**Norma ANSN 1.05**
**Resolução CNEN 334/24**
**Dezembro / 2024**

# PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE ACIDENTES SEVEROS EM USINAS NUCLEOELÉTRICAS

**Resolução CNEN 334/24**
**Publicação: DOU 20.12.2024**

# NORMA ANSN 1.05

# PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE ACIDENTES SEVEROS EM USINAS NUCLEOELÉTRICAS

Dispõe sobre os requisitos regulatórios para a elaboração, o desenvolvimento e a implementação de Programas de Gerenciamento de Acidentes Severos em Usinas Nucleoelétricas.

Art. 1º Esta Norma foi aprovada pela 701ª Sessão da Comissão Deliberativa da Comissão Nacional de Energia Nuclear, conforme expresso na Resolução nº 334, de 18 de dezembro de 2024.

## CAPÍTULO I
## DISPOSIÇÕES GERAIS

### Seção I
### Do Objetivo e Campo de Aplicação

Art. 2º A presente Norma tem por objetivo apresentar os requisitos para a elaboração, implementação e desenvolvimento de Programas de Gerenciamento de Acidentes Severos (PGAS) em Usinas Nucleoelétricas.
Parágrafo único. O PGAS trata do conjunto de ações preventivas e mitigativas de um acidente severo de modo a garantir o retorno da usina a uma condição segura a longo prazo.

Art. 3º A presente Norma aplica-se às Usinas Nucleoelétricas Existentes ou Novas.
§ 1º As Usinas Nucleoelétricas Existentes devem adequar seu projeto de modo a resistir a acidente com dano ao núcleo ou à evolução de eventos que envolvam falhas múltiplas, "dentro do razoavelmente exequível."
§ 2º O projeto das Usinas Nucleoelétricas Novas deve atender a condição de resistir a acidente com dano ao núcleo ou à evolução de eventos que envolvam falhas múltiplas, incorporando as evoluções tecnológicas e as lições aprendidas.

Art. 4º O atendimento aos requisitos regulatórios e critérios constantes na presente Norma, assim como a elaboração e execução do PGAS, são responsabilidade da Organização Operadora.

Art. 5º Qualquer dúvida que possa existir relacionada aos requisitos regulatórios estabelecidos na presente Norma será dirimida pela ANSN.

Art. 6º As notificações, relatórios e demais comunicações pertinentes a esta Norma devem ser endereçadas à ANSN, exceto quando explicitamente determinado de outra forma pela própria ANSN.

### Seção II
### Das Definições

Art. 7º Para os fins desta Norma, são adotadas as seguintes definições:
I - Acidente Base de Projeto - acidente postulado que leva a condições de acidente para as quais uma instalação é projetada de acordo com critérios de projeto estabelecidos e metodologia conservadora, e para as quais as liberações de material radioativo são mantidas dentro de limites aceitáveis;
II - Acidente Severo - acidente mais grave do que um acidente base de projeto com consequências de dano ao núcleo, que possam levar à liberação de quantidades de materiais radioativos e/ou emissão de radiação acima dos limites de dose anuais estabelecidos para o indivíduo do público;

III - Centro de Suporte Técnico – equipe técnica responsável pela aplicação das estratégias dos Guias de Gerenciamento de Acidentes Severos (GGAS) a serem adotadas para mitigar as consequências da evolução de um acidente severo e conduzir a usina a uma condição estável a longo prazo;
IV - Condição de Acidente Severo - desvio significativo do estado operacional devido a um acidente severo;
V - Condições Estendidas de Projeto - condições de acidentes que não são consideradas na base de projeto, que compreendem tanto eventos sem dano ao núcleo quanto eventos com dano ao núcleo;
VI - Dano ao Núcleo – derretimento parcial ou total de um conjunto de elementos combustíveis no vaso do reator e/ou na piscina de combustível irradiado devido ao comprometimento do processo de remoção do calor;
VII - Organização Operadora - pessoa jurídica possuidora de Autorização para Operação da Usina Nucleoelétrica;
VIII - Unidade de Armazenamento Intermediário - instalação para armazenar combustível irradiado, após o seu período de resfriamento na piscina de combustível, e antes de seu armazenamento em um depósito definitivo;
IX - Usina Nucleoelétrica - instalação fixa, dotada de um único reator nuclear, para a produção de energia elétrica;
X - Usina Nucleoelétrica Existente - usina que já possui licença de construção no Brasil no momento da publicação desta norma, não sendo consideradas as licenças parciais de construção; e
XI - Usina Nucleoelétrica Nova - usina que não possui licença de construção no Brasil na época da publicação da presente norma.

## CAPÍTULO II
## DOS REQUISITOS GERAIS

Art. 8º A Organização Operadora deve apresentar à ANSN e implementar um PGAS contendo, no mínimo, as seguintes informações:
I - objetivos e princípios utilizados para o desenvolvimento e implementação do PGAS;
II - requisitos regulatórios associados aos objetivos e princípios utilizados para o desenvolvimento e implementação do PGAS;
III - resultados de estudos determinísticos, probabilísticos e de projeto realizados para fundamentar o PGAS;
IV - resultados de avaliação da eficiência das ações preventivas e mitigativas, incluindo simulações para análise de acidentes de acordo com o formato padrão vigente para os Relatórios de Análise de Segurança (RAS);
V - descrição dos Procedimentos de Operação de Emergência (POE) e dos Guias de Gerenciamento de Acidentes Severos (GGAS);
VI - indicação das capacidades de desempenho dos sistemas que possam ser usados para apoiar os GGAS;
VII - critérios utilizados para o gerenciamento de acidentes;
VIII - responsabilidades das pessoas e organizações envolvidas no PGAS;
IX - critérios para o treinamento do pessoal; e
X - resultados de revisões e validação de PGAS.
§ 1º O PGAS deve ser desenvolvido para todas as fases do ciclo de vida das Usinas Nucleoelétricas e suas informações devem acompanhar cada fase do licenciamento.
§ 2º Para Usinas Nucleoelétricas Novas, o PGAS deve ser desenvolvido concomitantemente ao projeto da usina.

Art. 9º O PGAS apresentado à ANSN deve, no mínimo:
I - representar uma defesa adicional contra as consequências de acidentes severos para Usinas Nucleoelétricas Existentes e Novas;
II - ter como objetivo principal prevenir a ocorrência de acidentes severos e mitigar quaisquer liberações de radioatividade para além dos limites da usina, estabelecendo a refrigeração do núcleo e garantindo que qualquer ameaça em curso ou imediata às barreiras de liberação de produtos de fissão seja gerenciada;

III - abranger todas as medidas técnicas e administrativas necessárias para prevenir dano ao núcleo, bem como mitigar as consequências desse dano e garantir a estabilização e a manutenção de uma condição estável da usina a longo prazo;
IV - tomar como base um estudo das especificidades da usina, para identificar e levar em conta as características potenciais de projeto, as vulnerabilidades operacionais da usina e os potenciais desafios às funções de segurança e às barreiras de produtos de fissão;
V - investigar as capacidades do projeto da usina por meio do exame do seu desempenho em acidentes específicos que possam levar a dano ao núcleo, incluindo acidentes severos, a fim de minimizar, tanto quanto razoavelmente possível, a liberação de materiais radioativos prejudiciais ao meio ambiente, saúde e segurança do público em geral;
VI - incluir um estudo abrangendo uma combinação de métodos probabilísticos, determinísticos e julgamento de engenharia na identificação de sequências de potenciais eventos que possam levar a acidentes severos;
VII - contemplar as sequências de acidentes improváveis, de acordo com os resultados probabilísticos; e
VIII - conter um conjunto de estratégias para atingir os objetivos de Gerenciamento de Acidentes Severos, que contemple medidas de prevenção e mitigação, na forma de procedimentos e guias.
Parágrafo único. No caso de sítios com mais de uma usina, considerar:
I - a utilização de meios disponíveis e/ou apoio de outras unidades, desde que a operação segura das outras unidades não seja comprometida; e
II - as implicações do acidente em uma unidade interferir nas demais.

Art. 10. A Organização Operadora deve estabelecer procedimentos para manutenção e atualização do PGAS a cada cinco anos, garantindo que o programa considere alterações na configuração da usina, novos resultados disponíveis de pesquisa sobre fenômenos físicos, além da experiência operacional relacionada a acidentes.

## CAPÍTULO III
## DA IDENTIFICAÇÃO DOS MECANISMOS DE DESAFIO

Art. 11. A Organização Operadora deve efetuar um exame sistemático para identificar os mecanismos que possam desafiar as funções de segurança e/ou as barreiras à liberação de material radioativo para fornecer a base de seleção de sequências de acidentes severos.
§ 1º Esse exame deve basear-se, no mínimo, em:
I - conclusões derivadas de um estudo de Avaliação Probabilística de Segurança (APS) nível 1 e nível 2 de escopo total;
II - conclusões derivadas de Análise Determinística de Segurança (ADS) da evolução dos Acidentes Severos;
III - resultados de pesquisas sobre acidentes severos;
IV - lições aprendidas de outras usinas;
V - experiência operacional na usina ou em outras usinas;
VI - julgamento de engenharia;
VII - bases técnicas para o desenvolvimento de estratégias e procedimentos ou guias;
VIII - critérios da aceitabilidade de estratégias e procedimentos ou guias selecionados; e
IX - termos fonte de referência para os planos de emergência.
§ 2º As análises devem considerar a melhor representação física disponível do comportamento da usina para os eventos analisados.
§ 3º Deve ser considerado o conjunto completo de sequências que possam levar a dano ao núcleo.
§ 4º Os códigos computacionais usados para a análise devem ter validação comprovada e serem aceitos pela ANSN.
§ 5º Os resultados dos códigos computacionais devem ser interpretados considerando as limitações do modelo e as incertezas.
§ 6º Devem ser usados códigos de melhor estimativa.
§ 7º A realização de análises de sensibilidade deve ser considerada.

§ 8º Os analistas devem possuir qualificação adequada à execução das suas atividades.

Art. 12. Um procedimento de categorização das sequências de acidentes severos deve ser escolhido e resultar em uma lista de grupos de sequências de acidentes que abordam o comportamento e resposta da usina, incluindo:
I - degradação e derretimento do núcleo;
II - falha do vaso de pressão do reator;
III - falha da contenção;
IV - degradação do combustível irradiado na piscina de combustível;
V - degradação do combustível irradiado durante as operações de transferência da piscina de combustível irradiado para uma unidade de armazenamento intermediário; e
VI - fenômenos associados a acidentes severos.
Parágrafo único. A seleção das sequências de acidente deve:
I - abordar uma categorização adequada e um conjunto de condições de dano ao núcleo; e
II - examinar uma lista completa de condições de dano ao núcleo para determinar um conjunto limitado de eventos iniciadores.

Art. 13. No caso de Usinas Nucleoelétricas Existentes, no qual um PGAS foi implementado sem as APS nível 1 e nível 2 específicas, este deve ser completado e revisado, assim que esses estudos estejam concluídos e formalizados, e seus resultados devem ser usados para rever ou ratificar as estratégias e guias desse programa.

Art. 14. Um escopo completo dos desafios às funções de segurança e às barreiras de produtos de fissão devem incluir aqueles originados a partir de falhas múltiplas de equipamentos, erros humanos e condições postuladas na análise de segurança.

Art. 15. No caso de Usinas Nucleoelétricas Existentes, os desafios às funções de segurança e às barreiras de produtos de fissão devem incluir os perigos externos mais severos do que os considerados na base de projeto, derivados a partir da evolução do risco ao sítio das instalações.

Art. 16. No caso de Usinas Nucleoelétricas Novas, os desafios às funções de segurança e às barreiras de fissão devem incluir os perigos externos considerados na base estendida de projeto.

## CAPÍTULO IV
## DA IDENTIFICAÇÃO DAS VULNERABILIDADES DA USINA

Art. 17. A Organização Operadora deve efetuar um exame sistemático para identificar quaisquer vulnerabilidades específicas da usina com relação a acidentes severos, para enfrentar os mecanismos de desafio às suas barreiras de proteção, incluindo a perda das funções de segurança.
§ 1º Esse exame deve basear-se, no mínimo, em:
I - conclusões derivadas de um estudo de Avaliação Probabilística de Segurança (APS) nível 2 de escopo total;
II - conclusões derivadas de Análise Determinística de evolução do Acidente Severo;
III - resultados de pesquisas sobre acidentes severos;
IV - lições aprendidas de outras usinas; e
V - julgamento de engenharia.
§ 2º O exame sistemático deve atender, no mínimo, as seguintes finalidades:
I - identificar os fenômenos dos acidentes que podem ocorrer, assim como sua esperada evolução, consequências e severidade;
II - investigar como os acidentes severos vão desafiar as funções de segurança e se essas funções serão perdidas;

III - identificar sequências de acidentes que provocam dano ao núcleo e estudar como a integridade de outras barreiras de produtos de fissão será desafiada e como o desempenho da contenção é afetado durante estes acidentes severos;
IV - considerar eventos que afetem a piscina de combustível irradiado;
V - considerar eventos que afetem o combustível durante as operações de transferência da piscina de combustível irradiado para uma unidade de armazenamento intermediário; e
VI - obter uma compreensão quantitativa da probabilidade de dano ao núcleo e da liberação de produtos de fissão.
§ 3º A seleção de eventos deve ser suficientemente abrangente para fornecer a base de orientação para o corpo técnico da usina em qualquer situação identificada, mesmo que a evolução do acidente seja muito improvável.
§ 4º A identificação de mecanismos potenciais de desafios ao sistema da contenção e/ou à segurança da usina deve ser suficientemente abrangente de forma a prover base para orientação ao corpo técnico da usina com respeito às medidas preventivas e mitigativas em qualquer situação prevista.
§ 5º No caso de Usinas Nucleoelétricas Existentes, a análise das vulnerabilidades deve considerar os riscos externos mais severos do que os considerados na base de projeto, derivados a partir da evolução do risco ao sítio das instalações.
§ 6º No caso de Usinas Nucleoelétricas Novas, a análise de vulnerabilidades deve considerar os riscos externos considerados nas condições estendidas de projeto.

## CAPÍTULO V
## DA IDENTIFICAÇÃO DAS CAPACIDADES DA USINA

Art. 18. A Organização Operadora deve efetuar um exame sistemático para analisar as capacidades da usina em enfrentar, atrasar e mitigar os efeitos dos mecanismos de desafio às funções de segurança e às barreiras de produtos de fissão.
Parágrafo único. Esse exame deve considerar, no mínimo:
I - a definição das categorias de ações de resposta ao acidente e realizar a avaliação dos sistemas e equipamentos, assim como a avaliação dos recursos materiais necessários para executar essas ações;
II - a apresentação de uma descrição e análise das características de projeto para a prevenção e mitigação de acidentes severos;
III - o resultado da investigação de todas as capacidades existentes na usina para cumprir as funções de segurança, inclusive as de base de projeto da usina, considerando o uso de sistemas existentes e melhorias implementadas no projeto original dedicadas à prevenção e mitigação de acidentes nas condições estendidas de projeto;
IV - as capacidades do projeto da usina que possam ser utilizadas, mesmo que essas não tenham sido originalmente projetadas para esse fim, para mitigar as consequências da evolução do acidente severo;
V - a avaliação dos equipamentos e/ou instrumentação existentes quanto a sua capacidade de operarem em condição de acidente severo;
VI - a disponibilidade de equipamentos, tanto os permanentes quanto os não permanentes, podendo ser portáteis ou móveis;
VII - a possibilidade de alguns sistemas e/ou equipamentos, tanto os permanentes quanto os não permanentes, portáteis ou móveis, operarem além da sua condição de projeto;
VIII - a possibilidade de manter as condições necessárias para a operação continuada de equipamentos que são empregados para prevenir liberação de material radioativo para o ambiente;
IX - a investigação da possibilidade de os técnicos da usina executarem ações manuais necessárias serem realizadas em condições ambientais da usina em situação de acidente severo; e
X - o comportamento e a confiabilidade do pessoal técnico, sob condições da usina durante o acidente severo, devem ser investigados e considerados no desenvolvimento dos procedimentos de operação e treinamento.

## CAPÍTULO VI
## DO DESENVOLVIMENTO DE ESTRATÉGIAS

Art. 19. A Organização Operadora deve desenvolver e implementar um conjunto abrangente de estratégias de Gerenciamento de Acidentes Severos, tanto no âmbito preventivo quanto no mitigativo.
§ 1º O objetivo dessas estratégias é recuperar uma condição estável da usina para os cenários de acidente severo.
§ 2º Deve-se identificar sistematicamente os impactos positivos e negativos das estratégias adotadas.
§ 3º Essas estratégias devem basear-se na avaliação dos mecanismos de desafios, das vulnerabilidades, das capacidades da usina e na fenomenologia de acidentes severos, conforme tratado nos Capítulos III, IV e V.
§ 4º Estudos para apoiar o desenvolvimento dessas estratégias, incluindo a seleção de acidentes a serem considerados, devem ser realizados com base em análises determinística e probabilística (APS nível 1 e nível 2), bem como em julgamento de engenharia.
§ 5º Como as estratégias podem ter efeitos diferentes sobre a segurança, devem ser definidas prioridades entre elas, observando-se os seguintes aspectos:
I - no domínio da prevenção, a prioridade é a recuperação das funções de segurança e evitar o dano ao núcleo;
II - no domínio da mitigação, deve ser dada prioridade às medidas que atenuem grandes liberações de materiais radioativos para o meio ambiente e conduza a usina a uma condição estável a longo prazo; e
III - essas prioridades podem mudar durante o curso do acidente.
§ 6º As estratégias devem ser convertidas em procedimentos e orientações para o corpo técnico participante do PGAS.
§ 7º Essas estratégias devem ser desenvolvidas para situações em que a corrente contínua é perdida após uma perda de longo prazo de toda a corrente alternada.
§ 8º Devem ser definidas prioridades entre as estratégias, considerando seus aspectos para a segurança.
§ 9º Os GGAS devem conter uma recomendação de que a seleção de prioridades seja revisada durante o curso do acidente.

Art. 20. Sempre que seja necessária a adição ou adaptação de equipamentos ou instrumentação, a Organização Operadora deve adotar providências para que a especificação dos seus projetos assegure a independência apropriada dos sistemas existentes e margens adequadas em relação ao uso do equipamento ou instrumentação em condições de acidente e/ou acidente severo.
§ 1º Os instrumentos e equipamentos necessários para o gerenciamento do acidente severo devem ter a capacidade de desempenhar a função de segurança a que se destina para o tempo de missão necessário em condições de acidente severo.
§ 2º No caso em que equipamentos ou instrumentação existentes são adaptados para operarem fora do seu intervalo normal de base de projeto, os guias de gerenciamento de acidentes severos para o uso de tais equipamentos devem ser atualizados.
§ 3º A margem de incerteza da leitura dos equipamentos deve ser considerada na tomada de decisão da estratégia adotada.

Art. 21. Os dados específicos para o gerenciamento de acidentes severos, obtidos a partir da instrumentação, devem ser apresentados de forma a permitir uma imediata avaliação da condição da usina e das suas funções de segurança em condições de acidentes severos.
Parágrafo único. Os dados obtidos pela instrumentação na Sala de Controle devem ser enviados para a Sala do Centro de Suporte Técnico, localizada separadamente.

Art. 22. A Organização Operadora deve conduzir uma avaliação da disponibilidade, efetividade e limitações dos equipamentos e sistemas não qualificados para operarem em condições de acidentes severos.

Art. 23. A Organização Operadora deve executar uma avaliação para determinar a disponibilidade de opções de fonte fria, energia e outros suprimentos necessários para a realização eficaz das ações de PGAS.

Art. 24. A Organização Operadora deve incluir, nas estratégias, equipamentos e ações para proteger a contenção das consequências de um conjunto selecionado de acidentes em condições estendidas de projeto que possam levar a dano ao núcleo.
§ 1º A seleção desses acidentes deve ser baseada em análise determinística e probabilística, bem como em julgamento de engenharia.
§ 2º Os meios de proteção da contenção em condições de acidente devem atender aos seguintes objetivos:
I - prover a capacidade de isolamento de contenção. Se o isolamento não puder ser garantido, devem ser tomadas medidas mitigativas das consequências da perda dessa função de segurança;
II - ter a capacidade de tentar evitar a degradação significativa do isolamento da contenção, por um período razoável após a ocorrência do acidente e suas consequências;
III - ter a capacidade de gerenciar a pressão e a temperatura da contenção;
IV - ter a capacidade de controlar os gases combustíveis;
V - proteger a contenção contra as consequências da pressão acima ou abaixo dos seus limites de projeto;
VI - evitar o esgotamento do oxigênio da atmosfera da contenção;
VII - impedir a ejeção do núcleo fundido sob alta pressão; e
VIII - prevenir ou mitigar a interação do núcleo fundido com a base de concreto da contenção.

## CAPÍTULO VII
## DA ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTOS E GUIAS

Art. 25. A Organização Operadora deve fornecer um conjunto abrangente de procedimentos e guias, envolvendo o Gerenciamento de Acidentes Severos, incluindo Procedimentos Operacionais de Emergência (POE) e Guias de Gerenciamento de Acidentes Severos (GGAS).

Art. 26. Cópias impressas dos POE e GGAS devem estar sempre disponíveis em todos os centros de gerenciamento de acidentes, em locais onde não possam ser comprometidos.

### Seção I
### Do Escopo dos POE e GGAS

Art. 27. O objetivo dos POE é restabelecer ou compensar as funções de segurança perdidas e definir ações para evitar dano ao núcleo.
Parágrafo único. Os POE devem ser aplicáveis em acidentes que tenham o potencial de causar dano ao núcleo, antes de sua ocorrência.

Art. 28. O objetivo dos GGAS é monitorar, preservar e restaurar as funções de segurança por meio das estratégias de segurança selecionadas.
Parágrafo único. Os GGAS devem ser aplicáveis para mitigar as consequências dos acidentes severos nos casos em que as medidas fornecidas pelos POE não tiverem sucesso na prevenção de dano ao núcleo.

Art. 29. A necessidade de se ter POE e GGAS para lidar com o acidente com potencial de levar a dano ao núcleo, deve ser identificada por uma análise sistemática desse tipo de acidente e das vulnerabilidades da usina para tal acidente, bem como pelo desenvolvimento de estratégias para lidar com essas vulnerabilidades**.**

Art. 30. O desenvolvimento dos POE e GGAS deve considerar fatores específicos do projeto da usina incluindo:
I - estrutura organizacional do PGAS dentro das instalações, com identificação dos papéis e responsabilidades de todos os participantes do programa, incluindo pessoal dos grupos de apoio e de respostas a emergências;

II - parâmetros que definem a transição dos POE para os GGAS;
III - parâmetros fundamentais para diagnosticar o estado de vários sistemas do reator e da usina em toda a progressão do acidente;
IV - ações a serem tomadas para suportar os desafios aos sistemas do reator e da usina;
V - indicadores que possam ser usados para avaliar o sucesso das ações implementadas; e
VI - protocolos de comunicação.

Art. 31. Análises abrangentes devem ser realizadas para a implementação dos POE, baseados em sintomas.
Parágrafo único. Essas análises devem assegurar que o conjunto genérico de ações do operador, relacionadas com a deterioração de cada função de segurança, sejam suficientes para suportar o desafio mais severo.

Art. 32. Após a conclusão dos GGAS, deve ser verificado se todas as sequências importantes de acidentes da usina foram consideradas e que os riscos foram adequadamente reduzidos.

Art. 33. Os POE e GGAS devem ser escritos de forma que possam ser facilmente executados sob condições de alto estresse e devem conter detalhes suficientes a fim de assegurar que o foco se situe sobre as ações necessárias.

## Seção II
## Do Conteúdo dos POE e GGAS

Art. 34. Os POE e GGAS devem conter as informações e instruções necessárias para o pessoal técnico responsável, incluindo a forma de utilização de equipamentos, bem como suas limitações, precauções e benefícios.
Parágrafo único. Os guias também devem abordar os vários aspectos positivos e negativos das consequências das ações propostas.

Art. 35. Os procedimentos e guias devem conter os seguintes elementos:
I - objetivos e estratégias;
II - critérios de inicialização;
III - janela de tempo dentro da qual as ações devem ser aplicadas;
IV - duração possível das ações;
V - equipamentos e recursos necessários;
VI - ações a serem realizadas;
VII - precauções;
VIII - critérios de alteração e término;
IX - critérios de transição para as disposições de longo prazo; e
X - monitoramento da resposta da usina.

Art. 36. Os POE devem permitir ao operador um reconhecimento imediato das condições de acidente às quais se aplicam.
Parágrafo único. Para cumprir esta função, as condições de entrada e saída devem ser definidas no POE para facilitar a transição entre os POE e a mudança dos POE para GGAS.

Art. 37. O controle e os intertravamentos lógicos da usina que podem precisar ser anulados ou redefinidos para a implementação bem-sucedida de estratégias de gerenciamento de acidentes severo devem ser sistematicamente identificados. Também deve ser verificado se os potenciais efeitos negativos de tais ações foram adequadamente caracterizados e documentados.

Art. 38. Para procedimentos orientados com base em eventos, as decisões e medidas para responder aos acidentes devem ser efetuadas segundo o estado da usina em relação aos eventos pré-definidos, os quais são considerados no projeto e no relatório de análise de segurança.

Art. 39. Procedimentos orientados com base em sintomas e ao estado dos sistemas da usina devem ser desenvolvidos para eventos que potencialmente levem a dano ao núcleo.

Art. 40. Os POE devem conter informações complementares para melhor auxiliar os operadores na tomada de decisão.

Art. 41. As instruções para os POE e GGAS devem incluir ações para dar início ao procedimento de determinação ou mudança das condições do acidente, especificando as ações de resposta à emergência correspondente, mesmo antes que o Centro de Suporte Técnico esteja operacional.

Art. 42. Deve ser estabelecida uma adequada interface entre POE existentes e GGAS, de forma a garantir a continuidade das ações, evitando quaisquer omissões ou contradições.

Art. 43. O GGAS deve ser desenvolvido de forma sistemática, usando uma abordagem específica da usina.
Parágrafo único. O GGAS deve apresentar estratégias para lidar com:
I - cenários de acidentes identificados pelas análises dos acidentes severos decorrentes de dano ao núcleo; e
II - eventos não previstos e seus desdobramentos.

### Seção III
### Dos POE e GGAS para os Modos de Baixa Potência e Desligamento

Art. 44. A Organização Operadora deve desenvolver POE e GGAS específicos para os modos de operação a baixa potência e de desligamento.
§ 1º O escopo desses procedimentos deve ser claramente identificado para cada uma das diferentes situações operacionais.
§ 2º O conjunto de acidentes para os quais os POE e GGAS são desenvolvidos deve ser selecionado de acordo com sua importância com relação à segurança, levando em consideração, entre outros aspectos, a análise de risco em modos de operação a baixa potência e de desligamento.
§ 3º O desenvolvimento dos POE e GGAS deve considerar as características especiais associadas aos acidentes em modo de operação a baixa potência e de desligamento.
§ 4º Os POE e GGAS devem abordar a recuperação das funções de segurança considerando o evento iniciador do acidente severo tanto no vaso de pressão do reator quanto na piscina de combustível.

## CAPÍTULO VIII
## DA PROVISÃO DE EQUIPAMENTOS

Art. 45. A usina deve ser provida de equipamentos de forma a cumprir as funções de segurança, para acidentes que possam levar a dano ao núcleo, incluindo acidentes severos.
Parágrafo único. Sistemas dedicados e/ou características de projeto para o gerenciamento de acidentes severos devem ser implementados**.**

Art. 46. Para algumas usinas existentes, pode-se concluir que não é possível desenvolver um PGAS que leve à redução significativa do risco, ou a um nível de risco aceitável considerando a configuração e disposição de seus equipamentos. Nesse caso, possíveis modificações na usina devem ser consideradas.
Parágrafo único. A Organização Operadora deve propor modificações de projeto quando incertezas na predição analítica de desafios para as barreiras de produtos de fissão não podem ser reduzidas a um nível aceitável considerando os critérios vigentes de aceitação regulatória.

Art. 47. Provisão de equipamentos deve ser considerada quando funções essenciais necessitam estar disponíveis por um tempo adicional e o equipamento, normalmente previsto para essa função, possa não estar disponível para tal intervalo de tempo.
Parágrafo único. Ao estimar a disponibilidade por longo prazo dos componentes deve ser considerada a possibilidade limitada de sua manutenção.

Art. 48. A Organização Operadora deve utilizar métodos de análise apropriados, que incorporem métricas de segurança ou de risco, no processo de tomada de decisões sobre melhorias na disposição de equipamentos.
Parágrafo único. A Organização Operadora deve considerar que as análises, no campo do gerenciamento de acidentes severos não são, em geral, conservativas, mas do tipo melhor estimativa, que por si só não geram margens.

Art. 49. A Organização Operadora deve estabelecer modificações nos equipamentos visando melhorar as características preventivas da usina, de modo a minimizar suas vulnerabilidades identificadas.

Art. 50. Para o domínio mitigativo, a modernização de equipamentos deve visar a preservação da função da contenção como última barreira contra a liberação de radiação para o meio ambiente.

Art. 51. Devem ser tomadas medidas adequadas para remover o calor de decaimento e a energia gerada por detritos do núcleo derretido.

Art. 52. Alterações técnicas de projeto em Usinas Nucleoelétricas Existentes devem ser baseadas em:
I - estudos de usinas similares de acordo com as recomendações internacionais;
II - resultados de pesquisa de segurança de reatores;
III - suporte analítico para o gerenciamento de acidentes severos; e
IV - experiência operacional da própria usina ou de usinas similares.
Parágrafo único. Tais alterações de projeto incluem:
I - integridade e estanqueidade da contenção;
II - controle de pressão e temperatura da contenção;
III - controle da concentração de gases combustíveis;
IV - prevenção do rompimento da parede do vaso de pressão do reator;
V - prevenção e mitigação do derretimento da cavidade da contenção; e
VI - monitoramento das condições da contenção.

Art. 53. Equipamentos e sistemas utilizados para mitigar os acidentes severos devem ser, preferencialmente, independentes dos equipamentos e sistemas empregados para lidar com acidentes de base de projeto.

Art. 54. A confiabilidade e disponibilidade de equipamentos dedicados ou adaptados deve ser assegurada.
Parágrafo único. Deve ser fornecida a demonstração da capacidade e da disponibilidade desses equipamentos na execução de ações necessárias em condição de acidentes que possam levar a dano ao núcleo.

Art. 55. Para minimizar o tempo necessário para implantar o equipamento de maneira não convencional após um acidente severo e garantir que essa implantação possa ser feita com a devida atenção à segurança dos operadores, devem ser desenvolvidos procedimentos para uso dos equipamentos não-permanentes portáteis ou móveis.

Art. 56. O local de armazenamento dos equipamentos não-permanentes, portáteis ou móveis, deve ser protegido contra condições postuladas, incluindo riscos internos e externos.

Art. 57. Deve ser estabelecido um programa de testes e manutenção dos equipamentos permanentes e não permanentes portáteis ou móveis, envolvidos no gerenciamento de acidente severo.

Art. 58. Deve ser garantido que os equipamentos permanentes e não permanentes, portáteis ou móveis, possam ser transportados do seu local de armazenamento para o local de utilização quando forem demandados.

## CAPÍTULO IX
## DA INSTRUMENTAÇÃO E CONTROLE

Art. 59. Os principais parâmetros disponibilizados para os GGAS devem ser obtidos a partir da instrumentação da usina.

Art. 60. A precisão requerida dos instrumentos utilizados para o gerenciamento dos acidentes severos deve ser considerada na avaliação de recursos de instrumentação disponíveis.

Art. 61. O emprego de instrumentação qualificada para as condições ambientais esperadas, em condição de acidente severo, deve ser o método preferido para obter as informações necessárias.
§ 1º A qualificação existente para instrumentos relevantes deve ser verificada.
§ 2º Instrumentação alternativa deve ser identificada quando a instrumentação primária não for disponível ou confiável.
§ 3º O efeito das condições ambientais na leitura do instrumento deve ser estimado, levando em conta que as condições ambientais locais podem divergir das condições ambientais globais e, portanto, a instrumentação qualificada sob condições globais pode não funcionar adequadamente sob condições locais.

Art. 62. Todas as indicações usadas para diagnosticar as condições da usina para gerenciamento de acidentes severos devem ser aferidas e qualificadas para reduzir os riscos associados a eventuais incertezas de medidas dentro de seu intervalo de validade.
§ 1º A gama de instrumentação usada para implementar POE deve cobrir, com margem apropriada, toda a gama de variáveis com a consideração de incertezas analíticas e erros de medição do ambiente em condições de acidente baseadas no projeto.
§ 2º A instrumentação usada para implementar as GGAS deve ter intervalo suficiente para cobrir, com margem adequada, os limites previstos das variáveis determinadas como parte da modelagem de acidentes severos da instalação.
§ 3º A instrumentação essencial para monitorar as condições do núcleo, da contenção e da piscina de combustível irradiado durante um acidente severo deve ser identificada.
§ 4º A instrumentação com função de monitoramento deve ser mantida durante uma perda prolongada de corrente alternada.
§ 5º Uma avaliação específica da unidade deve ser realizada para identificar os equipamentos, materiais e ações necessárias para restaurar a energia aos componentes mínimos essenciais no caso de as baterias instaladas se esgotarem.
§ 6º Todas as informações disponíveis e documentação básica sobre a instrumentação essencial e necessária para apoiar a tomada de decisões no gerenciamento de acidentes severos devem ser disponibilizadas aos membros apropriados das equipes de resposta a emergências.

Art. 63. Ferramentas de cálculo, gráficos pré-calculados ou fórmulas simples, devem ser desenvolvidas e qualificadas para serem usadas na obtenção de informações de parâmetros não medidos ou cujas medições não são confiáveis.
Parágrafo único. Essas ferramentas, em qualquer condição de mudança ou instalação de equipamentos, sistemas ou procedimentos, devem sempre ser atualizadas para dispor de parâmetros que traduzam a nova configuração adotada.

## CAPÍTULO X
## DAS RESPONSABILIDADES E LINHAS DE COMANDO

Art. 64. A Organização Operadora deve definir claramente os papéis e responsabilidades do pessoal envolvido.
Parágrafo único. Funções e responsabilidades no gerenciamento dos acidentes devem ser claramente definidas para o PGAS e para a grupo de resposta a emergência.

Art. 65. A Organização Operadora deve estabelecer as atribuições e responsabilidades dos seguintes participantes do PGAS:
I - operadores de sala de controle;
II - pessoal de campo;
III - gerentes e supervisores de turnos;
IV - gerente da usina / diretor de emergência;
V - pessoal do centro de emergência da usina e de grupos de resposta às emergências;
VI - pessoal do Centro de Suporte Técnico;
VII - outros grupos consultivos e de apoio; e
VIII - pessoal do centro de emergência da operadora.
§ 1º Deve ser especificada de forma clara a função de cada membro das equipes.
§ 2º Deve ser garantida a coordenação dos participantes de modo a minimizar a possibilidade de interação negativa entre as ações realizadas por várias equipes no local.

Art. 66. A Organização Operadora deve assegurar que, durante um acidente severo, todos os grupos tenham todas as informações necessárias para gerenciar o acidente.
§ 1º A Organização Operadora deve definir regras e mecanismos de troca de informações entre as diversas equipes de resposta à emergência.
§ 2º Deve ser estabelecida uma estratégia de substituição da linha de comando para o caso de perda de sua estrutura original.

Art. 67. Em um evento que evolui para um acidente severo todas as transferências de responsabilidade e de autoridade devem estar claramente definidas.

Art. 68. O Centro de Suporte Técnico é composto por uma equipe especializada que deve estar disponível em caso de emergência para fornecer suporte ao pessoal da operação.
§ 1º Critérios para a ativação do Centro de Suporte Técnico devem ser especificados.
§ 2º O Centro de Suporte Técnico deve ser responsável pela realização de avaliações e pela recomendação de ações de recuperação para a autoridade responsável pela tomada de decisão. Esse também deve ser responsável por monitorar a eficácia das medidas de gerenciamento de acidentes severos, uma vez que estas tenham sido iniciadas.

Art. 69. O pessoal do Centro de Suporte Técnico, responsável pelo gerenciamento de acidentes severos, deve ter um conhecimento detalhado dos POE e GGAS, assim como uma boa compreensão dos fenômenos de acidentes severos relativos aos GGAS.

Art. 70. O pessoal do Centro de Suporte Técnico deve estar capacitado para:
I - dar suporte às operações de gerenciamento do acidente;
II - conhecer o plano de emergência da instalação;
III - avaliar o estado da instalação no momento e durante a evolução do acidente; e
IV - identificar e recomendar possíveis opções de estratégias para o gerenciamento do acidente.

Art. 71. A acessibilidade e a habitabilidade dos centros de emergência devem ser asseguradas em condições de acidente severo, atendendo aos requisitos regulatórios da Norma ANSN 3.01.

Art. 72. Os meios de comunicação entre os diferentes grupos de emergência devem ser estabelecidos com redundância, diversidade e separação física.

## CAPÍTULO XI
## DA VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO

Art. 73. Os POE e GGAS devem ser verificados e validados na sua forma de aplicação em campo para garantir que eles sejam administrativa e tecnicamente corretos para a usina e compatíveis com o ambiente no qual eles serão usados.
Parágrafo único. Essa validação deve incluir a modelagem de cenários de acidentes selecionados com e sem consideração das ações de gerenciamento do acidente, bem como treinamentos e exercícios.

Art. 74. A abordagem para treinamento utilizada para verificação e validação específicas para a usina deve ser documentada.
§ 1º A eficácia na incorporação de princípios de engenharia de fatores humanos em procedimentos e orientações deve ser realizada no processo de validação.
§ 2º A validação dos POE deve ser baseada em simulações representativas, empregando um simulador de escopo completo.
§ 3º A validação dos GGAS deve avaliar a precisão técnica, adequação e documentos de referência, bem como a capacidade do pessoal para segui-los e implementá-los, através de treinamento.

## CAPÍTULO XII
## DO TREINAMENTO E EXERCÍCIOS

Art. 75. A Organização Operadora deve estabelecer programas de treinamento e qualificação para os vários grupos organizacionais envolvidos no gerenciamento dos acidentes.

Art. 76. O programa de treinamento deve apresentar uma metodologia que permita mensurar a sua eficácia.

Art. 77. Os POE e GGAS devem ser objeto de treinamento intensivo e específico, abrangendo:
I - a resposta à emergência da usina, usando os POE;
II - a equipe do turno de operação da Sala de Controle e a equipe de gerenciamento de acidentes do Centro de Suporte Técnico;
III - as incertezas na magnitude e no tempo dos fenômenos de acidentes severos;
IV - a simulação de resposta de instrumentação degradada ou indisponível, ou um atraso na obtenção da informação;
V - perda ou falha de comunicação entre técnicos/equipes envolvidos; e
VI - ações e intervenções para anular ou redefinir intertravamentos lógicos do controle da instalação durante o curso do acidente.
Parágrafo único. A transição do POE para GGAS deve ser exercitada para gerenciamento de acidentes severos.

Art. 78. O treinamento em simulador de escopo total deve ser praticado regulamente para a equipe de operação da Sala de Controle, atendendo os requisitos regulatórios da Norma ANSN 1.01.

Art. 79. A resposta a emergência da usina deve ser praticada em simulador de escopo total, usando os POE, para fornecer conhecimentos e habilidades necessárias à equipe de operação da Sala de Controle.

Art. 80. Gerentes e operadores sêniores da usina devem ser treinados para dirigir o pessoal da usina, usando a informação disponível e os sistemas e equipamentos da usina para mitigar as consequências dos acidentes severos.

§ 1º Os operadores devem ser treinados no reconhecimento de situações em que os POE não são adequados e os GGAS devem ser usados.
§ 2º A interface entre GGAS e plano de emergência deve ser considerada, incluindo a declaração de emergência e as correspondentes mudanças organizacionais.

Art. 81. Intervenções requeridas pelos GGAS e necessárias para restaurar as funções de segurança devem ser planejadas e regularmente exercitadas.

Art. 82. Os treinamentos devem abordar as funções a serem executadas pelos diferentes grupos, incluir treinamentos e exercícios para permitir a avaliação das interações entre os vários grupos envolvidos no PGAS, de modo a garantir o entendimento das ações a serem implementadas.

Art. 83. O escopo de treinamento deve considerar a utilização de equipamentos portáteis e móveis, considerando que estes possam ser fornecidos por outras unidades do mesmo sítio.

Art. 84. Os programas de treinamento em gerenciamento de acidentes devem ser revistos periodicamente e atualizados conforme necessário, para atender aos novos conhecimentos e experiência operacional nacional e internacional.

## CAPÍTULO XIII
## DA REVISÃO E ATUALIZAÇÃO DOS POE E GGAS

Art. 85. A Organização operadora deve estabelecer procedimentos para manutenção e revisões periódicas do POE e GGAS para garantir a sua eficácia e eficiência.
§ 1º Em caso de alterações dos POE ou GGAS, o procedimento ou guia afetado deve ser submetido a processo de verificação e validação, conforme apropriado.
§ 2º A definição dos procedimentos para a atualização dos POE e GGAS deve ser baseada em recomendações e experiência nacional e internacional.
§ 3º As revisões devem considerar informações obtidas a partir de ensaios, exercícios, programas de treinamento, verificação e validação, análises de segurança, investigação experimental, alteração de equipamentos e/ou sistemas ou outras fontes.

## CAPÍTULO XIV
## DA GARANTIA DA QUALIDADE

Art. 86. As atividades do PGAS devem ser incluídas no Programa de Garantia da Qualidade da Organização Operadora.

Art. 87. A Organização Operadora deve definir o processo a ser usado para analisar a efetividade dos processos do PGAS.