

# CHERNOBYL E COMISSIONAMENTO: O QUE O ACIDENTE ENSINA SOBRE TESTES CRÍTICOS E GOVERNANÇA

Chernobyl mostra por que funções críticas, testes integrados, critérios de aborto, proteção, readiness e governança precisam ser verificados antes da operação. Uma análise do INSAG-7 aplicada ao comissionamento moderno.

## SUMÁRIO

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. A UNIDADE 4 ENTROU EM OPERAÇÃO SEM UMA FUNÇÃO CRÍTICA TER SIDO DEMONSTRADA . . . . .                 | 4  |
| 2. O TESTE DE CHERNOBYL NÃO DEVE SER CHAMADO RETROSPECTIVAMENTE DE “TESTE DE COMISSIONAMENTO” . . . . . | 4  |
| 3. O HISTÓRICO DO TESTE MOSTRA UMA PENDÊNCIA QUE ATRAVESSOU ANOS . . . .                                | 5  |
| 4. A FINALIDADE DO TESTE ERA LEGÍTIMA – E ISSO TORNA A LIÇÃO AINDA MAIS IMPORTANTE . . . . .            | 6  |
| 5. QUANDO AS CONDIÇÕES MUDAM, O TESTE PRECISA VOLTAR AO GATE DE DECISÃO                                 | 6  |
| 6. CRITÉRIOS DE ABORTO NÃO SÃO DETALHE DE PROCEDIMENTO . . . . .                                        | 7  |
| 7. SISTEMAS DE PROTEÇÃO NÃO SÃO OBSTÁCULOS AO TESTE . . . . .                                           | 7  |
| 8. DESIGN REVIEW: COMMISSIONING NÃO CONSEGUE CORRIGIR UMA ARQUITETURA INSEGURA SOZINHO . . . . .        | 8  |
| 9. O PROBLEMA NÃO ERA APENAS TÉCNICO: ERA TAMBÉM TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO . . . . .                | 9  |
| 10. INDEPENDENT TECHNICAL REVIEW: UMA BARREIRA QUE PRECISA EXISTIR ANTES DA CRISE . . . . .             | 9  |
| 11. CHERNOBYL MOSTRA POR QUE COMMISSIONING COMEÇA ANTES DO START-UP                                     | 10 |
| 12. O PARALELO COM DATA CENTERS, SUBESTAÇÕES E PLANTAS INDUSTRIAIS . .                                  | 10 |
| 13. OITO PERGUNTAS QUE DEVERIAM EXISTIR ANTES DE QUALQUER TESTE CRÍTICO                                 | 11 |
| 14. O QUE A A3A ENGENHARIA DEVE DEMONSTRAR AO ATUAR EM COMISSIONAMENTO                                  |    |
| 15. CONCLUSÃO TÉCNICA: O VALOR DO COMMISSIONING APARECE ANTES QUE A FALHA VIRE ACIDENTE . . . . .       | 12 |

Chernobyl é normalmente lembrada como um acidente nuclear causado por uma combinação extrema de características de projeto, condições operacionais, decisões humanas e falhas de segurança e governança. Para a engenharia de comissionamento, porém, existe uma camada especialmente instrutiva: **uma função crítica de segurança da Unidade 4 entrou em operação comercial sem ter sido satisfatoriamente demonstrada nas condições para as quais havia sido concebida.**

O teste realizado na madrugada de 26 de abril de 1986 pretendia verificar se a energia mecânica remanescente do turbogerador durante sua desaceleração poderia manter a alimentação de equipamentos essenciais por tempo suficiente durante uma perda total de energia, antes que outras fontes de emergência assumissem sua função. A finalidade técnica do teste era legítima. O problema estava no contexto em que aquela validação foi planejada, adiada, modificada e finalmente executada.

O **INSAG-7**, relatório da International Atomic Energy Agency – IAEA que revisou as conclusões iniciais sobre o acidente, registra algo particularmente relevante para qualquer engenheiro que trabalhe com commissioning: a Unidade 4 foi comissionada em dezembro de 1983 sem que esse modo de emergência tivesse sido testado. A própria comissão afirma que testes dessa natureza deveriam integrar os ensaios pré-operacionais das condições de projeto.

Isso não significa que “a falta de comissionamento causou Chernobyl”. Essa seria uma simplificação tecnicamente incorreta. O acidente resultou da combinação de características físicas do RBMK, deficiências no projeto das barras de controle e sistemas de proteção, informações de segurança insuficientemente transferidas aos operadores, procedimentos deficientes, alterações das condições previstas para o teste e uma estrutura regulatória e de segurança incapaz de conter o risco.

A lição é outra: **Chernobyl demonstra o que pode acontecer quando uma função crítica atravessa a fronteira entre projeto e operação sem uma cadeia robusta de requisitos, verificação, readiness, critérios de interrupção, gestão de mudanças e autoridade técnica independente.**

## 1. A UNIDADE 4 ENTROU EM OPERAÇÃO SEM UMA FUNÇÃO CRÍTICA TER SIDO DEMONSTRADA

O INSAG-7 descreve o objetivo do ensaio de rundown do turbogerador de forma bastante clara. Em uma condição de perda total da alimentação elétrica interna, a energia cinética da turbina em desaceleração deveria continuar produzindo energia por um intervalo suficiente para alimentar equipamentos essenciais, incluindo bombas associadas à circulação e ao resfriamento, enquanto a arquitetura de emergência evoluía para o estado previsto pelo projeto.

Não se tratava, portanto, de simplesmente observar uma turbina diminuindo de velocidade. A função dependia da interação de geração elétrica, alimentação de cargas, bombas, comportamento hidráulico, proteções, lógica de controle, condições do reator e procedimentos operacionais.

O dado decisivo é histórico: segundo a comissão reproduzida no INSAG-7, **Chernobyl Unit 4 foi comissionada em dezembro de 1983 sem que esse modo tivesse sido testado nas condições requeridas**. O relatório acrescenta que esse tipo de teste deveria ser parte integrante da verificação pré-operacional das principais condições de projeto.

Esse ponto é extraordinariamente atual. Em qualquer infraestrutura crítica, existe uma diferença entre ter os equipamentos instalados e ter uma função demonstrada. Uma UPS pode estar instalada e energizada sem que a transição entre fontes tenha sido demonstrada. Um relé pode estar parametrizado sem que a cadeia proteção comando disjuntor sinalização supervisão tenha sido testada. Um grupo gerador pode partir isoladamente sem que se tenha provado a transferência completa sob falha da alimentação normal.

O comissionamento existe justamente para fechar essa lacuna entre **presença física e capacidade operacional demonstrada**.

## 2. O TESTE DE CHERNOBYL NÃO DEVE SER CHAMADO RETROSPECTIVAMENTE DE “TESTE DE COMISSIONAMENTO”

É importante usar a terminologia com rigor. O ensaio de 1986 não foi denominado historicamente como um teste de commissioning nos moldes atuais, e não seria correto reescrever o evento usando uma classificação que não pertencia ao contexto documental da época.

Sob a ótica contemporânea, entretanto, sua natureza é diretamente comparável à de um **teste funcional integrado de uma função crítica**. A comissão soviética reproduzida no INSAG-7 chega a rejeitar expressamente a ideia de tratar aqueles programas como testes

puramente elétricos. O motivo é técnico: eles alteravam a alimentação de sistemas essenciais da unidade e exigiam intervenções em proteções e bloqueios.

A própria comissão os caracteriza como **testes complexos da unidade** e sustenta que deveriam envolver a estrutura de engenharia e segurança correspondente à criticidade do ensaio.

Essa distinção é fundamental. Um equipamento isolado pode passar em todos os testes de bancada e a função global continuar falhando. É por isso que a arquitetura moderna de commissioning separa FAT, SAT, testes funcionais, testes integrados, testes de desempenho e gates de prontidão.

No artigo sobre [FAT e SAT](#), essa diferença aparece como passagem da validação do fornecimento para a validação da condição instalada. Em sistemas críticos, ainda é necessário avançar além: comprovar como os sistemas respondem juntos quando ocorre a condição que realmente importa.

### 3. O HISTÓRICO DO TESTE MOSTRA UMA PENDÊNCIA QUE ATRAVESSOU ANOS

O problema não surgiu somente em 1986. O INSAG-7 registra uma sequência de ensaios anteriores.

Em 1982, um teste realizado na Unidade 3 mostrou que as características da corrente gerada durante o rundown não atendiam ao requisito pelo tempo necessário e que o sistema de regulação de excitação do turbogerador precisava ser melhorado. Outros testes foram realizados em 1984 e 1985 com configurações modificadas.

Isso significa que a função estava sendo iterativamente trabalhada, mas a evidência de desempenho satisfatório não havia sido consolidada antes da entrada em operação comercial da Unidade 4.

Na linguagem atual de gestão de completions, essa situação exigiria um controle formal de pendência. A questão não seria apenas “o teste foi realizado?”, mas:

É essa lógica que transforma um problema conhecido em uma pendência rastreável, e uma pendência rastreável em uma decisão técnica.

O conteúdo sobre [Punch List em Engenharia](#) aprofunda justamente essa disciplina de classificação, responsabilidade, evidência de fechamento e impacto no aceite.

#### 4. A FINALIDADE DO TESTE ERA LEGÍTIMA – E ISSO TORNA A LIÇÃO AINDA MAIS IMPORTANTE

Um dos erros mais comuns ao analisar acidentes é supor que a atividade que imediatamente os antecedeu era, por definição, absurda ou desnecessária. O INSAG-7 não sustenta isso.

A ideia de testar a condição de projeto de forma realista fazia sentido. O próprio relatório observa que não havia nada intrinsecamente errado na finalidade do programa. A fragilidade estava principalmente nas medidas de segurança, na compreensão do comportamento do RBMK nas condições previstas e na forma como as condições de execução foram tratadas.

Isso é uma lição central de engenharia: **um teste necessário pode se tornar inseguro quando suas premissas deixam de ser válidas.**

Commissioning não é uma filosofia de “testar tudo a qualquer custo”. É uma disciplina de demonstração controlada. O procedimento precisa estabelecer qual estado do sistema permite iniciar o ensaio, quais variáveis precisam permanecer dentro de limites, que recursos de segurança devem estar disponíveis, como será realizado o retorno a uma condição segura e quando a atividade deve ser interrompida.

O valor do commissioning aparece justamente quando há pressão para “aproveitar a janela”, “terminar hoje” ou “adaptar o procedimento em campo”. Quanto maior a criticidade do sistema, menor deve ser o espaço para improvisação não avaliada.

#### 5. QUANDO AS CONDIÇÕES MUDAM, O TESTE PRECISA VOLTAR AO GATE DE DECISÃO

O INSAG-7 oferece uma formulação que poderia estar em qualquer procedimento moderno de teste crítico. O programa previa uma determinada condição de potência, mas a equipe não conseguiu recuperá-la. O ensaio acabou iniciado em torno de 200 MW térmicos, muito abaixo da condição originalmente prevista.

A comissão destaca quatro fatos: o procedimento foi alterado de forma ad hoc; a alteração ocorreu porque não foi possível atingir a potência definida; as condições resultavam do histórico operacional anterior; e, no momento do teste, a configuração das barras de controle, a distribuição de potência e o estado termo-hidráulico deixavam o reator altamente instável.

A conclusão do INSAG é direta: quando um procedimento de teste se mostra defeituoso ou deixa de funcionar como planejado, **o teste deve cessar enquanto qualquer mudança pretendida é submetida a um processo cuidadosamente planejado de avaliação.**

Esse princípio pode ser traduzido para praticamente qualquer ativo crítico atual.

Se a carga mínima necessária para um IST de Data Center não pode ser estabelecida, o cenário não deve simplesmente ser “adaptado”. Se a configuração de proteção de uma subestação não corresponde à revisão aprovada, o ensaio não deve continuar como se a diferença fosse apenas documental. Se uma válvula, bypass ou permissivo precisa assumir uma condição não prevista para que um teste industrial prossiga, a mudança precisa retornar à engenharia e à análise de riscos.

A palavra-chave é **rebaseline**: o procedimento só continua depois que a nova condição foi tecnicamente entendida, aprovada e incorporada ao conjunto de premissas do ensaio.

## 6. CRITÉRIOS DE ABORTO NÃO SÃO DETALHE DE PROCEDIMENTO

Um teste crítico precisa dizer não apenas como começar, mas também **quando parar**.

Os critérios de aborto são condições objetivas capazes de transformar uma observação em uma decisão imediata de interrupção. Podem envolver tensão, frequência, temperatura, pressão, vibração, potência, vazão, nível, comportamento de proteção, indisponibilidade de redundância, alarme não esperado, perda de comunicação, divergência de configuração ou qualquer outra condição capaz de invalidar o teste ou aumentar o risco além do limite aprovado.

Esses critérios precisam existir antes da execução. Se forem inventados durante o teste, já não funcionam como barreira independente contra a pressão de continuidade.

Também é necessário definir autoridade. Quem pode determinar a interrupção? O líder do teste? A operação? Segurança? O commissioning authority? O representante do proprietário? Em um bom programa de commissioning, qualquer pessoa designada para reconhecer uma condição de parada precisa ter autoridade real para fazê-lo sem depender da conveniência do cronograma.

O caso de Chernobyl mostra por que essa governança importa. Quando as condições operacionais se afastaram do estado planejado, não existiu uma barreira suficientemente forte para converter a perda das premissas em uma parada organizada e uma nova análise.

## 7. SISTEMAS DE PROTEÇÃO NÃO SÃO OBSTÁCULOS AO TESTE

Outro aprendizado importante está na relação entre ensaio e proteção.

Testes complexos frequentemente exigem simulações, permissivos temporários, bypasses controlados ou alterações de modo. Isso pode ser tecnicamente legítimo. O erro é tratar proteções como inconvenientes a serem removidos para “fazer o teste funcionar”.

O INSAG-7 corrige inclusive algumas interpretações iniciais sobre Chernobyl. Nem todos os sistemas anteriormente descritos como indevidamente desativados representaram violações formais. A indisponibilidade do sistema de resfriamento de emergência, por exemplo, havia sido autorizada dentro do contexto do programa. O problema maior apontado pelo relatório é que a unidade permaneceu por um período prolongado em operação a meia potência com um sistema vital indisponível, em circunstâncias que não faziam parte da condição de teste originalmente planejada. Para o INSAG, isso evidenciava deficiência de cultura de segurança.

A analogia moderna é clara. Um bypass autorizado continua sendo um risco controlado e temporal. O teste deve conhecer:

Uma boa gestão de commissioning trata qualquer bypass como uma mudança de configuração, não como uma ação operacional informal.

## **8. DESIGN REVIEW: COMMISSIONING NÃO CONSEGUE CORRIGIR UMA ARQUITETURA INSEGURA SOZINHO**

É igualmente importante evitar outra simplificação: commissioning não corrige magicamente um projeto inadequado.

O INSAG-7 mudou de forma importante o equilíbrio das conclusões originais de 1986. O relatório posterior enfatizou muito mais as deficiências intrínsecas do RBMK, incluindo o coeficiente de vazio positivo em determinadas condições, o comportamento das barras de controle e proteção e a incapacidade de apresentar algumas informações de segurança de forma adequada aos operadores.

Uma das evidências mais impressionantes é que o fenômeno de inserção inicial de reatividade positiva durante a atuação de determinadas barras já havia sido observado antes do acidente. O relatório registra que **Startup Commissions** propuseram medidas para eliminar efeitos perigosos e que essas medidas não foram implementadas antes de Chernobyl. Também registra recomendações de modificações físicas e restrições operacionais que permaneceram sem implementação adequada.

Esse ponto liga commissioning à engenharia de projeto de uma forma muito concreta. Quando testes de partida, operação inicial ou experiência de campo revelam um comportamento indesejado, o achado precisa retroalimentar o projeto, a análise de

segurança, os procedimentos e as demais unidades equivalentes.

Um commissioning que apenas registra o desvio e encerra o relatório não cumpre sua função. A organização precisa possuir um processo capaz de transformar evidência em ação de engenharia.

## 9. O PROBLEMA NÃO ERA APENAS TÉCNICO: ERA TAMBÉM TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO

A IAEA também chama atenção para a inadequação da comunicação entre projetistas, engenheiros, fabricantes, construtores, operadores e reguladores. O problema de Chernobyl não foi simplesmente haver informação inexistente; em vários casos, havia conhecimento técnico que não se converteu em restrição de projeto, proteção automática, procedimento claro ou compreensão operacional.

O Operating Reactivity Margin — ORM é um exemplo. Sua importância para a segurança era maior do que a equipe operacional compreendia, e a indicação desse parâmetro não estava convenientemente disponível para decisão em tempo real. Características críticas do reator não foram transformadas em uma interface homem-máquina, procedimento e treinamento proporcionais ao risco.

Esse é exatamente um problema de **Operational Readiness**.

Uma instalação não está pronta apenas porque o equipamento está tecnicamente completo. É necessário que a organização seja capaz de operá-lo. Isso envolve treinamento, procedimentos normais e de emergência, limites de operação, recursos de manutenção, informação de projeto, configuração final, documentação e capacidade de reconhecer uma condição degradada.

O [Guia Completo de Comissionamento](#) trata readiness como parte do processo de entrega, e o [Handover Técnico](#) aprofunda a transferência da instalação para quem irá efetivamente operá-la e mantê-la.

## 10. INDEPENDENT TECHNICAL REVIEW: UMA BARREIRA QUE PRECISA EXISTIR ANTES DA CRISE

Entre as conclusões mais atuais do INSAG-7 está a importância da análise de segurança e da revisão técnica independente. O relatório trata a revisão técnica independente como um dos pilares de um regime de segurança satisfatório e observa que uma estrutura exigindo aprovação formal e independente para alterações em aspectos de segurança do projeto e dos procedimentos teria contribuído para evitar o acidente.

Esse princípio aparece hoje em várias formas na engenharia: Independent Commissioning Authority, Owner's Engineering, peer review, design review independente, witness de FAT/SAT, technical assurance e gates de autorização.

A independência não significa necessariamente que toda atividade deva ser executada por uma terceira empresa. Significa que uma decisão crítica não pode depender exclusivamente da mesma cadeia que possui pressão direta para concluir a obra, liberar produção ou cumprir o cronograma.

Para o proprietário, esse é um dos maiores valores de uma estrutura de [Owner's Engineering](#): criar capacidade técnica para questionar premissas, validar evidências e impedir que progresso físico seja confundido com prontidão real.

## 11. CHERNOBYL MOSTRA POR QUE COMMISSIONING COMEÇA ANTES DO START-UP

Se o commissioning só começa quando chega a equipe de testes, uma parte importante do trabalho já foi perdida.

Os requisitos de uma função crítica precisam nascer no projeto. O sistema deve possuir pontos de medição, estados de teste, isolamento, instrumentação, lógica, permissivos, registros e procedimentos capazes de tornar a função verificável. O fornecimento precisa ser testável em FAT. A instalação deve atingir Mechanical Completion e Pré-Comissionamento com fronteiras claras. A partida precisa ocorrer somente depois de gates de readiness. Os testes integrados precisam exercitar cenários de falha de forma controlada. As evidências precisam sobreviver no Data Book e no Handover.

Uma sequência moderna pode ser representada por:

**requisitos design review FAT instalação Mechanical Completion**  
**Pré-Comissionamento PSSR/readiness start-up testes funcionais testes**  
**integrados desempenho aceite Handover.**

Cada etapa responde a uma pergunta diferente. A disciplina evita que uma única assinatura chamada "comissionado" tente representar tudo ao mesmo tempo.

Os artigos sobre [Mechanical Completion](#), [Pré-Comissionamento](#) e [PSSR](#) detalham esses gates antes da operação efetiva.

## 12. O PARALELO COM DATA CENTERS, SUBESTAÇÕES E PLANTAS INDUSTRIAIS

A tecnologia é completamente diferente, mas a lógica de engenharia é transferível.

Em um **Data Center**, a função crítica não é apenas “o gerador parte”. O que precisa ser demonstrado é a cadeia completa durante perda de alimentação: detecção do evento, comportamento da UPS, autonomia de baterias, partida do grupo gerador, estabilização, transferência, resposta da climatização, BMS/EPMS, alarmes, redundância, recuperação e retorno ao estado normal. É por isso que o [IST de Data Center](#) possui valor diferente de um teste isolado de equipamento.

Em uma **subestação**, não basta testar separadamente disjuntor, relé, TC, TP, bateria e SCADA. Uma função de proteção precisa demonstrar a cadeia sensor lógica proteção trip abertura sinalização registro de evento supervisão telecomunicação, incluindo intertravamentos e condições de falha quando aplicáveis. O artigo de [Comissionamento de Subestações](#) estrutura essa passagem entre ensaios, energização e aceite.

Em uma **planta industrial**, a partida depende de permissivos, utilidades, instrumentação, válvulas, lógica, ESD, intertravamentos, equipamentos rotativos, procedimentos e operadores. O [Comissionamento Industrial](#) organiza essa progressão entre completação, testes a frio, PSSR, start-up, testes a quente e desempenho.

Em todos esses ambientes, a lição é a mesma: **a função crítica está nas interfaces.**

### 13. OITO PERGUNTAS QUE DEVERIAM EXISTIR ANTES DE QUALQUER TESTE CRÍTICO

Antes da liberação de um ensaio capaz de afetar segurança, continuidade, processo ou integridade de um ativo, o proprietário deveria conseguir responder objetivamente:

1. Qual requisito este teste pretende demonstrar? 2. Qual é a configuração exata e a revisão documental aplicável? 3. Quais pré-condições precisam estar satisfeitas antes do início? 4. Quais sistemas de proteção ou redundância estarão indisponíveis durante a atividade? 5. Quais critérios determinam aprovação, falha ou aborto imediato? 6. Quem possui autoridade para interromper o teste? 7. Como o sistema será retornado a uma condição segura se o cenário não evoluir como previsto? 8. Que evidência será registrada para permitir uma decisão de aceite tecnicamente defensável?

Essas perguntas parecem simples porque condensam décadas de aprendizado de engenharia. Na prática, muitos problemas de commissioning começam justamente quando uma ou mais delas não têm resposta formal.

## 14. O QUE A A3A ENGENHARIA DEVE DEMONSTRAR AO ATUAR EM COMISSIONAMENTO

Em uma contratação de commissioning, o valor não está em preencher checklists ou acompanhar partidas como observador. O trabalho precisa transformar requisitos, riscos, interfaces e testes em uma cadeia de evidência suficientemente robusta para apoiar decisões do proprietário.

Isso pode envolver revisão de requisitos e projeto, Plano de Comissionamento, systemization, análise de procedimentos, witness de FAT e SAT, acompanhamento de Mechanical Completion e Pré-Comissionamento, gestão de punch list, readiness, PSSR quando aplicável, testes funcionais e integrados, registro de retestes, avaliação de documentação, recomendação de aceite e suporte ao Handover.

O serviço de [Comissionamento de Engenharia da A3A Engenharia](#) é a página comercial central dessa disciplina. Para fornecimentos individualizados, o [Comissionamento de Equipamentos](#) organiza FAT, recebimento, instalação, SAT, partida e aceite em uma trilha própria.

A lógica é a mesma evidenciada pelo caso de Chernobyl: uma entrega crítica precisa ser demonstrada, não presumida.

## 15. CONCLUSÃO TÉCNICA: O VALOR DO COMMISSIONING APARECE ANTES QUE A FALHA VIRE ACIDENTE

Chernobyl não pode ser reduzida a uma história sobre um teste mal executado. O INSAG-7 é explícito ao distribuir as causas entre características físicas e de projeto do RBMK, falhas em sistemas de controle e proteção, ações operacionais, procedimentos, transferência de informação, análise de segurança, regulação e cultura de segurança.

Mas é justamente por ser um evento multicausal que ele se torna tão útil para compreender commissioning.

A Unidade 4 entrou em operação sem uma condição crítica do projeto ter sido satisfatoriamente testada. Ensaios anteriores haviam revelado desempenho insuficiente. Uma função aparentemente elétrica dependia, na realidade, de múltiplas interfaces da planta. Mudanças de condição foram introduzidas durante a preparação do teste. Informações de segurança não estavam convertidas de forma adequada em projeto, proteção, instrumentação e treinamento. Problemas conhecidos anteriormente não se transformaram em medidas eficazes. E uma estrutura independente de decisão não foi capaz de interromper a progressão quando as premissas se deterioraram.

Commissioning moderno existe para criar barreiras exatamente nesses pontos.

Ele não garante que nenhum sistema falhará. Não substitui projeto seguro, operação competente, manutenção, análise de risco ou regulação. Sua função é outra: **produzir evidência objetiva de que uma instalação passou por uma sequência controlada de verificação, teste, readiness e transferência antes de ser aceita para cumprir funções que podem afetar pessoas, produção, continuidade ou patrimônio.**

Essa é a conexão entre Chernobyl e a engenharia atual. O objetivo de estudar um acidente histórico não é usar uma tragédia como argumento comercial. É converter experiência operacional em melhores decisões de engenharia antes que a próxima falha encontre as mesmas lacunas.

Referências técnicas [1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. [The Chernobyl Accident: Updating of INSAG-1](#). INSAG Series No. 7, STI/PUB/913. Vienna: IAEA. [2] ASHRAE. [Guideline 0-2019 – The Commissioning Process](#).

**O teste realizado em Chernobyl era um teste de comissionamento?** Historicamente, não deve ser rotulado dessa forma. Sob a ótica moderna, porém, o ensaio era comparável a uma validação funcional integrada de uma função crítica, porque verificava a interação entre turbogerador, alimentação elétrica, bombas, proteções e condições operacionais. **A falta de comissionamento causou o acidente de Chernobyl?** Não. O INSAG-7 descreve um acidente multicausal, envolvendo características físicas e de projeto do RBMK, sistemas de controle e proteção, decisões operacionais, procedimentos, informação, análise de segurança, regulação e cultura de segurança. A ausência de validação satisfatória de uma função crítica antes da operação é uma das lições relevantes, não uma causa isolada. **A Unidade 4 entrou em operação sem o teste do turbogerador concluído?** Sim. O INSAG-7 registra que a Unidade 4 foi comissionada em dezembro de 1983 sem ter sido testada naquela condição de perda total de alimentação e afirma que ensaios desse tipo deveriam integrar os testes pré-operacionais das condições de projeto. **Por que o teste não era apenas elétrico?** Porque a mudança de alimentação atingia sistemas essenciais e exigia intervenções em proteções e bloqueios. A comissão reproduzida no INSAG-7 classifica a atividade como um teste complexo da unidade, e não como um simples teste elétrico. **Qual é a principal lição de Chernobyl para testes críticos?** Quando as condições previstas pelo procedimento deixam de ser válidas, o teste precisa ser interrompido e a nova condição deve ser tecnicamente avaliada antes da continuidade. O INSAG-7 destaca explicitamente esse princípio. **O que são critérios de aborto em comissionamento?** São condições definidas antes do ensaio que determinam sua interrupção imediata quando a segurança, a validade técnica ou as premissas do teste deixam de estar garantidas. **Como essa lição se aplica a Data Centers e subestações?** Em ambos os casos, a função crítica depende de

interfaces. Em Data Centers é necessário validar transferências, UPS, geradores, climatização e automação de forma integrada; em subestações, proteção, comando, disjuntores, serviços auxiliares, telecomunicações e SCADA precisam funcionar como cadeia. **Qual é o papel do Owner's Engineering em testes críticos?** Owner's Engineering cria uma camada técnica de representação do proprietário para revisar requisitos, procedimentos, riscos e evidências e apoiar decisões independentes de readiness, interrupção e aceite.

## Sobre a A3A Engenharia de Sistemas

Com 30 anos de história, a A3A Engenharia de Sistemas se consolidou como referência em serviços de Engenharia, oferecendo soluções integradas de Telecomunicações, Segurança Eletrônica, Segurança Digital e Instalações Elétricas.

A empresa atua em todas as etapas do ciclo de Engenharia, desde a elaboração de projetos e consultoria técnica até a implantação, manutenção e retrofit de sistemas, sempre em conformidade com as normas técnicas e melhores práticas do setor.