

**CASO 1:**

Baixa Potência em um caminhão fora-de-estrada Komatsu 830E

**CASO 2:**

Alta Temperatura de Exaustão e Diferença entre as Temperaturas

**CASO 3:**

Baixa Pressão de Ar na Saída da Turbina

*“As ferramentas pró ativas em tempo-real do sistema MineCare estão diretamente ligadas à redução de falhas nos turbo compressores, resultando numa significativa economia dos custos de manutenção em nossa operação.”*

*- Conselheiro de Confiabilidade Corporativo*

## Redução na Falha de Motores e Custos de Manutenção em Caminhões Fora-de-Estrada

*Um cliente de MineCare compartilha como eles evitaram falhas catastróficas nos motores de seus caminhões fora-de-estrada e turbo compressores com o uso de dados em tempo real, evitando US\$750.000,00 em custos de manutenção num espaço de poucos meses.*

### Desafio

Os caminhões fora-de-estrada para mineração de hoje tem poderosos motores diesel para suportar as pesadas cargas, usando grandes volumes de ar comprimido para uma queima de combustível mais eficiente. Turbo compressores fornecem um fluxo contínuo de ar comprimido para tornar isto possível, e qualquer interrupção neste fluxo pode ter efeitos prejudiciais. Os exemplos em seguida relativos aos turbo compressores ilustram como desastres potenciais podem ser evitados através do uso efetivo de ferramentas em tempo real.

### Solução

Com a maioria dos equipamentos móveis de mina operando com motores diesel de alta potência, falhas são comuns e muitas seguem sem serem percebidas até que algum dano adicional aconteça. MineCare é o único sistema disponível com interfaces para a maioria dos fabricantes de equipamentos de mineração. É o único sistema de manutenção para monitoramento em tempo-real que pode ser instalado em diferentes tipos de equipamentos necessitando de apenas uma pequena preparação, permitindo aos departamentos de manutenção monitorar e prevenir custos evitáveis. Tratando pró ativamente eventos e dados em tempo real dos equipamentos, os clientes da Modular tem maior poder para responder à operações do dia a dia, prevenindo falhas, reduzindo o tempo de parada e custos de manutenção, maximizando assim os valiosos recursos.

### Saída

US\$750.000,00 em custos de manutenção evitados.

## Caso 1: Baixa Potência em um caminhão fora-de-estrada Komatsu 830E

Após o sistema MineCare receber o alarme de baixa potência, a equipe de manutenção atuou achando parafusos quebrados em um dos turbo compressores traseiros no caminhão fora-de-estrada. Conseqüentemente, o motor foi desligado, prevenindo uma falha catastrófica e evitando um custo potencial de US\$288.000,00 em reparos para a manutenção.

Um alarme de baixa potência (Figura 1) em um caminhão fora-de-estrada, da interface embarcada Cummins-CENSE, enviou a equipe de manutenção para atuar. O alarme indicou que o sistema de propulsão ajustado HP do motor havia sido reduzido para seu valor mínimo por um longo período de tempo.

Após receber este alarme, o analista de MineCare notificou o operador imediatamente, confirmando o que parecia uma condição de baixa potência no motor. Uma sessão de monitoramento em tempo-real foi iniciada para apontar o problema, fornecendo um gráfico que mostrava a potência do motor em torno de 0,64kW e outras leituras anormais.

Como precaução o caminhão foi desligado imediatamente enquanto a equipe de manutenção analisava os dados enviados para eles pelo analista de MineCare de um centro de monitoramento remoto. Usando estes dados, a equipe de corretiva sabia exatamente onde procurar enquanto eles inspecionavam o motor, confirmando rapidamente que parafusos tinham se quebrado na fixação da carcaça do turbo compressor do lado direito. A carcaça começou a se separar da turbina (Figura 2) resultando na perda de potência.

### Saída

Usando as ferramentas de diagnóstico em tempo-real do sistema MineCare, a equipe de manutenção da mina trabalhou em conjunto com o analista de MineCare em uma localidade remota, rapidamente identificando o problema e protegendo o motor.

Id	Equipment	Notification Type	Event Type	First Occurrence	Last Occurrence
6817	K830	Non-Critical OEM E...	HP Low	05-Oct-2009 20:29:...	05-Oct-2009 20:...

Figura 1: Evento de Baixa Potência gerado na interface GE vista no sistema MineCare.



Figura 2: Quando os parafusos de fixação falharam (circulados acima), a pressão de entrada foi perdida a medida que a carcaça foi se separando.

**Custo Potencial Evitado:**  
**\$288.000**

## Caso 2: Alta Temperatura de Exaustão e Diferença entre as Temperaturas

Após o recebimento de um alarme de alta temperatura de exaustão no sistema MineCare, a equipe de manutenção rapidamente diagnosticou uma falha em andamento no turbo compressor e desligou o caminhão para prevenir uma falha catastrófica do motor, evitando um custo potencial de US\$188.000,00 em reparos de manutenção.

Similar ao Caso 1, o analista de MineCare recebeu um alarme de uma outra mina em sua tela de Notificações de Entrada, apontando tanto um evento de alta temperatura de exaustão como um evento de baixa pressão de saída da turbina na bancada de exaustão do lado direito (Figura 3) para um caminhão fora-de-estrada Komatsu 830E.

A equipe de manutenção era muito experiente e atribuiu o repentino e incompatível aumento nas temperaturas dos cilindros ou a uma falha no turbo compressor ou a uma perda na pressão de admissão do coletor devido a um vazamento. Isso porque ambas as situações podem causar uma queda na pressão de saída do turbo compressor, sendo então necessários dados reais e validados para analisar o defeito apresentado.

Recebendo o alarme na tela de Notificações de entrada foi aberto o snapshot do evento (Figura 4). Os dados do MineCare confirmaram que o lado direito do motor estava entre 200 e 250 graus mais quente que o lado esquerdo; baseado nesta informação validada, o caminhão foi desligado após 2-3 minutos do alarme inicial.

A equipe de corretiva descobriu que a mangueira entre o turbo compressor e o aftercooler havia se desprendido, impedindo a chegada de ar comprimido no banco direito do motor, elevando as temperaturas dos cilindros deste banco. Este vazamento também causou o alarme original de baixa pressão na saída do turbo compressor. A equipe de corretiva colocou uma nova mangueira e braçadeira (Figura 5), e o caminhão retornou imediatamente à operação.

20435	High #8 Right Bank Cylinder Exhaust Temperatu...	03-Oct-2009 15:08:07
20436	High #7 Right Bank Cylinder Exhaust Temperatu...	03-Oct-2009 15:08:14
20437	High #5 Right Bank Cylinder Exhaust Temperatu...	03-Oct-2009 15:08:19
20438	Low #1 Left Bank Cylinder Power Active	03-Oct-2009 15:08:31
20439	High #8 Right Bank Cylinder Power Active	03-Oct-2009 15:08:33
20440	High #7 Right Bank Cylinder Power Active	03-Oct-2009 15:08:36
20441	High #5 Right Bank Cylinder Power Active	03-Oct-2009 15:08:37
20442	High #3 Right Bank Cylinder Exhaust Temperatu...	03-Oct-2009 15:08:43
20443	High #3 Right Bank Cylinder Power Active	03-Oct-2009 15:09:04
20444	Low #8 Left Bank Cylinder Power Active	03-Oct-2009 15:09:40
20445	High #1 Right Bank Cylinder Exhaust Temperatu...	03-Oct-2009 15:10:23
20446	Low Intake Manifold Pressure Right Bank Active	03-Oct-2009 15:11:22

Figura 3: Alarmes indiciando um aumento repentino nas temperaturas de exaustão do banco direito do motor e uma perda nas pressões de entrada do coletor. Evento 20435, quando exibido em detalhe na Figura 4 mostra mais claramente a diferença de temperatura de exaustão entre os lados direito e esquerdo.

Parameter	Sample MaxV
3Hp	1801.7765
Engine Speed	1904.25
Speed	25.0
Incline Angle	7.7999997
PayLoad	253.0
#1 Right Bank Exh Port Temper...	725.3945
#2 Right Bank Exh Port Temper...	668.31116
#3 Right Bank Exh Port Temper...	740.5334
#4 Right Bank Exh Port Temper...	714.7001
#5 Right Bank Exh Port Temper...	753.31116
#6 Right Bank Exh Port Temper...	725.3945
#7 Right Bank Exh Port Temper...	759.42224
#8 Right Bank Exh Port Temper...	772.2001
#1 Left Bank Exh Port Temperat...	503.8667
#7 Left Bank Exh Port Temperat...	538.31116
#8 Left Bank Exh Port Temperat...	531.6445
#6 Left Bank Exh Port Temperat...	521.6445

Figura 4: Dados de snapshot do evento 20435 mostra a diferença superior a 200 graus entre as temperaturas de exaustão do lado direito (roxo) e do lado esquerdo (azul).

Um defeito similar relacionado a pressão de saída do turbo compressor foi observado no motor de um outro caminhão e a aplicação de monitoramento em tempo-real foi usada para validar a temperatura de exaustão. A Figura 6 é mostrada abaixo para fazer uma comparação com o Caso 2 e com o objetivo de fornecer informações gerais destacando as capacidades do sistema MineCare.



Figura 5: Exemplo da mangueira entre o turbo compressor e o aftercooler que se desprendeu

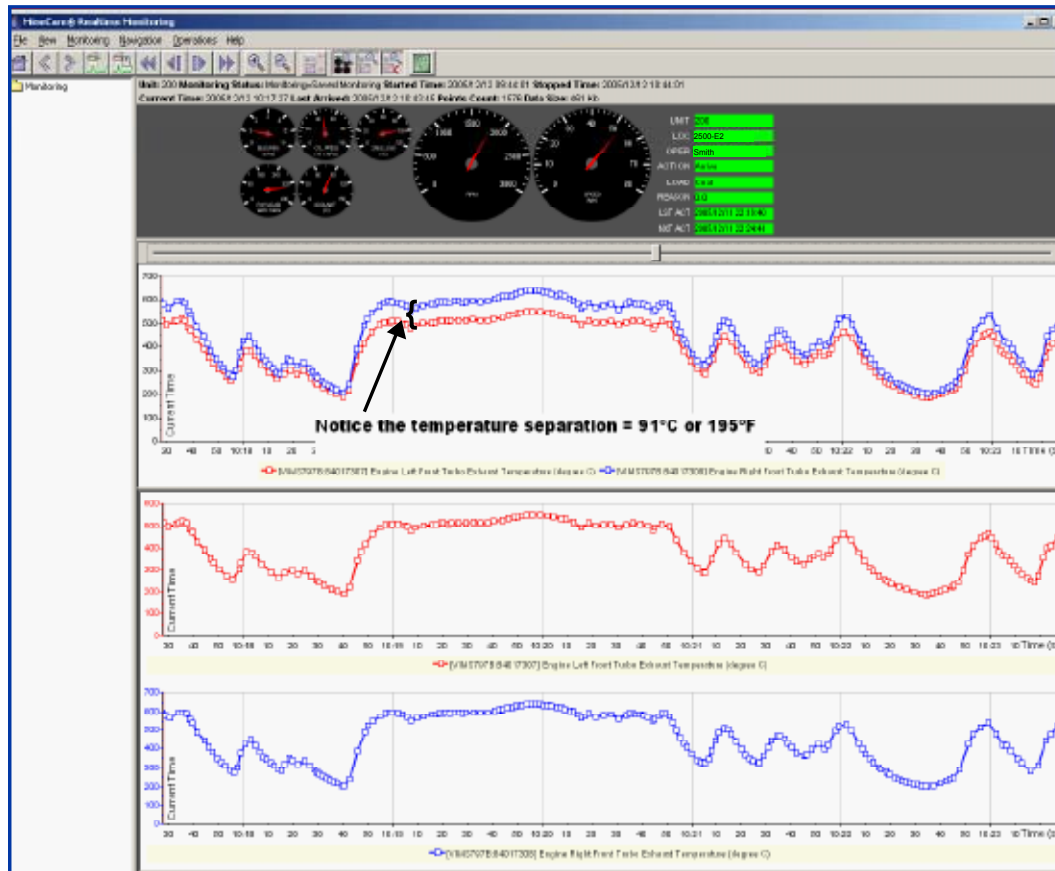


Figura 6: Exemplo de como o sistema MineCare pode ser usado para identificar o defeito em um turbo compressor monitorando a diferença entre as temperaturas de exaustão.

## Saída

Trabalhando em conjunto com minas remotas e usando tanto o sistema MineCare quanto a experiência da equipe foi possível identificar rapidamente o aumento nas temperaturas, a equipe de manutenção diagnosticou uma falha iminente em apenas alguns minutos, desligando o caminhão antes que ocorresse um dano de alto custo no motor.

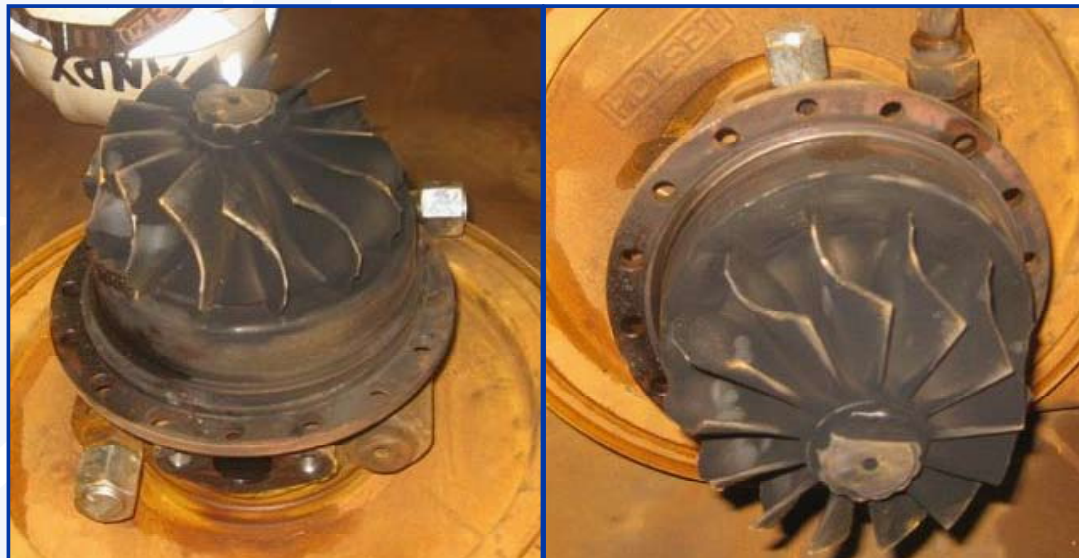
**Custo Potencial Evitado:**  
**\$188.000**

## Caso 3: Baixa Pressão de Ar na Saída do Turbo Compressor

O sistema MineCare recebeu alarmes indicando tanto uma baixa pressão na saída do turbo compressor como uma temperatura de exaustão anormal em um caminhão fora-de-estrada. A equipe de manutenção rapidamente diagnosticou uma falha no turbo compressor e desligou o caminhão, prevenindo uma falha catastrófica e evitando um custo potencial de US\$280.000,00.

Quando o analista de MineCare recebeu um alarme de baixa pressão de ar na saída do turbo compressor de um motor de um caminhão fora-de-estrada, iniciou uma sessão de monitoramento em tempo real para identificar a falha solicitando todos os parâmetros relevantes do motor quando este estava em regime de carga. Um snapshot de parâmetros revelou a baixa pressão na saída do turbo compressor do coletor de admissão do lado esquerdo e uma separação das temperaturas do banco esquerdo e direito do motor. O analista de MineCare questionou o operador imediatamente sobre a performance do caminhão e o operador notou uma pequena queda na potência. Um operador próximo reportou simultaneamente fumaça vinda da exaustão do caminhão com problema.

Depois da análise dos dados do snapshot, o analista do sistema MineCare solicitou que o operador estacionasse o caminhão em um local seguro imediatamente. A equipe de corretiva descobriu que o turbo compressor havia falhado devido à falha de diversos parafusos de fixação da carcaça, fazendo com que as palhetas da turbina e a carcaça entrassem em contato. (Figura 7)



*Figura 7:  
O turbo compressor desmontado  
com as palhetas da turbina  
expostas, mostrando o dano que  
elas sofreram durante o incidente.*

O snapshot capturado pela equipe de manutenção da mina (Figura 8), mostra que a diferença entre temperaturas de exaustão dos lados direito e esquerdo, sendo esta diferença destacada em amarelo. Os parâmetros circulados nas cores roxo e verde destacam os dois diferentes grupos de temperatura de exaustão. Similarmente, o círculo amarelo próximo ao eixo X destaca a diferença entre a pressão de ar da saída dos turbo compressores em cada lado do coletor de admissão.

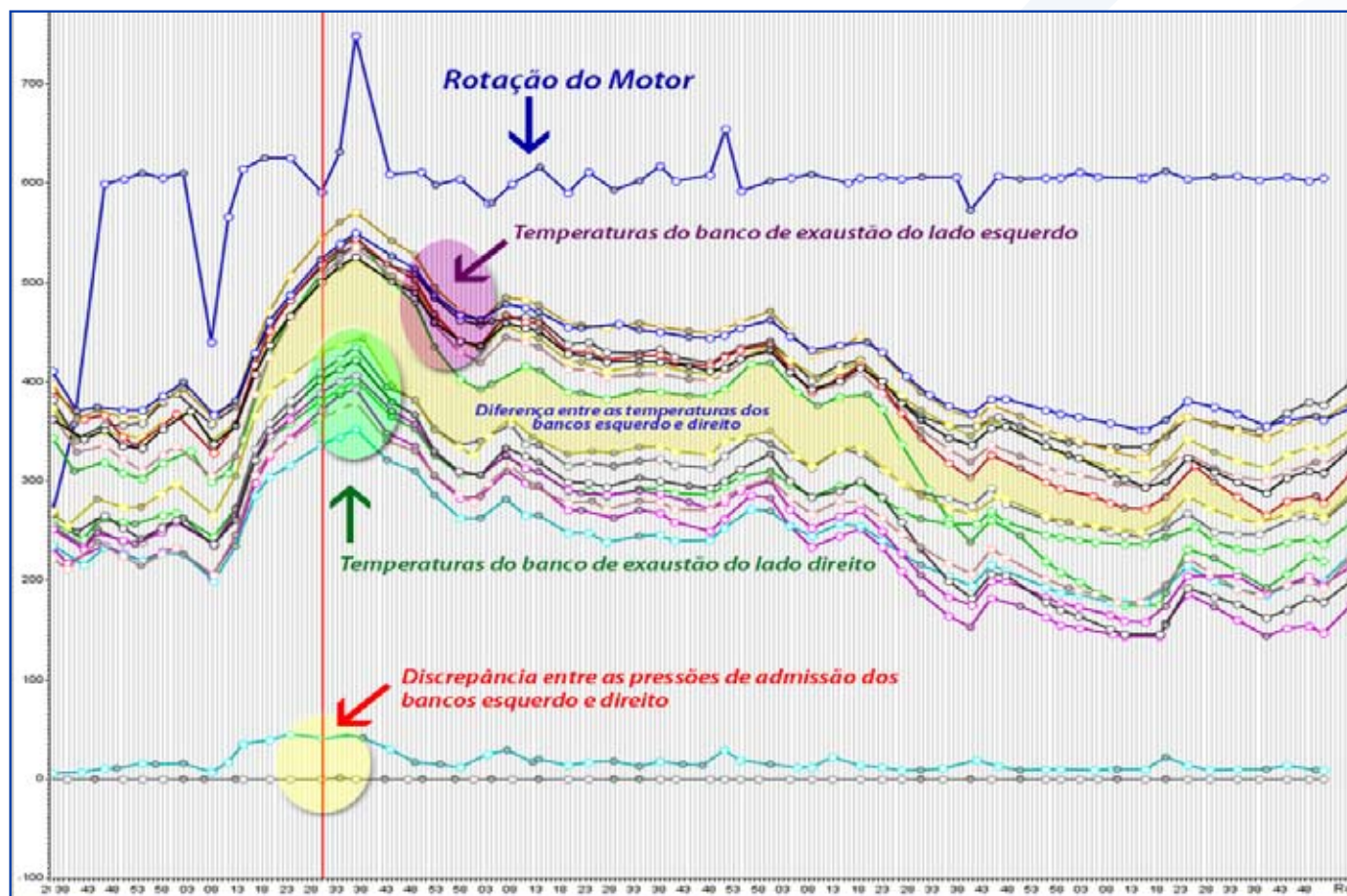


Figura 8:  
Snapshot das diferenças das temperaturas de exaustão e das pressões de admissão do coletor. A diferença entre os bancos esquerdo e direito está destacada em amarelo.

## Saída

A detecção e validação precoce via sistema MineCare preveniu qualquer outro dano ao motor. Fornecendo alertas de falhas eminentes é somente uma das maneiras que o sistema auxiliou este cliente a reduzir os custos de manutenção, aumentar segurança e reduzir o risco de falhas nos equipamentos.

Custo Potencial Evitado:  
**\$280.000**

Por favor entre em contato com o gerente de contas da Modular para maiores informações de como o sistema MineCare pode ajudar sua equipe de manutenção a alcançar a excelência.

### LEGAL NOTICE

O conteúdo deste material é protegido por leis federais e internacionais de propriedade intelectual. Este material contém informações proprietárias da Modular Mining Systems do Brasil e a sua distribuição está restrita às pessoas designadas neste documento.

É vedada a cópia ou reprodução deste documento, de forma parcial ou integral, seja qual for o meio, bem como o seu fornecimento à qualquer pessoa sem a expressa autorização por escrito da Modular Mining Systems do Brasil.

A não observância destes termos e condições, será tratada no âmbito judicial.

Estes materiais, incluindo informação de terceiros, são fornecidos com o objetivo de informar apenas. Especificações reais podem variar das documentadas nestes materiais. Consulte o escritório local da Modular para mais detalhes.

### Modular Mining Systems, Inc.

Av. Bernardo Monteiro, 971/cj. 02

Belo Horizonte, MG

CEP: 30150-281 Brasil

Telefone: (31) 3118 - 4300 | Fax: (31) 3118 - 4331

[www.modularmining.com](http://www.modularmining.com)