

II SEMINÁRIO BRASILEIRO DE CORROSÃO INTERNA DE DUTOS E EQUIPAMENTOS

13 DE JUNHO - RIO DE JANEIRO

*Gestão do Ciclo de Vida de Ativos: estratégias de avaliação e mitigação
da Corrosão Interna para maior segurança e retorno financeiro*

Pedro Altoé Ferreira



AVISOS



Sobre o conteúdo da apresentação do autor e de dados da empresa do autor

Estas apresentações podem conter previsões acerca de eventos futuros. Tais previsões refletem apenas expectativas dos administradores da Companhia sobre condições futuras da economia, além do setor de atuação, do desempenho e dos resultados financeiros da Companhia, dentre outros. Os termos “antecipa”, “acredita”, “espera”, “prevê”, “pretende”, “planeja”, “projeta”, “objetiva”, “deverá”, bem como outros termos similares, visam a identificar tais previsões, as quais, evidentemente, envolvem riscos e incertezas previstos ou não pela Companhia e, conseqüentemente, não são garantias de resultados futuros da Companhia. Portanto, os resultados futuros das operações da Companhia podem diferir das atuais expectativas, e o leitor não deve se basear exclusivamente nas informações aqui contidas. A Companhia não se obriga a atualizar as apresentações e previsões à luz de novas informações ou de seus desdobramentos futuros. Os valores informados para 2018 em diante são estimativas ou metas. Adicionalmente, esta apresentação contém alguns indicadores financeiros que não são reconhecidos pelo BR GAAP ou IFRS. Esses indicadores não possuem significados

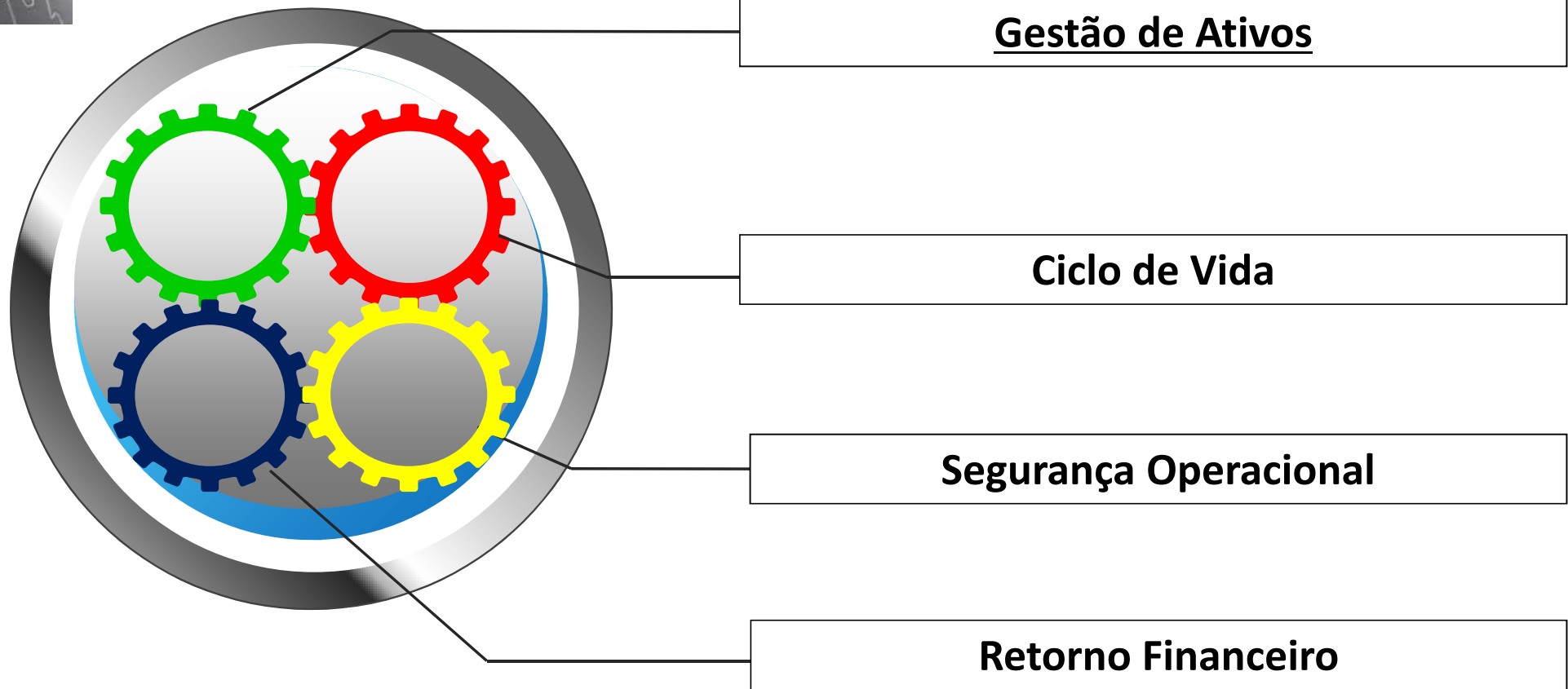
padronizados e podem não ser comparáveis a indicadores com descrição similar utilizados por outras companhias. Nós fornecemos estes indicadores porque os utilizamos como medidas de performance da companhia; eles não devem ser considerados de forma isolada ou como substituto para outras métricas financeiras que tenham sido divulgadas em acordo com o BR GAAP ou IFRS.

Aviso aos investidores norte-americanos

A SEC somente permite que as companhias de óleo e gás incluam em seus relatórios arquivados reservas provadas que a Companhia tenha comprovado por produção ou testes de formação conclusivos que sejam viáveis econômica e legalmente nas condições econômicas e operacionais vigentes. Utilizamos alguns termos nesta apresentação, tais como descobertas, que as orientações da SEC nos proíbem de usar em nossos relatórios arquivados.



Corrosão Interna



META

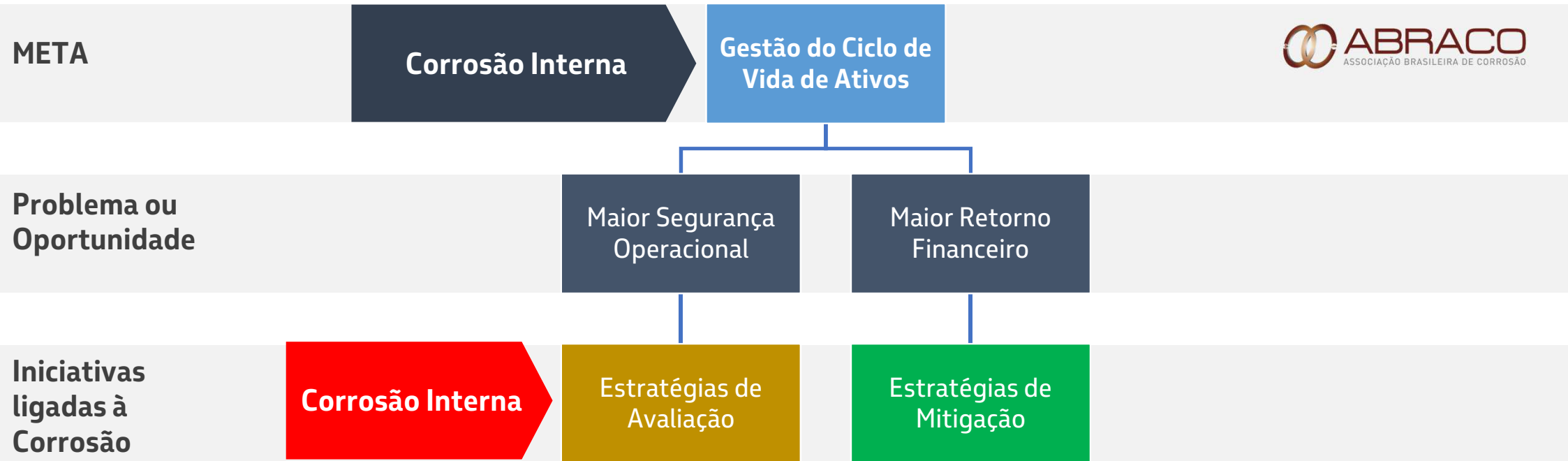
Gestão do Ciclo de Vida de
Ativos

Maior Segurança Operacional

Maior Retorno Financeiro

Problema ou
Oportunidade

Gestão do Ciclo de Vida de Ativos: estratégias de avaliação e mitigação da Corrosão Interna para maior segurança e retorno financeiro



Gestão do Ciclo de Vida de Ativos: estratégias de avaliação e mitigação da Corrosão Interna para maior segurança e retorno financeiro

**Exemplo
de falha e
Impacto
em um
ativo**

OLEODUTO DE PRUDHOE BAY - ALASCA



The Prudhoe Bay field was discovered in 1968 and came on stream in 1977



https://en.wikipedia.org/wiki/Trans-Alaska_Pipeline_System



<https://coloradotravelingducks.com/tag/prudhoe-bay/>

BP closing Alaska oil operation indefinitely

Agosto 2006



Bob Newton uses ultra sound to scan a section of pipe looking for weak spots along a oil transmit pipeline that leaked 200,000 gallons of oil in March at the Prudhoe Bay oil field on Alaska's North Slope Friday. BP Exploration Alaska, Inc. began shutting down the Prudhoe Bay oil field after the discovery of unexpectedly severe corrosion and a small spill from a Prudhoe Bay oil transit line.
(AP / Al Grillo)

Copy wright -> By [CLIFFORD KRAUSS](#) and [JEREMY W. PETERS](#) AUG. 8, 2006
<https://www.nytimes.com/2006/08/08/business/08oil.html>

Workers also found a small spill, estimated to be about 4 to 5 barrels.

BP will replace miles of pipe tied to the Trans-Alaska Pipeline



A section of pipeline on display at the Prudhoe Bay oil field on Alaska's North Slope Friday shows corrosion on the inside of a pipe.

Corrosive gases CO₂ and H₂S in the stream of produced oil and gas condensate



Oil spill is largest ever on Alaska's North Slope



Copy wright -> By [CLIFFORD KRAUSS](#) and [JEREMY W. PETERS](#) AUG. 8, 2006
<https://www.nytimes.com/2006/08/08/business/08oil.html>



<https://www.seattlepi.com/national/article/Oil-spill-is-largest-ever-on-Alaska-s-North-Slope-1198151.php>

**“With oil above \$70 per barrel and BP making record profits,
it can afford to properly clean and maintain its pipelines,”**

said Representative Edward J. Markey, a Massachusetts Democrat and member of the House Energy and Commerce Committee.

BP closing Alaska oil operation indefinitely

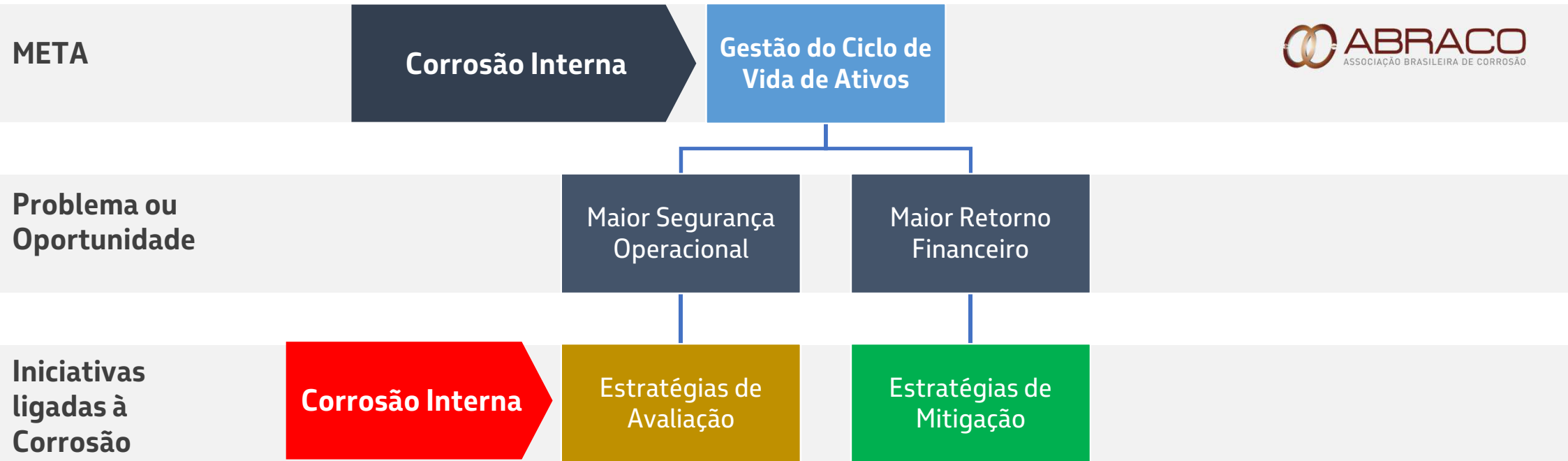
A 400,000-barrel per day reduction in output would have a major impact on oil prices, said Tetsu Emori, chief commodities strategist at Mitsui Bussan Futures in Tokyo.

"Oil prices could increase by as much as **\$10 per barrel** given the current environment," Emori said

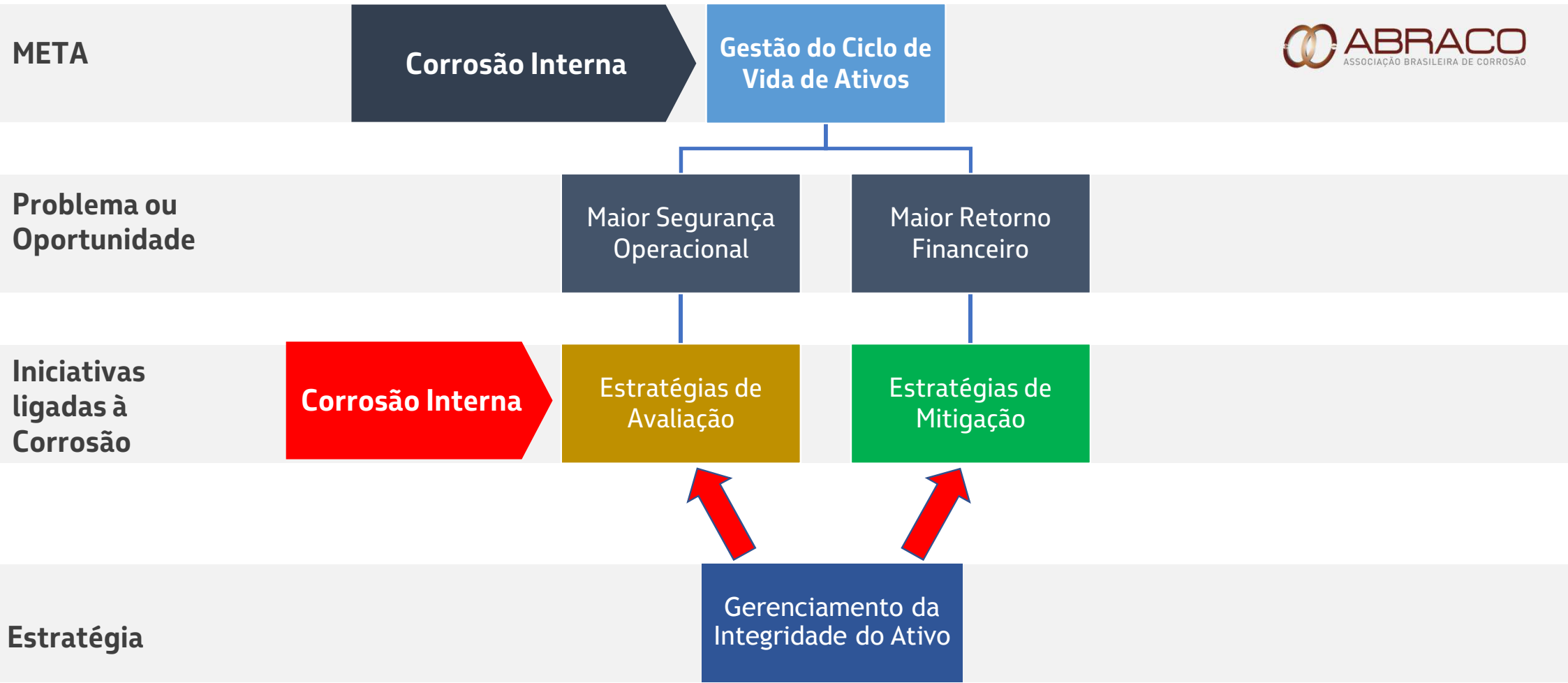


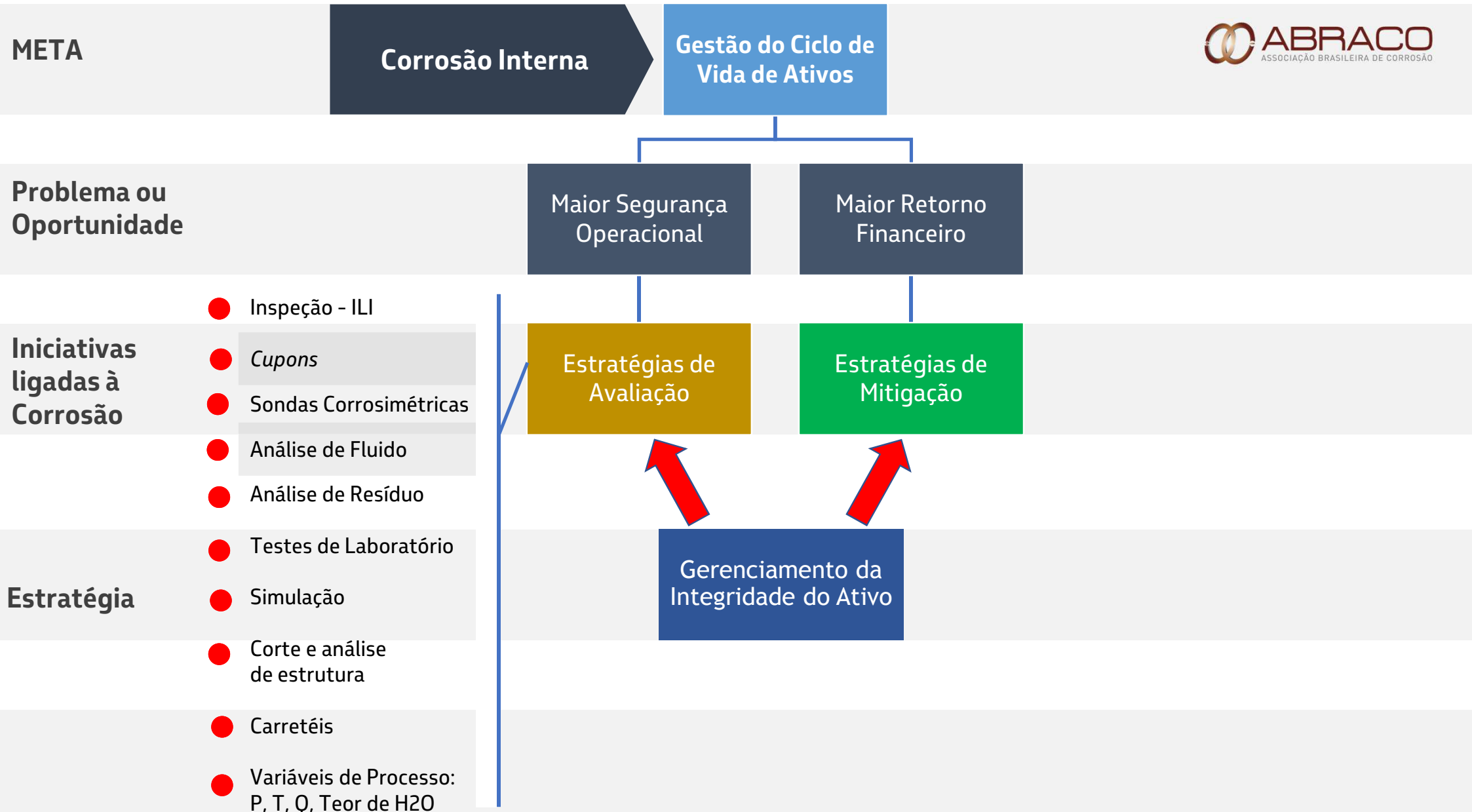
Gestão do Ciclo de Vida de Ativos: estratégias de avaliação e mitigação da Corrosão Interna para maior segurança e retorno financeiro

**Visão Geral e
crítica da
Corrosão Interna
na Gestão do
Ciclo de Vida dos
Ativos**



Gestão do Ciclo de Vida de Ativos: estratégias de avaliação e mitigação da Corrosão Interna para maior segurança e retorno financeiro





META **Corrosão Interna** **Gestão do Ciclo de Vida de Ativos**

Problema ou Oportunidade **Maior Segurança Operacional** **Maior Retorno Financeiro**

- Iniciativas ligadas à Corrosão**
- Inspeção - ILI
 - Cupons
 - Sondas Corrosimétricas
 - Análise de Fluido
 - Análise de Resíduo

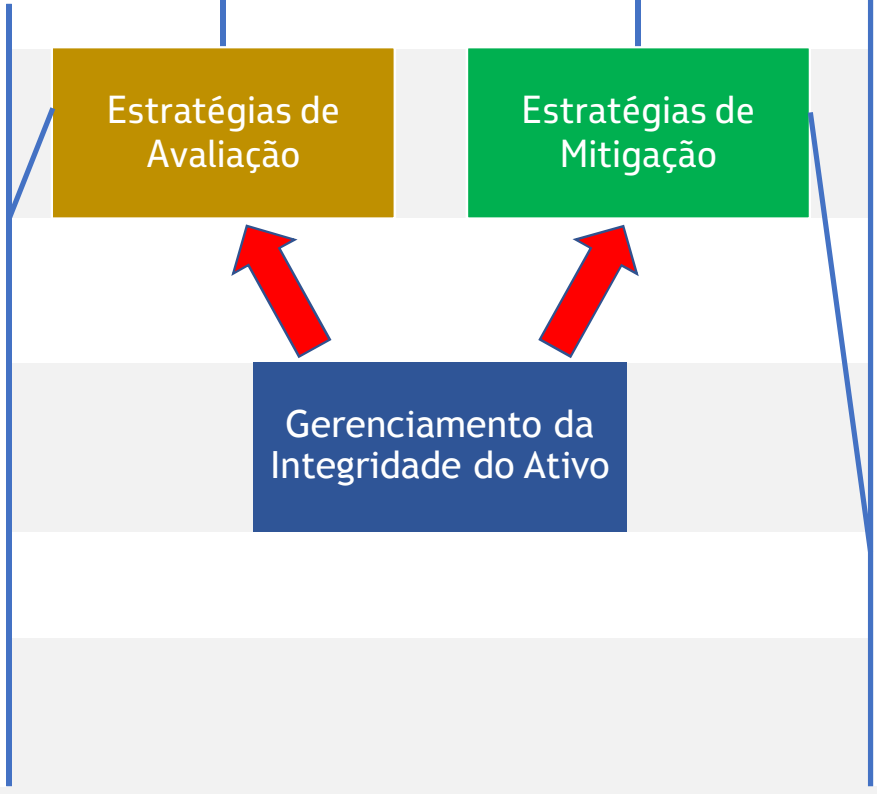
- Estratégia**
- Testes de Laboratório
 - Simulação
 - Corte e análise de estrutura
 - Carretéis
 - Variáveis de Processo: P, T, Q, Teor de H2O

Estratégias de Avaliação

Estratégias de Mitigação

Gerenciamento da Integridade do Ativo

- Inibidores de Corrosão
- Sequestrantes de H2S
- Biocidas
- M. Preventiva: Troca de Material
- M. Corretiva: Pontual
- Revestimento
- Proteção Catódica
- Mudança de Limites de Variáveis do Processo
- Mudança do Processo
- Mudanças no Meio: Fluido
- Limpeza



META **Corrosão Interna** **Gestão do Ciclo de Vida de Ativos**

Problema ou Oportunidade **Maior Segurança Operacional** **Maior Retorno Financeiro**

- Iniciativas ligadas à Corrosão**
- Inspeção - ILI
 - Cupons
 - Sondas Corrosimétricas

- Análise de Fluido
- Análise de Resíduo

- Estratégia**
- Testes de Laboratório
 - Simulação

- Corte e análise de estrutura

- Carretéis
- Variáveis de Processo: P, T, Q, Teor de H2O

Estratégias de Avaliação

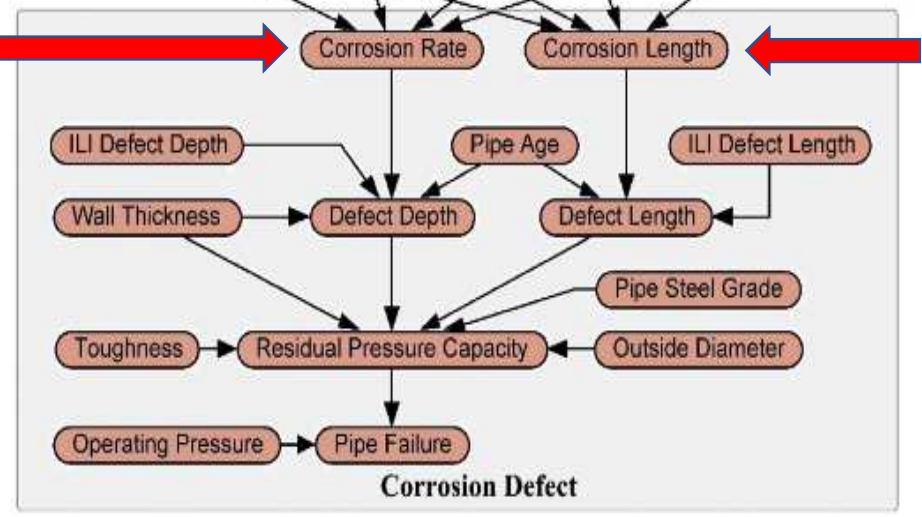
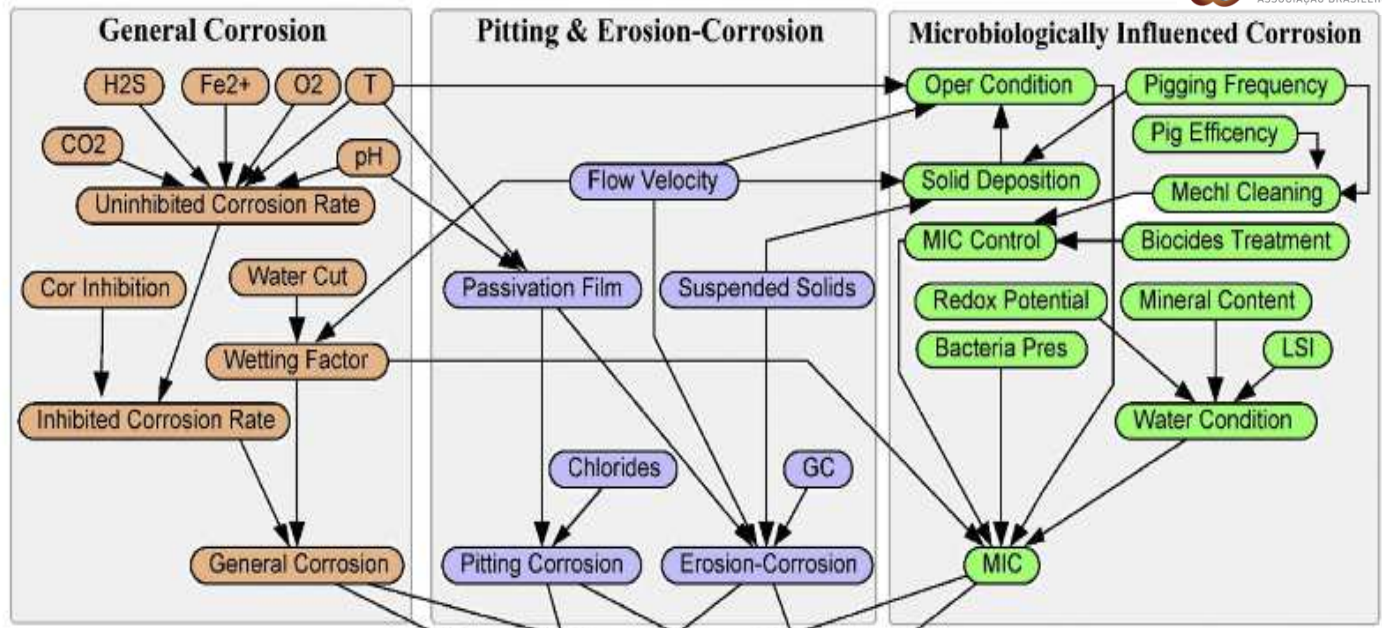
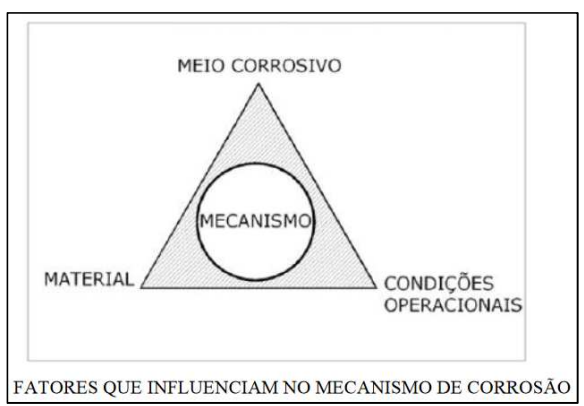
Estratégias de Mitigação

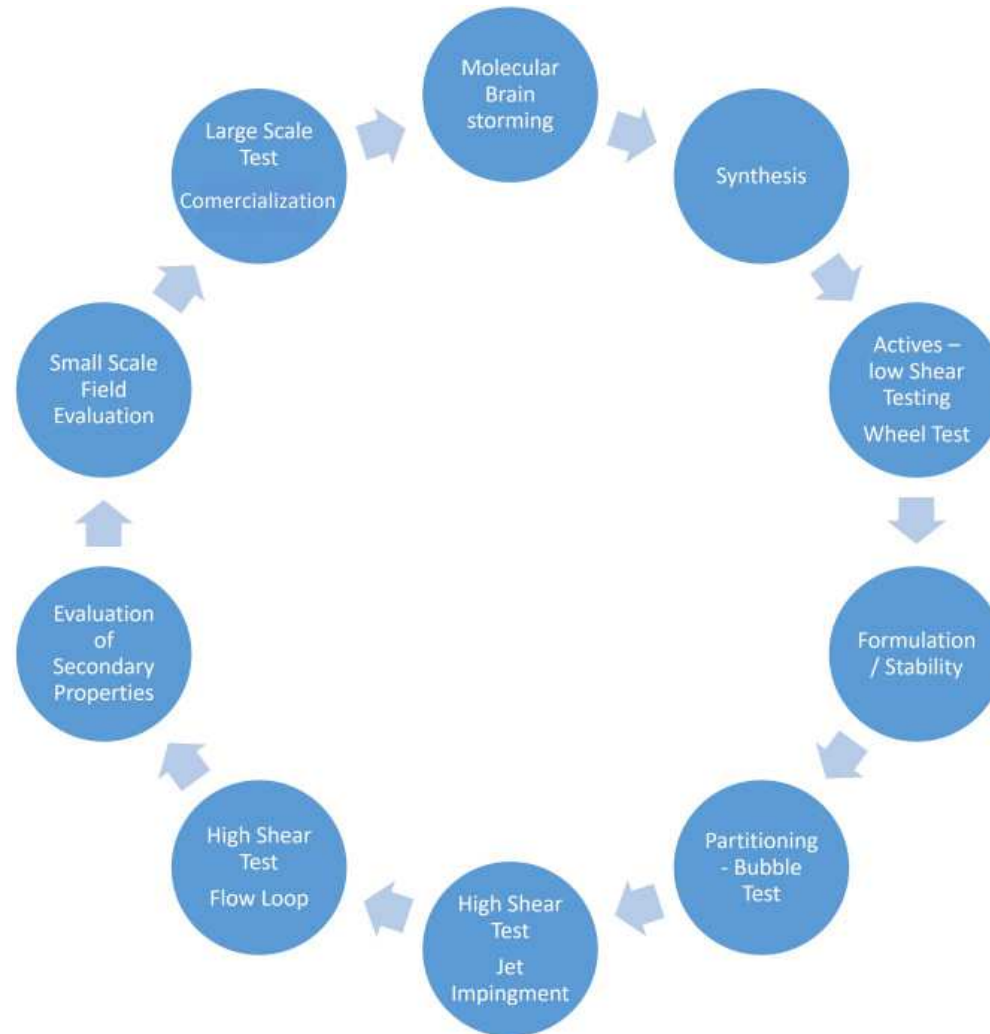
Gerenciamento da Integridade do Ativo

Avaliação de Risco

- Inibidores de Corrosão
- Sequestrantes de H2S
- Biocidas
- M. Preventiva: Troca de Material
- M. Corretiva: Pontual
- Revestimento
- Proteção Catódica
- Mudança de Limites de Variáveis do Processo
- Mudança do Processo
- Mudanças no Meio: Fluido
- Limpeza

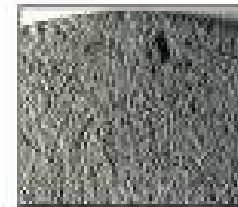
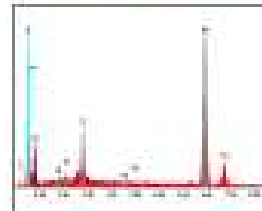
Ciclo de vida do duto (ativo)





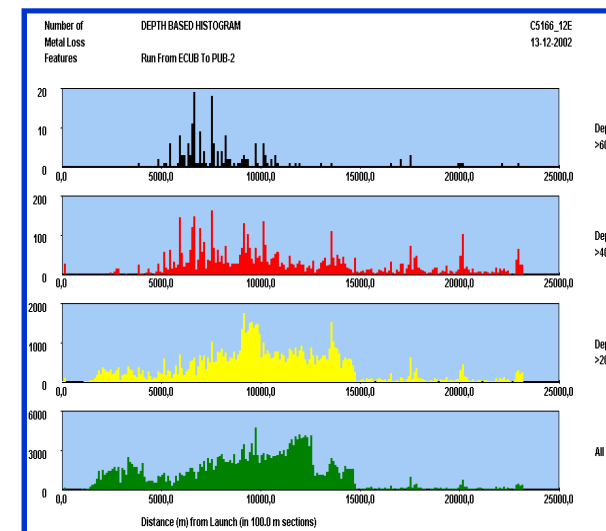
Monitoração da corrosão

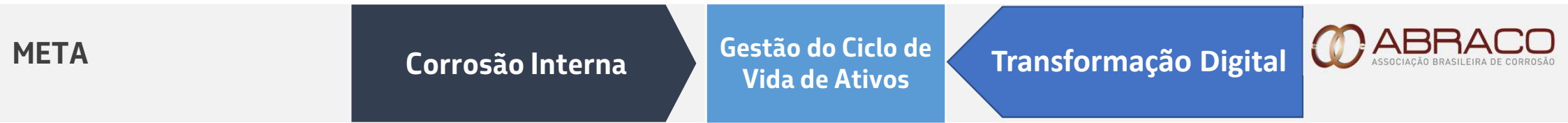
mm/ano



Tipo de corrosão	Comentários	Taxa de corrosão (mm/ano)
Uniforme	Muito severa	1,2
localizada	Muito severa	2,0

Pig Instrumentado





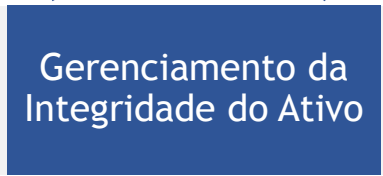
- Iniciativas ligadas à Corrosão**
- Inspeção - ILI
 - Cupons
 - Sondas Corrosimétricas

- Análise de Fluido
- Análise de Resíduo

- Estratégia**
- Testes de Laboratório
 - Simulação

- Corte e análise de estrutura

- Carretéis
- Variáveis de Processo: P, T, Q, Teor de H2O



- Inibidores de Corrosão
- Sequestrantes de H2S
- Biocidas
- M. Preventiva: Troca de Material
- M. Corretiva: Pontual
- Revestimento
- Proteção Catódica
- Mudança de Limites de Variáveis do Processo
- Mudança do Processo
- Mudanças no Meio: Fluido
- Limpeza

O impacto da nova era da transformação digital na Corrosão Interna

Cenário

- **Disruption in supply, demand and commodity prices.** The industry is witnessing one of its worst downturns, driven by a supply-side disruption. At one point, commodity prices had fallen by more than 70% compared with June 2014 levels. Just as some early signs of recovery have emerged, another disruption may be on the horizon, driven, on this occasion, by peak demand for oil.^{1,2} This disruption will maintain pressure on hydrocarbon prices and prompt energy companies to focus more intensely on reforming their portfolio and taking a greater role in the energy transition.
- **Rapid advances in technology.** The growing sophistication of platforms, as well as mobility, surveillance, connectivity and storage technologies, coupled with the ability to process and analyse data rapidly, enhance agility and support real-time decision-making and execution.
- **Changing consumer needs and expectations.** Across industries, consumers expect increased engagement, personalization and speed. They are also paying more attention to environmental issues, which influences their energy choices; seeking transparency from companies in different areas (e.g. emissions or hydrocarbon sources); and growing in technical sophistication by being connected to multiple technology and digital platforms.

Digital themes

Four themes are central to the digital transformation of Oil and Gas over the next decade:



Digital asset life cycle management. New digital technologies combined with data-driven insights can transform operations, boosting agility and strategic decision-making, and resulting in new business models.



Circular collaborative ecosystem. Applying integrated digital platforms enhances collaboration among ecosystem participants, helping to fast-track innovation, reduce costs and provide operational transparency.



Beyond the barrel. Innovative customer engagement models offer flexibility and a personalized experience, opening up new revenue opportunities for Oil and Gas operators, and new services for customers.



Energizing new energies. The digitalization of energy systems promotes new energy sources and carriers, and supports innovative models for optimizing and marketing energy. To remain relevant to customers, the Oil and Gas industry must understand the full impact of these changes on the broader energy system.

<http://reports.weforum.org/digital-transformation/wp-content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/dti-oil-and-gas-industry-white-paper.pdf>

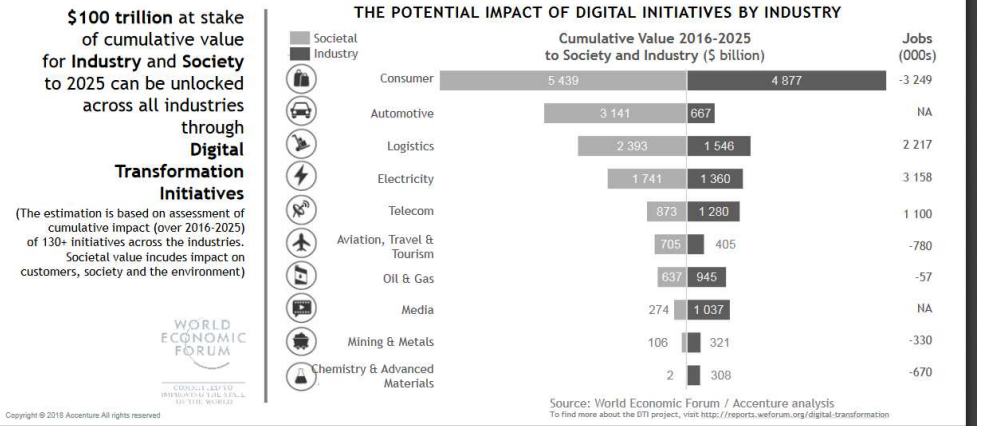
Gestão do Ciclo de Vida de Ativos: estratégias de avaliação e mitigação da Corrosão Interna para maior segurança e retorno financeiro

ATIVOS: DUTO, PLATAFORMA, TERMINAL, REFINARIA

....need to empower your teams with the right education and tools

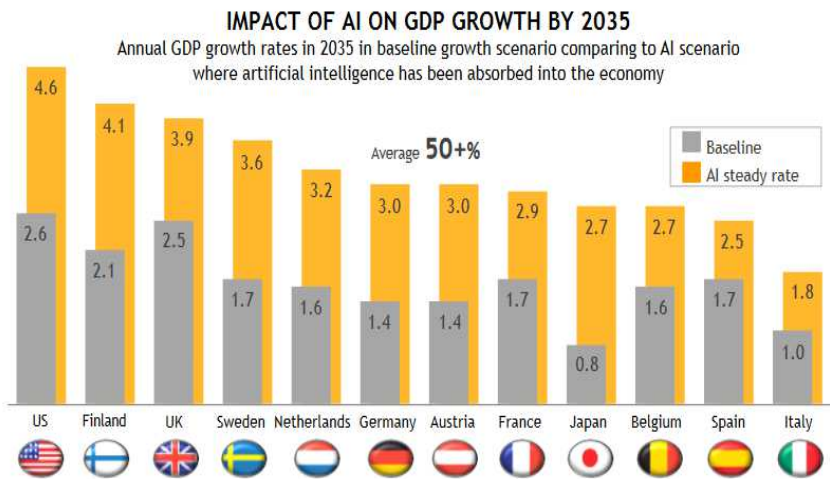


HOW CAN THIS DIGITAL REVOLUTION BENEFIT THE ECONOMY AND SOCIETY?



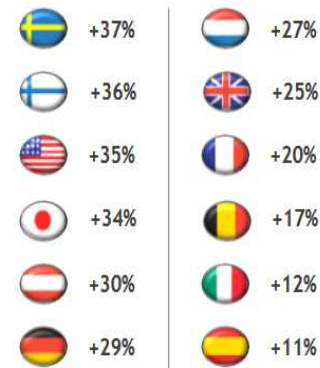
POTENTIAL OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR ECONOMY AND HUMANS

- 1 NEW JOBS DRIVEN BY AI**
~15 new specialized jobs introduced by Robotic process automation and Artificial intelligence
- 2 REPLACEMENT OF JOBS BY AI**
9.1M loss of jobs in US due to automation by 2025
- 3 RESKILLING AND RETRAINING**
43% increase in FTEs able to focus on customer outcomes



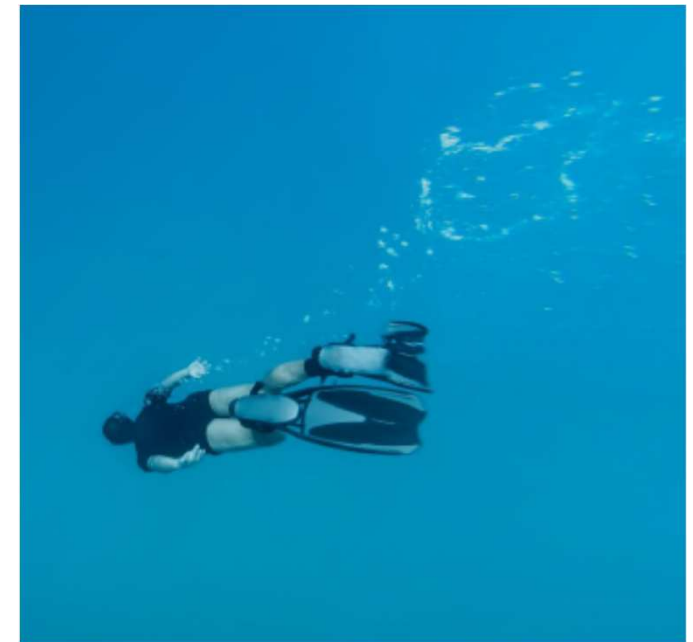
LABOR PRODUCTIVITY INCREASE WITH AI

% increase in 2035



Copyright © 2018 Accenture All rights reserved

Source: Accenture Institute for High Performance and Frontier Economics

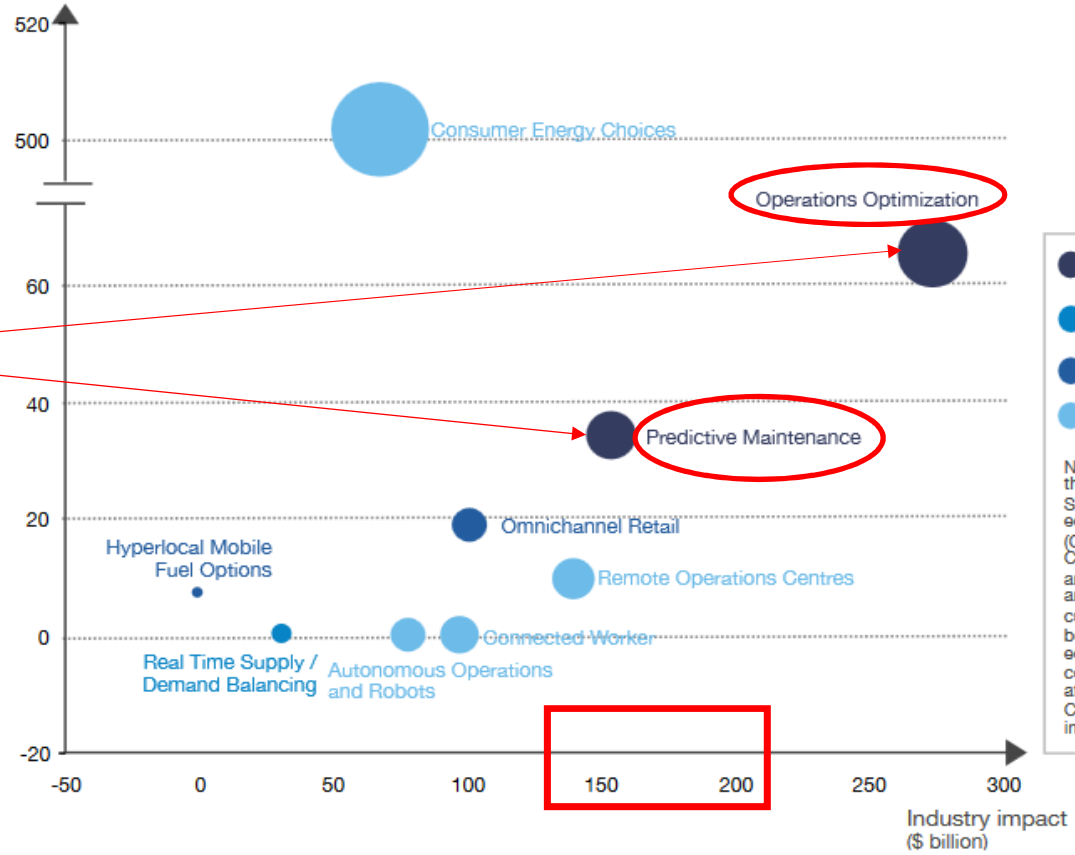


<http://reports.weforum.org/digital-transformation/wp-content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/dti-oil-and-gas-industry-white-paper.pdf>

Figure 6: Potential Value of Digital Initiatives and Technologies in Oil and Gas, for the Industry and Society

Value at stake (\$ billion, 2016-25)

Societal impact
(\$ billion)

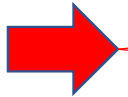


- Digital Asset Life Cycle Management
- Circular Collaborative Ecosystems
- Beyond the Barrel
- Energizing New Energies

Note: Bubble size represents the total impact in 2025; Societal impact includes the economic impact of emissions (CO₂ equivalents, SO₂, NO_x & CO), reduction in water usage and oil spills, time savings, and reduction in costs to customers. Emissions have been converted into monetary equivalents by using the concept of social cost of atmospheric release (1 ton of CO₂ is equivalent to a societal impact of \$97).

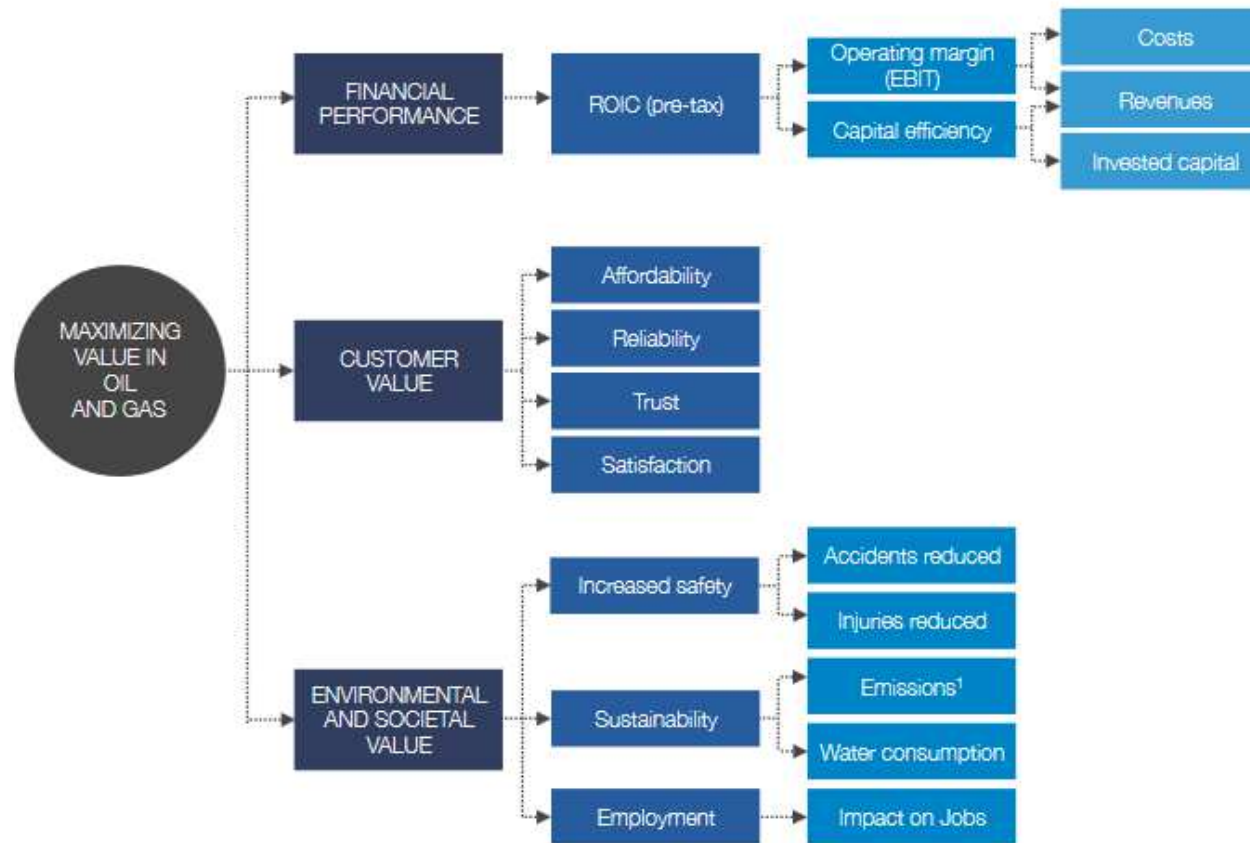
Source: World Economic Forum/Accenture analysis

Onde o Combate à Corrosão pode Contribuir



“enhanced insights”

Figure 4: Maximizing Value in Oil and Gas

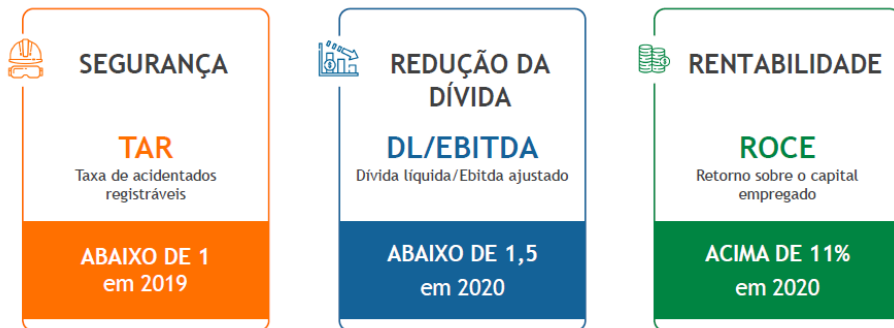


¹ Emissions refers to CO₂ equivalents, SO₂, NO_x and CO

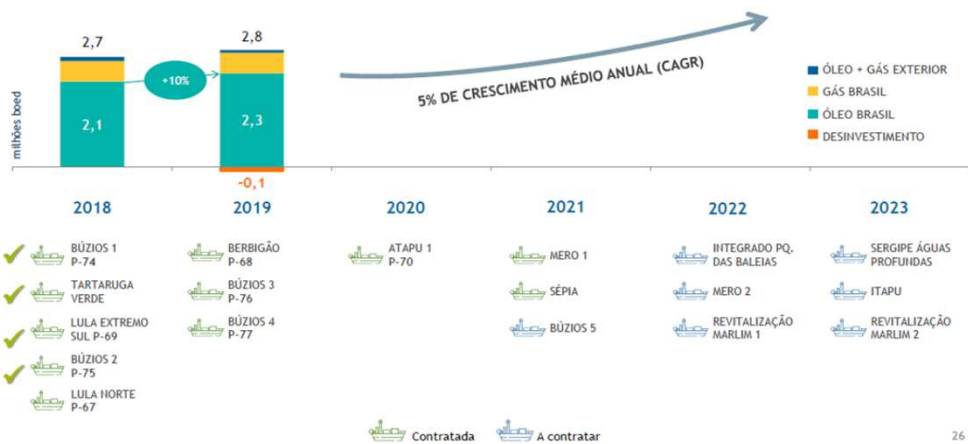
Note: ROIC = Return on invested capital
Source: World Economic Forum/Accenture analysis

<http://reports.weforum.org/digital-transformation/wp-content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/dti-oil-and-gas-industry-white-paper.pdf>

MÉTRICAS DE TOPO



CURVA DE PRODUÇÃO CRESCENTE



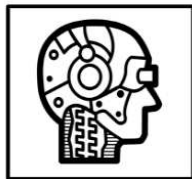
ESTRATÉGIAS CORPORATIVAS

- Desenvolver as competências críticas e uma cultura de alto desempenho para atender aos novos desafios da companhia
- Preparar a Petrobras para um ambiente mais competitivo, apoiando-se na eficiência de custos, escala e transformação digital
- Avaliar as parcerias atuais e futuras buscando a integridade e a criação de valor
- Fortalecer a credibilidade, o orgulho e a reputação da Petrobras junto aos nossos públicos de interesse

www.petrobras.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId...



WHAT SHOULD ORGANIZATIONS DO NOW?



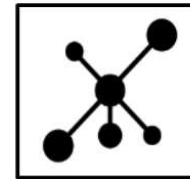
MAKE DATA PART OF YOUR DNA

Technologies such as Artificial Intelligence can double economic growth rates and boost productivity by **40%**.



RESKILL YOUR WORKFORCE

With retraining being **63%** more cost effective than recruiting, incumbents should develop new critical capabilities from within.



CAPTURE VALUE THROUGH ECOSYSTEMS

\$10T Potential economic opportunity from increased collaboration between large and small companies

Copyright © 2018 Accenture All rights reserved



Hoje temos dificuldades para realizar o gerenciamento da corrosão interna dos ativos devido a monitoração limitada, falta de integração de dados, limitada integração dos atores envolvidos e gestão tímida do conhecimento

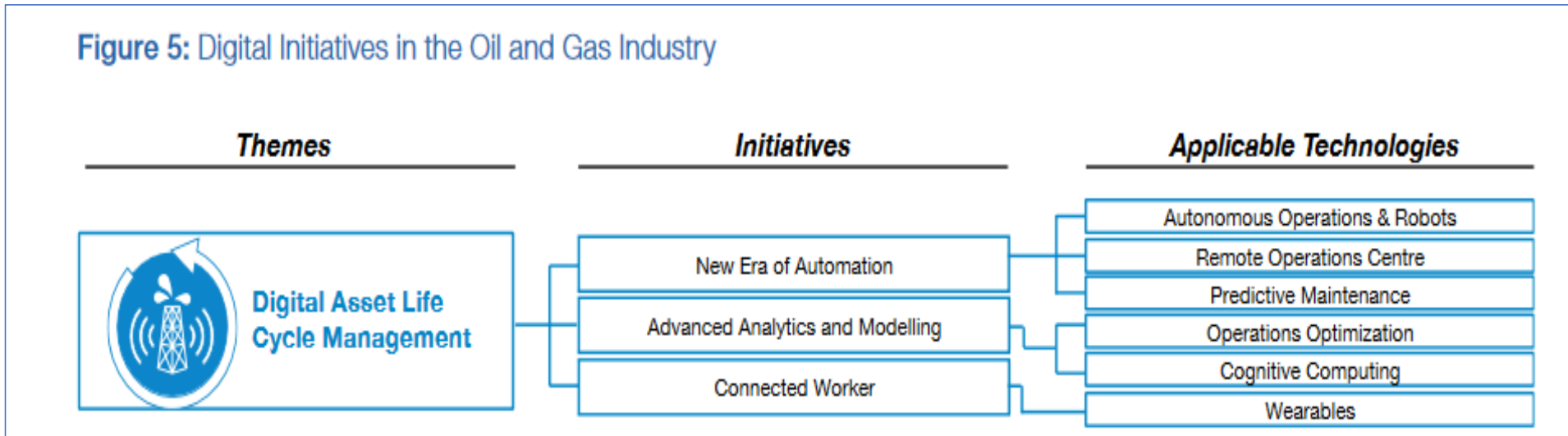


No futuro o gerenciamento nos permitirá: levar em consideração o ciclo de vida desde o projeto à operação coletando e analisando os dados em cada etapa, entendendo como a corrosão interna afetará na sequência a próxima etapa, e ao mesmo tempo irá capturar as lições aprendidas para suportar melhorias nos futuros projetos. Antecipar falhas de equipamentos críticos. Avaliar melhor ameaças e ações de eventos não previstos na área de dutos ajudando ao transportador a priorizar seus recursos e otimizar o gerenciamento de risco de forma consciente.

Para isso é necessário uma evolução dos ativos em duas importantes dimensões:

- Avanços na capacidade digital e de armazenamento em nuvem que permita aos especialistas e operadores mudar sua base de custo de uma instrumentação de monitoração custosa, estática e desconectada (ex: sensores) para uma que permita a monitoração da corrosão interna com a integração analítica rápida dos dados em sistemas de alta flexibilidade e confiabilidade.
- Modelos de operação flexíveis que permitam a colaboração transversal disciplinar de vários especialistas e da experiência entre vários diferentes ativos de forma rápida e confiável para que termos tomadas de decisão mais eficazes e seguras.

Figure 5: Digital Initiatives in the Oil and Gas Industry



- Sensoriamento: novas técnicas e maior capacidade de monitorar a Corrosão
- Diagnósticos mais precisos e em menor tempo da corrosão & integridade
- Modelos de previsão da corrosão: desenv. de correlações e algoritmos
- Análise integrada de bancos de dados da taxa de corrosão e parâmetros que influenciam no seu mecanismo
- Tomadas de decisão mais robustas: Manutenção & Investimentos para mitigação da corrosão
- Mudança da forma de trabalho: especialistas de corrosão com acesso a informação correta e no tempo certo poderão tomar mais decisões pro-ativas, aumentando a produtividade e reduzindo custos (Centros Avançados conectados aos Centros de Operação Remota).

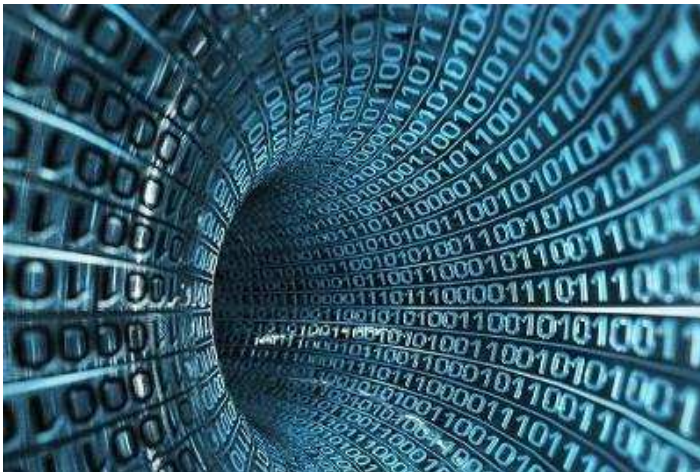
Gestão do Ciclo de Vida de Ativos: estratégias de avaliação e mitigação da Corrosão Interna para maior segurança e retorno financeiro



Tendência

Migração para um ambiente digital com a evolução dos sensores e sistemas integrados

Aumento do poder de análise e maior acurácia na tomada de decisões



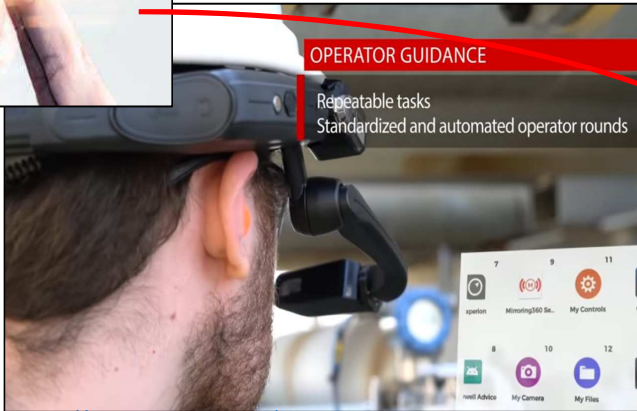
<https://computerworld.com.br/2019/02/21/especial-iot-28-empresas-com-importantes-avancos-em-internet-das-coisas/>

Intelligent Wearables



OPERATOR GUIDANCE

Repeatable tasks
Standardized and automated operator rounds



<https://www.youtube.com/watch?v=rtwYSjviYck> Honeywell



OPERATION SUPPORT

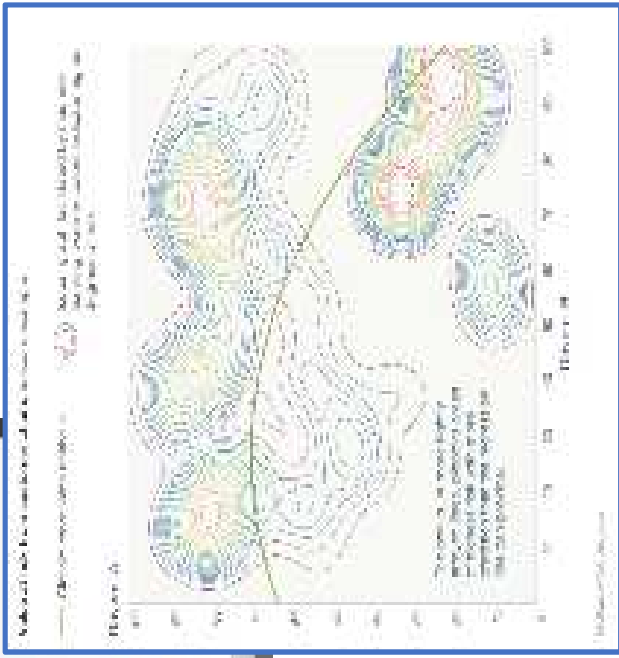
AR/VR enabled interaction
Ad-hoc tasks with a remote expert

Retirada ou Manutenção de Retrievers de Corrosão



Skill insights
Real time analysis
Best decisions





INDUSTRY 1.0
Mechanization, steam power, mining, iron

INDUSTRY 2.0
Mass production, electrical energy

INDUSTRY 3.0
Automation, computers and electronics

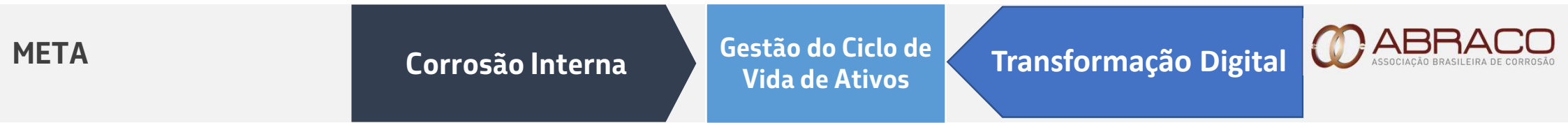
INDUSTRY 4.0
Data driven by sensors, internet of things, networks

INDUSTRY 4.0
BIG DATA, AUTOMATED ROBOTS, SYSTEMS INTEGRATION, SIMULATION, DIGITIZED REALITY

iPIM
The only Hydrogen Induced Cracking (HIC) solution
Corrosion
Cracking
Stress
Embritlement
sulfide corrosion cracking

iPIM
The only Hydrogen Induced Cracking (HIC) solution
Corrosion
Cracking
Stress
Embritlement
sulfide corrosion cracking

www.iphmtechnology.com



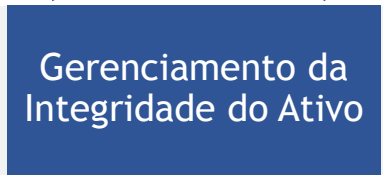
- Iniciativas ligadas à Corrosão**
- Inspeção - ILI
 - Cupons
 - Sondas Corrosimétricas

- Análise de Fluido
- Análise de Resíduo

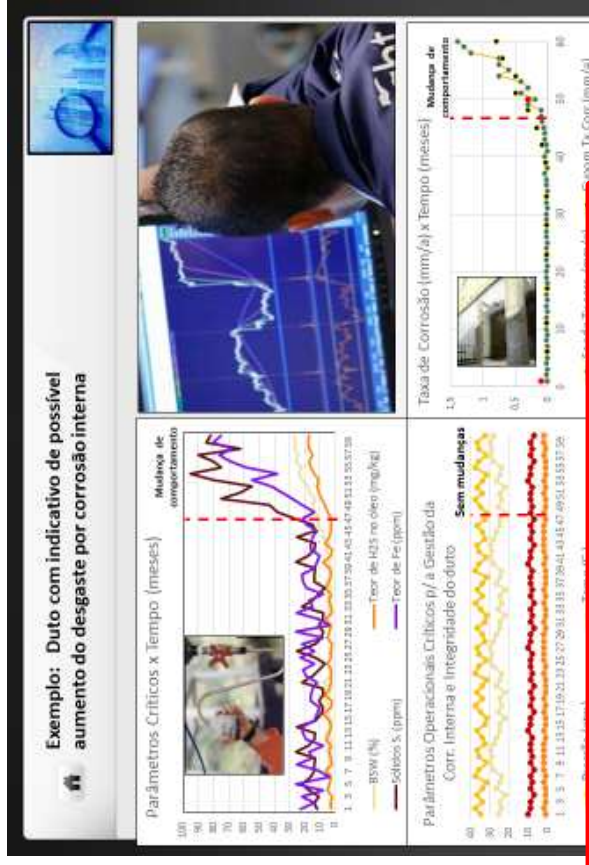
- Estratégia**
- Testes de Laboratório
 - Simulação

- Corte e análise de estrutura

- Carretéis
- Variáveis de Processo: P, T, Q, Teor de H2O



- Inibidores de Corrosão
- Sequestrantes de H2S
- Biocidas
- M. Preventiva: Troca de Material
- M. Corretiva: Pontual
- Revestimento
- Proteção Catódica
- Mudança de Limites de Variáveis do Processo
- Mudança do Processo
- Mudanças no Meio: Fluido
- Limpeza

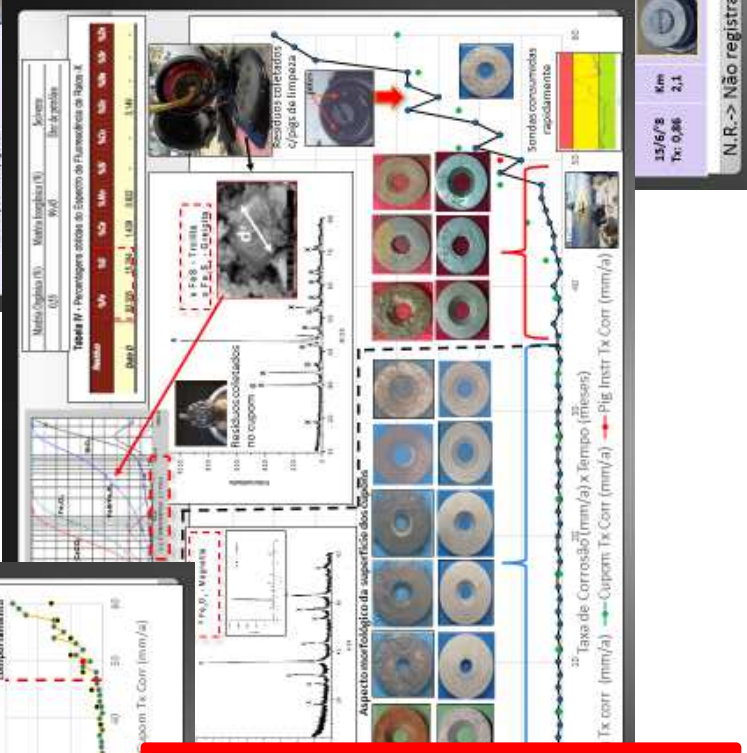


Duto "XYZ" – Arquivo B: Recebimento de Pigs de Limpeza e Arraste

DA	TA	Fig. Tipo, Dimensões antes e após saída, Escola técnica, observações	Foto do Pig na chegada	% MAT. INICI	COMP. FIX	QTD. cobrado (kg)	ESPECTRO e DRX	DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA
12	Jun	2014		25	94%Fe 4%NiSi 0,8% Mn	0,6 Pig Fino		
18	Jul	2015		65	90%Fe 6%NiSi 1,8% Mn 2%Ca	1,4 Líquido pastoso		
				88	94%Fe 4%NiSi 1,8% Mn	7,5 Sólido aglomerado fino		

de 3 Monitorados

CUPOM DECAPADO	% MAT. INORGÂNICO	COMPOSIÇÃO FIX	Cupom na retirada	ESPECTRO e DRX	DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA
	92	92%Fe 7%NiSi 0,8% Mn			
	90	90%Fe 6%NiSi 1,8% Mn 2%Ca			
	94	94%Fe 5% NiSi 0,6% Mn	N.R.		
	77	80%Fe 13%NiSi 3,5% Ca 0,6% Mn			
	92	83%Fe 15%NiSi 1,5% Ca 0,8% Mn			



Exemplo: Duto com indicativo de possível aumento do desgaste por corrosão interna

Gerenciamento

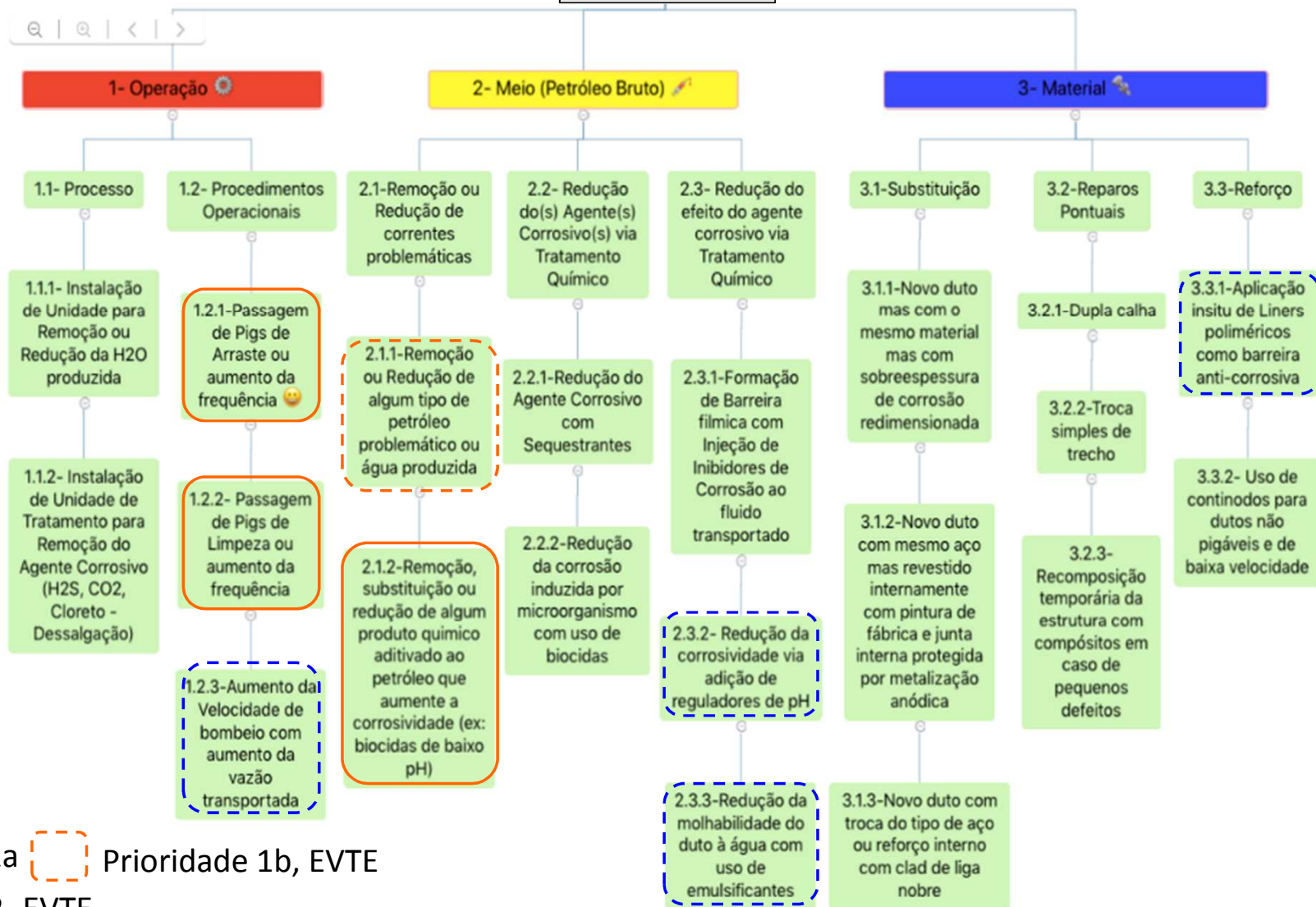
- ✓ Duto terrestre, L= 84Km, D= 38pol
- ✓ Tempo de operação: 30 anos
- ✓ Vida de Projeto: 35 anos
- ✓ Sobreespessura corr: 2 mm
- ✓ PMO próxima P.Max de Projeto
- ✓ Expectativa de uso: + 15 anos
- ✓ Espess.min parede toleravel p/PMO: 2 mm
- ✓ Espessura original total= 10 mm
- ✓ Vazão Oper liq= 80 Mil bb/d

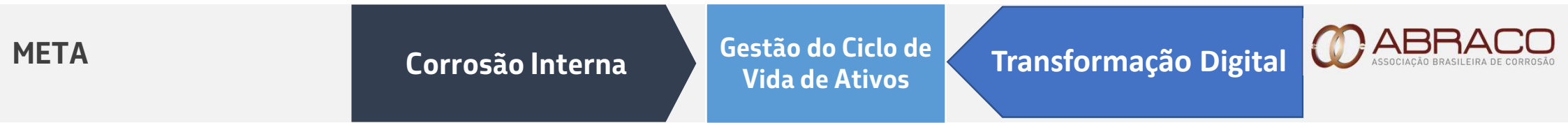
Diagnóstico: Alerta Nível 4

- Monitoração da Corrosão por cupom indicou aumento do potencial de corrosão do fluido transportado. Taxa de corrosão historicamente leve, passou para hiper severa no último ano.

N.R. -> Não registrado

MITIGAÇÃO





- Iniciativas ligadas à Corrosão**
- Inspeção - ILI
 - Cupons
 - Sondas Corrosimétricas

- Análise de Fluido
- Análise de Resíduo

- Estratégia**
- Testes de Laboratório
 - Simulação

- Corte e análise de estrutura

- Carretéis
- Variáveis de Processo: P, T, Q, Teor de H2O



- Inibidores de Corrosão
- Sequestrantes de H2S
- Biocidas
- M. Preventiva: Troca de Material
- M. Corretiva: Pontual
- Revestimento
- Proteção Catódica
- Mudança de Limites de Variáveis do Processo
- Mudança do Processo
- Mudanças no Meio: Fluido
- Limpeza

II SEMINÁRIO BRASILEIRO DE CORROSÃO INTERNA DE DUTOS E EQUIPAMENTOS

FIM

PERGUNTAS

Pedro Altoé Ferreira