Categoria: Segurança de Processos
Eixo temático: Implementação do GSPM

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

Integrador de Riscos: Modelo de Governança Dinâmica para Priorização de Vulnerabilidades em Segurança de Processos na Mineração

Vale S.A.

João Paulo Luciano Menezes
Pedro dos Santos Grandinetti de Barros

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO | BRAZILIAN MINING | MINERÍA DE BRASIL

1. Contexto da aplicação

Da Vale ao Corredor Sul: onde o trabalho foi desenvolvido

VALE

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

Vale S.A.

Uma das maiores empresas de mineração do mundo.

Mineração

Produção de minério de ferro, pelotas e minerais essenciais para a transição energética.

~176 mil empregados

Incluindo profissionais próprios e terceiros permanentes.

18 países

Atuação global.

Grau de risco Nível 4

Elevados padrões de segurança, confiabilidade operacional e gestão de riscos.

Operações organizadas em corredores

A Vale estrutura suas operações de mineração no Brasil em três grandes corredores, conectando minas, usinas, ferrovias e portos.



Corredor Norte

Pará → Maranhão
Minas, ferrovias e porto.

Corredor Sudeste

Minas Gerais → Espírito Santo
Minas, ferrovias e porto.

Corredor Sul

Minas Gerais → Rio de Janeiro
Minas, ferrovias e porto.

Área de aplicação do Integrador de Riscos

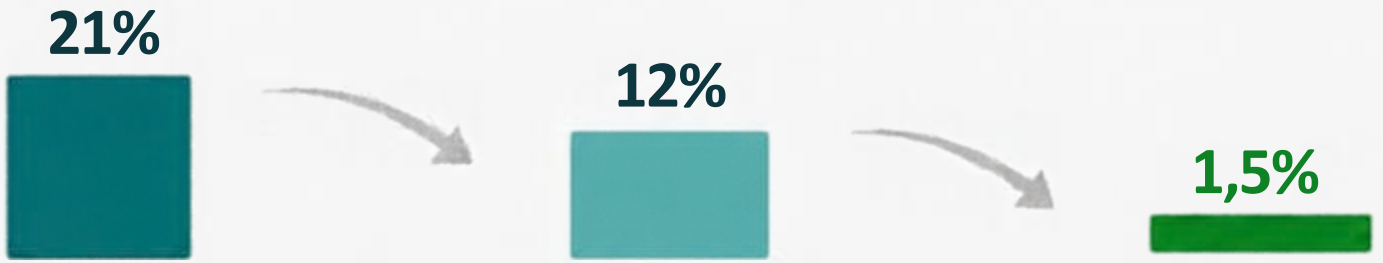
Os dados e resultados apresentados a seguir referem-se ao Corredor Sul.

Antes de integrar os riscos, foi preciso confiar nos dados

O Integrador de Riscos utiliza a condição reportada dos controles pelos donos de riscos e controles. Por isso, a confiabilidade da base foi uma premissa para sua implantação.

Indicador de discrepância

Diferença entre a condição do controle reportada no sistema e a condição encontrada em auditoria em campo.



1 Reporte dos donos de riscos e controles

Informações registradas nos sistemas da Vale.

2 Auditoria em campo

Verificação da condição dos controles na operação.

3 Verificação da aderência

Comparação entre a condição reportada e a condição encontrada em campo.

As auditorias continuam sendo realizadas para verificar a manutenção desse patamar e garantir a confiabilidade das informações utilizadas pelo Integrador.

Gerenciar um universo complexo de riscos

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

Trabalhamos com uma grande quantidade de causas, controles, riscos e impactos, o que torna desafiador identificar onde devemos concentrar nossa atenção primeiro.



Grande volume de riscos com potenciais impactos sobre pessoas, meio ambiente, financeiros e reputacionais:

Rompimentos de barragens, pilhas, cavas e taludes, Colisões e colapsos de equipamentos e estruturas, Incêndios e explosões, Acidentes com embarcações, Perdas de contenção, Alterações em cavidades, Lançamento de efluentes, Incêndios florestais

Muito esforço para transformar informação em decisão

Apesar da grande quantidade de informações disponíveis, o processo de análise era manual, trabalhoso e sujeito a diferentes interpretações entre especialistas.

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

1 Informações dispersas

Os dados existiam, mas precisavam ser correlacionados.

As informações sobre riscos, causas, controles, testes, contingências e planos já estavam disponíveis em diferentes sistemas e documentos.



O desafio era integrar todas essas informações para gerar uma visão clara do risco.

2 Alto esforço de análise

Busca, consolidação e interpretação consumiam grande parte do tempo.

Antes de analisar o risco, o especialista precisava realizar diversas etapas de forma manual.

Buscar informações
Consultar diferentes sistemas, planilhas e documentos

Consolidar dados de diferentes fontes
Organizar e tratar as informações coletadas.

Cruzar informações
Relacionar causas, controles, testes, contingências e planos de ação.

Interpretar condições
Avaliar o funcionamento dos controles e o impacto no risco.

Elaborar análise
Registrar conclusões e direcionar as ações necessárias.

3 Baixa reprodutibilidade

Especialistas diferentes podem chegar a priorizações distintas diante do mesmo cenário.

O julgamento técnico é fundamental, mas a ausência de uma régua comum pode levar a interpretações diferentes sobre a mesma condição de risco.



Precisávamos de uma mesma lógica de priorização, sem abrir mão da experiência e do contexto do especialista.

154 horas
para realizar as análises

Impacto no tempo
Tempo total gasto nas análises de riscos.

Como transformar informação em priorização?

Diante de um grande volume de informações sobre riscos e barreiras, precisávamos de uma forma rápida, dinâmica e padronizada de identificar onde atuar primeiro.

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

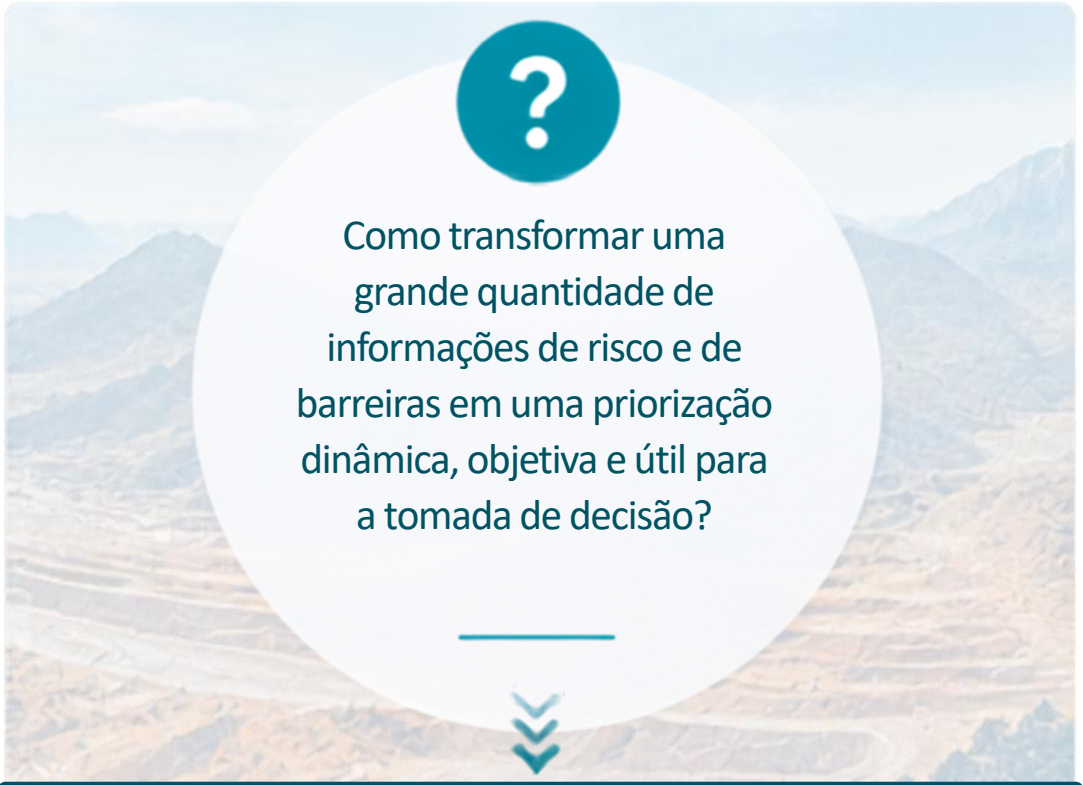
O cenário nos desafiava

Grande volume de informações
Riscos, causas, controles, impactos e planos de ação.

Dados em diferentes fontes e formatos
Planilhas, relatórios e sistemas.

Diferentes interpretações
Especialistas com experiências e visões distintas.

Pressão por tempo
Necessidade de direcionar o esforço para os riscos mais relevantes.



Essa pergunta deu origem ao Integrador de Riscos.

O que buscávamos

Visão integrada
Correlacionar informações de riscos e controles.

Priorização dinâmica
Refletir a condição atual das barreiras.

Critérios padronizados
Uma mesma régua para toda a gestão.

Apoio ao especialista
Mais agilidade e foco para analisar e decidir.

O Integrador transforma dados em priorização e apoio à decisão

O Integrador é uma camada analítica que utiliza dados de sistemas corporativos, como o Bwise, para integrar, correlacionar e priorizar riscos, apoiando a atuação dos especialistas e a tomada de decisão.

Sistemas corporativos de gestão de riscos

BWISE

Fonte de dados
(ex.: Bwise)

Massa de dados



Riscos, controles, testes e demais informações disponíveis

Integrador de Riscos



Lógica analítica para integrar, correlacionar e priorizar riscos

Resultados



Score
Matrizes de risco
Recomendações
Ranking de priorização

Apoio à decisão



Atuação direcionada
Uso mais eficiente dos recursos
Rotina de gestão



A lógica do Integrador é independente da plataforma de origem e pode ser adaptada a outras fontes e às variáveis disponíveis.

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

Foco nas barreiras preventivas do Bow Tie

O Integrador de Riscos considera o lado preventivo do Bow Tie, avaliando a condição das barreiras que evitam que as causas se materializem no evento indesejado. As barreiras mitigatórias e os impactos são utilizados apenas como referência do cenário completo.



Escopo do Integrador: avaliação das barreiras preventivas.

As barreiras mitigatórias e os impactos são apresentados apenas para contextualização do risco no Bow Tie.

Parâmetros considerados na lógica do Integrador de Riscos

A priorização resulta da combinação de parâmetros do risco e dos controles, calibrados empiricamente para refletir a realidade operacional.

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026



Calibração dos pesos: definida de forma empírica e iterativa, por meio de testes internos, ajustes práticos e experiência dos especialistas.

Os pesos são calibráveis e podem ser ajustados conforme o contexto, a disponibilidade de dados e a maturidade da gestão.

Score, Matriz Atual e Recomendações

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

O Integrador transforma dados dispersos em apoio à decisão por meio de três capacidades complementares: priorização, leitura dinâmica da condição do risco e direcionamento das tratativas.

Score de Riscos

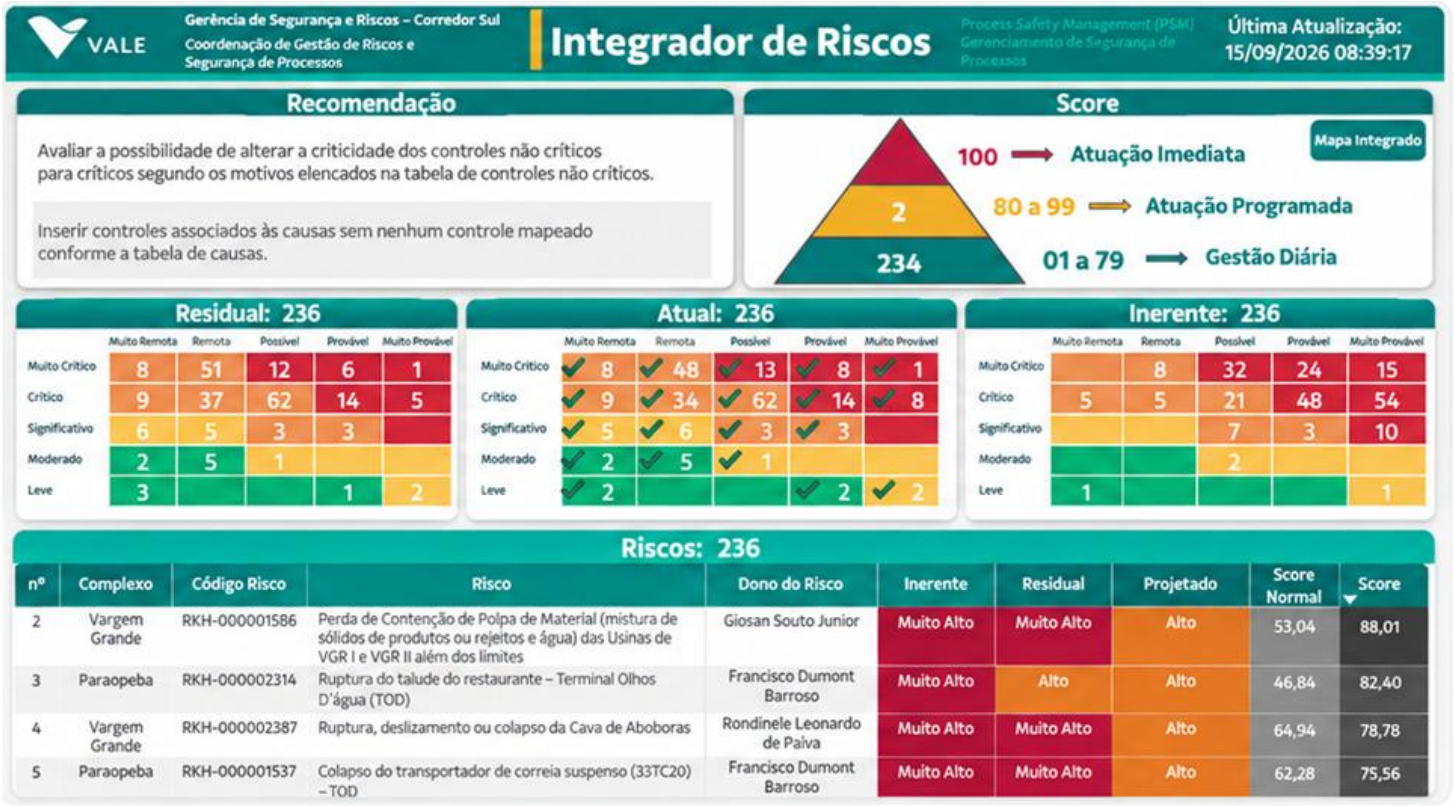
Consolida múltiplos parâmetros em um indicador comparativo para priorizar a atuação.

Matriz Atual

Mostra a posição dinâmica do risco entre a condição residual e a inerente, conforme o desempenho das barreiras.

Recomendações automáticas

Direcionam a análise e sugerem focos de atuação conforme a condição identificada.



VALE

Gerência de Segurança e Riscos – Corredor Sul
Coordenação de Gestão de Riscos e Segurança de Processos

Integrador de Riscos

Process Safety Management (PSM) Gerenciamento de Segurança de Processos

Última Atualização: 15/09/2026 08:39:17

Recomendação

Avaliar a possibilidade de alterar a criticidade dos controles não críticos para críticos segundo os motivos elencados na tabela de controles não críticos.

Inserir controles associados às causas sem nenhum controle mapeado conforme a tabela de causas.

Score

Mapa Integrado

100 → Atuação Imediata

80 a 99 → Atuação Programada

01 a 79 → Gestão Diária

2

234

Residual: 236

	Muito Remota	Remota	Possível	Provável	Muito Provável
Muito Crítico	8	51	12	6	1
Crítico	9	37	62	14	5
Significativo	6	5	3	3	
Moderado	2	5	1		
Leve	3			1	2

Atual: 236

	Muito Remota	Remota	Possível	Provável	Muito Provável
Muito Crítico	✓ 8	✓ 48	✓ 13	✓ 8	✓ 1
Crítico	✓ 9	✓ 34	✓ 62	✓ 14	✓ 8
Significativo	✓ 5	✓ 6	✓ 3	✓ 3	
Moderado	✓ 2	✓ 5	✓ 1		
Leve	✓ 2			✓ 2	✓ 2

Inerente: 236

	Muito Remota	Remota	Possível	Provável	Muito Provável
Muito Crítico		8	32	24	15
Crítico	5	5	21	48	54
Significativo			7	3	10
Moderado			2		
Leve	1				1

Riscos: 236

nº	Complexo	Código Risco	Risco	Dono do Risco	Inerente	Residual	Projetado	Score Normal	Score
2	Vargem Grande	RKH-000001586	Perda de Contenção de Polpa de Material (mistura de sólidos de produtos ou rejeitos e água) das Usinas de VGR I e VGR II além dos limites	Giosan Souto Junior	Muito Alto	Muito Alto	Alto	53,04	88,01
3	Paraopeba	RKH-000002314	Ruptura do talude do restaurante – Terminal Olhos D'água (TOD)	Francisco Dumont Barroso	Muito Alto	Alto	Alto	46,84	82,40
4	Vargem Grande	RKH-000002387	Ruptura, deslizamento ou colapso da Cava de Aboboras	Rondinele Leonardo de Paiva	Muito Alto	Muito Alto	Alto	64,94	78,78
5	Paraopeba	RKH-000001537	Colapso do transportador de correia suspenso (33TC20) – TOD	Francisco Dumont Barroso	Muito Alto	Muito Alto	Alto	62,28	75,56

As três capacidades atuam de forma integrada: o Score prioriza, a Matriz Atual mostra a condição do risco e as Recomendações apoiam a tomada de decisão.

Como o Score prioriza a atuação

O Score consolida múltiplos parâmetros em um indicador comparativo para orientar onde atuar primeiro.

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

Principais parâmetros que influenciam o Score

Diferentes aspectos da condição de risco são combinados para gerar um indicador comparativo e orientar a priorização da atuação.

Condição dos controles
Condição de funcionamento, não funcionamento e ausência de teste.

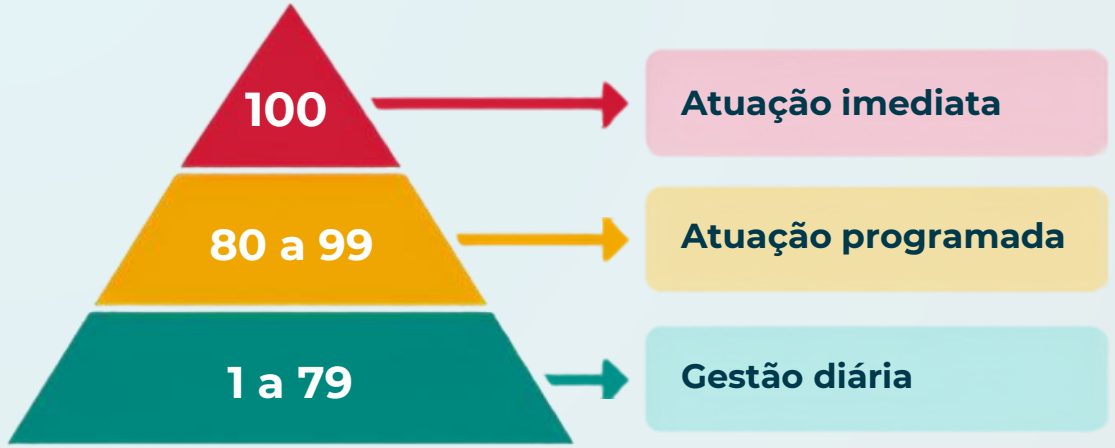
Hierarquia das barreiras
Controles mais robustos têm maior peso na análise.

Caminho crítico e quantidade de controles
Causas com menos barreiras e maior criticidade pesam mais.

Contingência e recomposição
A existência de contingência e ações de retorno influencia a priorização.

Escala do Score e forma de atuação

O indicador orienta a prioridade de atuação de acordo com a faixa de risco.



Score 100 representa a condição de máxima fragilidade preventiva dentro da lógica do modelo.

O Score não substitui o especialista: ele organiza os sinais de fragilidade e direciona a priorização da análise.

Como a Matriz Atual mostra a condição do risco

A Matriz Atual representa a posição momentânea do risco a partir da condição das barreiras preventivas no modelo.

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

Lógica da Matriz Atual

Cada visão da matriz reflete um estágio da exposição do risco a partir da efetividade das barreiras preventivas.

Residual

Posição esperada do risco com as barreiras preventivas disponíveis.

Atual

Posição do risco considerando a condição das barreiras no momento da análise.

Inerente

Condição de maior exposição quando as barreiras preventivas deixam de proteger o cenário.

Evolução da posição do risco na matriz

Quando barreiras preventivas se degradam, a posição atual se desloca em direção à condição inerente.



A Matriz Atual não reclassifica automaticamente o risco no sistema corporativo; ela funciona como indicador dinâmico de apoio à gestão.

O Score mostra onde priorizar; a Matriz Atual mostra como o risco está se comportando.

12. Comportamento dinâmico do risco

A condição das barreiras altera o score e a posição na matriz

Quando barreiras preventivas perdem efetividade, o Score aumenta e a Matriz Atual se aproxima do cenário inerente.

Com a recomposição das barreiras, o movimento se inverte.

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

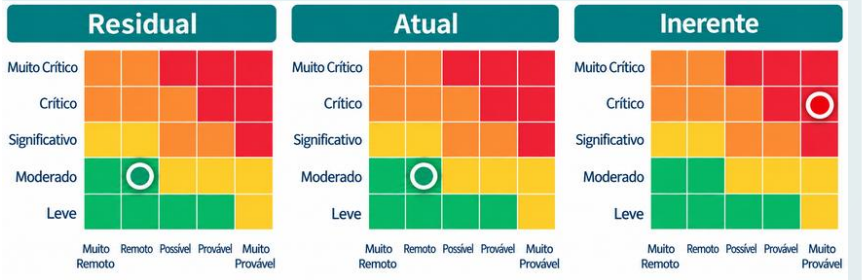
1. Situação normal

Score mais baixo

Barreiras disponíveis e teste válido.

SBPC | Alarmes e operador | SIS | Proteção física

Controles Funcionando	Score	Score
8/8	28	Rotina



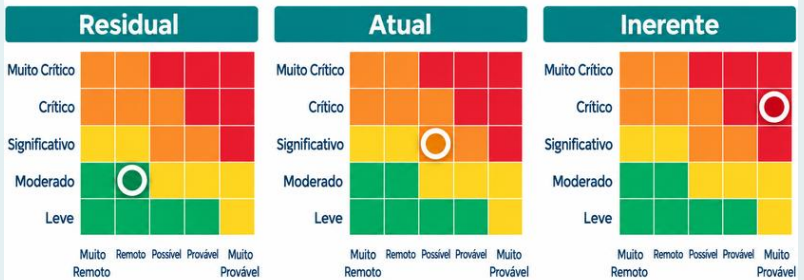
2. Degradação das barreiras

Score aumenta

A perda de efetividade das barreiras aumenta a fragilidade do risco.

SBPC | Alarmes e operador | SIS | Proteção física

Controles Funcionando	Score	Score
3/8	82	Atuação Programada



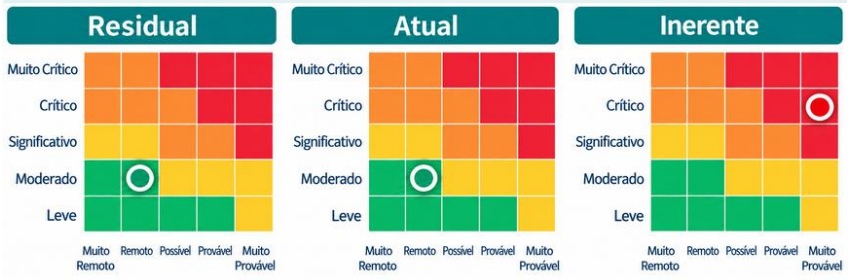
3. Recomposição

Score reduz

Com o retorno do controle e a regularização do teste, o risco melhora.

SBPC | Alarmes e operador | SIS | Proteção física

Controles Funcionando	Score	Score
8/8	28	Rotina



Exemplo do efeito da indisponibilidade das barreiras

Quanto maior a indisponibilidade das barreiras preventivas, maior o Score e maior o deslocamento do risco na Matriz Atual.

Lógica do Integrador:

A resposta considera hierarquia da barreira, contingência, caminho crítico e quantidade de controles por causa.

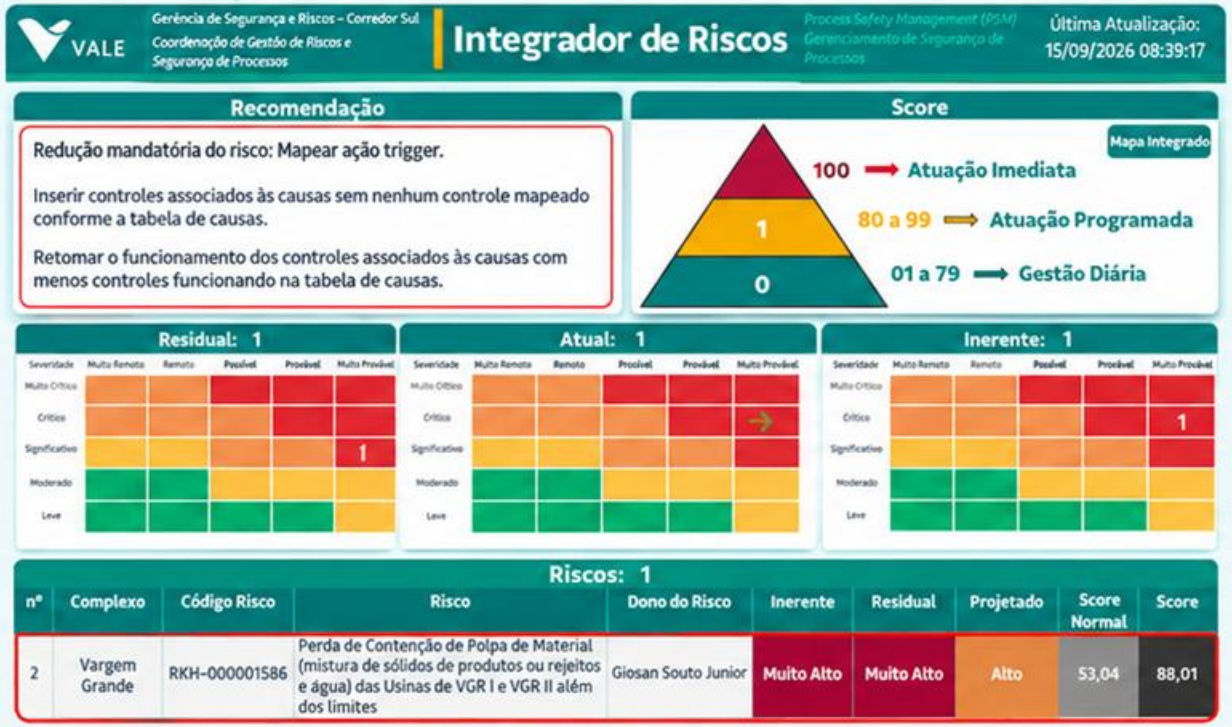
No Integrador, teste vencido e ausência de teste passam a impactor o cálculo como condições de indisponibilidade da barreira.

Recomendações personalizadas para cada risco

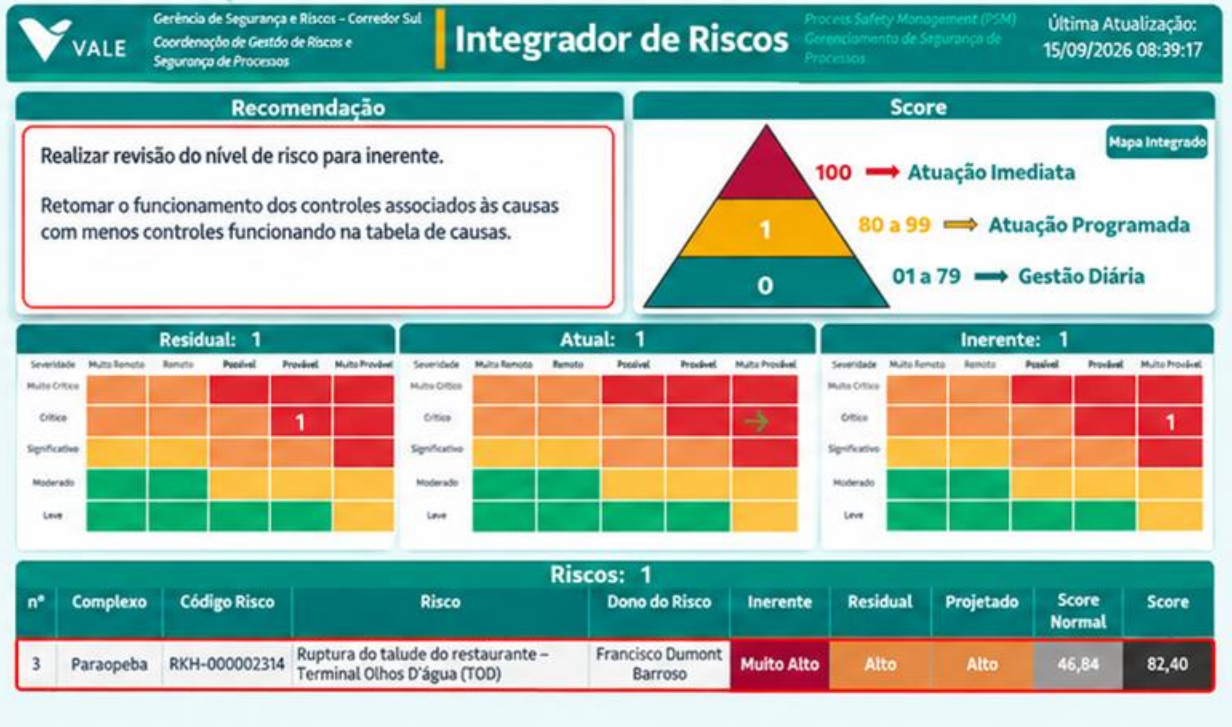
PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

O Integrador analisa as condições das barreiras e gera recomendações automáticas e específicas para cada risco, indicando pontos de atenção e possíveis ações para redução da vulnerabilidade.

Exemplo 1 – Risco com recomendação de inclusão e revisão de controles



Exemplo 2 – Risco com recomendação de revisão de nível e retomada de controles



Recomendações que direcionam a investigação e a ação.
O Integrador sugere ações com base na condição das barreiras, mas a avaliação e a decisão são sempre do especialista.

Da informação à ação, fechando o ciclo de gestão

O Integrador converte dados em priorização e direciona a alocação de recursos, conectando especialistas, liderança e execução em um ciclo contínuo de melhoria.

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

1 — Bwise (fontes de dados)

Riscos
Controles
Causas
Planos de ação
Estruturas organizadas
Atualização da operação.

Dados consolidados nas fontes da Vale.

2 — Atualização diária no integrador

Os dados são atualizados diariamente no integrador.

Informações sempre alinhadas à realidade da operação.

3 — Integrador de Riscos



Análise, priorização e recomendações com base na condição das barreiras.

Três capacidades integradas a serviço da decisão.

4 — Especialistas e engenheiros

Analisam os resultados, avaliam o contexto e validam as recomendações.

Julgamento técnico e conhecimento da operação.

5 — Recorte semanal e preparação

Seleção dos riscos prioritários para discussão gerencial com base no score e nas recomendações.

Foco no que mais importa.

6 — Reunião gerencial das ações

Discussão dos riscos prioritários com base no score e nas recomendações.

Decisões alinhadas com a liderança.

7 — Execução das ações

Implementação dos planos de ação com responsáveis e prazos definidos.

Ações que tratam as vulnerabilidades.

8 — Cadeia de ajuda e recursos

Engajamento das áreas e direcionamento de recursos quando necessário.

Suporte para remoção de barreiras e avanço das ações.

9 — Recomposição das barreiras

Controles restaurados ou novos controles implementados.

Redução da vulnerabilidade e do nível de risco.

10 — Novo ciclo

As atualizações são incorporadas ao integrador, reiniciando o ciclo.

Um processo integrado, que transforma informação em decisão e decisão em ação, com foco na redução contínua das vulnerabilidades.

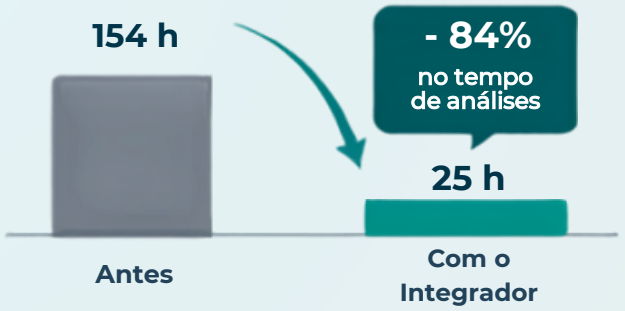
Resultados concretos e uma gestão mais ágil e embasada

O Integrador de Riscos reduziu o esforço analítico, acelerou a resposta aos riscos críticos e trouxe mais objetividade, priorização e acompanhamento contínuo para a gestão.

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

1 Eficiência nas análises

Redução significativa no tempo de análises de riscos.



2 Agilidade na tratativa dos episódios com Score 100

Episódios de maior criticidade tratados com muito mais agilidade.

92 episódios com Score 100

68,5% encerrados na reunião seguinte

16,3% encerrados na segunda reunião

15,2% encerrados nas reuniões posteriores

3 Escala e visibilidade

Grande volume de informações integradas e consolidadas.

- **236** riscos analisados
- **1.524** controles preventivos
- **2.112** causas mapeadas
- **492** impactos mapeados

Da informação dispersa a uma gestão mais efetiva

Antes	Com o Integrador
Informação dispersa, análises mais lentas e maior subjetividade	Informação integrada, análises mais ágeis e decisões mais consistentes.
Informações dispersas Dados em diferentes fontes e planilhas, com consolidação manual e sujeita a inconsistências.	**Dados integrados** Informações consolidadas do Bwise em um único ambiente, atualizadas diariamente.
Análises demoradas Alto esforço para consolidar informações e avaliar os riscos.	**Análises mais ágeis** Redução de 84% no tempo de análise (154 h → 25 h).
Maior subjetividade Diferentes interpretações e critérios entre especialistas.	**Mesma régua de avaliação** Critérios padronizados e transparentes, reduzindo a subjetividade.
Foco reativo Dificuldade para identificar quais fragilidades deveriam ser tratadas primeiro.	**Foco nas fragilidades prioritárias** Identificação mais ágil das fragilidades que exigem atenção, com base no score, nos controles e na condição das barreiras.
Acompanhamento limitado Menor visibilidade da efetividade dos controles e evolução dos riscos.	**Acompanhamento dinâmico** Visão dinâmica da condição dos controles e do nível de risco, apoiando a tomada de decisão e a alocação de recursos.

16. Conclusão

Decisões melhores hoje, uma operação mais segura amanhã

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

O Integrador de Riscos demonstra que é possível transformar dados em decisões, priorizando vulnerabilidades de forma dinâmica, objetiva e alinhada à realidade da operação.

O Integrador não substitui o especialista. Ele potencializa sua capacidade de decidir.

Adaptável

Utiliza as informações disponíveis na organização, integrando diferentes fontes de dados.

Dinâmico

Acompanha a condição das barreiras a partir das atualizações diárias dos dados, refletindo a realidade da operação.

Direcionado

Apoia a priorização das vulnerabilidades e o direcionamento de recursos para onde geram maior impacto.

Mais valor para a operação

Mais segurança
Vulnerabilidades identificadas e tratadas de forma proativa.

Mais eficiência
Processos mais ágeis e foco no que importa.

Mais colaboração
Integração entre áreas e alinhamento da equipe.

Mais sustentabilidade
Contribuição para uma operação mais segura, disciplinada e sustentável.

Uma ferramenta a serviço das pessoas que fazem a mineração acontecer, com mais segurança e eficiência.

IBRAM | 50 ANOS
MINERAÇÃO DO BRASIL

OBRIGADO!



João Paulo Luciano Menezes

Engenheiro Eletricista e de Segurança do trabalho,
Especialista em Segurança de Processos

Autor | Vale S.A.

Contato: jpauloeng@hotmail.com



Pedro dos Santos Grandinetti de Barros

Engenheiro de Minas,
Especialista em Segurança de Processos

Coautor | SESI-MG

Contato: pedrosgbarros@outlook.com