ANDRADE SAFE / INFRAESTRUTURA CRÍTICA

Quando a rede falha, a aviação para.

O incidente da FAA de 13 de novembro de 2026 e a engenharia por trás da redundância, da integridade dos dados e da recuperação segura.



117 INSTRUÇÕES DE EXECUÇÃO

Artigos PT / EN / ES · 30 arquivos gráficos · laboratório de confiabilidade · fontes FAA/NIST · SEO/GEO

Publicação ainda NÃO executada · A causa raiz da ocorrência permanece sob investigação na data de apuração.

Data da apuração: 15/11/2026

Publicação: NÃO EXECUTADA

Idiomas: PT-BR, EN e ES

Entrega: kit completo para integração no Sites/Work

Versões base: três artigos integrais em artigos/

> **Tese-mestra:** uma rede não precisa sofrer apagão total para perder a integridade operacional exigida por um serviço crítico. O incidente da FAA permite explicar falhas comuns, redundância e recuperação sem antecipar a investigação.

Fontes e materiais do kit: editorial/FONTES_VERIFICADAS.md, editorial/SEO_GEO_PT_EN_ES.csv, calculos/parametros_modelo.json, figuras/, laboratorio/.

---

1. POSICIONAMENTO, PÁGINAS E STATUS

001. O artigo é um **estudo de caso técnico**, não uma notícia apenas reescrita.

002. Usar como título-base em PT: “Quando a rede falha, a aviação para: o que a crise da FAA ensina sobre engenharia de confiabilidade?”

003. A tese central deve ser: redes conectadas podem perder integridade de informação e confiabilidade operacional sem sofrer apagão completo.

004. O público compreende engenheiros de manutenção, confiabilidade, software, tecnologia, gestão de riscos, logística e profissionais de infraestrutura crítica.

005. A categoria será uma categoria **já existente**, escolhida pelo Sites conforme a arquitetura real; não criar categoria “Tecnologia de Aviação” sem autorização.

006. Preservar o projeto e o CMS existentes, sem refazer navbar, rodapé, design system, banco, rotas globais ou outros artigos.

007. Artigos-base em artigos/ são completos; PUBLICAR O CONTEÚDO INTEGRAL e não converter este Prompt Mestre em matéria.

008. Produzir três páginas independentes PT-BR, EN e ES, revisando naturalidade e terminologia de cada uma.

009. A data de apuração é 15/11/2026; a data real de publicação é gerada na execução, sem retroagir.

010. Marcar o material como **não publicado** até haver URLs públicas verificadas.

2. FATOS VERIFICADOS E DOCUMENTAÇÃO

011. Fonte nuclear obrigatória: FAQ oficial da FAA de **15/11/2026**, URL listada em FONTES_VERIFICADAS.md.

012. Evento em 13/11/2026: suspensão preventiva nacional de decolagens diante de instabilidade de telecomunicações, não acidente aeronáutico.

013. Descrever início aproximado de problema às 15h30 ET e retomada 20h15 ET, distinguindo intervalo de tempo e duração formal do ground stop.

014. Escrever que houve instabilidade em 17 dos 22 ARTCCs e em instalações de aproximação terminal, conforme FAA.

015. Nunca afirmar apagão integral de rádios ou radares; parte dos dados permaneceu confiável.

016. A FAA relatou aproximadamente 1.000 tentativas de conexão em quatro a cinco segundos; conversão aritmética para 200–250/s deve ser qualificada.

017. Não chamar a métrica 200–250/s de tráfego total da FTI ou de taxa de pacotes de toda a rede.

018. Distinguir Amarillo (TX) e El Dorado (AR) como locais de atenção na investigação inicial, não fontes definitivamente comprovadas.

019. Atribuir ao comunicado da FAA a informação sobre atividades da L3Harris em roteador de El Dorado.

020. Registrar que a agência bloqueou locais suspeitos e desabilitou função de difusão em aproximadamente 60 roteadores semelhantes, segundo FAA.

021. Indicar que a causa raiz ainda não estava concluída no corte informacional de 15/11.

022. Afirmar somente que não havia evidência de ciberataque até aquela atualização; não dizer que sabotagem ou ataque foi provado ou definitivamente excluído.

023. Ao citar 12.462 cancelamentos em 13/11, destacar que a própria FAA adverte não serem todos causados diretamente pela parada.

024. Consultar U.S. DOT, comunicado original FAA e, para contexto, Reuters, mas a hierarquia editorial mantém a FAA como referência primária.

025. Se a FAA publicar laudo técnico posterior, revalidar as informações de todas as versões e converter em atualização de artigo vivo.

3. O QUE AINDA NÃO SE SABE

026. Não inventar esquema de rede da FAA, número de roteadores afetados além dos comunicados ou arquitetura interna.

027. Não afirmar que o novo roteador foi a única causa; associação temporal não equivale a causalidade provada.

028. Não afirmar sem documento que todos os sistemas de contingência falharam; a FAA descreveu procedimentos de segurança preservados.

029. Não criar depoimentos de pilotos, controladores, engenheiros ou gestores que não foram publicados.

030. Não inferir danos materiais, mortes ou acidentes aéreos causados por esta ocorrência.

031. Em todas as seções do artigo, distinguir claramente **fatos oficiais**, **explicação física/engenharia geral**, **hipóteses de estudo** e **pontos ainda investigados**.

032. Não usar tecnologia de inteligência artificial como explicação causal sem evidência oficial.

033. Não associar números financeiros ao evento sem fonte, metodologia e escopo devidamente documentados.

4. PROFUNDIDADE DE ENGENHARIA

034. Explicar diferença entre disponibilidade, integridade de dados, latência, desempenho e segurança operacional.

035. Expor a topologia conceitual: fontes de radar/rádio → rede → centros ATC → decisão operacional, claramente rotulada como ilustração, não rede real.

036. Explicar que falha de serviço pode incluir informação inconsistente mesmo com equipamentos energizados.

037. Definir ponto único de falha, redundância, tolerância a falhas, modos degradados e barreiras de recuperação.

038. Distinguir independência aparente de independência real por configuração, software, fornecedor, plano de controle ou caminho físico.

039. Explicar falhas de causa comum sem alegar que determinado componente foi a causa comprovada do caso.

040. Descrever propagação de dados anômalos e necessidade de segmentação em nível conceitual, sem detalhar exploração ofensiva.

041. Explicar gestão de mudanças, avaliação de dependências, janela, teste, observabilidade, rollback e critérios de aceitação.

042. Apresentar lógica de restrição preventiva e retorno gradual como mecanismo de gestão de demanda e segurança.

043. Comparar conceitualmente com sistemas elétricos, saneamento, hospitais e automação industrial sem equiparar requisitos legais.

044. Incluir diferenças entre RTO (tempo-alvo de recuperação), RPO (perda de dados tolerada) e critérios de retomada quando aplicáveis; esclarecer que RPO nem sempre é o indicador decisivo para controle em tempo real.

045. Discutir disponibilidade de serviço e integridade da informação como métricas complementares, não substitutas.

046. Concluir com lições de engenharia verificáveis, não com julgamento de culpa.

5. MODELO MATEMÁTICO E LIMITAÇÕES

047. Trabalhar apenas com exemplo fictício: $A=0,98$ por componente, $c=0,01$ para evento comum e $n=3$ etapas em série.

048. Expressar corretamente que $q=1-A$ representa indisponibilidade de componente no horizonte definido.

049. Paralelo perfeito independente: $A_p = 1-(1-A)^2 = 0,9996$.

050. Paralelo com evento comum: $A_c = (1-c)\times A_p = 0,989604$.

051. Três estágios independentes em série: $A_s = A^3 = 0,941192$.

052. Converter com $H=(1-A_{modelo})\times 8.760$ h, sem confundir probabilidade de estado com frequência de incidentes.

053. Valores a reproduzir: 175,20 h; 3,504 h; 91,06896 h; 515,15808 h respectivamente.

054. Todos os parâmetros devem ser tratados como ilustração matemática; nenhum foi medido na FAA.

055. Deixar explícita a hipótese de comutação perfeita e de independência entre falhas locais, salvo c.

056. Comparar arquiteturas sob as mesmas fronteiras de risco: evento compartilhado não pode ser ignorado em uma alternativa e cobrado apenas em outra.

057. Distinguir indisponibilidade anual equivalente de interrupções realmente observadas; não converter horas hipotéticas em dados jornalísticos.

058. Evitar afirmar que 99,96% de disponibilidade corresponde a 99,96% de segurança; são variáveis distintas.

6. GRÁFICOS E MATERIAL VISUAL

059. Utilizar as cinco figuras autorais do diretório figuras, sempre com variante linguística da página.

060. Figura 01 é hero editorial da cadeia de dependências; respeitar aviso de que não representa a topologia FTI real.

061. Figura 02 é cronologia; não transformar janela entre início do problema e liberação em duração exata do ground stop.

062. Figura 03 distingue dados, roteamento, centros e decisões; é conceitual.

063. Figura 04 ilustra redundância e falha comum sem atribuição causal ao evento da FAA.

064. Figura 05 compara horas hipotéticas equivalentes; informar explicitamente que não são horas efetivamente paradas.

065. Existem 15 SVG editáveis e 15 PNG prontos para exibição (cinco figuras × três idiomas × dois formatos).

066. Fornecer textos ALT descritivos, não redundantes, com idioma natural de cada página.

067. Usar SVG como fonte preferencial se a plataforma o sanitizar corretamente; usar PNG quando necessário.

068. Não inserir fotos reais de aeroportos sem licença e legendas contextuais, nem imagens de terceiros como se fossem da FAA neste evento.

7. LABORATÓRIO INTERATIVO

069. Arquivo obrigatório: laboratorio/Laboratorio_Confiabilidade_Redes_Criticas_PT_EN_ES.html.

070. Oferecer versões PT/EN/ES selecionáveis, controles de A, c e n, valores percentuais e gráfico dinâmico.

071. Ao alterar parâmetros, todas as métricas e a tabela devem atualizar imediatamente e sem recarga da página.

072. O laboratório calcula disponibilidade de uma unidade, paralelo perfeito, paralelo com evento comum e série de n unidades.

073. Incluir horizonte convencional de 8.760 h e nota de que é apenas equivalência matemática.

074. Testar cenário padrão com resultados registrados em calculos/resultados_validacao.csv.

075. Permitir reset e exportação CSV; testar também comportamento em mobile.

076. Incluir equações no corpo do laboratório e referências às limitações da independência e comutação perfeita.

077. Não sugerir que o laboratório simula FTI, rede ATC, padrões de transmissão ou relatório de investigação.

078. Quando o CMS não permitir HTML interativo, publicar rota isolada segura ou apresentar fallback PNG + tabela + equações.

079. Não executar scripts externos ou coletar dados do leitor; HTML deve permanecer autocontido.

8. VERSÕES PT, EN, ES E SEO

080. Publicar integralmente os arquivos de artigos, sem cortar seções técnicas por redução automática de texto.

081. Adaptar termos: ground stop, ARTCC, air traffic control, common-cause failure, fallo de causa común, etc.

082. Usar títulos, slug e metadescrição por idioma do arquivo editorial/SEO_GEO_PT_EN_ES.csv.

083. Não duplicar o canonical: cada página possui canonical próprio correspondente ao seu slug efetivamente publicado.

084. Configurar hreflang recíproco pt-BR, en, es e x-default para PT se esta for a convenção do site.

085. Adicionar OG/Twitter cards e schema Article/NewsArticle apenas se compatível com o CMS e os dados realmente disponíveis.

086. Atualizar dateModified apenas quando ocorrer revisão substancial de conteúdo, não a cada build automático.

087. Evitar FAQ estruturado com promessa de rich results; FAQ editorial pode permanecer no corpo.

088. Escolher as categorias existentes do site; não duplicar um artigo já publicado sobre risco operacional ou redundância.

089. Validar enlaces internos na publicação: artigos de confiabilidade, integridade de dados, automação, oleodutos e gestão de riscos.

090. A data original da falha (13/11) e da apuração (15/11) devem ser visíveis de forma inequívoca.

091. Usar inglês e espanhol editoriais naturais, sem traduções literais automáticas de expressões técnicas.

9. CITAÇÃO, DIREITOS E CUIDADOS REGULATÓRIOS

092. Priorizar página oficial da FAA (15/11) para fatos do incidente; manter link clicável visível.

093. Usar NIST SP 800-53 e SP 800-34 como apoio de engenharia, sem apresentá-las como leis brasileiras.

094. Não transformar recomendações de gestão de mudanças em constatações de descumprimento por parte da FAA.

095. Para contexto local no Brasil, falar de aplicações industriais sem inventar obrigação de NR ou prazo legal.

096. Dados de voos e instabilidade devem ser atribuídos à fonte e ao instante de atualização correspondente.

097. Evitar imagens de tragédias antigas, cenas de acidentes não relacionados ou dramatizações que confundam o leitor.

098. Fotos não incluídas no kit exigem verificação individual de autoria, direitos e representação do local.

099. Artigos em evolução devem ter histórico editorial e correções transparentes, sem apagar contexto anterior.

100. Não reproduzir trechos longos ou gráficos protegidos de notícias de terceiros; usar texto original e visual autoral.

10. PUBLICAÇÃO EM UMA EXECUÇÃO

101. A execução pelo Sites deve ser única: pesquisar atualização necessária → revisar → montar três páginas → SEO → publicar → validar → reportar.

102. Não abrir projeto novo nem reescrever componentes gerais do blog.

103. Conferir colisões de slug ou tema e preservar clusters existentes.

104. Importar figuras correctas PT/EN/ES por caminho relativo e verificar que todas carregam.

105. Integrar laboratório somente após verificar responsividade e permissões de execução; fallback se não houver suporte.

106. Não iniciar outra publicação automaticamente após concluir esta, mesmo que o ciclone esteja planejado.

107. Validar status HTTP, H1, texto integral, fontes, imagens, links internos, metadados e esquema de cada idioma.

108. Confirmar canonical próprio, hreflang recíproco, indexabilidade e inclusão no fluxo normal de sitemap.

109. Não declarar indexado no Google/Bing se não houver confirmação; a URL pública não prova indexação.

110. Entregar relatório breve com URLs PT/EN/ES, data, verificações e pendências.

11. ROTEIRO DAS PRÓXIMAS LINHAS EDITORIAIS

111. O arquivo editorial/PLANO_EDITORIAL_TRES_FRENTES.md formaliza Engenharia dos Desastres, Ciência Aplicada e Meio Ambiente & Resiliência.

112. A próxima pauta selecionada é ciclone extratropical e cargas de vento no Sul do Brasil, mas não publicá-la nesta execução.

113. Antes de preparar esse artigo, conferir previsões, alertas e observações de fontes oficiais e não antecipar prejuízos que não ocorreram.

114. Distinguir física didática de vento (pressão dinâmica) dos requisitos completos da NBR 6123 e do dimensionamento profissional.

115. Usar taxonomia existente do blog e clusters de conteúdo em vez de proliferar categorias só porque o tema é novo.

116. Priorizar eventos com mecanismos físicos claros e fontes verificáveis, sem sensacionalismo.

117. Tornar o evento um gancho e a engenharia o conteúdo de referência evergreen.

Resumo de verificação para o Sites

• **Fonte factual principal:** https://www.faa.gov/newsroom/nationwide-ground-stop-questions-and-answers

• **Leitura de apoio de engenharia:** https://csrc.nist.gov/pubs/sp/800/53/r5/upd1/final e https://csrc.nist.gov/pubs/sp/800/34/r1/upd1/final

• **Matemática de referência:** A=0,98; c=0,01; n=3 → A paralelo=99,96%, A compartilhado=98,9604%, A série=94,1192%.

• **Correção editorial obrigatória:** não confundir janela de 15h30–20h15 com duração formal exata da ordem de parada.

• **Vigência:** consultar comunicações novas da FAA no dia de publicação e atualizar sem confundir fato e hipótese.

• **Resultado esperado:** 3 URLs reais publicadas e verificadas; HTML interativo incorporado ou fallback honesto; relatório da execução.