D2G CONSULTORIA

Lubrificação Estratégica e Confiabilidade dos Ativos Móveis

Seminário SIL 2026

Lubrificação como pilar de confiabilidade



QUEM SOMOS

A **D2G Consultoria** é especializada em gestão de ativos no mercado agrícola e sucroenergético.

Atuamos desde o dimensionamento estrutural até a gestão de indicadores, otimizando processos e pessoas para elevar qualidade, eficácia e rentabilidade da operação.

Presença em **14 estados brasileiros** e operações na **América Central, Caribe, América do Sul, África e Índia.**

- 32 Consultores
- 50+ Grupos com 120+ unidades, totalizando 220+ MM de toneladas de cana
- 1.290k hectares cultivados entre Grãos & Fibras
- 11+ anos atuando no mercado na gestão de ativos



ASSOCIAÇÕES QUE A D2G É FILIADA:

ASABE
American Society of Agricultural and Biological Engineers

GMEC
GRUPO DE MOTOMECANIZAÇÃO

SMRP
Society for Maintenance & Reliability Professionals

Microsoft Teams

Agenda e Tópicos Principais

Seis blocos temáticos para conectar lubrificação, confiabilidade e desempenho dos ativos móveis.



01 O Valor Estratégico da Lubrificação

Da rotina operacional à preservação dos ativos.



02 Ciclo de Vida do Ativo

Lubrificação como mecanismo de integridade física.



03 A Regra do 8/80

O pequeno custo que influencia grandes perdas.



04 Gestão por Indicadores

MTBF, aderência, análise de óleo e OEE.



05 Programa de Classe Mundial

Padronização, cultura e controle da contaminação.



06 Conclusões e Mensagem Final

De insumo a vantagem competitiva.

O Valor Estratégico da Lubrificação

De rotina operacional a investimento na preservação dos ativos

VISÃO TRADICIONAL

Aplicar lubrificante na periodicidade definida, com foco na execução da rotina.

VISÃO ESTRATÉGICA

Controlar atrito, desgaste, temperatura e contaminação para ampliar a vida útil dos componentes.

Gestão eficiente da lubrificação = investimento na preservação dos ativos, não apenas aquisição de insumo.



A Lubrificação no Ciclo de Vida do Ativo

Alinhamento com a ISO 55001 para preservar integridade física e valor ao longo de todo o ciclo.

A gestão de ativos deve maximizar o valor entregue pelos equipamentos durante sua vida útil.

Especificação → Instalação → Operação → **Manutenção** → Substituição

Resultado: o ativo alcança sua vida útil projetada.

Quando executada corretamente

- Reduz desgaste
- Diminui temperatura de operação
- Protege contra corrosão
- Controla contaminação
- Aumenta vida útil dos componentes



A Regra do ~8/80

O menor item de custo pode comandar a maior parte do impacto operacional.

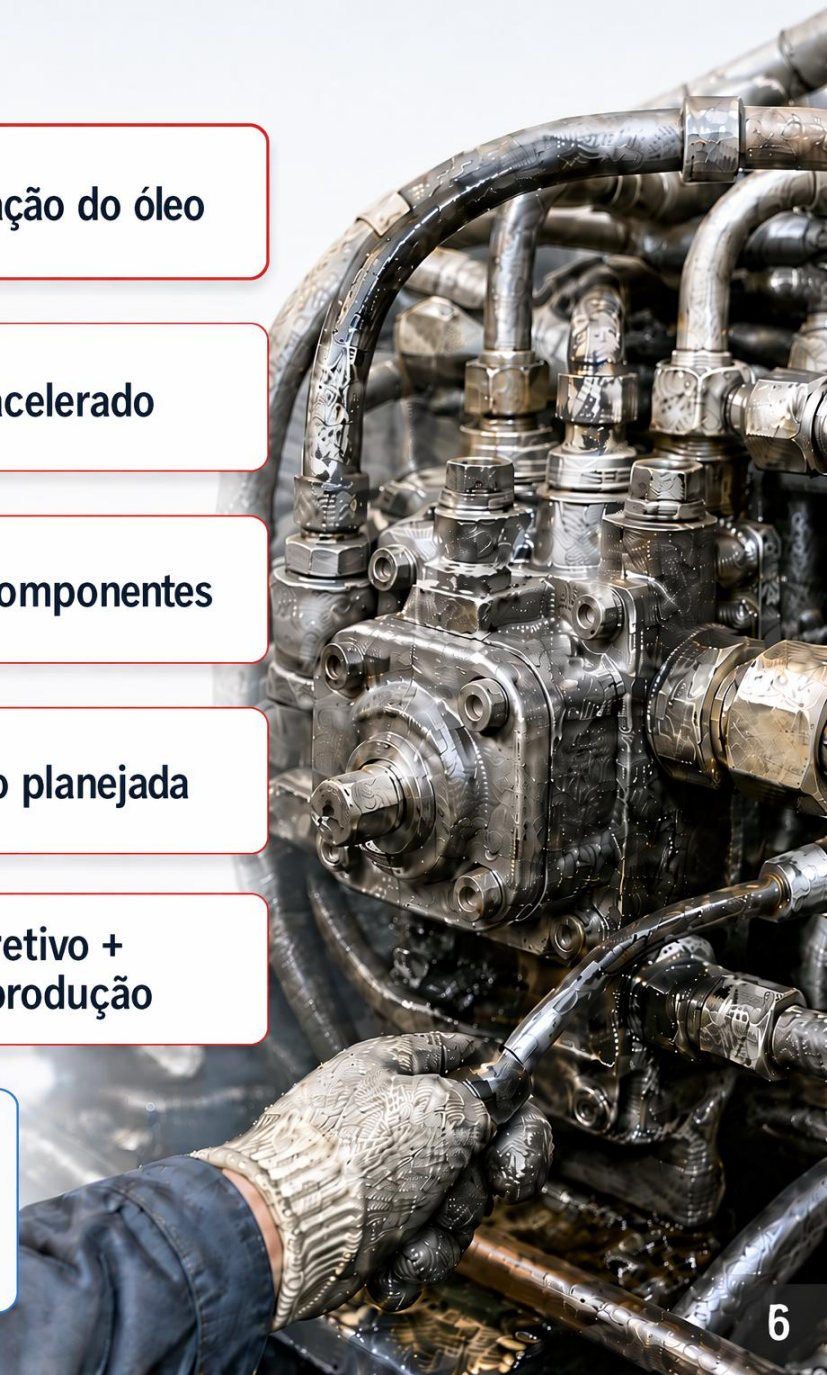
~8%

custo aproximado dos lubrificantes

80%

custos influenciados por falhas de lubrificação

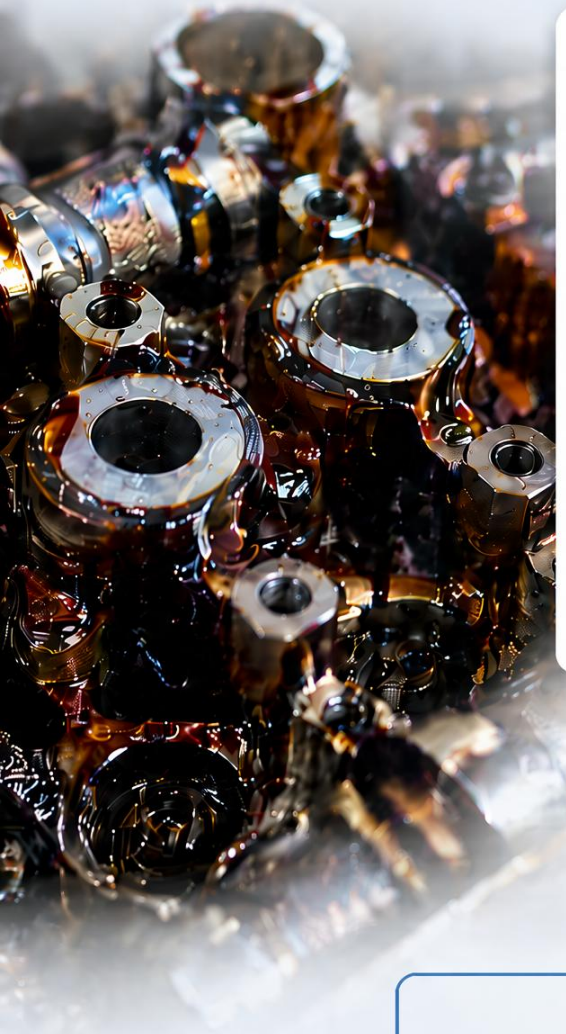
- Contaminação do óleo
- Desgaste acelerado
- Falha de componentes
- Parada não planejada
- Custo corretivo + perda de produção



Economizar no **lubrificante** ou no **procedimento** pode transferir custo para falhas, indisponibilidade e produção perdida.

Mudança de Mindset na Manutenção

Do menor preço do insumo ao menor custo do ciclo de vida.



DE: Comprar óleo

Foco no menor preço

- Trocas baseadas apenas no calendário
- Pouca inspeção durante a rota
- Aplicação sem controle de contaminação
- Baixa padronização dos procedimentos

PARA: Comprar confiabilidade

Foco no ciclo de vida

- Decisões baseadas em condição
- Engenharia de confiabilidade aplicada
- Controle de contaminação na origem
- Padronização, rastreabilidade e indicadores



Lubrificação estratégica não compra apenas insumo: compra disponibilidade, vida útil e previsibilidade.

O Custo Real das Falhas de Lubrificação

O que aparece no relatório é apenas a parte visível do problema.



Custos visíveis

- Troca de componentes
- Mão de obra

Custos ocultos

- Produção interrompida
- Energia desperdiçada
- Horas extras
- Indisponibilidade

A falha de lubrificação raramente custa apenas o reparo.

Gestão por Indicadores de Lubrificação

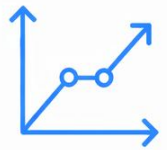
Medir resultados, identificar desvios e direcionar ações de melhoria contínua.

Não existe gestão eficiente sem indicadores.

Os KPIs da lubrificação transformam rotinas técnicas em decisões rastreáveis, comparáveis e orientadas à confiabilidade.

Objetivo da seção: conectar lubrificação, falhas, desempenho e resultado operacional.

KPIs fundamentais



MTBF

Confiabilidade entre falhas



Aderência ao Plano

Execução conforme definido



Análise de Óleo

Condição real do ativo

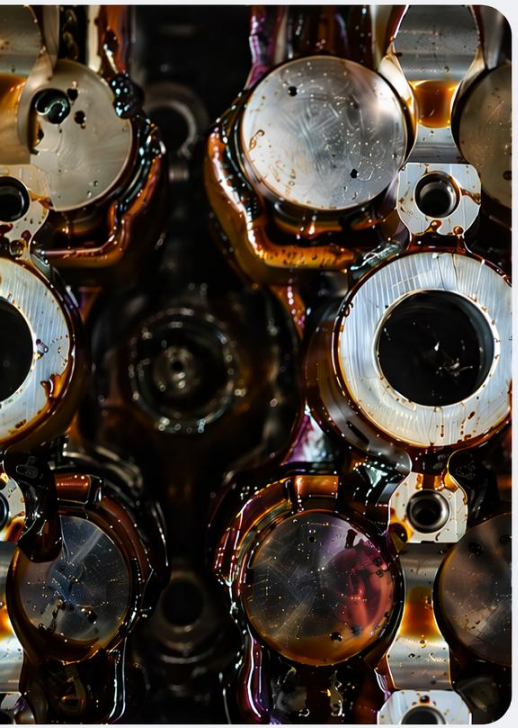


OEE

Eficiência global da operação

MTBF: Tempo Médio Entre Falhas

Lubrificação correta aumenta gradualmente o intervalo entre falhas consecutivas.



Definição — Intervalo médio entre duas falhas consecutivas de um equipamento.

Efeito da lubrificação — Menos desgaste, menor temperatura e menor contaminação.

Leitura gerencial — MTBF crescente indica ganho de confiabilidade.

Evolução do MTBF com e sem programa estruturado



Quanto maior o MTBF, maior a confiabilidade da planta.

Filtragem

Aplicação correta

Análise de óleo



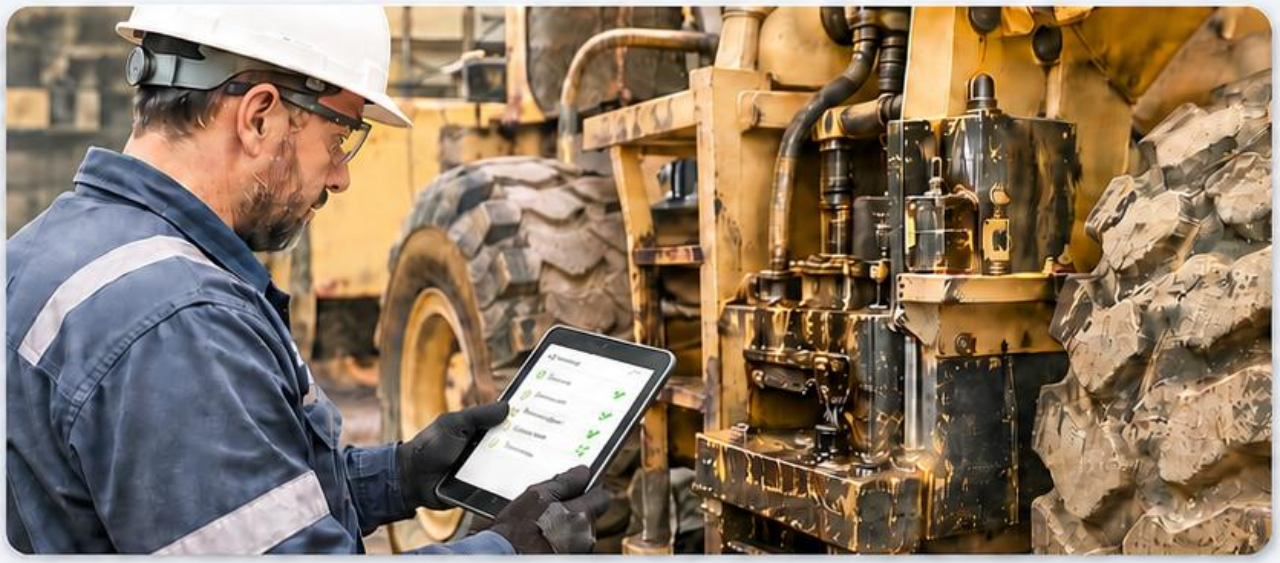
Aderência ao Plano de Lubrificação

Não basta ter um plano — é preciso garantir que ele seja executado exatamente como definido.

O indicador mede

- Frequência correta
- Volume correto
- Lubrificante correto
- Procedimento correto
- Registro da atividade





Baixa aderência indica falhas de planejamento, capacitação ou gestão.

Análise de Óleo como Ferramenta de Gestão

Decisões baseadas na condição real do equipamente — não em períodos fixos de troca.

Conceito-chave

O óleo funciona como uma amostra de sangue da máquina.

O que a análise identifica

- Desgaste prematuro de componentes
- Presença de água
- Contaminação sólida
- Degradação do lubrificante
- Superaquecimento
- Falhas incipientes

Amostra coletada → Análise laboratorial → Decisão por condição

Resultado para a gestão

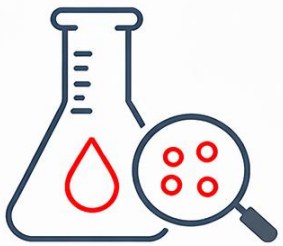
Mais previsibilidade, menos intervenção corretiva e maior proteção dos ativos.

Manutenção por condição



Da Análise de Óleo à Decisão de Confiabilidade

Engenharia de Confiabilidade aplicada aos ativos móveis



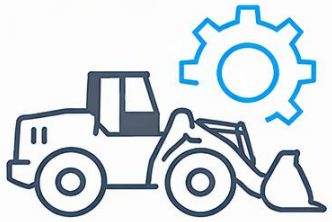
ANÁLISE DE ÓLEO

Dados de condição



TENDÊNCIAS

Viscosidade, TBN e indicadores



ENGENHARIA DE CONFIABILIDADE

Contexto do ativo e criticidade



PREDIÇÃO & DECISÃO

Apoio à manutenção preditiva e preventiva



AÇÃO PLANEJADA

Menor risco e maior disponibilidade



Parceria D2G Consultoria + COMPASS

D2G CONSULTORIA

compass

orion

Dados analisados pelo software Orion da COMPASS.

SH Santa Helena

Dados pertencentes à Energética Santa Helena — Nova Andradina (MS).

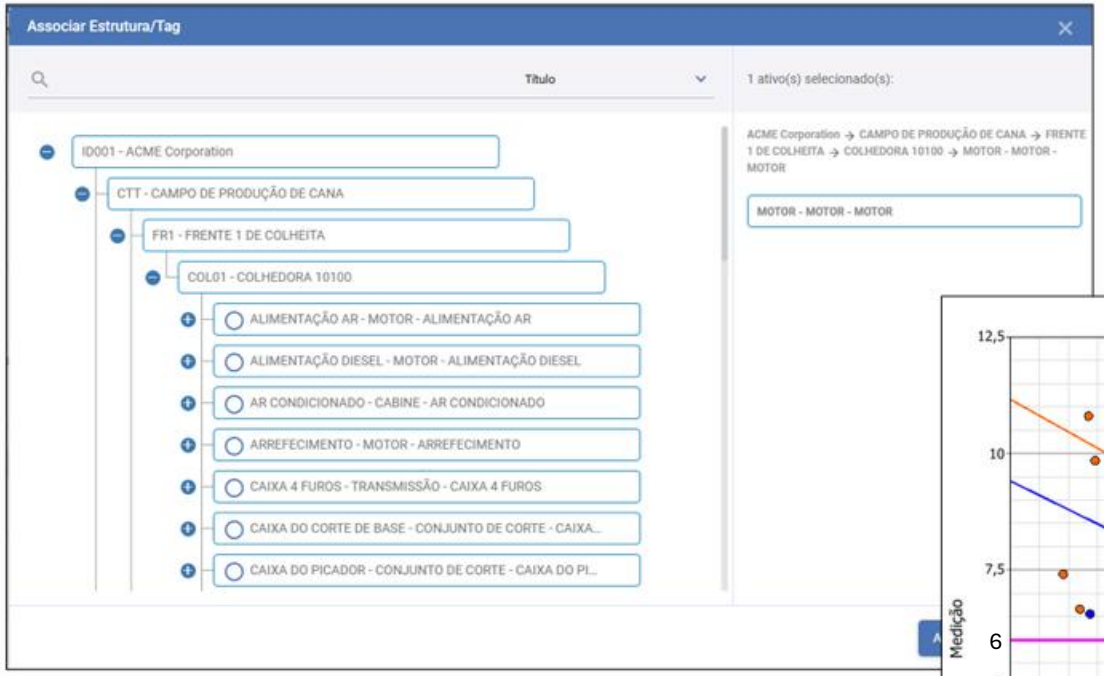
ESTUDOS DE ÓLEOS LUBRIFICANTES

Motor diesel e sistema hidráulico da colhedora de cana

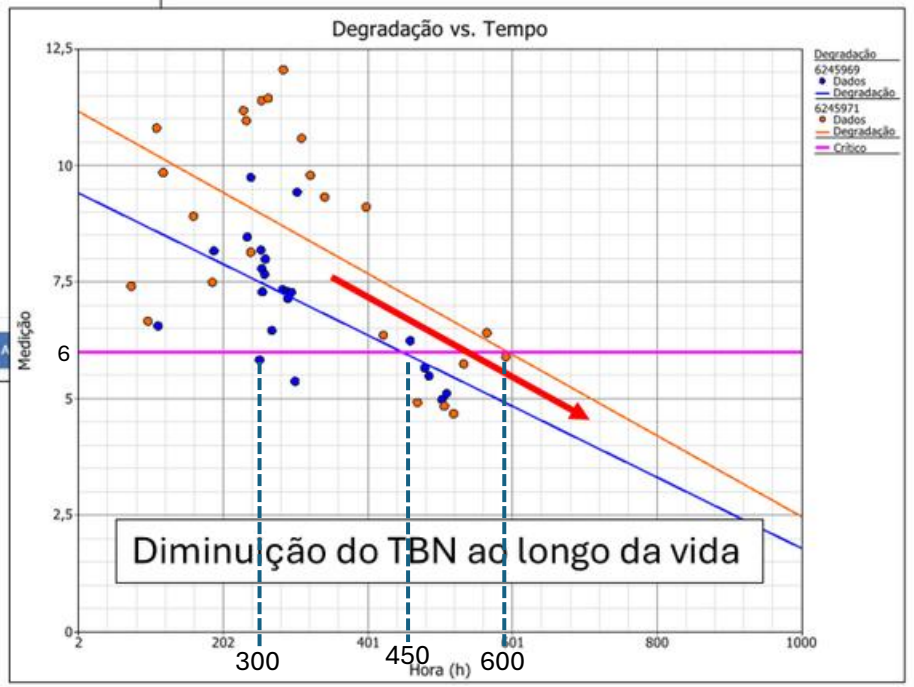


GESTÃO DE ATIVOS ORION

FERRAMENTA DE PREDIÇÃO – NÚMERO DE BASICIDADE TOTAL (TBN)

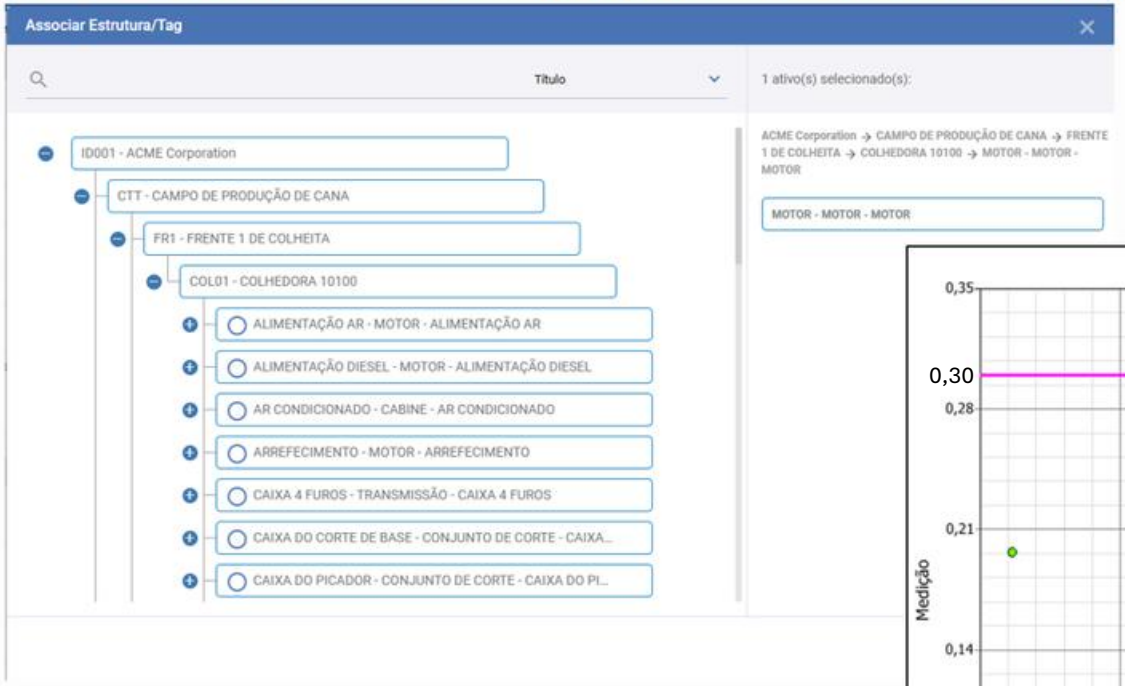


Ao analisar o TBN, observa-se uma redução decorrente do consumo dos aditivos presentes no óleo. Dessa forma, recomenda-se realizar a troca do óleo entre 300 e 600 horas de operação, a fim de garantir a manutenção da carga mínima de aditivos.

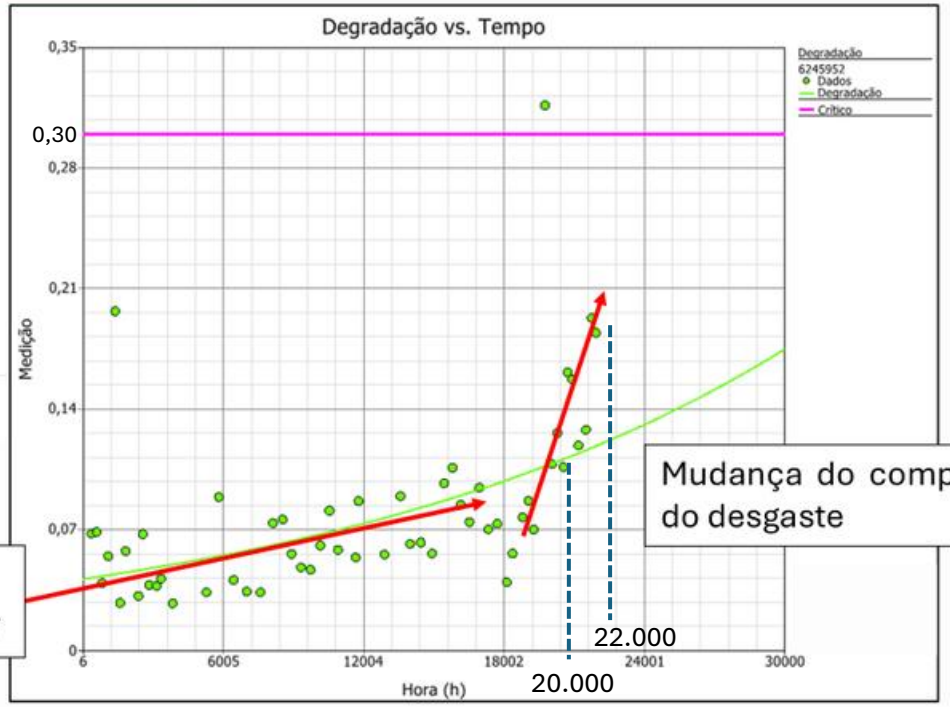


GESTÃO DE ATIVOS ORION

FERRAMENTA DE PREDIÇÃO – DESGASTE DO MOTOR DIESEL



Além da degradação do óleo é possível acompanhar a degradação do motor a partir do Ferro, utilizando a métrica ppm/hr.



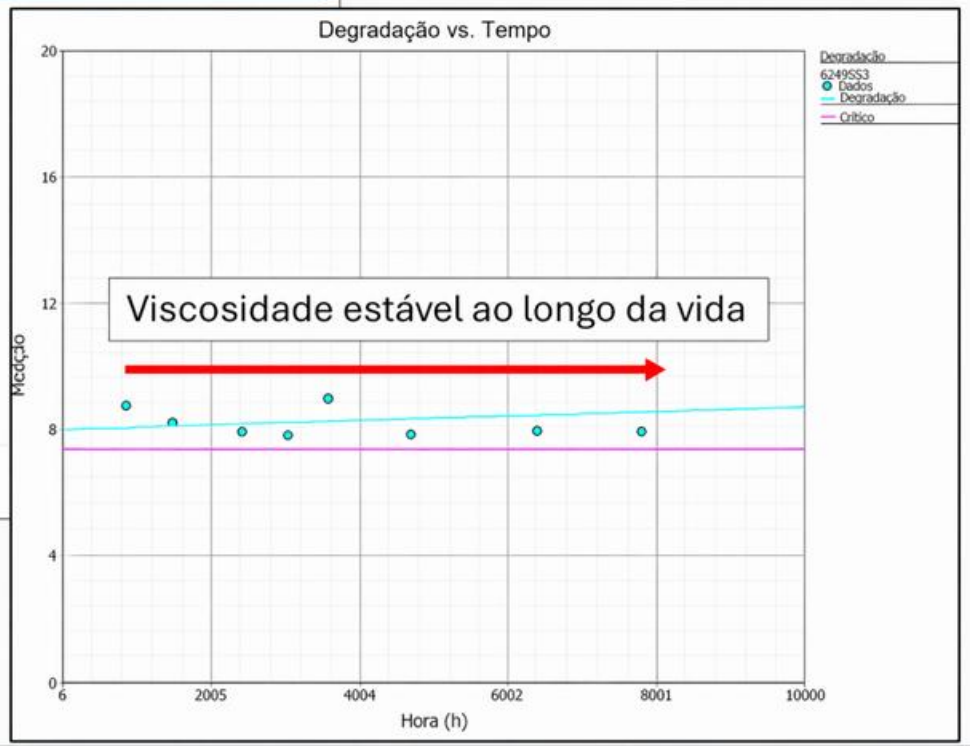
Mudança do comportamento do desgaste

Aumento da taxa de desgaste (ppm/hr)
Aumento conforme o aumento da vida do motor

GESTÃO DE ATIVOS ORION

FERRAMENTA DE PREDIÇÃO – VISCOSIDADE DO ÓLEO HIDRÁULICO





Neste exemplo é o acompanhamento da viscosidade do óleo hidráulico da colhedora.

Impacto no OEE

Menos atrito e menos falhas mecânicas elevam a eficiência global da planta.

Disponibilidade

Redução de falhas mecânicas
Aumento do tempo produtivo
Menos paradas não planejadas

Performance

Menor atrito entre componentes
Menor consumo energético
Melhor rendimento mecânico

Resultado: aumento do OEE e maior estabilidade operacional.



Padronização e 5S na Sala de Lubrificação

Organização, identificação por cores e filtragem reduzem riscos de contaminação no armazenamento.

1 Identificação por cores

Código de cores por lubrificante, recipientes exclusivos e rótulos legíveis.

2 Recipientes exclusivos

Uso de recipientes dedicados para cada tipo de lubrificante, evitando contaminações.

3 Filtragem antes da aplicação

Transferência com filtros dedicados para evitar entrada de partículas no equipamento.

4 Armazenamento adequado

Tambores protegidos, em local ventilado, organizado e com ambiente limpo.

5 Controle de validade

Verificação periódica das datas de validade e aplicação do princípio FIFO.

6 Controle de estoque

Inventário atualizado para assegurar disponibilidade e evitar excessos ou faltas.

7 Padronização dos procedimentos

Instruções claras e treinamentos garantem execução correta e constante das boas práticas.

Resultado: Maior confiabilidade das atividades de lubrificação.



D2G

Capacitação e Cultura: O Lubrificador Moderno

De executor de rotinas a inspetor de confiabilidade

ANTES

Executor de rotinas

Aplicar lubrificante e registrar a atividade.

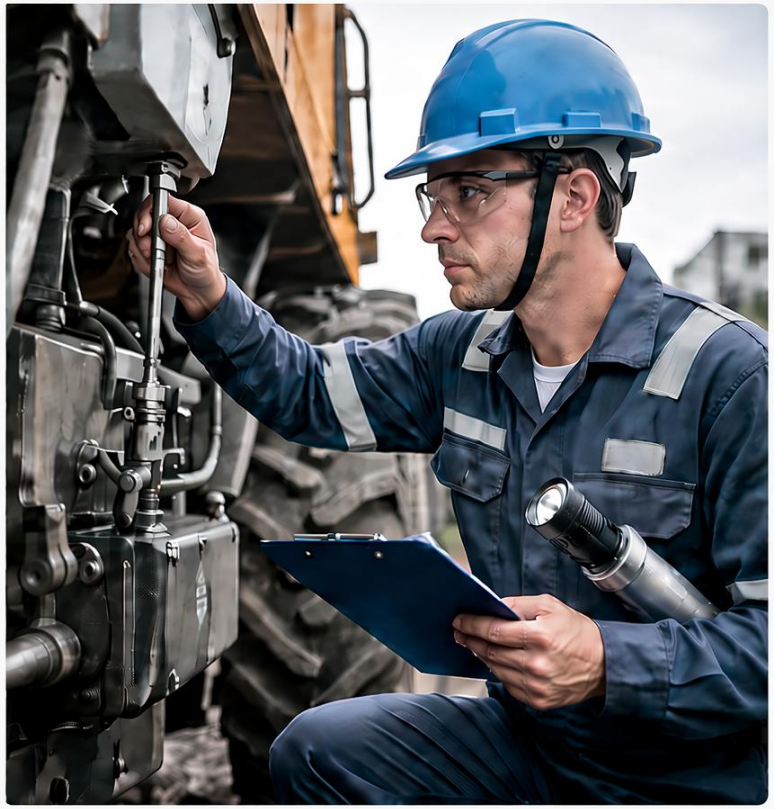
HOJE

Inspetor da confiabilidade

Observa sinais de degradação durante a rota
e antecipa falhas.

Capacitação transforma a rota de lubrificação em uma linha ativa de detecção precoce.

- Vazamentos
- Ruídos
- Vibrações
- Aquecimento
- Folgas
- Alterações



Muitas falhas detectadas visualmente antes que sensores indiquem anomalias.

Controle Proativo da Contaminação

Impedir a entrada de partículas e umidade é mais eficaz do que corrigir danos depois.

FONTES DE CONTAMINAÇÃO

- Poeira
- Água e umidade
- Partículas metálicas
- Armazenamento inadequado

CONTROLES PROATIVOS

- Filtros de transferência
- Respiros dessicantes
- Tambores protegidos
- Recipientes fechados
- Monitoramento ISO 4406

Garantir que o óleo chegue ao equipamento em melhores condições do que quando saiu do fornecedor.



Tecnologias para Gestão da Lubrificação

Ferramentas digitais, sensores e softwares integrados elevam o controle e a rastreabilidade do programa.

CMMS / EAM integrado
Ordens, planos e histórico em um único fluxo.

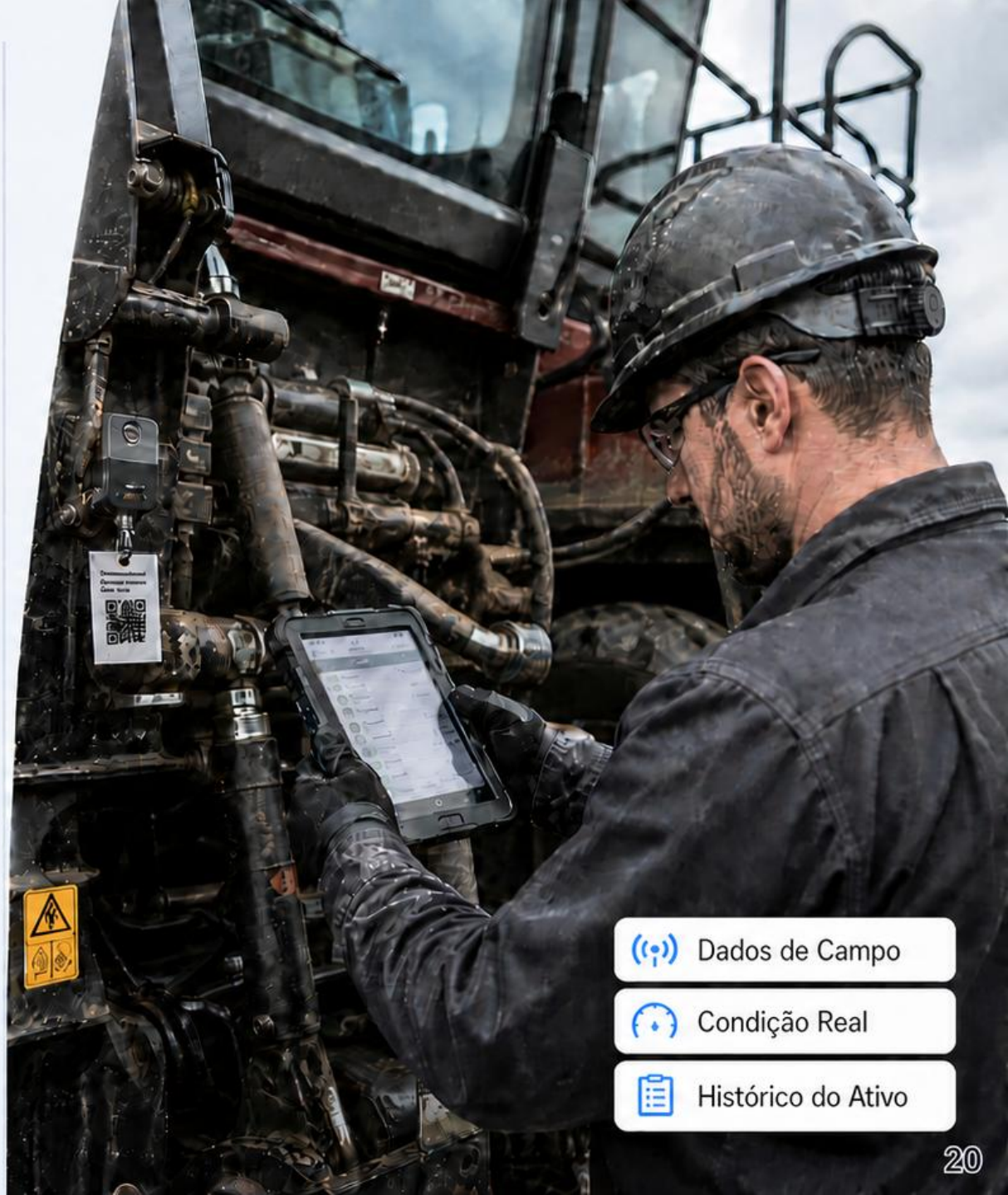
Roteiros digitais com QR Code / NFC
Execução guiada no equipamento e registro em campo.

Sensores de condição em tempo real
Temperatura, vibração, pressão e parâmetros críticos.

Análise de óleo laboratorial e on-line
Diagnóstico por condição, não apenas por calendário.

Relatórios gerenciais automatizados
Indicadores, desvios e decisões com rastreabilidade.

Benefício central: Rastreabilidade total, tomada de decisão baseada em dados, redução de erros humanos.



Os Ganhos de um Programa Estruturado

Resultados esperados quando a lubrificação passa a ser gerida como processo de confiabilidade.

1

Aumento de disponibilidade operacional

Mais tempo produtivo dos ativos móveis.

2

Elevação do MTBF

Intervalos maiores entre falhas recorrentes.

3

Redução das falhas mecânicas

Desgaste, contaminação e temperatura sob controle.

4

Diminuição dos custos corretivos

Menos emergências, retrabalho e compras urgentes.

5

Aumento da vida útil dos componentes

Componentes preservados por mais ciclos de operação.

6

Redução do consumo de energia

Menor atrito e maior eficiência operacional.

7

Melhoria da segurança operacional

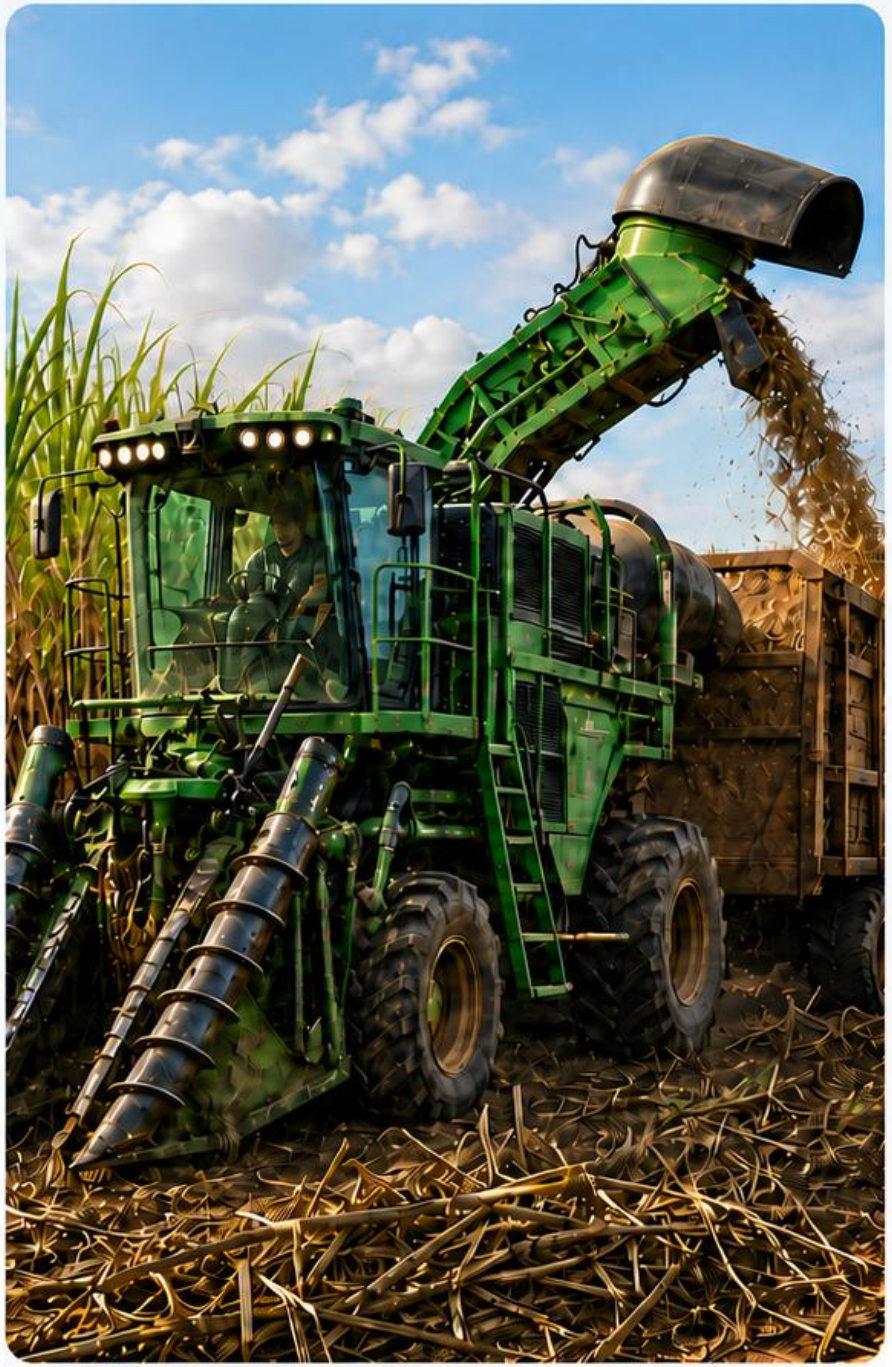
Menor exposição a intervenções não planejadas.

8

Maior competitividade

Mais confiabilidade, produtividade e resultados sustentáveis.

Programa estruturado = confiabilidade mensurável + menor custo do ciclo de vida.



D2G + Tereos | Veículo SKID



Inspeção periódica na colhedora de cana



Veículo SKID / Avaliação do óleo hidráulico



Nível de contaminação visualizado

Fonte: Flávio Berni – Tereos Açúcar & Energia – II D2G SICGA 2025/SET – Ribeirão Preto - SP

Controle de óleo Hidráulico



- **Controle do óleo hidráulico:** essencial para desempenho, confiabilidade e vida útil dos sistemas.
- **Monitoramento mensal:** Com contador de partículas.
- **Identificação precoce** de partículas, água e contaminantes.
- **Tolerância máxima:** NAS < 6 (sem filtragem).
- **Benefícios:**
  - Prevenção de falhas graves no sistema hidráulico.
  - Redução de paradas não programadas.
  - Menor custo de manutenção.
  - Maior disponibilidade e segurança operacional.



FLUXOGRAMA



Realiza a Contagem de Particulas.



Tereos

D2G CONSULTORIA

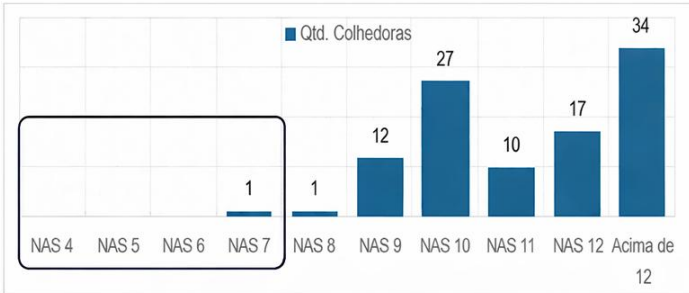
II SEMINÁRIO INTERNACIONAL
CONFIABILIDADE E GESTÃO DE ATIVOS

Controle de óleo Hidráulico

COMO FOI O INICIO DAS ATIVIDADES

- Realizamos uma primeira amostragem em Agosto de 2024 para entender a proporção de contaminação de éleo hidráulico das colhedoras.
- As análises realizadas foram feitas utilizando as diretrizes da ISO 4406, que define como aceitável um NAS < 6.
- Preliminarmente, observamos um nível muito superior ao encontrado nas colhedora do grupo.

RESULTADO DAS ANALISES COLETADAS NA SAFRA 24/25



Componente	*ISO*	*NAS*
Válvulas Proporcionais	17/15/12	6
Bombas / Motores (palhetas – pistão)	18/16/13	7
Válvulas de Controle Direcional	18/16/13	7
Reguladores de Pressão	18/16/13	7
Bombas de Engrenagem	19/17/14	8
Cilindros	20/18/15	9
Controle de Fluxo	20/18/15	9

Tereos

D2G CONSULTORIA

Fonte: Flávio Berni – Tereos Açúcar & Energia – II D2G SICGA 2025/SET – Ribeirão Preto - SP

Resultados Financeiros*

Análise de ABRIL – AGOSTO (R$ MIL)
Comparativo 2024 vs 2025

Componentes Sistema Hidráulico	Material Rodante	Elevador	Redução Total
-19%	-14%	-5%	-17%

[1] Mesmo período de avaliação nos dois anos
[2] Demais itens em fase de analise e apuração.

Fonte: Flávio Berni – Tereos Açúcar & Energia – II D2G SICGA 2025/SET – Ribeirão Preto - SP

Conclusão e Vantagem Competitiva

Lubrificação estruturada protege ativos, reduz perdas e sustenta desempenho operacional.

De rotina operacional

A lubrificação não deve ser tratada apenas como aplicação periódica de insumo.

Para estratégia de confiabilidade

Quando gerida com método, ela controla mecanismos de degradação e amplia a vida útil dos componentes.

Retorno sobre ativos

Investir em gestão da lubrificação é proteger o patrimônio físico e aumentar o valor entregue pelos equipamentos ao longo do ciclo de vida.

De insumo a estratégia — a lubrificação como vantagem competitiva.

Investir em gestão da lubrificação significa proteger o patrimônio físico da empresa e garantir maior retorno sobre os ativos ao longo de todo o seu ciclo de vida.



Mensagem Final e Encerramento

Confiabilidade nasce do controle dos mecanismos de degradação.

Equipamentos não falham apenas pelo tempo de uso. Eles falham porque seus mecanismos de degradação não são controlados.

Entre esses mecanismos, a lubrificação é um dos mais relevantes e, ao mesmo tempo, um dos mais acessiveis para gerar ganhos expressivos em confiabilidade, disponibilidade e desempenho operacional.



D2G CONSULTORIA

D2G Consultoria — Especialistas em Confiabilidade e Gestão de Ativos

contato@d2gconsultoria.com.br | www.d2gconsultoria.com.br