



SÉRIE GUIAS · EDIÇÃO 1.0

O guia de implantação do CCHI

Da primeira unidade à empresa, por etapas. A hierarquia de controles primeiro: eliminar a energia, construir a barreira, verificar o que sobrar.

Bruno Hounkpati CEO e ex-vice-presidente de SSMA

Índice de saúde dos controles críticos (CCHI) · Fator de resiliência organizacional (ORF)

PARA COMEÇAR

Como usar este guia

Esta é a sequência de implantação que propomos para a saúde dos controles críticos: do compromisso da alta liderança a uma primeira unidade em 100 dias e, daí, a um ritmo de empresa. Um único princípio a organiza, a hierarquia de controles: eliminar a energia onde for possível, construir a barreira onde não for, e verificar com honestidade o que sobrar.

PARA QUEM FOI ESCRITO

CEOs, diretores de operações e líderes de SSMA que patrocinam a implantação; o líder que a conduz; os gerentes de engenharia e manutenção, donos das barreiras de engenharia.

O QUE ELE PEDE A VOCÊ

Um patrocinador executivo com nome e sobrenome, uma primeira unidade escolhida pela exposição à energia letal, um ou dois verificadores independentes, um orçamento de melhorias e a disposição de deixar uma equipe parar um trabalho.

STATUS DO MÉTODO

Este guia põe em prática **Saúde dos controles críticos: proposta metodológica, versão 2.0** ^[19]. O método se apoia em práticas consagradas (gestão de controles críticos do ICMM, hierarquia de controles, diagramas de gravata borboleta, análise de camadas de proteção, Tripod Beta) e na experiência de profissionais de operações de alto risco. Seus valores de pontos e seus limiares são convenções de planejamento que **ainda não foram validadas empiricamente**. Por isso a sequência avança por marcos: você progride com base na sua própria evidência e afirma apenas o que ela sustenta (seção 10). O método não substitui a avaliação quantitativa de riscos nem qualquer obrigação legal.

Sumário

01	O ponto de partida: as taxas de acidentes não enxergam o risco fatal	2
02	Primeiro princípio: a hierarquia de controles	3
03	O método em resumo	5
04	A sequência de implantação em um relance	7
05	Etapas 0. Comprometer-se: dez condições antes do dia 1	8
06	Etapas 1. A primeira unidade em 100 dias	9
07	A carta de proteção da parada do trabalho	13
08	Três exemplos práticos e suas escadas de melhoria	14
09	Etapas 2 a 4. Expandir, consolidar, sustentar	17
10	O risco fatal está mesmo caindo? Medidas e marcos	18
11	Papéis, três linhas de verificação, ritmo	21
12	Oito maneiras de pôr uma implantação a perder	23
13	Correspondência com a gestão de controles críticos do ICMM	24
A	Anexo: glossário e fórmulas	24
	Referências	26

01

O ponto de partida: as taxas de acidentes não enxergam o risco fatal

Uma taxa de acidentes diz ao conselho quantas pessoas se machucaram. Não diz se, hoje de manhã, os controles que separam uma equipe da energia letal estavam no lugar.

O maior estudo estatístico já feito sobre a taxa de incidentes registráveis analisou 3,2 trilhões de horas trabalhadas. Concluiu que de 96% a 98% da variação dessa taxa se deve ao acaso, e que ela não guarda associação perceptível com as fatalidades ^[1]. Os dados dos membros do Conselho Internacional de Mineração e Metais (ICMM) mostram o mesmo descolamento na escala de um setor inteiro. Entre 2017 e 2025, a taxa de lesões registráveis desses membros caiu cerca de 44%, de 3,94 para 2,21 por milhão de horas trabalhadas, enquanto as fatalidades anuais ficaram entre 33 e 50, sem queda constante ^[2]. A própria análise do ICMM associa 67% das fatalidades de seus membros, de 2021 a 2024, à execução ineficaz dos controles ^[3].

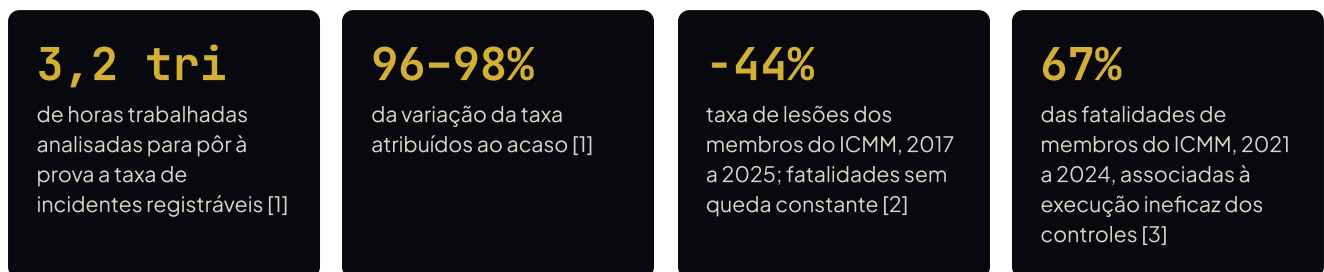


Figura 1. Quatro números que sustentam a verificação de controles. Taxas de lesões do ICMM conforme publicadas em seu relatório sobre os dados de 2025; variação calculada pela RISKOPILOT.

A gestão de controles críticos existe para fechar essa lacuna. A edição 2026 do guia de boas práticas do ICMM reforça os critérios para identificar, implementar e verificar os controles críticos, e traz verificações de prontidão e avaliações de maturidade ^[4]. A saúde dos controles críticos acrescenta três coisas: uma trava binária aplicada antes da exposição; pontos de proteção que mostram quanto cada trajetória de energia letal depende de pessoas; e indicadores que põem à prova a confiabilidade das barreiras e das verificações feitas sobre elas.

O que esta implantação precisa mudar

- **Menos pessoas diante da energia letal atrás de barreiras que exigem que alguém acerte tudo.** É o resultado que importa, e a implantação o mede diretamente (seção 10).
- **Trabalho que não começa quando falta um controle crítico.** A trava dá às equipes a autoridade para parar, e aos líderes o dever de protegê-la.
- **Investimento que faz os controles subirem na hierarquia,** decidido com evidência de campo, e não com estatísticas de lesões.
- **Dados de campo em que o conselho pode confiar,** porque a honestidade deles é testada todo mês em vez de presumida.

POR QUE A SEQUÊNCIA AVANÇA POR MARCOS

A trava muda quem tem poder sobre a produção, e dados autoverificados se desviam sob pressão: é o que Diane Vaughan chamou de normalização do desvio ^[12]. As duas coisas se provam em uma unidade antes de serem multiplicadas por muitas. Uma implantação que pula esse passo multiplica papelada, não proteção.

02

Primeiro princípio: a hierarquia de controles

Todo este guia se organiza em torno de uma ideia que profissionais de segurança, gestores de riscos e executivos já compartilham. Quanto mais alto um controle está na hierarquia, menos ele depende de alguém agir corretamente no momento do risco.

O NIOSH ordena cinco níveis por eficácia e explica por que os superiores vencem: controlam a exposição sem interação humana significativa ^[7]. A saúde dos controles críticos transforma essa ordem em números. Cada barreira recebe **pontos de proteção** em uma escala logarítmica na qual um ponto equivale, aproximadamente, a dividir o risco por dez, a convenção da análise de camadas de proteção e da norma IEC 61511 ^{[9][10]}. Os pontos seguem a função da barreira ^[8], seja qual for o nome que ela receba.



Figura 2. A hierarquia de controles, traduzida em tipos de barreira e pontos de proteção (proposta metodológica v2.0 [19]). Os pontos são convenções de planejamento, não probabilidades de falha medidas em campo, e não devem ser usados em avaliação quantitativa de riscos.

DESPROPORCIONAL DE PROPÓSITO

Um guarda-corpo fixo (2,0 pontos, risco ÷ 100) reduz o risco umas cinquenta vezes mais do que um observador (0,3 ponto, risco ÷ 2). Três procedimentos executados pela mesma equipe compartilham uma causa comum e contam uma vez só: 0,3 ponto.

Procedimentos não compram engenharia.

PROTEÇÃO DE UMA TRAJETÓRIA	PONTOS
Um guarda-corpo fixo	2,0
Três procedimentos, realmente independentes	0,9
Três procedimentos, mesma equipe	0,3

DUAS REGRAS QUE MANTÊM A ESCALA HONESTA

- **Teste de controle direto.** Um controle só recebe pontos se mira a energia letal e continua eficaz quando alguém comete um erro involuntário ^[6]. A retenção de queda ancorada passa no teste. Treinamento, sinalização e procedimentos gerais não passam: apoiam as barreiras e são medidos no nível da organização.
- **Regra de independência.** Barreiras que compartilham uma pessoa, uma fonte de energia, um procedimento ou uma tarefa de manutenção contam uma vez só, pelo menor valor.

O que vem primeiro: a hierarquia como ordem de trabalho

QUEM	A PRIMEIRA PERGUNTA	O QUE MUDA NESTA IMPLANTAÇÃO
Planejador e equipe	Dá para fazer este trabalho sem a energia, ou sem ninguém perto dela?	Cada trajetória passa pelo crivo da hierarquia antes de qualquer lista de controles (etapa 1, dias 6 a 12). Cada “ainda não” vira uma melhoria candidata.
Supervisor, na tarefa	As barreiras com que contamos estão funcionando, e quanto disso depende de pessoas?	A trava e, depois, os pontos de proteção. Trajetória frágil exige autorização.
Engenharia e manutenção	Qual barreira falha sempre, e o que existe um nível acima dela?	Falhas repetidas de uma barreira humana são o argumento para uma barreira de engenharia.
Conselho	Onde há mais gente diante da energia letal atrás dos níveis mais baixos?	O investimento segue a fragilidade e a exposição. O OI conta trajetórias que subiram ou foram fechadas, não dinheiro gasto.
Projeto e compras	A próxima planta, modificação ou compra pode chegar com a trajetória fechada ou em 2,0 pontos?	Um padrão de projeto a partir da etapa 3, para parar de construir fragilidade.

A verificação mantém honesto um controle fraco. Só a hierarquia o torna forte. Verificar um observador todos os dias durante cinco anos sem nunca construir a barreira é não ter entendido nada.

03

O método em resumo

Na tarefa, duas perguntas; na empresa, cinco indicadores. Não existe uma pontuação média única.

Na tarefa: a trava e, depois, os pontos de proteção

Trava $G = v_1 \times v_2 \times \dots \times v_n$ cada controle crítico é verificado em funcionamento ($v = 1$) ou não ($v = 0$)

Regra Se algum $v = 0$, então $G = 0$ e a tarefa para. Três de quatro significa parar.

Proteção da trajetória $P_p = p_1 + p_2 + \dots + p_k$ (barreiras independentes com $v = 1$; teto de 3,0)

Proteção da tarefa $P_{tarefa} = \text{menor } P_p \text{ entre todas as trajetórias}$

A trava responde “**podemos começar?**”. Os pontos de proteção respondem outra coisa: “**quanto esta trajetória depende de as pessoas acertarem tudo?**”. O CCHI é sempre informado como o par (G, P_{tarefa}). Os pontos se somam ao longo de uma trajetória, o que equivale a multiplicar a redução de risco de barreiras independentes: mais proteção sempre significa mais pontos. A proteção da tarefa é a da trajetória mais fraca, porque um desfecho fatal precisa de apenas um caminho aberto.

REGRA DE DECISÃO

TRAVA	P_{TAREFA}	DECISÃO
$G = 0$	Qualquer	Parar. Restabelecer o controle que falhou.
$G = 1$	$\geq 2,0$	Robusta: o trabalho pode começar.
$G = 1$	$1,0-1,9$	Tolerável: começar e registrar a trajetória mais fraca.
$G = 1$	$< 1,0$	Frágil: começar apenas com autorização de um nível definido, e escalar.

TRÊS REGRAS DE CAMPO PARA ESTA IMPLANTAÇÃO

- **Sem barreira, frágil por definição.** Uma trajetória sem controle direto vale 0 ponto e precisa de autorização, como toda trajetória frágil.
- **Trajetoória imprevista é parada.** Se a equipe encontra uma energia letal que a ficha não listava, o trabalho é interrompido, a trajetória é incluída e o registro é corrigido.
- **A trava é refeita a cada mudança:** troca de turno, interrupção, mudança de escopo ou de clima, ou a chegada à área de alguém que não participou do diálogo de segurança.

Na empresa: cinco indicadores, do pior para o melhor

CÓDIGO	INDICADOR	A PERGUNTA QUE RESPONDE	COMO É MEDIDO
E1	Taxa de falhas da trava	Com que frequência a trava para o trabalho? Sempre lido junto com o O3; nunca vira meta.	Execuções com $G = 0 \div$ todas as execuções
E2	Parcela de exposição frágil	Quanto da nossa exposição fatal depende sobretudo de pessoas?	Exposições em trajetórias com menos de 1,0 ponto $\div$ todas as exposições
01	Taxa de melhoria dos controles	Estamos eliminando a fragilidade ou convivendo com ela?	Trajetoórias frágeis elevadas a 2,0 ou eliminadas $\div$ trajetetoórias frágeis no início

02	Saúde dos elementos críticos para a segurança	As barreiras de engenharia vão funcionar quando forem demandadas?	Garantia em atraso; falhas em teste ou em demanda; bypasses vencidos (meta: zero)
03	Integridade da verificação	Podemos confiar nos dados de campo?	Taxa de falsas aprovações em reverificações independentes no mesmo turno, com o kappa de Cohen

O1 a O3 formam o **fator de resiliência organizacional (ORF)**. Se for preciso um valor único, é o menor dos três, nunca a média. O E2 e o O1 são os dois indicadores que falam a língua da hierarquia: um mostra quanta exposição está nos níveis mais baixos; o outro, com que velocidade ela sobe.

Lacunas honestas E1 alto, O3 baixo. A verificação honesta encontra lacunas reais. Corrija os controles; proteja o relato.	Intervir E1 alto, O3 alto. Controles falhando e verificações pouco confiáveis.
Confiável E1 baixo, O3 baixo. Controles no lugar, verificações dignas de confiança.	Verificações no papel E1 baixo, O3 alto. É provável que as verificações estejam sendo preenchidas só no papel.

Figura 3. O E1 só faz sentido lido contra o O3. Uma taxa baixa de falhas da trava só é boa notícia se as verificações forem honestas.



Figura 4. L.O.C.K. é o apoio de comunicação para equipes e líderes. Nunca substitui nem abrevia a terminologia de bloqueio e etiquetagem.

A sequência de implantação em um relance

Cinco etapas. Cada uma termina em um marco, e cada uma precisa entregar melhorias físicas além de dados. Avança-se quando as condições do marco são cumpridas, não quando o calendário manda.

ETAPA 0 · SEMANAS 0-4 Comprometer-se Patrocinador, condições, orçamento de melhorias. Primeira unidade escolhida por exposição e fragilidade.	ETAPA 1 · DIAS 1-100 Primeira unidade L.O.C.K. em três a cinco tipos de tarefa. Fichas em papel e uma planilha. Primeira melhoria em andamento. Apresentação ao conselho.	ETAPA 2 · MESES 4-9 Expandir Mais duas ou três unidades, com energias diferentes. As mesmas fichas, a mesma carta, um painel de especialistas local.	ETAPA 3 · MESES 9-15 Consolidar Digitalizar o que funcionou. Automatizar os dados de saúde dos equipamentos. Padrão de projeto e compras.	ETAPA 4 · A PARTIR DO MÊS 15 Sustentar Todo o trabalho com energia letal. OI em doze meses móveis. A evidência de resultados se acumula.
---	---	--	---	--

Figura 5. A sequência proposta. Durações indicativas para um operador com várias unidades; uma organização de unidade única percorre as etapas 0, 1, 3 e 4.

ETAPA	O QUE PRECISA DEMONSTRAR	ENTREGA DA HIERARQUIA	MARCO DE PASSAGEM
0 Comprometer-se	Os líderes vão proteger uma parada e financiar melhorias.	Orçamento indicativo de melhorias acordado antes de existir um único dado	Condições 1, 2 e 5 cumpridas (seção 5)
1 Primeira unidade	A trava funciona em tarefas reais; as verificações são confiáveis; os dados são honestos.	Cada trajetória passada pelo crivo da hierarquia; ao menos uma melhoria física em andamento no dia 100	Critérios do marco (seção 10)
2 Expandir	Os resultados se mantêm entre unidades, energias e contratadas.	Cada trajetória frágil tem um dono e um plano com data; falhas repetidas viram barreiras de engenharia	Critérios cumpridos em cada unidade; sensibilidade estável
3 Consolidar	As ferramentas digitais reproduzem os resultados do papel; o O2 está automatizado.	Padrão de projeto e compras: todo trabalho novo chega fechado ou em 2,0 pontos	Operação em paralelo aprovada; O3 com recursos permanentes
4 Sustentar	A exposição frágil continua caindo; os precursores acompanham.	OI em doze meses móveis; perfil de proteção apresentado ao conselho	Contínuo. As afirmações públicas correspondem ao nível de evidência.

ORDENE POR EXPOSIÇÃO E FRAGILIDADE, NÃO POR COMODIDADE

Escolha a primeira unidade e os primeiros tipos de tarefa onde mais gente fica diante da energia letal atrás das barreiras mais fracas. Use os seus próprios eventos de alto potencial, o histórico de fatalidades do seu setor e uma estimativa rápida da proteção de projeto de cada trajetória. Começar pela unidade arrumada rende um relatório arrumado e não muda nada.

05

Etapa 0. Comprometer-se: dez condições antes do dia 1

A edição 2026 do guia do ICMC traz verificações de prontidão, e com razão ^[4]. Uma implantação lançada nas condições erradas ensina às equipes que a trava é teatro. Responda com honestidade antes de marcar a data de início.

N.º	PERGUNTA	SE A RESPOSTA FOR NÃO
1	O CEO ou o gerente da unidade se comprometeu por escrito a que uma parada de boa-fé nunca será punida, custe o que custar à produção?	Não comece. É a única condição inegociável.
2	Essa mesma proteção cobre as contratadas, inclusive na avaliação comercial delas?	Estenda-a primeiro. Na maioria das unidades, as contratadas carregam boa parte da exposição fatal.
3	Há bônus, rankings de unidades ou avaliações de contratadas atrelados às taxas de lesões ou às paradas?	Se houver, suspenda-os onde a implantação ocorre. Vão distorcer o E1 e o O3.
4	Existem avaliações de risco ou diagramas de gravata borboleta atualizados para os três a cinco primeiros tipos de tarefa?	Elabore-os entre os dias 1 e 15. Reserve o tempo.
5	Você consegue nomear um ou dois verificadores independentes, de fora da linha de produção das equipes que eles vão amostrar?	Peça-os emprestados a outra unidade ou função. Sem eles não existe O3.
6	A manutenção consegue identificar os equipamentos que formam barreiras de engenharia e extrair à mão, todo mês, a lista de atrasos?	Comece com uma lista de 20 a 50 itens. Não é preciso nenhuma integração de sistemas.
7	Existe um registro de bypasses, anulações e inibições de equipamentos críticos para a segurança?	Crie um. Todo bypass vencido está sempre no vermelho.
8	Alguém com autoridade consegue chegar depressa a um trabalho parado, com os meios para restabelecer o controle?	Defina a rota de resposta e o tempo-alvo antes da entrada em operação.
9	Os representantes dos trabalhadores foram consultados, inclusive sobre qualquer uso de fotografias ou de dados de localização?	Consulte primeiro. Em muitas jurisdições é dever legal, não cortesia.
10	O conselho aprovou um orçamento indicativo de melhorias e está preparado para ouvir que há tarefas rotineiras frágeis?	Aprove agora. Sem dinheiro para subir na hierarquia, o K de L.O.C.K. não significa nada, e as equipes vão perceber em poucas semanas.

REGRA DE COMPROMISSO

As perguntas 1, 2 e 5 são condições, não preferências. Se alguma não puder ser cumprida, adie o início e resolva isso primeiro. As outras sete podem ser fechadas entre os dias 1 e 30.

Etapa 1. A primeira unidade em 100 dias

Quatro fases, na ordem de L.O.C.K. Uma unidade, de três a cinco tipos de tarefa, fichas em papel e uma planilha. No dia 100, o conselho tem o seu primeiro painel, e as equipes já viram pelo menos uma barreira subir na hierarquia.

DIAS 1-30 Localizar Trajetoórias, crivo da hierarquia, classificação das barreiras, padrões de verificação, mapa de fragilidade.	DIAS 31-60 Observar e confirmar Carta assinada, equipes orientadas, trava em operação, amostragem independente a partir da segunda semana. Primeiras melhorias rápidas.	DIAS 61-90 Pôr os dados à prova Integridade da verificação, saúde dos equipamentos, teste de sensibilidade, análises de aprendizado, escadas de melhoria.	DIAS 91-100 K.O. e decisão Apresentação ao conselho, melhorias financiadas, decisão do marco.
---	--	--	--

Figura 6. A etapa 1. As fases reproduzem, em miniatura, as fases A a C do protocolo de validação da metodologia: revisão de conteúdo, confiabilidade e rodada em campo.

Dias 1 a 30: localizar

Objetivo: saber quais trajetórias de energia letal estão no escopo, se cada uma poderia ser fechada ou resolvida com engenharia, quais controles são críticos e o que vale como prova de que um controle funciona.

QUANDO	AÇÃO	ENTREGA
Dias 1-5	Confirmar o patrocinador e o líder da implantação. Fechar as condições 1, 2 e 5. Confirmar de três a cinco tipos de tarefa com energia letal de verdade e frequência regular, para que os dados se acumulem.	Termo de abertura da implantação, uma página
Dias 6-12	Para cada tarefa, listar cada energia letal e cada trajetória pela qual ela pode atingir uma pessoa. Trabalhe com as equipes que fazem o serviço: elas conhecem os caminhos que os documentos ignoram. Depois passe cada trajetória pelo crivo da hierarquia, de cima para baixo: dá para eliminar a energia? reduzi-la abaixo do limiar letal? separar as pessoas com uma barreira passiva? uma barreira automatizada pode agir sem que ninguém precise decidir? Registre cada resposta e o motivo.	Registro de trajetórias; diário do crivo. Cada “ainda não” é uma melhoria candidata.
Dias 10-20	Selecionar os controles críticos pela definição do ICMM: um controle crucial para prevenir o evento ou mitigar suas consequências ^[5] . Aplicar a cada um o teste de controle direto. Não descarte os EPIs por categoria: a retenção de queda ancorada passa no teste; óculos de segurança diante de uma carga em queda, não. Classificar cada controle crítico por tipo de barreira, atribuir os pontos e aplicar a regra de independência.	Lista classificada de controles; os que não passam no teste vão para a lista da organização
Dias 15-25	Redigir um padrão de verificação para cada controle: o que o supervisor precisa ver, tocar ou testar para registrar v = 1. Documentos apoiam a verificação, mas nunca a substituem. A foto de uma etiqueta é um registro, não a prova de energia zero; a prova é a tentativa de partida ou a leitura do instrumento. Treinar os supervisores no padrão e no teste de controle direto.	Ficha de verificação por tarefa; supervisores treinados

Dias 20–30	Um painel enxuto de especialistas (operações, engenharia, SSMA, um representante das equipes) revisa o registro, o diário do crivo e as classificações, e deixa registradas as divergências. Calcular a proteção de projeto de cada trajetória. Definir quem pode autorizar o trabalho em uma trajetória frágil. Escolher as melhorias rápidas que dispensam aprovação de capital.	Mapa inicial de fragilidade; primeira estimativa do E2; regra de autorização; lista de melhorias rápidas
-------------------	--	--

REGISTRO DE TRAJETÓRIAS: MODELO COM UMA LINHA DE EXEMPLO

TAREFA	TRAJETÓRIA	CRIVO DA HIERARQUIA	CONTROLE CRÍTICO	TIPO DE BARREIRA	PTS.	PADRÃO DE VERIFICAÇÃO	DONO
Revisão geral de uma bomba	P2 Liberação da pressão da linha	Eliminação: não. Isolamento automatizado: ainda não (intertravamento por chave cativa viável, +1,0)	Isolamento com cadeado, pressão zero comprovada	Engenharia acionada por pessoas	0,5	Cadeados vistos nas duas válvulas; dreno aberto; manômetro em zero	Supervisor de manutenção

MARCO DA FASE “LOCALIZAR”

Nada entra em operação enquanto cada tarefa do escopo não tiver o seu registro de trajetórias revisado e passado pelo crivo da hierarquia, a sua ficha de verificação e um dono com nome para cada controle crítico, em linha com as orientações do ICMM sobre responsabilização ^[5].

Dias 31 a 60: observar e confirmar

Objetivo: rodar a trava em trabalho real, começar quase de imediato a testar a honestidade dos dados e deixar as equipes verem a primeira mudança física.

QUANDO	AÇÃO	ENTREGA
Dias 31–35	O patrocinador assina a carta de proteção da parada do trabalho (seção 7) e a apresenta pessoalmente a cada equipe do escopo, contratadas incluídas. Os supervisores explicam a ficha: ver, tocar, testar; qualquer controle que falhe para a tarefa; a trava é refeita a cada mudança.	Carta assinada; lista de presença
Dia 36	Entrada em operação. Cada execução registra, por controle: conforme ou não conforme, um código de motivo para cada não conforme e uma nota curta opcional. Guarde a nota. O motivo da falha de um controle é o dado mais valioso que esta etapa produz.	Fichas preenchidas; registro de paradas
Todo dia	Cada parada é revisada no mesmo dia: o que falhou, quanto tempo levou para restabelecer, do que a equipe precisou. Nas primeiras semanas, o patrocinador ou o gerente da unidade reconhece pessoalmente cada parada.	Notas de revisão das paradas
A partir do dia 43	Começa a verificação independente. Um verificador de fora da linha de produção da equipe reverifica, no mesmo turno, uma amostra aleatória de controles registrados como conformes, estratificada por tipo de energia.	Tabela de concordância 2 x 2, semanal
Dias 45–60	Checagem de confiabilidade. Dois avaliadores classificam e verificam, em separado, os mesmos controles. Informe o kappa de Cohen: abaixo de 0,61, a concordância não chega a “substancial” na escala de Landis e Koch ^[11] , e os padrões de verificação precisam ser reescritos.	Kappa por tipo de tarefa; fichas revisadas

Até o dia 60	Entregue as melhorias rápidas. Barreiras rígidas no lugar da fita zebra, um ponto de ancoragem fixo, uma proteção recolocada: mudanças que um gerente de unidade pode aprovar sozinho. Conte às equipes qual parada, ou qual resposta do crivo, levou a cada uma.	Primeiras barreiras que sobem na hierarquia
--------------	--	---

O QUE ESPERAR, DITO COM FRANQUEZA

Espere paradas, e espere que elas se concentrem nas primeiras semanas. Não conhecemos nenhum número publicado sobre o efeito que a introdução de uma trava de verificação de controles tem na produção; por isso este guia não cita nenhum. **Meça:** paradas a cada 100 execuções, mediana do tempo para restabelecer o controle e horas perdidas. Esses três números, da sua própria unidade, são os que o conselho deve ver no dia 100.

Dias 61 a 90: pôr os dados à prova

Objetivo: descobrir se os números merecem confiança, se os equipamentos que sustentam as barreiras estão sendo mantidos vivos e do que cada trajetória frágil precisa para subir um degrau.

QUANDO	AÇÃO	ENTREGA
Toda semana	Calcular a taxa de falsas aprovações: controles que a equipe registrou como conformes e o verificador encontrou falhos, divididos por todos os conformes da amostra. Com menos de 30 controles amostrados, informe “amostra insuficiente”, e não um percentual.	Tendência do O3
A cada falsa aprovação	Fazer uma análise de aprendizado, estruturada com o Tripod Beta ^[20] . A primeira pergunta é o que, no sistema, tornou a falsa aprovação a escolha mais fácil: pressão de tempo, um padrão pouco claro, um controle que na prática não dá para testar. Acompanhar as ações até o fechamento.	Análise de aprendizado; ações
Dias 61-75	A manutenção extrai, à mão, a situação dos elementos críticos para a segurança identificados: parcela em atraso de inspeção, teste ou calibração; falhas em teste ou em demanda; bypasses abertos sem autorização válida ou além do prazo autorizado.	Primeira leitura do O2
Dias 75-85	Teste de sensibilidade. Mova cada valor de pontos um degrau para cima e um para baixo na escala e recalcule cada trajetória. Anote quais decisões mudam (robusta, tolerável, frágil). Decisões estáveis sustentam a escala; as instáveis vão para o painel de especialistas.	Tabela de sensibilidade
Dias 80-90	Ler o E1 contra o O3 e situar a unidade no seu quadrante (figura 3). Revisar as falhas da trava por controle: barreira que falha repetidamente é sinal para a engenharia. Construir uma escada de melhoria para cada trajetória frágil (seção 8): o nível imediatamente acima, o que alcançaria 2,0 pontos e a possibilidade de fechar a trajetória. Levantar, para cada um, uma ordem de grandeza de custo e prazo.	Leitura do quadrante; escadas de melhoria com custo

Dias 91 a 100: K.O. e decisão

QUANDO	AÇÃO	ENTREGA
Dias 91-95	Montar à mão o primeiro painel: o E1 com seu quadrante, o E2, o O2 e o O3, do pior para o melhor. O O1 é informado como “linha de base estabelecida”, com as melhorias rápidas já entregues. Inclua os três números de produção, o perfil de proteção (seção 10) e o balanço que a própria equipe faz do que funcionou e do que não funcionou.	Documento para o conselho, quatro páginas no máximo
Dias 96-100	Apresentação ao conselho, que toma três decisões: quais escadas de melhoria financiar, começando pela maior exposição; se os critérios do marco foram cumpridos; e se é o caso de expandir, ajustar e repetir, ou parar. Dê retorno às equipes na mesma semana, pessoalmente.	Melhorias financiadas; decisão registrada

UMA RESSALVA SOBRE PRAZOS E AFIRMAÇÕES

O dia 100 oferece cerca de nove semanas de dados de campo em uma única unidade. A metodologia pede de duas a três unidades por pelo menos doze semanas antes que o próprio método possa ser descrito como **pilotado**. A etapa 2 fornece essa evidência. Mantenha a primeira unidade em operação enquanto o conselho decide.

A carta de proteção da parada do trabalho

A trava só funciona se, para uma equipe, registrar uma falha for sempre mais seguro do que registrar um conforme. Isso é um compromisso de liderança antes de ser um procedimento.

A pesquisa de Amy Edmondson sobre segurança psicológica mostra que as equipes relatam problemas quando acreditam que não serão punidas nem humilhadas por isso ^[13]. A cultura justa de James Reason traça a linha complementar: confiança, com um limite claro entre o aceitável e o inaceitável ^[14]. A carta precisa das duas coisas. Construída sobre uma ameaça (apontar uma “falta passível de demissão”, por exemplo), ela convida a esconder, prejudica uma investigação e dificilmente resistiria à legislação trabalhista de muitos países. Pergunte o que foi responsável antes de perguntar quem ^[15].

MODELO DE CARTA: ADAPTE AS PALAVRAS, MANTENHA OS SEIS COMPROMISSOS

1. **Paradas protegidas.** Quem parar uma tarefa de boa-fé porque um controle crítico falta ou não funciona nunca será punido, custe o que custar à produção.
2. **Todos na unidade.** Essa proteção vale igualmente para empregados, contratadas e visitantes. Uma parada protegida nunca conta contra uma contratada na avaliação comercial.
3. **Nós vamos até você.** Quando uma tarefa para, um líder designado responde em [prazo combinado], com autoridade e recursos para restabelecer o controle.
4. **Parada é prova de que o sistema funciona.** É assim que informamos o conselho. A taxa de falhas da trava nunca será meta, ranking nem critério de bônus.
5. **Registros honestos.** Conforme quer dizer que o controle foi visto, tocado ou testado. Se um conforme se mostrar falso, perguntamos primeiro o que fez dele a escolha mais fácil, e corrigimos isso. A falsificação deliberada é tratada no nosso processo de cultura justa, depois de uma apuração imparcial.
6. **Fechamos o ciclo, com equipamento sempre que der.** Toda equipe que para uma tarefa fica sabendo o que foi feito a respeito, e paradas repetidas na mesma barreira levam a uma barreira mais forte, não a mais cobrança.

Assinam: CEO ou gerente da unidade · diretor de operações · responsáveis pelas contratadas · representante dos trabalhadores

O QUE O PATROCINADOR DIZ ÀS EQUIPES

“A partir de hoje, nestas tarefas, cada controle crítico é verificado antes de o trabalho começar. Se faltar um, ou se não estiver funcionando, vocês param, e têm a minha palavra de que ninguém será culpado pelo atraso. Parada não é fracasso. Ela me conta uma coisa que eu preciso saber e não consigo ver da minha sala. Prefiro mil vezes explicar um atraso a um cliente a ter de explicar outra coisa a uma família. O que eu peço em troca é uma ficha honesta: conforme quer dizer que vocês viram, tocaram ou testaram. Se alguma coisa atrapalhar isso, contem para nós: vamos corrigir o sistema, não a pessoa.”

TRÊS JEITOS DE ARRUINAR A CARTA EM UMA SEMANA

- Um gestor que pergunta “quanto tempo isso vai levar?” antes de perguntar “do que vocês precisam?”.
- Uma parada que aparece na avaliação de desempenho de uma contratada.
- Um trabalho parado que alguém de cargo mais alto manda retomar sem que o controle tenha sido restabelecido.

Acompanhe os descumprimentos da carta: a meta é zero, e um só já é assunto do conselho.

Três exemplos práticos e suas escadas de melhoria

Três situações, pontuadas com a fórmula retirada da versão 1 e depois com a versão 2, cada uma seguida da sua escada na hierarquia. A classificação das barreiras é ilustrativa: a sua é decidida pelo seu painel de especialistas.

POR QUE A VERSÃO 1 FOI RETIRADA

A versão 1 multiplicava entre si pesos tirados da hierarquia, de modo que cada barreira acrescentada baixava a pontuação: um guarda-corpo valia 0,90; um guarda-corpo mais retenção de queda ancorada, 0,18. Ela também reduzia os resultados a uma pontuação única de empresa, em que 99 tarefas conformes podiam esconder uma equipe exposta. Se você guarda um documento anterior que usa “wCCHI”, multiplicadores de 1,0, 0,9, 0,5 e 0,2 ou uma “pontuação de empresa”, ele está superado.

Exemplo 1. Entrada em espaço confinado: limpeza de um tanque

Trajectoria P1: uma atmosfera tóxica ou pobre em oxigênio atinge quem entra.

CONTROLE CRÍTICO	TIPO DE BARREIRA	PONTOS	V	NOTA
Ventilação forçada, com o fluxo de ar testado na tarefa	Engenharia contínua	1,0	1	Elemento crítico para a segurança: a situação de inspeção dele alimenta o O2
Detector de gás pessoal com alarme e retirada treinada	Engenharia acionada por pessoas	0,5	1	Teste funcional antes da entrada
Vigia na entrada, com comunicação e autoridade para parar	Barreira humana ativa	0,3	1	Mitigação: dá o alarme e aciona o plano de resgate

MÉTODO	RESULTADO	O QUE DIZ À EQUIPE E AO CONSELHO
Versão 1 (retirada)	$0,9 \times 0,2 \times 0,5 = 9\%$	Três barreiras verificadas parecem uma falha quase total. A pontuação melhoraria se a equipe listasse menos controles.
Versão 2	$6 = 1 \cdot P = 1,8$ TOLERÁVEL	O trabalho pode começar. Duas das três barreiras dependem de pessoas; por isso a trajetória fica registrada para melhoria.

fechada Eliminar limpeza remota	fechada Substituir	2,0 Engenharia passiva	1,0 Automatizada	0,5 Acionada por pessoas	0,3 Humana ativa	0,2 EPI
--	------------------------------	------------------------------	---------------------	--------------------------------	---------------------	------------

Como ler a escada: ■ verificada, no lugar ■ falhou na trava ■ melhoria a financiar ■ ausente

K.O. O verdadeiro prêmio está no alto da escada: limpar o tanque remotamente, sem ninguém entrar, e a trajetória se fecha. Um degrau abaixo há uma armadilha comum: acrescentar detecção fixa de gás que só atua por meio do mesmo ventilador. Pela regra de independência, duas barreiras com causa comum contam uma vez só. Não elimine o vigia: muitas regulamentações (no Brasil, a NR-33) e padrões corporativos o exigem em espaços confinados, e o plano de resgate depende dele. **Na organização.** Se a inspeção do ventilador estiver atrasada, ele aparece no O2 como garantia crítica em atraso, diga a ficha o que disser.

Exemplo 2. Içamento de um chiller de 10 toneladas até uma cobertura, com grua

Trajatória P1: a carga suspensa cai sobre pessoas que estão embaixo. O vento é tratado em uma trajetória à parte (perda de controle da carga).

CONTROLE CRÍTICO	TIPO DE BARREIRA	PONTOS	V	NOTA
Acessórios de içamento com capacidade adequada e inspecionados, escolhidos e fixados por um amarrador de cargas qualificado e conferidos antes do içamento	Engenharia acionada por pessoas	0,5	1	A barreira é a amarração correta, não o certificado
Limitador de carga da grua, com teste funcional	Engenharia automatizada	1,0	1	Elemento crítico para a segurança
Zona de exclusão sob o percurso da carga, com fita zebra e cones, controlada por um observador	Barreira humana ativa	0,3	0	Uma pessoa não autorizada entrou na zona

MÉTODO	RESULTADO	O QUE DIZ À EQUIPE E AO CONSELHO
Versão 1 (retirada)	0%	A parada está certa, mas o zero também apaga toda a informação sobre as outras barreiras.
Versão 2, como encontrado	$G = 0$ PARAR	A carga é pousada. A zona é esvaziada e restabelecida. A parada fica protegida e registrada com o seu código de motivo.
Versão 2, controle restabelecido	$G = 1 \cdot P = 1,8$ TOLERÁVEL	O içamento prossegue.
Depois da melhoria	$0,5 + 1,0 + 2,0 = 3,5$ teto de 3,0 ROBUSTA	Uma barreira rígida (passiva, 2,0) substitui a fita e os cones.

fechada Eliminar	fechada Substituir	2,0 Engenharia passiva barreira rígida	1,0 Automatizada	0,5 Acionada por pessoas	0,3 Humana ativa fita e cones	0,2 EPI
---------------------	-----------------------	--	---------------------	-----------------------------	-------------------------------------	------------

A lição está na repetição. Se a mesma zona de exclusão fez a trava falhar quatro vezes em um mês, não se trata de um problema de disciplina a resolver com cobrança. É a evidência de que uma barreira humana ativa não se sustenta naquele local, e é o argumento para a barreira rígida, um nível acima. É uma melhoria rápida: um gerente de unidade pode aprová-la já na etapa 1. A revisão semanal da engenharia deve ler as falhas da trava por controle, nunca por equipe.

Exemplo 3. Manobra de um disjuntor extraível em um painel de 480 V energizado

Trajatória P1: a energia térmica de um arco elétrico atinge o eletricitista. 480 V é baixa tensão segundo a norma IEC 60038 (até 1.000 V em corrente alternada) ^[17]; nem por isso o arco é menos letal.

CONTROLE QUE CONSTAVA NO DOCUMENTO ANTERIOR	TESTE DE CONTROLE DIRETO	PONTOS	NOTA
Vestimenta contra arco elétrico de 40 cal/cm ² , compatível com a energia incidente	Passa. Apenas mitigação.	0,2	Reduz a consequência do arco; não o torna menos provável

Tapete isolante	Não passa nesta trajetória. Protege contra o choque elétrico, não contra a energia térmica do arco.	0	Pertence à trajetória de choque elétrico
Procedimento de manobra	Não passa. Um procedimento geral apoia as barreiras, mas não detém a energia.	0	Nível da organização: controle de degradação

MÉTODO	RESULTADO	O QUE DIZ À EQUIPE E AO CONSELHO
Versão 1 (retirada)	$0,2 \times 0,9 \times 0,5 = 9\%$	A intuição certa, alcançada com dois controles que não atuam sobre esta energia.
Versão 2	$G = 1 \cdot P = 0,2$ FRÁGIL	Entre o eletricitista e o arco só existe roupa. O trabalho precisa de autorização do nível definido, e a trajetória é escalada.
Opção A: desenergizar a montante e testar a ausência de tensão antes da manobra	$0,5 + 0,2 = 0,7$ FRÁGIL	É melhor, e é a primeira escolha da norma NFPA 70E ^[18] , mas tudo continua dependendo de uma pessoa aplicar e comprovar o isolamento.
Opção B: manobra remota, fora do limite de arco elétrico	$2,0 + 0,2 = 2,2$ ROBUSTA	A separação física atua pelo simples fato de estar ali. Esta é a melhoria que se deve pedir ao conselho que financie.

fechada Eliminar	fechada Substituir	2,0 Engenharia passiva manobra remota	1,0 Automatizada	0,5 Acionada por pessoas ausência de tensão	0,3 Humana ativa	0,2 EPI
---------------------	-----------------------	---	---------------------	---	---------------------	------------

Na organização. O documento anterior julgava esta divisão pela forma como ela repartia o orçamento de segurança entre EPI e capital. A versão 2 retirou essa medida: gastar não é proteger. O OI faz uma pergunta mais exigente: das trajetórias que eram frágeis há um ano, quantas estão hoje em 2,0 pontos ou fechadas?

SITUAÇÃO	PONTUAÇÃO VERSÃO 1	PONTOS DE PROTEÇÃO VERSÃO 2 (ESCALA DE 0 A 3,0)
1. Espaço confinado, como encontrado	9%	 1,8
2. Içamento, controle restabelecido	0% e depois 20%	 1,8
2. Içamento, barreira rígida	36%	 3,0 (teto)
3. Disjuntor, como encontrado	9%	 0,2
3. Disjuntor, manobra remota	n/a	 2,2

Figura 7. A versão 1 dava às situações 1 e 3 os mesmos 9%. A versão 2 distingue uma trajetória tolerável de uma frágil, e sobe à medida que a proteção sobe na hierarquia. Para o içamento, os valores da versão 1 usam os pesos do documento anterior (0,9, 0,9, 0,5 e 0,5 como encontrado; uma barreira rígida de 0,9 depois da melhoria).

Etapas 2 a 4. Expandir, consolidar, sustentar

Cada etapa repete a lógica da primeira: localizar, verificar, pôr os dados à prova e fazer as barreiras subirem na hierarquia. O que muda é a escala, as ferramentas e até onde, a montante, a hierarquia alcança.

Etapa 2. Expandir (meses 4 a 9)

- **Mais duas ou três unidades**, ordenadas por exposição e fragilidade, com um conjunto de energias ou um perfil de contratadas diferente da primeira. As mesmas fichas, a mesma carta e um painel de especialistas local em cada uma.
- **Transfira pessoas, não só documentos**. Os supervisores e o verificador da primeira unidade ajudam a lançar a seguinte. Os registros são reconstruídos em cada local, crivo da hierarquia incluído; registro copiado deixa escapar as trajetórias locais.
- **Entregue as escadas financiadas na etapa 1** e divulgue-as internamente. Nada convence melhor a próxima unidade do que uma barreira rígida, um intertravamento ou uma trajetória fechada que as equipes da primeira pediram.
- Esta etapa fornece a evidência de várias unidades, por doze semanas, que a metodologia exige antes de descrever o método como pilotado.

Etapa 3. Consolidar (meses 9 a 15)

FRENTE DE TRABALHO	O QUE FAZER	CUIDADO
Digitalizar o que funcionou	Levar as fichas para uma ferramenta móvel que funcione sem conexão e preserve os códigos de motivo e as notas. Operar papel e digital em paralelo até os resultados coincidirem.	A especificação do software é escrita a partir do processo em papel, nunca o contrário.
Sistema de manutenção (qualquer CMMS) para o O2	Para os equipamentos identificados como elementos críticos para a segurança: tarefas de garantia em atraso, falhas em teste ou em demanda. Vincular o registro de bypasses e anulações.	Identifique primeiro os equipamentos que são barreira. Indicadores de manutenção de todo o parque dizem pouco sobre as barreiras. Todo bypass vencido está no vermelho.
Ordens de serviço para o O1	Contar as melhorias concluídas em relação à lista de trajetórias frágeis.	Conte trajetórias melhoradas, não dinheiro gasto. Não é preciso nenhum vínculo com a contabilidade.
Sensores de estado das máquinas	Posição de seccionadoras, estado de intertravamentos, leituras de gás, para corroborar as verificações de campo.	Apoia o O3. Nunca substitui a verificação independente.
Padrão de projeto e compras	Projetos novos, modificações e grandes compras passam pelo crivo da hierarquia desde a fase conceitual e especificam cada trajetória de energia letal fechada ou em 2,0 pontos por projeto, ou registram por que não. Toda mudança em uma barreira reabre a trajetória dela no registro.	Recomendação própria deste guia. Sem ela, a organização continua comprando fragilidade para depois verificá-la.

Etapa 4. Sustentar (a partir do mês 15)

- **Todos os tipos de tarefa com energia letal no escopo**. Limiares definidos a partir da linha de base da própria organização. O1 medido em doze meses móveis.

- **O conselho lê do pior para o melhor:** a situação do pior entre o E1 (lido com o O3), o E2, o O1, o O2 e o O3, por unidade, com o perfil de proteção (seção 10). Sem média de empresa.
- **Três condições estão sempre no vermelho:** qualquer bypass não autorizado ou vencido de um elemento crítico para a segurança; falsas aprovações na mesma unidade em duas amostras seguidas; qualquer trajetória frágil com o prazo de melhoria vencido e sem plano aprovado.
- **O investimento segue a fragilidade e a exposição,** não um ranking de unidades. Ranquear unidades por uma pontuação premia as que escondem a própria fragilidade.
- **A evidência de resultados se acumula.** Os eventos precursores são acompanhados em relação à exposição (seção 10), e a organização pode contribuir para o estudo de validade de critério, previsto para doze a vinte e quatro meses.

CONTRIBUA PARA A VALIDAÇÃO

As organizações que implementam o método podem contribuir para o protocolo de validação com dados anonimizados de confiabilidade, de campo e de resultados. Escreva para contact@riskopilot.com.

10

O risco fatal está mesmo caindo? Medidas e marcos

Ficha preenchida nunca salvou a vida de ninguém. A implantação só dá certo se menos pessoas ficarem diante da energia letal atrás de barreiras fracas, e se os eventos que antecedem as fatalidades ficarem mais raros. Meça isso, e não afirme além do que a evidência sustenta.

N.º	NÍVEL DE EVIDÊNCIA	O QUE MOSTRA	COMO USAR
1	Atividade	Fichas preenchidas, pessoas treinadas, unidades lançadas	Informação gerencial, nada mais. Nunca a apresente como resultado.
2	Estado dos controles	E1 lido com o O3; O2; descumprimentos da carta. Os controles estavam presentes e os dados são honestos.	Necessário, não suficiente. Um quadrante “confiável” dá o direito de acreditar no resto.
3	Exposição	E2 em queda; O1 em alta; trajetórias fechadas; o perfil de proteção subindo na hierarquia	O resultado principal da implantação. Dá para medir em meses, e é o que o capital consegue mudar.
4	Precursores	Incidentes e quase acidentes de alta energia em que um controle direto faltou ou falhou, por hora de exposição ^[6] ^[22]	Acompanhar a tendência a partir da etapa 2. Espere o relato aumentar antes de os eventos caírem; leia junto com o O3.
5	Resultados	Fatalidades e lesões que mudam a vida	Sempre informados; nunca usados para proclamar sucesso no nível de uma unidade. São raros demais para que a contagem mostre, em um ou dois anos, se o risco mudou ^[1] .

PERFIL DE PROTEÇÃO: PARCELA DAS EXPOSIÇÕES FATAIS PELA BARREIRA VERIFICADA MAIS FORTE

Início da etapa 1



Mês 18



Figura 8. A cara do sucesso: a exposição migrando para o alto da hierarquia de controles. **Forma ilustrativa, não dados.** O perfil é um jeito de mostrar o E2 e o O1, não um indicador novo.

Medidas de operação

MEDIDA	COMO CALCULAR	COMO LER
E1 Taxa de falhas da trava	Paradas ÷ execuções, por tipo de tarefa e por controle	Sem meta. Lido somente junto com o O3. Referência ilustrativa: “baixa” abaixo de 3%.
E2 Parcela de exposição frágil	Execuções em trajetórias com menos de 1,0 ponto ÷ todas as execuções	Ilustrativo: verde ≤ 10%, âmbar até 25%, vermelho acima
O1 Taxa de melhoria dos controles	Trajetoórias frágeis elevadas a 2,0 ou fechadas ÷ trajetórias frágeis no início, em doze meses móveis	Ilustrativo: verde ≥ 50%, vermelho abaixo de 20%. Trajetória frágil sem financiamento há 26 semanas está sempre no vermelho.
O2 Saúde dos equipamentos	Parcela em atraso; falhas em teste ou em demanda; bypasses vencidos	Ilustrativo: atrasos no verde ≤ 5%, no vermelho acima de 15%. Todo bypass vencido está sempre no vermelho.
O3 Taxa de falsas aprovações e kappa de Cohen	Conformes da equipe que o verificador encontrou falhos ÷ conformes da amostra (mínimo de 30 controles); kappa a partir da tabela 2 × 2	Ilustrativo: verde 0%, âmbar ≤ 3%, vermelho acima. Kappa abaixo de 0,61 obriga a pelo menos âmbar ^[11] .
Efeito na produção e carga de verificação	Paradas a cada 100 execuções; mediana do tempo de restabelecimento; horas perdidas; minutos por ficha	Informar como saírem. Sem meta.

Tabela 1. Os limiares marcados como ilustrativos são os valores padrão do simulador da RISKOPLOT. Defina os seus a partir da sua linha de base; nenhum foi validado.

NUNCA TRANSFORME O E1 EM META

Quando uma medida vira meta, as pessoas melhoram a medida, e não a condição que ela descreve ^[16]. Nem o E1 nem o O3 devem jamais ser vinculados a bônus individuais ou à avaliação de contratadas.

Marco: o que precisa ser verdade antes de expandir

- ☐ A concordância entre avaliadores em pares alcança kappa de 0,61 ou mais em cada tipo de tarefa do escopo.
- ☐ A taxa de falsas aprovações não passa de 3% em uma amostra de pelo menos 30 controles, sem falsas aprovações em duas amostras seguidas.
- ☐ As decisões (robusta, tolerável, frágil) se mantêm estáveis quando cada valor de pontos é movido um degrau para cima e para baixo.
- ☐ Zero descumprimento da carta, confirmado pelas equipes e pelas contratadas, e não só pela gerência.
- ☐ Cada trajetória frágil tem um dono com nome e uma escada de melhoria financiada, com data, ou formalmente descartada pelo conselho.

- ☐ **Ao menos uma barreira subiu fisicamente na hierarquia**, e as equipes sabem qual parada ou qual resposta do crivo levou a isso.
- ☐ As equipes, perguntadas diretamente, dizem que a trava ajuda. Se disserem que é papelada, acredite e ajuste.

Se algum critério não for cumprido, o certo é **ajustar e repetir** por mais oito a doze semanas, e não expandir e torcer para dar certo.

11

Papéis, três linhas de verificação, ritmo

ATIVIDADE	PATROCINADOR EXECUTIVO	LÍDER DA IMPLANTAÇÃO	GERENTE DA UNIDADE	SUPERVISORES E EQUIPES	ENGENHARIA E MANUTENÇÃO	VERIFICADOR INDEPENDENTE
Carta de proteção da parada	A, R	C	R	C	I	I
Registro de trajetórias, crivo, pontos	I	A, R	C	R	R	C
Verificação na tarefa	I	C	A	R	C	I
Resposta a uma parada	I	C	A, R	R	R	I
Amostragem independente (O3)	I	A	C	C	I	R
Saúde dos equipamentos (O2)	I	C	A	I	R	I
Escadas de melhoria e financiamento (O1)	A	R	R	C	R	I
Apresentação ao conselho	A	R	R	C	C	C

Tabela 2. R executa, A presta contas, C consultado, I informado. O verificador independente responde ao líder da implantação, nunca à linha de produção que ele amostra.

Três linhas de verificação

As orientações do ICMM aplicam uma verificação estruturada em todos os níveis da organização ^[4]. A implantação usa três linhas, cada uma com um propósito.

LINHA 1 · CADA TAREFA

Supervisor e equipe. A trava: ver, tocar, testar. Propósito: nenhuma exposição sem controles funcionando.

LINHA 2 · PLANEJADA, MENSAL

A linha de liderança, até a diretoria executiva. Cada líder verifica em campo, pessoalmente, controles críticos selecionados, e faz a pergunta da hierarquia: o que seria preciso para subir este aqui? Propósito: os líderes verem as barreiras que financiam.

LINHA 3 · ALEATÓRIA, MESMO TURNO

Verificador independente. Reverifica uma amostra de conformes registrados. Propósito: o O3, o teste dos próprios dados.

Ritmo de governança

FREQUÊNCIA	QUEM	FOCO
Cada tarefa	Supervisor e equipe	Localizar, observar, confirmar. Se G = O: parar, restabelecer fisicamente o controle, reverificar e só então retomar. Refazer a trava a cada mudança.
Todo dia	Gerente da unidade, líder da implantação	Revisar cada parada: o que falhou, do que a equipe precisou, quanto tempo levou para restabelecer. Reconhecer a equipe.
Toda semana	Gerentes de engenharia e manutenção	Falhas da trava por controle, nunca por equipe. Barreira que falha sempre entra em uma escada de melhoria. Prioridade às ordens de serviço em elementos críticos para a segurança.
Todo mês	Gerente da unidade, verificador	O3 e kappa; análises de aprendizado das falsas aprovações, voltadas ao sistema que as tornou mais fáceis. Extração do O2 e registro de bypasses. Verificações da linha 2 cumpridas.
Todo trimestre	Conselho ou diretoria executiva	Painel, do pior para o melhor, com o perfil de proteção. Financiar as escadas de melhoria por exposição e viabilidade, começando pelo alto da hierarquia. Revisar o nível de evidência antes de qualquer afirmação pública.

12

Oito maneiras de pôr uma implantação a perder

N.º	A FALHA	O QUE FAZER NO LUGAR
1	Verificar controles fracos para sempre. As fichas estão perfeitas e o observador continua sendo a única barreira.	Passar cada trajetória pelo crivo da hierarquia antes de listar controles, construir uma escada para cada trajetória frágil e cobrar do conselho o O1.
2	O software primeiro. Meses vão embora em um aplicativo e em integrações antes de alguém saber o que vale a pena automatizar.	Fichas e planilha até o fim da etapa 2. Deixe o campo escrever a especificação.
3	Foto tratada como prova. A foto de uma etiqueta mostra uma etiqueta.	Só evidência funcional: a tentativa de partida, o manômetro em zero, a leitura do fluxo de ar. Fotos são registros que a apoiam.
4	Sem texto livre. Só campos binários, para ter dados “limpos”.	Veredicto binário, mais um código de motivo e uma nota opcional a cada não conforme. O porquê é o ativo.
5	Inflar a ficha. Procedimentos e EPIs entram na lista para aumentar os pontos.	Aplicar com rigor o teste de controle direto e a regra de independência. Barreiras que compartilham uma pessoa contam uma vez só.
6	O EI vira meta. As paradas caem e a liderança comemora.	Ler o EI só junto com o O3. EI baixo com muitas falsas aprovações é o quadrante mais perigoso da página.
7	Contratadas de fora da carta, do treinamento ou da proteção.	Incluí-las desde o dia 1, com os seus responsáveis entre os signatários.
8	Afirmar demais. “Nosso risco fatal caiu 40%.”	Pontos são convenções. Informe o nível de evidência alcançado (seção 10): o que foi verificado, o que era frágil, o que subiu na hierarquia.

SENSORES, CERCAS VIRTUAIS E TELEMETRIA

Dados de estado das máquinas servem para corroborar as verificações de campo: por exemplo, se uma seccionadora estava aberta quando a ficha dizia que estava. Complementam a verificação independente; não a substituem. Rastrear a localização de pessoas é outra conversa. Na União Europeia, o monitoramento sistemático de empregados costuma exigir uma avaliação de impacto sobre a proteção de dados, nos termos do artigo 35 do RGPD, além da consulta aos representantes dos trabalhadores ^[21]; no Brasil, a LGPD prevê o relatório de impacto à proteção de dados pessoais ^[23]. Implantação com cara de vigilância não recebe fichas honestas.

UMA IDEIA PARA FECHAR

A maior parte do risco fatal é decidida muito antes do início do turno: no projeto, na manutenção e naquilo que se escolhe financiar. A trava protege a equipe de hoje. A hierarquia protege todas as que vierem depois. Proteja quem para o trabalho, teste os seus próprios dados com mais dureza do que qualquer outra pessoa testaria e gaste a credibilidade que isso render tirando a energia de cena com engenharia.

13

Correspondência com a gestão de controles críticos do ICMM

Se você já pratica a gestão de controles críticos, esta implantação dá continuidade a ela. Se não, é um jeito enxuto de começar. Os nove passos abaixo são os do guia de boas práticas do ICMM ^[5]; a edição 2026 reúne o guia e as orientações de implementação, e acrescenta verificações de prontidão e avaliações de maturidade ^[4]. Confira a redação dos passos na edição que você usa.

N.º	PASSO DO ICMM	ONDE ESTÁ NESTE GUIA	O QUE O MÉTODO ACRESCENTA
1	Planejar o processo	Condições da etapa 0; termo de abertura da implantação	Condições explícitas para começar; o orçamento de melhorias primeiro
2	Identificar os eventos indesejados materiais	Ordem por exposição e fragilidade; escolha dos tipos de tarefa	A trajetória como unidade de análise
3	Identificar os controles	Registro de trajetórias passado pelo crivo da hierarquia (dias 6–12)	A eliminação é examinada antes de listar controles
4	Selecionar os controles críticos	Teste de controle direto, tipo de barreira e pontos (dias 10–20)	Pontos de proteção; regra de independência
5	Definir desempenho e reporte	Padrões e fichas de verificação (dias 15–25)	A regra de evidência “ver, tocar, testar”
6	Atribuir responsabilidades	Donos com nome; tabela de papéis	Donos também para as trajetórias, as escadas e os indicadores do ORF
7	Implementar na unidade	Carta, treinamento, entrada em operação (dias 31–36); etapa 2	Trava binária antes da exposição; refeita a cada mudança
8	Verificar e reportar	Três linhas de verificação; extração do O2; painel	Taxa de falsas aprovações e kappa; leitura pelo elo mais fraco
9	Responder ao desempenho inadequado	Revisões de paradas; análises de aprendizado com o Tripod Beta; escadas de melhoria	O1: fragilidade eliminada, não dinheiro gasto

ANEXO

Glossário e fórmulas

TERMO	SIGNIFICADO NESTE GUIA
Energia letal	Fonte de energia suficiente para matar: gravidade, pressão, movimento, eletricidade, química, térmica.
Trajetoária	Caminho pelo qual uma energia letal pode atingir uma pessoa. Unidade de análise da proteção.
Crivo da hierarquia	Perguntas feitas a cada trajetória, de cima para baixo na hierarquia de controles, antes de listar os controles.

Escada de melhoria	Para uma trajetória frágil: o nível imediatamente acima, o que alcança 2,0 pontos e a possibilidade de fechar a trajetória, cada um com custo e prazo.
Controle crítico	Controle crucial para prevenir o evento ou mitigar suas consequências, conforme a definição do ICM [5].
Teste de controle direto	Um controle só recebe pontos se mira a energia letal e continua eficaz diante de um erro involuntário [6].
Trava (G)	Produto dos valores de verificação de todos os controles críticos. $G = 0$ para a tarefa.
Pontos de proteção (P)	Soma dos pontos das barreiras independentes e verificadas de uma trajetória, com teto de 3,0. Um ponto equivale aproximadamente a risco $\div 10$.
CCHI	Índice de saúde dos controles críticos: o par (G, P_{tarefa}) .
Frágil / tolerável / robusta	Menos de 1,0 / de 1,0 a 1,9 / 2,0 pontos de proteção ou mais.
Elemento crítico para a segurança	Equipamento que forma uma barreira de engenharia em uma trajetória de energia letal, ou do qual essa barreira depende.
ORF	Fator de resiliência organizacional: O1, O2 e O3. Como valor único, o menor dos três indicadores normalizados.
Falsa aprovação	Controle que a equipe registrou como funcionando e que um verificador independente encontrou falho no mesmo turno.
Kappa de Cohen	Concordância corrigida pelo acaso: $\kappa = (p_o - p_e) \div (1 - p_e)$. Concordância substancial a partir de 0,61 [11].
L.O.C.K.	Localizar, Observar, Confirmar, K.O. Não é abreviatura de bloqueio (<i>lockout</i>).

$$G = v_1 \times v_2 \times \dots \times v_n$$

$$P_p = p_1 + p_2 + \dots + p_k \quad (\text{independentes, } v = 1, \text{ teto de } 3,0) \quad \cdot \quad P_{\text{tarefa}} = \min(P_p)$$

$$E1 = \text{execuções com } G = 0 \div \text{todas as execuções} \quad \cdot \quad E2 = \text{exposições em trajetórias com } P < 1,0 \div \text{todas as exposições}$$

$$O1 = \text{trajetórias frágeis elevadas a } P \geq 2,0 \text{ ou eliminadas } \div \text{trajetórias frágeis no início do período}$$

$$O3 = \text{conformes da equipe que o verificador encontrou falhos } \div \text{conformes da amostra}$$

$$\cdot \quad ORF = \min(O1, O2, O3), \text{ normalizados}$$

FONTES

Referências

1. Hallowell, M., Quashne, M., Salas, R., MacLean, B., & Quinn, E. (2021). The statistical invalidity of TRIR as a measure of safety performance. *Professional Safety*, 66(4), 28–34.
2. International Council on Mining and Metals (2026). *Safety performance: Benchmarking progress of ICMM company members in 2025*. Londres: ICMM. icmm.com/en-gb/research/health-safety/benchmarking-2025-safety-data
3. International Council on Mining and Metals (2025). *2020–2024 ICMM safety performance: Insights*. Londres: ICMM. icmm.com/en-gb/research/health-safety/2025/insights-2020-2024-safety-data
4. International Council on Mining and Metals (2026). *Critical control management: Good practice guide* (edição 2026). Londres: ICMM. icmm.com/en-gb/guidance/health-safety/2026/ccm-good-practice-guide
5. International Council on Mining and Metals (2015). *Health and safety critical control management: Good practice guide*. Londres: ICMM.
6. Oguz Erkal, E. D., & Hallowell, M. R. (2023). Moving beyond TRIR: Measuring and monitoring safety performance with high-energy control assessments. *Professional Safety*, 68(5), 26–35.
7. National Institute for Occupational Safety and Health. *Hierarchy of controls*. Centers for Disease Control and Prevention. cdc.gov/niosh/hierarchy-of-controls
8. Center for Chemical Process Safety & Energy Institute (2018). *Bow ties in risk management: A concept book for process safety*. Hoboken: Wiley.
9. Center for Chemical Process Safety (2001). *Layer of protection analysis: Simplified process risk assessment*. Nova York: AIChE.
10. International Electrotechnical Commission (2016). *IEC 61511–1: Functional safety. Safety instrumented systems for the process industry sector*. Genebra: IEC.
11. Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33(1), 159–174.
12. Vaughan, D. (1996). *The Challenger launch decision: Risky technology, culture, and deviance at NASA*. Chicago: University of Chicago Press.
13. Edmondson, A. (1999). Psychological safety and learning behavior in work teams. *Administrative Science Quarterly*, 44(2), 350–383.
14. Reason, J. (1997). *Managing the risks of organizational accidents*. Aldershot: Ashgate.
15. Dekker, S. (2016). *Just culture: Restoring trust and accountability in your organization* (3.ª ed.). Boca Raton: CRC Press.
16. Strathern, M. (1997). “Improving ratings”: Audit in the British university system. *European Review*, 5(3), 305–321.
17. International Electrotechnical Commission (2009). *IEC 60038: IEC standard voltages*. Genebra: IEC.
18. National Fire Protection Association (2024). *NFPA 70E: Standard for electrical safety in the workplace*. Quincy, MA: NFPA.
19. Hounkpati, B. (2026). *Saúde dos controles críticos: um método de dois níveis para verificar os controles contra a energia letal* (proposta metodológica, versão 2.0). RISKOPILOT. riskopilot.com
20. Energy Institute (2015). *Tripod Beta: Guidance on using Tripod Beta in the investigation and analysis of incidents, accidents and business losses*. Londres: Energy Institute.
21. Regulamento (UE) 2016/679 (Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados), artigo 35; Grupo de Trabalho do Artigo 29 (2017). *Orientações relativas à avaliação de impacto sobre a proteção de dados* (WP 248 rev. 01).
22. Edison Electric Institute (2020). *Safety classification and learning (SCL) model*. Washington, DC: EEI.
23. Brasil. Lei n.º 13.709, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), arts. 5.º, XVII, e 38.

SOBRE O AUTOR

Bruno Hounkpati é CEO e ex-vice-presidente de SSMA. Fundador da RISKOPILOT e da HSESKILLS.NET, conduziu centenas de investigações de incidentes em petróleo e gás, mineração e construção, e é praticante credenciado de Tripod Beta desde 2005.

Para citar este documento: Hounkpati, B. (2026). *O guia de implantação do CCHI: da primeira unidade à empresa, por etapas* (edição 1.0). RISKOPILOT. riskopilot.com

© 2026 RISKOPILOT. A RISKOPILOT é operada pela HSESKILLS Ltd, Reino Unido. Licenciado sob a licença Creative Commons Atribuição–SemDerivações 4.0 Internacional (CC BY-ND 4.0): você pode compartilhá-lo em qualquer meio, sem alterações e com atribuição. creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.pt-br É uma orientação geral, não uma consultoria sobre qualquer operação específica, e não substitui obrigações legais ou regulatórias.



MEDIR A PRESENÇA DA SEGURANÇA

*Uma taxa de acidentes em queda não protege ninguém.
Um controle crítico verificado, sim.*

Bruno Hounkpati

PARA PLANEJAR A SUA IMPLANTAÇÃO OU PEDIR MAIS INFORMAÇÕES

contact@riskopilot.com

riskopilot.com

O guia de implantação do CCHI · Edição 1.0 · setembro de 2026
Põe em prática a proposta metodológica v2.0 · Bruno Hounkpati