, e o transmissor de pressão está conectado ao oleoduto em operação ou está isolado por algum motivo.
- Centralizar os dados para a análise e o arquivamento, considerando as comunicações de largura de banda baixa utilizadas nos locais remotos do oleoduto.
- Verificar que a coleta de dados seja altamente confiável e disponibilizada: a análise é difícil quando os dados disponíveis estão incompletos.

## Acesso aos dados para a otimização

É importante que a expansão da coleta de dados, além do exigido diretamente para os sistemas de controle do oleoduto e pelos operadores desses sistemas, forneça uma base para a otimização. Por exemplo, muitos transmissores e outros dispositivos evoluíram de fornecer estritamente parâmetros do processo a fornecer informação sobre o estado e o funcionamento do dispositivo.

O principal desafio da coleta de dados adicionais: os órgãos reguladores reconhecem que a apresentação de dados corretos e exatos aos operadores é um requisito essencial para tomar medidas rápidas e eficazes em uma emergência. Em alguns lugares, os operadores do oleoduto são obrigados por lei a testar todos os componentes, do transmissor ao sistema SCADA, toda vez que acontece uma mudança no transmissor, sistema SCADA ou qualquer dispositivo ou sistema envolvido.

Geralmente, os sistemas SCADA são utilizados como fonte de dados históricos. No entanto, para reduzir o número de testes de extremo a extremo, os operadores do oleoduto estão coletando os dados históricos de forma independente. Isso significa que somente os dados exigidos pelo operadores são enviados ao sistema SCADA.

---

#### A consolidação pode incluir:

- O envio de dados em uma resolução baixa (maior intervalo de tempo).
- O uso de históricos de dados em tempo real modernos que fornecem formas sofisticadas de comprimir os dados, registrá-los e variar os dados a partir de um padrão estabelecido. Isso inclui informar valores que tenham mudado com relação aos valores informados anteriormente por uma porcentagem ou quantia configurada, e também monitorar as mudanças na tendência estabelecida por valores pré-existentes e outros algoritmos de compressão de dados.

Uma solução para a coleta independente dos dados históricos é coletá-los de forma local em cada estação de oleoduto. Depois, os dados são enviados a um repositório central sem passar pelo sistema SCADA nem a IHM da estação. A vantagem é que os dados podem ser coletados e armazenados localmente a alta velocidade e, então, os dados consolidados poderão ser enviados ao repositório central.

### Transferir os dados à nuvem

O local do repositório central dos dados históricos também está evoluindo. Tradicionalmente, os dados eram armazenados em um local central associado aos servidores do sistema SCADA. A migração desses repositórios centrais administrados pelo operador a repositórios baseados na nuvem administrados por uma empresa independente que trabalha na nuvem é cada vez mais comum porque:

- A cibersegurança dos dados armazenados na nuvem é aprimorada. As empresas de oleodutos estão se limitando a enviar hidrocarbonetos de forma segura e eficaz, deixando o gerenciamento e a segurança dos repositórios na nuvem às empresas dedicadas ao negócio.
  - O acesso aos dados para a análise é mais eficiente na nuvem. Os fornecedores de ferramentas de análise podem ter acesso direto aos dados, sem precisar ter acesso às redes internas e sistemas informáticos do operador.
- A conservação dos dados é um objetivo-chave dos fornecedores da nuvem. Devido à importância de reter os dados em longo prazo para as análises, esta é uma questão fundamental para os operadores de oleodutos.
  - Gateways de segurança unidirecionais podem ser usados para transferir os dados do sistema de controle ao repositório na nuvem, ajudando a manter a segurança do sistema de controle.

### Análise dos dados

Uma vez que os dados são coletados e validados, o operador do oleoduto pode usar a análise dos dados para começar a otimizar o equipamento e as operações do oleoduto.

A calibração dos transmissores, medidores, cromatógrafos de gás e outros instrumentos que medem as operações do oleoduto tem um papel importante na confirmação da validade dos dados. A análise cibernética pode ser aplicada nesta fase para reduzir o trabalho de calibração e, ao mesmo tempo, maximizar a precisão dos dados:

- Os instrumentos com uma alta inteligência integrada irão monitorar sua própria operação e podem ser capazes de informar quando a calibração é necessária. Isto exige não só o uso de um instrumento moderno, mas também a coleta e o processamento de dados do instrumento não relacionados com o processo.
- Em outros casos, a análise de dados históricos não relacionados com o processo pode ser usada para prever quando é necessária a calibração física. Novamente, é necessária a coleta e o processamento de dados não relacionados com o processo.

Em ambos os casos, a calibração só é realizada quando necessário e não é mais uma tarefa programada. A calibração passa de ser uma manutenção preventiva programada a uma manutenção preventiva baseada na condição. Isto pode ter implicações na segurança, ao reduzir a necessidade de que os trabalhadores viagem aos locais e trabalhem nos equipamentos, diminuir as interrupções da produção desnecessárias e, ao mesmo tempo, reduzir os custos.



Nível	Descrição	Análises
5	Análise cibernética do futuro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inteligência artificial</li> <li>• Análise preditiva aplicada na detecção de vazamentos</li> <li>• Ajuste em tempo real de acordo com a análise preditiva</li> </ul>
4	Análise cibernética	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise preditiva</li> <li>• Manutenção baseada na condição</li> </ul>
3	Análise humana	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otimização da energia</li> <li>• Análise da causa</li> </ul>
2	Dados abrangentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estão disponíveis dados históricos que não são necessários nas operações diárias</li> <li>• Os dados históricos têm alta disponibilidade e confiabilidade</li> <li>• Dados padronizados baseados no equipamento</li> </ul>
1	Somente dados operacionais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os dados históricos estão limitados àqueles necessários nas operações diárias</li> <li>• Os dados históricos têm uma disponibilidade intermitente e podem não ser confiáveis</li> <li>• Dados não padronizados baseados no sensor</li> </ul>

## Otimização da energia

A energia representa o maior custo operacional das empresas de oleodutos. O que puder ser feito para reduzir o uso de energia mantendo, ao mesmo tempo, a produtividade pode ter um impacto direto nos resultados. O menor consumo de energia também permite que os operadores de oleodutos transmitam uma mensagem positiva para o mercado externo sobre a redução dos gases de efeito estufa e pode ajudar a reduzir os impostos sobre o carbono.

Em aplicações de oleodutos, a maior parte do consumo de energia provém dos trens de transmissão usados para acionar as bombas ou compressores que impulsionam os líquidos ou gás pela tubulação. Em muitos casos, principalmente em áreas remotas que não têm grandes fornecimentos de eletricidade da rede, o trem de transmissão desativa o produto por meio do oleoduto. Ultimamente, a tendência mudou de motores a diesel ou gás natural a motores movidos a eletricidade. Esta mudança transferiu as preocupações sobre as emissões de gases de efeito estufa da empresa de oleodutos à empresa de eletricidade ou produtora de eletricidade.

Os motores elétricos a velocidade fixa representam um dos problemas de consumo de energia mais simples, mas muito comum. Os motores de CA nesses sistemas consomem mais energia do que a necessária porque acionam a bomba ou o compressor a uma velocidade fixa geralmente superior à exigida. Isto gera taxas de fluxo e pressão excessivas que geralmente são mitigadas pela recirculação dentro da estação, o que desperdiça energia e desgasta o equipamento da estação mais do que o necessário. As estações nas quais geralmente surgem problemas são as mais antigas, projetadas antes do uso comum dos inversores de frequência variável.

As estações nas quais geralmente surgem problemas são as mais antigas, projetadas antes do uso comum dos inversores de frequência (VFDs). Essa situação pode ser resolvida facilmente ao modernizar a estação com VFDs.

## Medição e otimização

O primeiro passo para otimizar o uso da energia no equipamento do oleoduto é medir a quantidade de energia utilizada. Isso pode ser feito medindo o fluxo de gás combustível no gerador de gás ou o uso de eletricidade dos motores individuais. Geralmente, as medições da eletricidade são realizadas por estação, o que torna difícil identificar o consumo de energia de um motor individual, especialmente em estações



com vários compressores ou bombas separados. A instalação de medidores de energia adicionais por bomba pode fornecer as informações necessárias para analisar as oportunidades de otimização da energia.

A otimização do uso de energia, muito mais do que confirmar que os trens de transmissão estejam funcionando corretamente, exige atenção ao processo real ou operação do oleoduto. A otimização nessas áreas pode incluir:

- O uso de um agente redutor de atritos (DRA) para reduzir o atrito em oleodutos de líquidos. O uso do DRA pode ser otimizado de acordo com o local, as taxas de fluxo e o produto na tubulação.
- A operação do oleoduto para garantir que maiores taxas de fluxo, que exigem mais energia, sejam utilizadas durante as horas fora do pico, quando a eletricidade é mais barata, enquanto taxas de fluxo mais baixas são utilizadas durante as horas pico.
- Corte de picos e deslocamento de carga utilizando o armazenamento de energia a grande escala.

## Análise da causa

Quando acontece um problema no oleoduto, os operadores realizam uma análise da causa para identificar por que o evento aconteceu e tomar as medidas para ajudar a prevenir ou mitigar a reincidência. Confiar na memória humana e na intuição para realizar a análise da causa é pouco fiável. Em muitos casos, ninguém presenciou o evento ou não há evidências visíveis.

A análise baseada em evidências é essencial. Bons dados históricos permitem uma análise imparcial e a identificação dos fatores causais. As ações que surgirem da análise da causa podem incluir a monitoração de determinadas condições para proporcionar um alerta precoce da repetição de um evento: uma forma rudimentar da monitoração preditiva.

## Gestão de eventos

A Internet das coisas industrial pode reunir os dados para a análise da causa de diversas fontes, incluindo os sistemas de manutenção, sistemas SCADA, dados históricos e dados da calibração. Assim que as causas forem identificadas e as ações corretivas planejadas, as ações podem ser registradas e associadas aos dados que suportam a análise. Um registro das ações realizadas, como no sistema de manutenção, e a posterior coleta dos dados históricos podem fornecer um registro completo de um evento e a resolução sistemática.

## Monitoração preditiva

A monitoração preditiva permite que os operadores do oleoduto identifiquem sinais de próximos eventos antes que aconteçam. Com este conhecimento, podem tomar medidas para mitigar um evento antes que aconteça. Por exemplo, a substituição de uma válvula defeituosa antes que danifique o compressor é significativamente mais barato do que se o problema não fosse detectado e fosse necessário consertar o compressor. Alternadamente, saber de forma antecipada que um equipamento falhará permite planejar a substituição, ao invés de realizar uma substituição sem aviso prévio.

A monitoração preditiva tem duas fases:

1. A identificação de um padrão nos dados históricos, que indica que um evento acontecerá no futuro.
2. A monitoração dos dados em tempo real do padrão identificado para proporcionar uma previsão do evento.





As pessoas podem identificar padrões simples e graves utilizando ferramentas de análise de dados históricos e tendências. Ao mesmo tempo, os sistemas do oleoduto podem ser muito complexos. Eles estão relacionados de diversas formas, não necessariamente intuitivas. Por exemplo, uma turbina a gás na estação do compressor pode ser afetada pelo sistema de entrada de ar, sistema de filtragem do ar, sistema de exaustão, sistema de lubrificação, sistema de gás combustível e muitos outros. Assim, pode ser difícil ou impossível que as pessoas detectem pequenas mudanças no padrão das operações normais em dados diferentes.

Podem ser obtidos melhores resultados ao utilizar modelos matemáticos para a análise preditiva ou aprendizagem automática, que analisa grandes quantidades de dados em busca de desvios matemáticos na operação normal que surgem antes do evento. Esses modelos utilizam métodos estatísticos para analisar os dados e determinar se as mudanças nesses dados podem estar relacionadas com o evento. O surgimento da Internet das coisas industrial, da computação em nuvem e do armazenamento na nuvem de dados históricos impulsionou recentemente o desenvolvimento dessas ferramentas de manutenção preditiva baseadas em modelos.

Além de identificar os padrões precursores de um evento, essas ferramentas podem estabelecer padrões para a operação normal e alertar quando o oleoduto não funcione dentro desses padrões. Isso pode ajudar os operadores do oleoduto a identificar quando o oleoduto estiver funcionando de forma anormal e ajudar a garantir um ótimo desempenho contínuo.

### Equipamento rotativo

O equipamento rotativo, incluindo motores elétricos, geradores de gás, bombas e compressores, são os elementos mais caros do oleoduto e suas operações. Confirmar que esse equipamento está funcionando corretamente pode ajudar os operadores a maximizar o uso do alto custo de capital associado com esses equipamentos e reduzir o uso de energia.

Não é de admirar que o equipamento rotativo seja o foco inicial da monitoração preditiva no oleoduto. Existem dois tipos de monitoração preditiva para esse equipamento:

- Software independente do fornecedor, alheio ao projeto mecânico do sistema, mas que pode identificar padrões nos dados que conduzem a um evento.
- Modelos específicos do fornecedor que identificam eventos com base no conhecimento do projeto e na operação histórica do sistema em todos os clientes do fornecedor.

### Balanco da planta

As economias associadas com a monitoração preditiva do equipamento de balanço da planta estão relacionadas principalmente à redução do trabalho e à maior segurança dos técnicos de manutenção, assim como à confiabilidade e disponibilidade das estações do oleoduto. Embora a monitoração preditiva desse equipamento não seja bem compreendida atualmente, os operadores percebem sua importância e o nível da monitoração preditiva está aumentando rapidamente.

### Operação do oleoduto

A aplicação final, e atualmente inexplorada, da monitoração preditiva é o próprio oleoduto. Isso inclui a monitoração dos valores macro, como a vazão, temperatura, pressão e densidade, em cada estação para determinar se o oleoduto está funcionando com eficiência normal. O alerta precoce sobre o funcionamento anormal do oleoduto pode sinalizar ao operador que investigue e talvez corrija as reduções na produtividade. Muitas dessas reduções acontecem lentamente em longos períodos de tempo. Por isso, as pessoas têm dificuldades em detectar as mudanças. Mas os modelos matemáticos podem identificá-las devido à quantidade de dados históricos.

---



## Manutenção baseada na condição

A monitoração preditiva, por meio da análise humana ou modelos matemáticos, permite que os operadores do oleoduto troquem a manutenção baseada no tempo pela manutenção baseada na condição. O objetivo da manutenção baseada na condição é somente realizar a manutenção do equipamento quando for necessário, ao invés de realizar a manutenção, calibrações, reparos e outras atividades de forma periódica, mesmo quando não são necessárias.

Realizar a manutenção baseada na condição pode resultar em uma redução drástica do trabalho de rotina para os técnicos de campo e um aumento na confiabilidade, disponibilidade e segurança, além da redução dos custos. Também permite que a maioria das tarefas de manutenção mude de reativas a proativas.

## Conclusão

Embora a implementação de um programa de otimização da manutenção do equipamento do oleoduto possa ser uma tarefa considerável para os operadores do oleoduto, tais projetos podem fornecer um bom retorno do investimento à medida que as mudanças entram em funcionamento. Os benefícios incluem:

### Segurança

- Menos tempo no deslocamento para locais remotos devido à redução das atividades de manutenção e melhores capacidades para monitorar e resolver problemas remotamente.
- Menor interação com o equipamento operacional do oleoduto devido à redução das atividades de manutenção.

### Regulamentação

- Uma maior manutenção de registros auditáveis da operação e manutenção do oleoduto.
- Menos alarmes do centro de controle já que mais problemas são identificados e corrigidos antes que gerem um alarme.

### Custo

- Orçamentos de manutenção reduzidos.
  - Maior produtividade do oleoduto devido à maior disponibilidade.
  - Clientes do oleoduto mais satisfeitos devido à maior confiabilidade.
  - Menores custos de recrutamento, treinamento e retenção em uma época de escassez de mão de obra qualificada.
-

## Para mais informações

[Visite o site de automação de oleodutos da Rockwell Automation](#)

Rockwell Automation, Inc. (NYSE:ROK), a maior empresa do mundo dedicada à automação industrial, torna seus clientes mais produtivos e o mundo mais sustentável. Em todo o mundo, nossas marcas de produtos Flagship Allen-Bradley® e Rockwell Software® são reconhecidas pela inovação e excelência.

 **Conecte-se conosco.**

Allen-Bradley, LISTEN. THINK. SOLVE. e Rockwell Software são marcas comerciais da Rockwell Automation, Inc.  
As marcas comerciais não pertencentes à Rockwell Automation são propriedade de suas respectivas empresas.

**[www.rockwellautomation.com](http://www.rockwellautomation.com)**

---

### **Sede Mundial para Soluções de Potência, Controle e Informação**

Américas: Rockwell Automation, 1201 South Second Street, Milwaukee, WI 53204-2496 USA, Tel: (1) 414.382.2000, Fax: (1) 414.382.4444

Europa/Oriente Médio/África: Rockwell Automation NV, Pegasus Park, De Kleeftaan 12a, 1831 Diegem, Bélgica, Tel: (32) 2 663 0600, Fax: (32) 2 663 0640

Ásia-Pacífico: Rockwell Automation, Level 14, Core F, Cyberport 3, 100 Cyberport Road, Hong Kong, Tel: (852) 2887 4788, Fax: (852) 2508 1846

Brasil: Rockwell Automation do Brasil Ltda., Rua Verbo Divino, 1488 – 1º andar, Chac. Sto Antonio, 04719-904, São Paulo, SP, Tel: (55 11) 5189-9500, [www.rockwellautomation.com.br](http://www.rockwellautomation.com.br)

Portugal: Rockwell Automação, Lda., Av. Prof. Dr. Cavaco Silva, Edifício Ciência II, n.º 11 - 2ºC, Taguspark, Porto Salvo 2740-120, Tel.: (351) 214 225 500, [www.rockwellautomation.com.pt](http://www.rockwellautomation.com.pt)