

PROTOCOLO DE RESPOSTAS ÀS **EMERGÊNCIAS CLIMÁTICAS POR CHUVAS E TEMPESTADES**

CONSELHO NACIONAL | SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA | SESI 80 anos
SUS
MINISTÉRIO DA SAÚDE
GOVERNO DO BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

PROTOCOLO DE RESPOSTAS ÀS **EMERGÊNCIAS CLIMÁTICAS POR CHUVAS E TEMPESTADES**

SESI - DEPARTAMENTO NACIONAL

Antonio Ricardo Alvarez Alban
Diretor

Paulo Mol Junior
Diretor Superintendente

SESI - CONSELHO NACIONAL

Fausto Augusto Junior
Presidente

MINISTÉRIO DA SAÚDE

Alexandre Rocha Santos Padilha
Ministro de Estado da Saúde

Mariângela Batista Galvão Simão
Secretária de Vigilância em Saúde e Ambiente

Mozart Julio Tabosa Sales
Secretário de Atenção Especializada à Saúde

CONSELHO NACIONAL | SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA | SESI 80 anos

PROTOCOLO DE RESPOSTAS ÀS **EMERGÊNCIAS CLIMÁTICAS POR CHUVAS E TEMPESTADES**

Brasília
2026

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS SESI

© 2026. SESI – Departamento Nacional
Qualquer parte desta obra poderá ser reproduzida, desde que citada a fonte.

SESI/DN
Superintendência de Saúde da Indústria

Ficha catalográfica

SESI. Departamento Nacional
S493p Protocolo de respostas às emergências climáticas por chuvas e tempestades / SESI-DN, SESI Conselho Nacional, Ministério da Saúde. – Brasília: [s.n], 2026.
115 p. : il., color.

Inclui bibliografia
Contou com a colaboração do SESI-RJ e FIOCRUZ
ISBN 9788577107513

1. Mudanças climáticas. 2. Chuvas. 3. Tempestades I. SESI. Conselho Nacional. II. Brasil. Ministério da Saúde. III. Título.

CDD 551

Daisy Margareth Alcáçova de Sá Pimentel – CRB-7 nº 4217

SESI
Serviço Social da Indústria
Departamento Nacional

Sede
Setor Bancário Norte
Quadra 1 - Bloco C
Edifício Roberto Simonsen
70040-903 - Brasília - DF
http://www.portaldaindustria.com.br/sesi/

Serviço de Atendimento ao Cliente - SAC
Tels.: (61) 3317-9989 / 3317-9992
sac@cni.com.br

Sumário

Prefácio **8**

Apresentação **10**

Capítulo 1: Fundamentação e diagnóstico dos riscos climáticos de chuvas e tempestades e impactos à saúde **12**

1.1 Contextualização global e nacional da ocorrência e impactos das chuvas e tempestades no contexto climático. 13

1.2 Diagnóstico nacional: um país de extremos meteorológicos. 18

1.3 Impactos na saúde: de traumas físicos a doenças infecciosas e mentais. . 23

1.4 Síntese final 25

Referências bibliográficas 26

Capítulo 2: Como o setor Industrial pode se preparar para enfrentar emergências relacionadas a chuvas e tempestades **30**

2.1 Importância da preparação do setor Industrial frente aos impactos das chuvas e tempestades 31

2.2 Diretrizes à Indústria para o monitoramento sistemático e contínuo 33

2.3 Estrutura para o protocolo de emergência climática por chuvas e tempestades 43

2.4 Diretrizes e orientações para a indústria na elaboração do Plano de Resposta a Emergências (PRE). 48

2.5 Apoio e atuação em Indústrias afastadas e áreas vulneráveis. 73

2.6 Integração com serviços de urgência e atendimento 74

2.7 Primeiros socorros em situações associadas às tempestades (traumas físicos e choques elétricos) 76

2.8 Síntese final 79

Referências bibliográficas 80

Capítulo 3: Principais agravos à saúde relacionados às chuvas e tempestades **84**

3.1 Impactos diretos e indiretos das chuvas e tempestades sobre a saúde . . 85

3.2 Doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) 89

3.3 Alterações oftalmológicas 90

3.4 Doenças transmitidas por vetores 91

3.5 Riscos infecciosos e ambientais no período pós-evento 92

3.6 Insegurança alimentar e riscos nutricionais. 92

3.7 Imunização em contextos de chuvas e tempestades 93

3.8 Impactos na saúde mental e psicossocial. 95

3.9 Pressão sobre os sistemas de saúde e capacidade de resposta 97

3.10 Síntese Final 98

Referências bibliográficas 99

Anexo 1: Checklist com orientações para construção do plano de resposta a emergências climáticas por chuvas e tempestades para o setor Industrial . . . 102

Prefácio

As chuvas e tempestades fazem parte da dinâmica climática, mas seus efeitos podem assumir proporções devastadoras quando eventos extremos atingem territórios, populações e estruturas despreparadas. Chuvas intensas, vendavais, granizo e descargas atmosféricas podem provocar mortes, lesões, danos à infraestrutura e interrupções de serviços essenciais, além de desencadear consequências que persistem após o evento. Em um contexto de mudanças climáticas, compreender esses riscos e fortalecer a capacidade de prevenção e resposta tornou-se uma tarefa indispensável para a proteção da sociedade.

A dimensão desse desafio é evidenciada por dados recentes. Segundo o relatório Estado do Clima, Extremos de Clima e Desastres no Brasil, do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden, 2026), os eventos hidrológicos, os movimentos de massa e as chuvas intensas registrados no país em 2025 afetaram diretamente mais de 330 mil pessoas e provocaram aproximadamente R$ 3,9 bilhões em prejuízos econômicos. As consequências não se limitam aos danos físicos imediatos: podem envolver a disseminação de doenças infecciosas, o agravamento de condições crônicas, problemas oftalmológicos, insegurança alimentar, sofrimento psicossocial e sobrecarga dos serviços de saúde. Esses efeitos evidenciam a necessidade de uma abordagem abrangente, capaz de integrar a gestão dos riscos climáticos à vigilância e à proteção da saúde.

Nesse cenário, o setor industrial ocupa uma posição estratégica. Além de proteger trabalhadores e trabalhadoras, as empresas precisam reconhecer as vulnerabilidades de suas instalações, antecipar possíveis interrupções operacionais e organizar respostas compatíveis com os riscos de cada território. A preparação exige monitoramento contínuo das condições meteorológicas, planos de contingência, definição de responsabilidades, capacitação das equipes e articulação com os serviços públicos de emergência. Para as unidades situadas em áreas afastadas ou vulneráveis, esse planejamento é ainda mais relevante, considerando as possíveis dificuldades de acesso, transporte e atendimento.

O **Protocolo de Respostas às Emergências Climáticas por Chuvas e Tempestades** foi concebido para apoiar esse processo, reunindo conhecimentos técnicos e orientações que conectam a compreensão dos riscos à organização de medidas concretas. Ao propor diretrizes para a elaboração dos Planos de Resposta a Emergências, o documento contribui para que as organizações estejam mais bem preparadas para agir antes, durante e depois de eventos extremos. A proteção da saúde constitui um eixo fundamental dessa preparação, pois os efeitos podem se prolongar por semanas ou meses, exigindo atenção não apenas aos ferimentos e acidentes ocorridos durante o evento, mas também aos riscos ambientais, às doenças transmissíveis, à continuidade dos cuidados de pessoas com doenças crônicas, à imunização, à alimentação e à saúde mental. Reconhecer essas dimensões permite ampliar a resposta para além do atendimento imediato, incorporando o acompanhamento das pessoas afetadas e a recuperação das condições necessárias à saúde e à segurança.

O enfrentamento desses desafios depende da cooperação entre o poder público, o setor produtivo e os serviços de saúde e emergência. Ao fortalecer essa articulação, o protocolo busca ampliar a capacidade de antecipação e resposta da indústria, contribuindo para reduzir danos, proteger vidas e promover a retomada segura das atividades após eventos climáticos extremos.

Que este instrumento contribua para consolidar uma cultura de prevenção nas indústrias brasileiras e para fortalecer a capacidade de resposta diante dos eventos climáticos extremos. Preparar-se é proteger vidas, preservar a saúde, reduzir danos e construir condições mais seguras para a continuidade das atividades produtivas e para a recuperação dos territórios afetados.

Luiz Césio Caetano
Presidente da Firjan

Apresentação

O Protocolo de Respostas às Emergências Climáticas por Chuvas e Tempestades para a Indústria integra um acordo de cooperação técnica entre o Serviço Social da Indústria (SESI), o Ministério da Saúde e o Conselho Nacional do SESI. Seu objetivo é orientar a prevenção, a preparação, a resposta e a recuperação diante de eventos extremos relacionados a chuvas intensas, tempestades, vendavais, descargas atmosféricas, enxurradas, alagamentos e deslizamentos de encostas, bem como as ações no período pós-evento.

Elaborado por especialistas em saúde, segurança do trabalho, gestão de riscos e resposta a desastres, o documento reúne orientações práticas para fortalecer a capacidade de enfrentamento dessas emergências, proteger a saúde e a segurança de trabalhadores da indústria e contribuir para a continuidade das atividades produtivas. O trabalho está alinhado às políticas e diretrizes técnicas nacionais e internacionais, como a *Agenda 2030*, a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil e o Marco de Sendai para Redução do Risco de Desastres.

O protocolo está organizado em três eixos. O primeiro apresenta o diagnóstico dos riscos associados a chuvas e tempestades, abordando o contexto global e nacional dos eventos, sua distribuição territorial, sazonalidade, impactos socioeconômicos e consequências para a saúde da população.

O segundo eixo traz diretrizes para preparação e resposta do setor industrial, com monitoramento contínuo, níveis de prontidão operacional, estruturação de protocolos de emergência e integração com os sistemas de alerta, além da articulação com a Defesa Civil, os serviços de saúde e demais órgãos responsáveis pela gestão de riscos e desastres. Também contempla orientações para a elaboração dos Planos de Resposta a Emergências, capacitação de equipes, comunicação de risco e organização da recuperação pós-evento.

O terceiro eixo aborda os impactos das chuvas e tempestades sobre a saúde, consolidando recomendações para prevenção e atendimento de traumas físicos, afogamentos, choques elétricos, doenças associadas à água contaminada ou transmitidas por vetores e impactos na saúde mental, além da vigilância pós-evento.

O documento orienta a definição de níveis de prontidão operacional, a organização de comitês multidisciplinares e a distribuição de suas responsabilidades; a integração de informações meteorológicas, hidrológicas e operacionais para tomada de decisão; e a implementação de ações preventivas, emergenciais e de recuperação.

Esses e outros aspectos são guiados pela primazia à vida, à saúde e à segurança. Com este protocolo, fruto da cooperação entre os setores público e privado, o SESI, o Conselho Nacional do SESI e o Ministério da Saúde fortalecem a capacidade de adaptação e resposta do país aos impactos das mudanças climáticas, especialmente os decorrentes do aumento da frequência e da intensidade das chuvas extremas e tempestades.

Boa leitura.

Antonio Ricardo Alvarez Alban
Diretor do Departamento Nacional do SESI

Fausto Augusto Júnior
Presidente do Conselho Nacional do SESI

Alexandre Padilha
Ministro da Saúde

1

Fundamentação e diagnóstico dos riscos climáticos de chuvas e tempestades e impactos à saúde

Neste capítulo

1.1 Contextualização global e nacional da ocorrência e impactos das chuvas e tempestades no contexto climático

1.2 Diagnóstico nacional: um país de extremos meteorológicos

1.3 Impactos na saúde: de traumas físicos a doenças infecciosas e mentais

1.4 Síntese final

1.1 Contextualização global e nacional da ocorrência e impactos de chuvas e tempestades no contexto climático

O agravamento das mudanças climáticas nos últimos anos tem contribuído para o aumento expressivo da ocorrência de eventos hidrometeorológicos extremos em diferentes regiões do mundo. Chuvas intensas, tempestades severas, vendavais, enxurradas e alagamentos vêm se tornando mais frequentes e intensos, provocando impactos relevantes sobre a saúde da população, a infraestrutura urbana, os sistemas produtivos e econômicos, e os serviços essenciais. Esses eventos caracterizam-se pelo elevado potencial destrutivo, pela rápida evolução dos cenários de risco e pela capacidade de gerar consequências humanas, ambientais, sociais e econômicas em larga escala.

No contexto industrial, os efeitos associados às chuvas extremas e tempestades tornam-se particularmente relevantes em razão da vulnerabilidade das cadeias produtivas, da dependência de infraestrutura crítica e da necessidade de garantir condições seguras de operação. Alagamentos, interrupções no fornecimento de energia, danos estruturais, deslizamentos, falhas logísticas e riscos à integridade física dos trabalhadores figuram entre os principais impactos relacionados a esses eventos. Além dos prejuízos operacionais, essas ocorrências podem comprometer a continuidade das atividades produtivas, afetar comunidades do entorno e ampliar a demanda sobre os serviços de emergência e saúde.

O aquecimento global tem alterado de forma mensurável a dinâmica atmosférica e o ciclo hidrológico planetário. O aumento da temperatura média global intensifica a ocorrência de eventos de precipitação extrema em diversas regiões do planeta (IPCC, 2023). Termodinamicamente, há ampliação do potencial energético favorável à formação de tempestades convectivas intensas com aumento da temperatura atmosférica, aquecimento oceânico e conteúdo de vapor d'água na atmosfera, traduzido em episódios de chuva concentrada em curtos intervalos de tempo, muitas vezes acompanhados por descargas elétricas, granizo e ventos destrutivos (BLUNDEN *et al.*, 2025; OMM, 2025).



Foto: Freepik

Eventos de chuvas intensas podem saturar o solo rapidamente, desencadeando enxurradas em áreas urbanas e rurais e deslizamentos de terra em encostas instáveis, principalmente

onde não há de grande magnitude. Tal relação de causa e efeito é sintetizada no modelo conceitual apresentado na Figura 1, que ilustra a interação entre chuvas intensas, vulnerabilidade do solo e os desastres resultantes.

Figura 1. Modelo conceitual da interação entre condições ambientais, econômicas e sociais diante das tempestades e suas consequências primárias e secundárias relacionadas.



Fonte: Elaboração própria com base em COBRADE, 2017.

Globalmente, o aumento da temperatura média da atmosfera intensifica o ciclo hidrológico, tornando os eventos de precipitação mais extremos. Relatórios recentes da Organização Mundial da Saúde indicam que, entre 2030 e 2050, as mudanças climáticas devem causar aproximadamente 250.000 mortes adicionais por ano, decorrentes de desnutrição, malária, diarreia e estresse térmico, muitos dos quais são agravados por enxurradas que contaminam fontes de água e destroem colheitas (OMS, 2023).

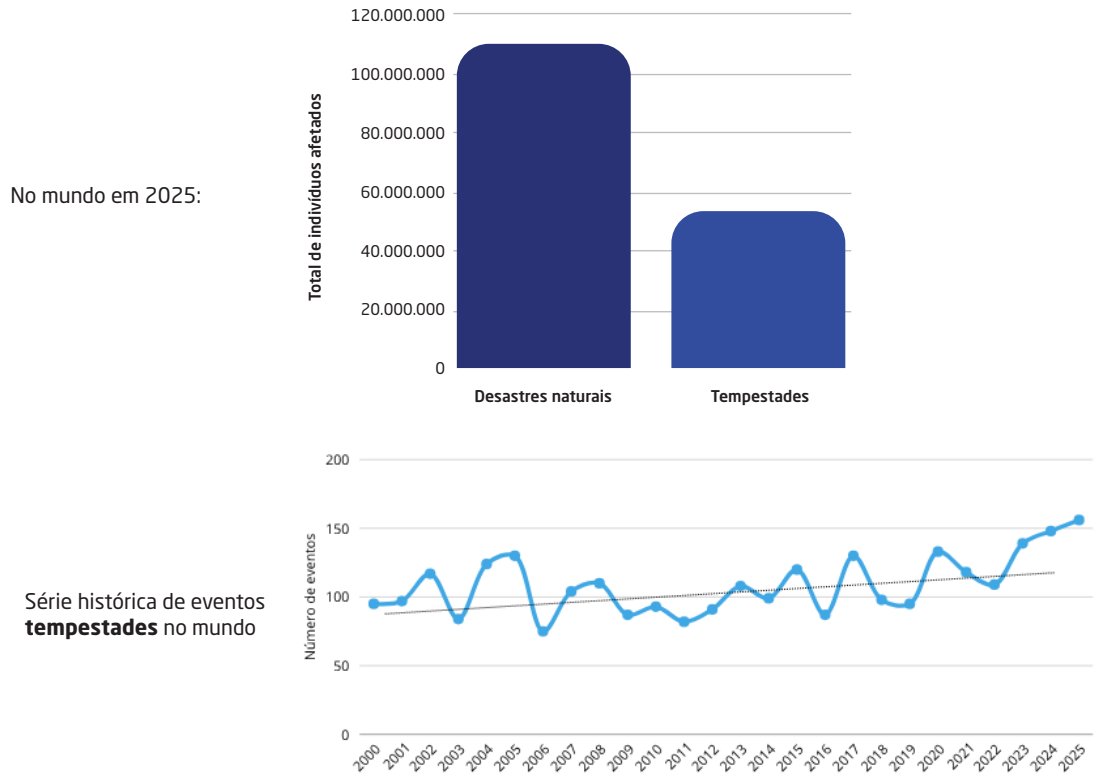
Em 2024, o banco de dados de eventos de emergência EM-DAT (The International Disaster Database) registrou 393 desastres naturais em todo o mundo, que resultaram em aproximadamente 16.753 fatalidades e afetaram cerca de 167,2 milhões de pessoas. Essa base de dados, mantida pelo Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), classifica eventos naturais em diferentes categorias (hidrológicos, meteorológicos, climatológicos, geofísicos e biológicos), permitindo análises comparativas entre tipos de risco.

Entre os tipos de desastres naturais registrados, eventos hidrológicos e meteorológicos, especialmente tempestades severas e inundações, estão entre os mais frequentes ao longo do ano e foram responsáveis por grande parte das populações afetadas, em consonância com tendências observadas na literatura especializada sobre desastres climáticos, que indicam a intensificação desses perigos em razão das mudanças climáticas e da variabilidade do regime de chuvas (EM-DAT, 2026).

Este protocolo se refere à eventos associados a chuvas e tempestades. Para dados completos sobre emergências climáticas por inundações, é recomendável acessar o *Protocolo de Respostas às Emergências Climáticas por Inundação para a Indústria* (SESI, 2025), onde foi discutido extensamente, de modo técnico e informativo, os eventos relacionados a este tema. Aqui discutiremos outros eventos hidrológicos, como enxurradas, alagamentos e deslizamentos decorrentes de chuvas intensas por tempestades.

A análise dos dados do EM-DAT revela que tempestades afetaram mais de 53 milhões de pessoas em 2025 (Figura 2), representando cerca de 46% do total de pessoas afetadas (soma dos feridos, dos que necessitam de assistência e dos que ficaram sem-teto) por todos os desastres naturais no ano (EM-DAT, 2026). Esse padrão evidencia a vulnerabilidade global crescente a eventos meteorológicos extremos, especialmente em regiões com infraestrutura inadequada, sistemas de alerta precários e elevada densidade populacional em áreas de risco (DELFORGE *et al.*, 2026).

Figura 2. Número de indivíduos afetadas por tipo de desastre natural no mundo em 2025 (acima) e séria história de eventos tempestades de 2000-2025 no mundo (abaixo). São consideradas pessoas afetadas a soma dos feridos, dos que necessitam de assistência e dos que ficaram sem-teto. Elaboração própria com bases do EM-DAT.

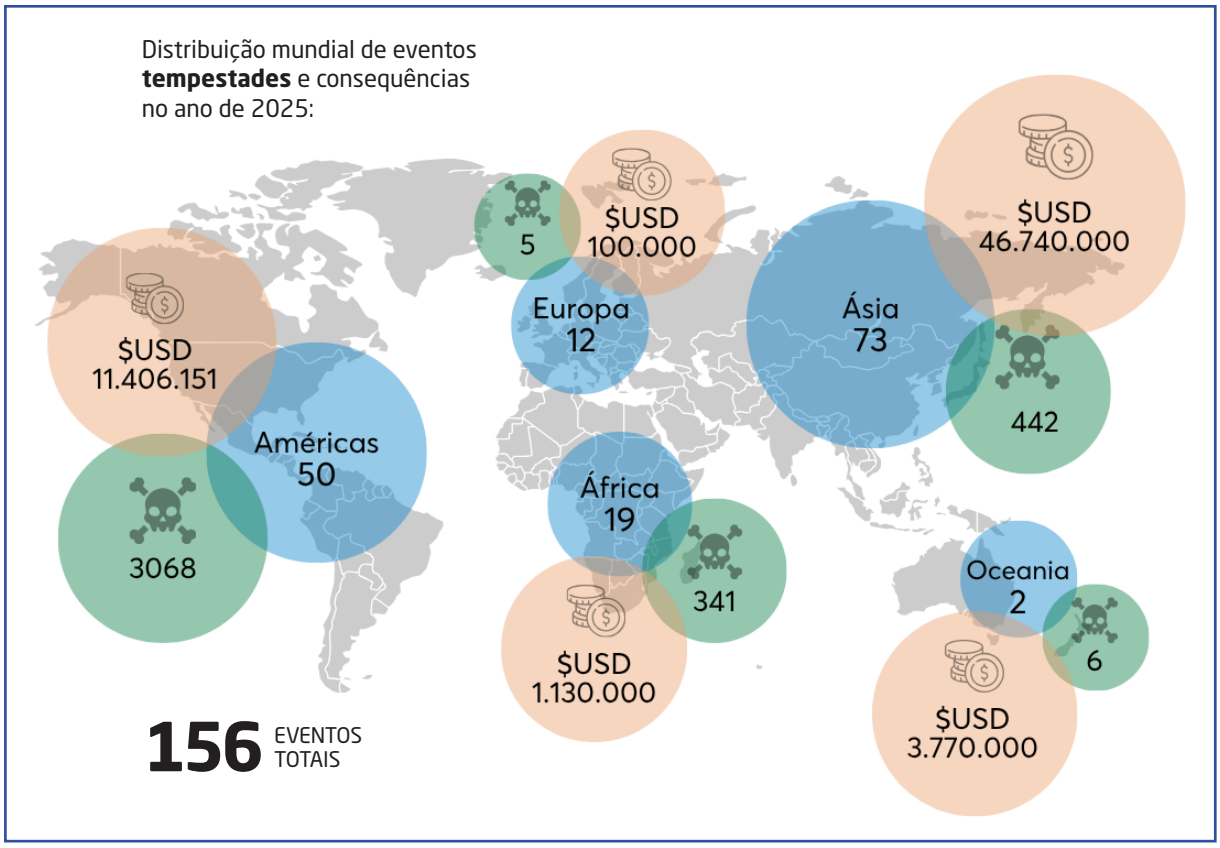


Fonte: Elaboração própria com base em EM-DAT (2026).

A análise temporal dos eventos de tempestade demonstra uma tendência de aumento na frequência desses eventos ao longo das últimas duas décadas (Figura 2). Esse aumento reflete uma combinação de fatores, incluindo a intensificação do ciclo hidrológico associada ao aquecimento global, o crescimento da exposição populacional em áreas vulneráveis e o aprimoramento dos sistemas de monitoramento e registro de desastres (IPCC, 2023; CAMARILLO-NARANJO *et al.*, 2019).

Dados recentes obtidos do EM-DAT apontam que, no ano de 2025, 156 eventos de tempestades ocorreram no mundo distribuídos em 73 casos na Ásia, levando a 442 mortes e mais de 46 milhões de dólares de impacto financeiro; 12 casos na Europa, que levaram a 5 mortes e 100 mil dólares em prejuízo; 50 casos nas Américas com mais de três mil mortes e mais de 11 milhões de dólares em impacto financeiro; 19 casos nos países africanos, com prejuízo de mais de um milhão de dólares e mais de 300 mortes e, 2 eventos na Oceania que provocaram 6 mortes e mais de três milhões de dólares em perdas econômicas (Figura 3). Tais eventos vão ao encontro do aumento dos índices pluviométricos registrados em partes da região do Sahel, partes da África Central e Meridional Oriental, da Europa Central, Ocidental, ilhas ocidentais da Polinésia, o norte da Melanésia, bem como o sul da Nova Zelândia e partes do leste e norte da Austrália. Também registraram aumento dos índices de chuvas o Arquipélago Canadense, localidades ao redor do Golfo do México, grande parte do Nordeste, Leste e Centro da Ásia e, em menor escala, também no Sudeste, Sul e Sudoeste da Ásia (OMM, 2025; BLUNDEN *et al.*, 2025).

Figura 3. Distribuição mundial da quantidade de eventos de tempestades e suas consequências em relação ao número de indivíduos mortos e impactos econômicos por continente no ano de 2025. Elaboração própria com bases do EM-DAT.



Fonte: Elaboração própria com bases do EM-DAT (2026).

Segundo o Relatório Global de Deslocados internos, em 2024, 45,8 milhões de pessoas foram forçadas a se deslocar internamente em seus países devido a desastres naturais. Destes, 25,2 milhões de pessoas se deslocaram devido a tempestades, incluindo ciclones (IDMC, 2025). Vulnerabilidades socioeconômicas, associadas ao processo histórico de urbanização desordenada em países menos ricos, favorece a ocupação de áreas geomorfologicamente instáveis, incluindo encostas e outras zonas suscetíveis a movimentos de massa induzidos por chuvas intensas. Esse padrão de expansão urbana, marcado pela ocupação de áreas ambientalmente frágeis e pela redução de estruturas naturais de proteção, amplia a exposição de populações socialmente vulneráveis a eventos de deslizamento e agrava os impactos à saúde e à segurança coletiva (MAYRINK, 2025). Deslocamentos forçados por desastres podem favorecer a ocupação de áreas não adequadas, assim como o grande número de deslocados internos devido a conflitos ou violência, que chegou a 20,1 milhão de pessoas em 2024 (IDMC, 2025).

Quanto a projeções para chuvas intensas, tempestades e descargas elétricas, está se moldando um cenário de intensificação dos eventos convectivos severos, com aumento em intensidade e frequência de chuvas na maior parte das regiões continentais à medida que o aquecimento global se intensifica, impulsionados pelo aumento da capacidade atmosférica de retenção de vapor d'água e pela maior disponibilidade de energia convectiva (IPCC, 2023; O'GORMAN, 2015). A tendência é que ciclones extratropicais se desloquem em direção aos polos, podendo apresentar mudanças regionais em suas trajetórias. De todo modo, há aumento do risco de vendavais severos e do índice de severidade de tempestades de vento em partes da Europa e do Atlântico Norte (LITTLE *et al.*, 2023). Na América Central e do Sul, o aumento da temperatura global pode promover danos à vida e infraestrutura dessas regiões (IPCC, 2023).

Para descargas atmosféricas, as projeções permanecem mais incertas globalmente. Se por um lado, há modelos que apontam redução na taxa global total de raios até 2100, há outros que predizem aumento regional em áreas extratropicais, especialmente florestas boreais e continentes nas médias latitudes (FINNEY *et al.*, 2018). Nesse sentido, o aumento na incidência de raios pode ter implicações para incêndios naturais, como discutido no *Protocolo de respostas às emergências climáticas por secas e queimadas* (JANSSEN *et al.*, 2023; SESI, 2026)

Assim, embora a frequência absoluta de alguns sistemas ciclônicos possa não aumentar uniformemente, a literatura científica sustenta com robustez que a atmosfera mais quente tende a produzir tempestades mais energéticas, com precipitações mais intensas, maior potencial de rajadas destrutivas e mudanças regionais importantes na atividade elétrica atmosférica.



Foto: Freepik

1.2. Diagnóstico nacional: um país de extremos meteorológicos

No Brasil, a combinação de sua vasta extensão territorial, diversidade climática e acentuadas desigualdades sociais torna o país particularmente vulnerável a eventos meteorológicos extremos. As mudanças climáticas têm intensificado os contrastes regionais, tornando as chuvas mais concentradas e severas, resultando em desastres recorrentes em todas as cinco regiões.

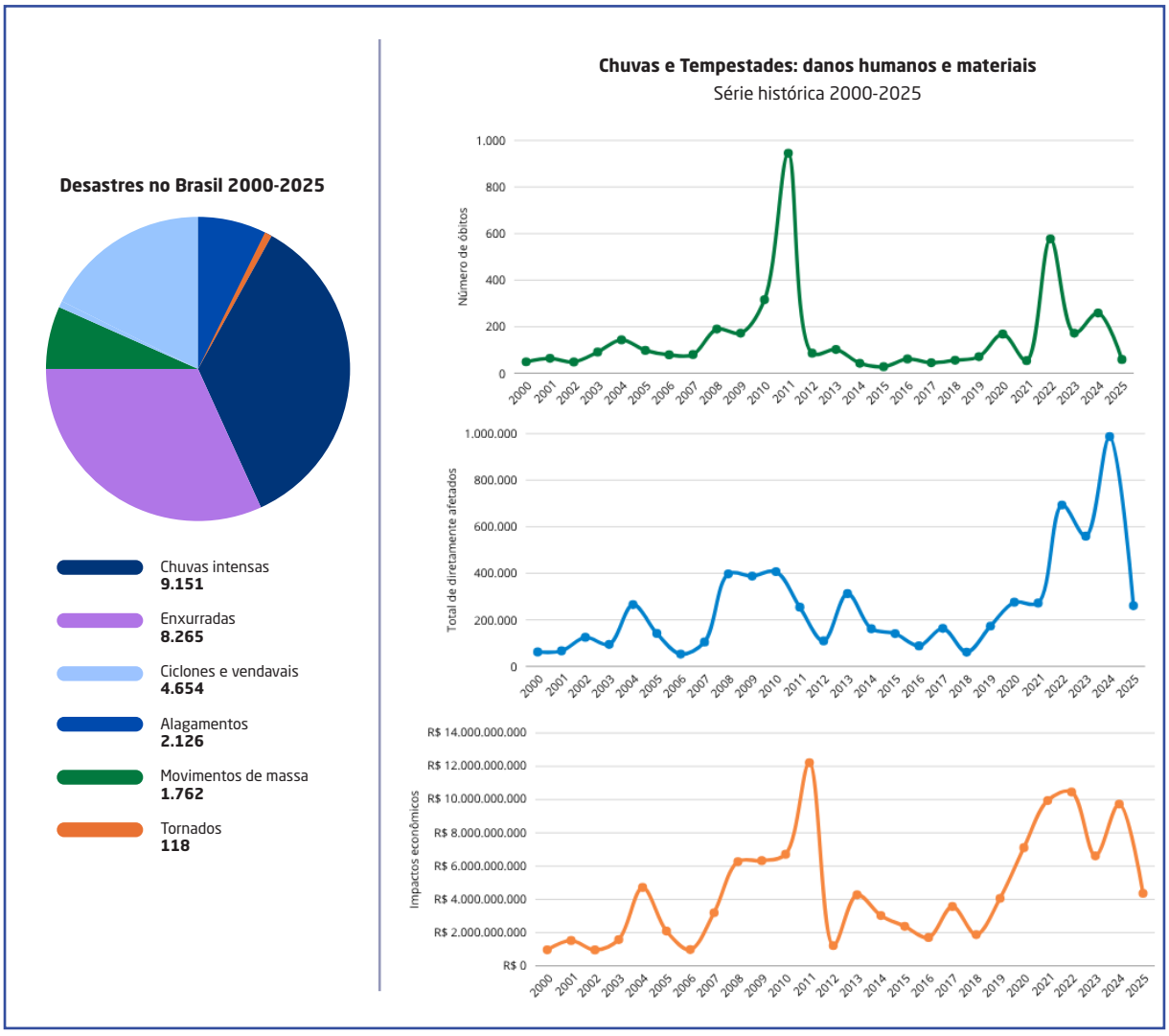
De acordo com a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres, as chuvas intensas constituem desastres naturais de origem meteorológica, pertencentes ao grupo das tempestades, sendo caracterizadas por precipitações com acumulados significativos capazes de desencadear múltiplos eventos adversos, como inundações, enxurradas e movimentos de massa. Os desastres geológicos associados a esse contexto incluem diferentes tipologias de movimentos gravitacionais de massa, tais como quedas, tombamentos, rolamentos, deslizamentos, corridas de massa, subsidências e colapsos. Esses eventos, em geral, decorrem da saturação hídrica e da perda de estabilidade geotécnica dos solos, frequentemente associadas a índices pluviométricos excepcionais, configurando desastres secundários induzidos por precipitações intensas ou acumuladas. São caracterizados por evolução aguda, distribuição espacial concentrada e elevado potencial de produzir perdas humanas, danos materiais e impactos socioambientais significativos (COBRADE, 2017).



Foto: Freepik

A ocorrência de desastres naturais relacionados a tempestades no Brasil chama a atenção sobretudo em função de seus impactos: entre 2000-2025 os eventos relacionados a tempestades (chuvas intensas, alagamentos, enxurradas, ciclones, tornados e vendavais) foram responsáveis, em conjunto, por cerca de 6 milhões de indivíduos afetados diretamente e cerca de 4 mil óbitos, demonstrando o alcance de seus impactos, como visto na Figura 4. Neste período, o impacto econômico foi de mais de 117 bilhões de reais, somados os danos materiais públicos e privados, e 91% deste prejuízo foi em infraestrutura. Cabe ressaltar que o aumento expressivo de óbitos e impactos econômicos em 2011, decorreu do megadesastre na Região Serrana do Rio de Janeiro que culminou na morte de mais de 900 pessoas, 300 desaparecidos e dezenas de milhares de desalojados e desabrigados. A partir deste evento foi criada a Política Nacional para a Gestão de Riscos e Respostas a Desastres e Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) (BANCO MUNDIAL, 2012).

Figura 4. Gráfico de pizza mostrando os eventos, entre os anos 2000-2025, relacionados a tempestades: alagamentos, enxurradas, chuvas intensas, movimentos de massa, tornados, ciclones e vendavais (esquerda) e consequências destes eventos como número de óbitos (direita superior), total de indivíduos afetados (direita central) e impactos econômicos em reais (direita inferior). Elaboração própria a partir dos dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil (BRASIL, 2023).



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil (BRASIL, 2023).

Em relação aos desastres mais frequentes no Brasil relacionados a chuvas, entre 1991 e 2023, as regiões sul e sudeste concentraram quase 70% dos registros e a região nordeste apresentou o maior número de municípios atingidos por chuvas. (ESCOBAR-SILVA *et al.*, 2026; UNIFESP, 2025a). Já em relação a ciclones, os maiores registros se encontram no litoral, nas regiões sul e nordeste, com registros variados na região sudeste (UNIFESP, 2025b). De acordo com os dados históricos disponíveis pelo Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD), entre 2003 e 2016, o Brasil registrou mais de 5573 decretos de "situação de emergência" ou "estado de calamidade pública" relacionados a chuvas intensas, deslizamentos, vendaval, enxurradas, tornados e alagamentos, sendo os eventos de enxurradas representantes de mais de 3 mil destes decretos.

O CEMADEN registrou um recorde de alertas em 2024, com mais de 3600 alertas que se concretizaram em mais de 1.600 ocorrências de desastres. Houve predomínio de alertas classificados como "moderados", refletindo cenários de pequeno porte esperados e, em sua maioria, foram relacionados a episódios recorrentes de chuvas, sendo 53% deles de risco de deslizamentos. Ainda que em 2025 tenha ocorrido redução do número de alertas, mais de 2500, em relação a 2024, o número de ocorrências foi elevado, chegando a quase 1500 eventos, o que reforça a importância de monitoramento contínuo, principalmente em regiões de maior exposição territorial e vulnerabilidade (BRASIL, 2026a). Além das chuvas, o Brasil é o país com a maior incidência de descargas elétricas do mundo, com cerca de 100-150 milhões de raios por ano, que resultaram em mais de 800 mortes na última década, segundo o Grupo de Eletricidade Atmosférica (ELAT) do INPE. Estima-se que com o atual ritmo do aquecimento do planeta, a média brasileira em 2100 ultrapasse 200 milhões de raios por ano (BRASIL, 2026b).

A maior parte dos desastres associados a chuvas ocorre no verão, refletindo a sazonalidade climática, mas eventos extremos têm sido registrados em outras épocas do ano e em biomas variados, da Amazônia à Mata Atlântica. A Figura 5 apresenta o número de eventos ocorridos entre 2005 e 2025 nos diferentes biomas brasileiros. A análise revela a ocorrência de chuvas intensas em maior proporção em todos os biomas, porém padrões distintos de movimentos de massa, enxurradas, ciclones e vendavais. Também há diferença no número total de eventos, entre os biomas, o que reflete diferenças em características geomorfológicas, climáticas, padrões de ocupação territorial e capacidade institucional de resposta.

A **Mata Atlântica** destaca-se como o bioma com maior número absoluto de registros ao longo da série histórica, predominantemente associados a deslizamentos de terra e inundações urbanas. Esse padrão reflete a elevada concentração populacional, a ocupação desordenada de encostas e áreas de várzea, o relevo montanhoso característico da Serra do Mar e Serra da Mantiqueira, e a impermeabilização acelerada do solo nas regiões metropolitanas (AVELAR *et al.*, 2021; COELHO-NETTO *et al.*, 2011). Dados apontam que entre 2020 e 2024, houve episódios de chuvas extremas na região Sudeste, especialmente em Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro, resultando em centenas de vítimas fatais e desabrigados (FREITAS *et al.*, 2024).

O bioma **Pampa** apresentou um crescimento acentuado e sem precedentes dos registros de desastres em 2024, refletindo a magnitude da tragédia climática no Rio Grande do Sul. Entre abril e maio de 2024, chuvas extremas, intensificadas por um bloqueio atmosférico persistente e condições oceânicas favoráveis, desencadearam uma série de eventos severos (MARENGO *et al.*, 2024). Na última década, desconsiderando os eventos de inundação, foram registradas 1.367 ocorrências de chuvas intensas, 561 enxurradas,

593 episódios de ciclones e vendavais, 96 alagamentos, 40 movimentos de massa e 19 tornados. É um bioma que, ao longo dos anos, vem sendo degradado e convertido em áreas de expansão da agricultura e núcleos urbanos, comprometendo a conservação da biodiversidade e a regulação hídrica proporcionada por ele (BRASIL, 2025).

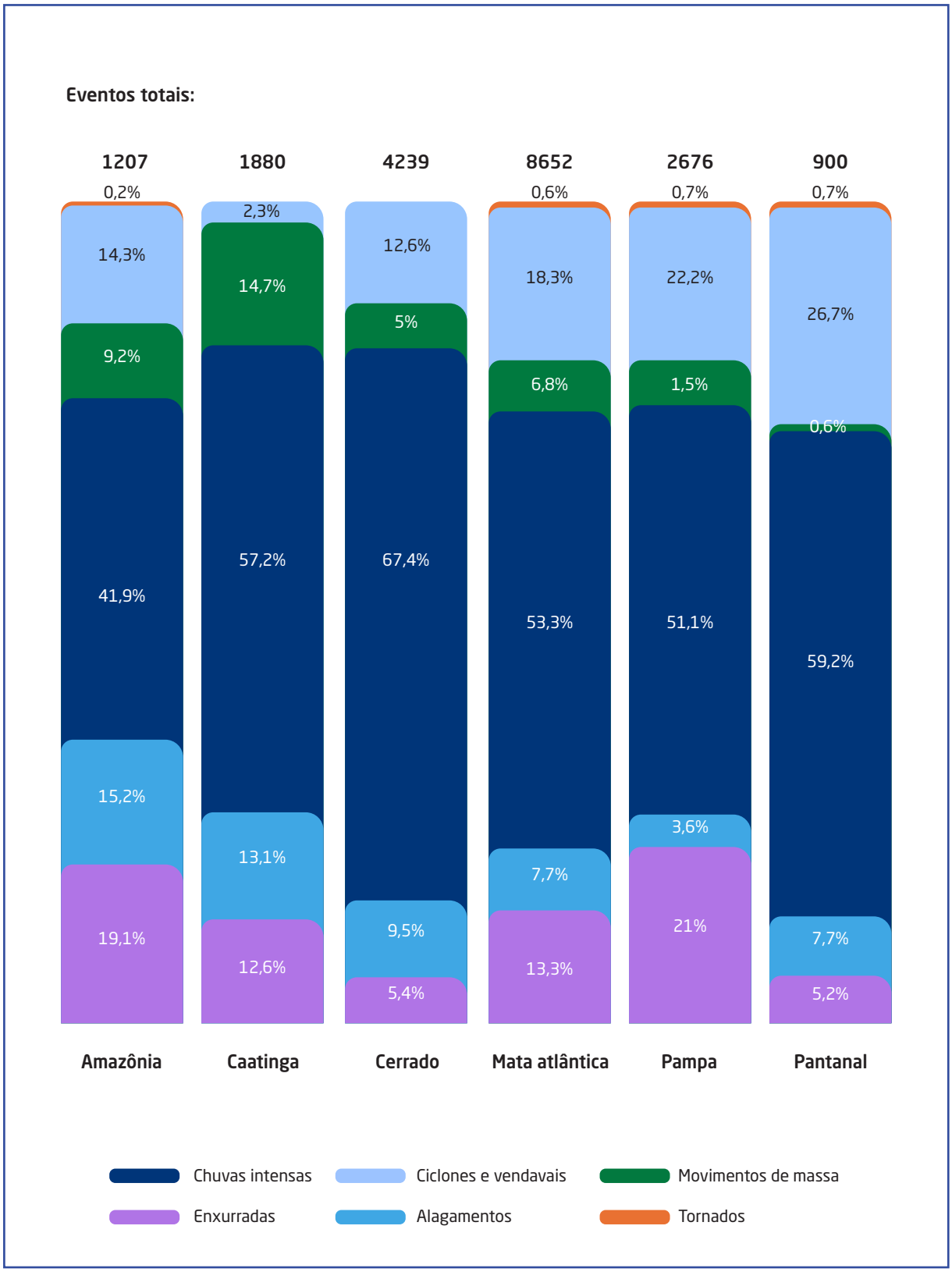
No **Cerrado** ocorreram 4239 eventos totais na última década, possivelmente associados à combinação de intensificação destes, maior exposição e aprimoramento dos sistemas de notificação. Esse padrão sugere a interação entre variabilidade climática, expansão urbana acelerada, impermeabilização do solo e inadequação dos sistemas de drenagem pluvial em cidades de médio e grande porte (ROZANTE *et al.*, 2025). Neste bioma, foi registrada a maior proporção de eventos de chuvas intensas em comparação aos demais biomas, A conversão massiva de vegetação nativa em áreas agrícolas também contribui para a intensificação do escoamento superficial e a elevação dos picos de cheia em bacias hidrográficas regionais.

A **Amazônia** apresenta indícios de aumento na frequência e/ou impacto de eventos hidrológicos extremos sobre as populações humanas nos últimos anos, com destaque para inundações em áreas urbanas como Manaus e cidades ribeirinhas. Eventos de cheias históricas, como as registradas em 2021 (Rio Negro atingindo 30,02m) e 2024, são consistentes com evidências que apontam para a intensificação da variabilidade hidrológica e a ocorrência de eventos extremos na região, com impactos significativos sobre comunidades ribeirinhas, populações indígenas e sistemas de saúde já fragilizados (ESPINOZA *et al.*, 2019; MARENGO *et al.*, 2018). Recentemente, entre agosto de 2015 e outubro de 2016, observou-se um declínio acentuado na precipitação no período de transição, que resultou em um prolongamento progressivo da estação seca e redução do período chuvoso (MARENGO e SOUZA JR, 2018). Sem mitigação de mudanças climáticas, somado ao descontrole do desmatamento, é previsto aumento na duração da estiagem e a maior intensidade de secas extremas, que favorecem cenários de queimadas (SESI, 2026). O desmatamento regional pode influenciar a circulação, fortalecendo a convecção e aumentando chuvas intensas nas bordas das áreas desmatadas, podendo gerar enchentes e enxurradas e aumentar a erosão do solo. Ainda, estudo recentes predizem aumento de 43% em grandes vendavais e 51% de tempestades intensas na região Amazônica até o final do século, como consequência das mudanças climáticas (FENG *et al.*, 2026).

A **Caatinga**, embora caracterizada pelo clima semiárido, apresenta registros consistentes de alagamentos e enxurradas decorrentes de chuvas torrenciais concentradas. Esse padrão está associado ao predomínio de embasamento cristalino, associado a solos rasos, a cobertura vegetal sazonalmente reduzida e a capacidade limitada de infiltração durante eventos intensos, favorecendo o escoamento superficial rápido durante esses episódios (BEZERRA *et al.*, 2019). Adicionalmente, a região enfrenta riscos associados ao transbordamento e rompimento de açudes, como documentado em diversos municípios do semiárido nordestino, incluindo casos em estados como Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte.

O **Pantanal**, embora apresente menor número absoluto de registros, exibe padrões relevantes de vulnerabilidade. Nesse bioma, as inundações anuais são parte fundamental do regime hidrológico, mas há indícios de alteração na frequência e intensidade dos extremos hidrológicos afetando a pecuária extensiva (BERGIER *et al.*, 2021). É um bioma com grande proporção de chuvas intensas, em comparação com os demais eventos, e apresenta clima sazonal onde, eventualmente, podem ocorrer ventanias fortes entre setembro e outubro, início do período chuvoso (SALIS *et al.*, 2012). Nesse sentido, é possível observar que este é o bioma brasileiro com mais eventos de ciclones e vendavais proporcionais.

Figura 5. Ocorrência, entre 2015-2025, dos eventos de chuvas intensas, enxurradas, alagamentos, movimentos de massa, tronados, ciclones e vendavais segundo os diferentes biomas brasileiros. Elaboração própria a partir dos dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil (BRASIL, 2023).



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil (BRASIL, 2023).

1.3. Impactos na saúde: de traumas físicos a doenças infecciosas e mentais

Os impactos de tempestades e inundações sobre a saúde humana são multifacetados e se manifestam em curto, médio e longo prazo. Os efeitos diretos incluem mortes e ferimentos por afogamento, soterramento em deslizamentos, traumas físicos decorrentes de desabamentos e acidentes com destroços, além de eletrocussão por contato com fiação elétrica rompida. O Brasil registra uma média de 130 mortes por raios anualmente, uma das mais altas do mundo (BRASIL, 2026b).

Os traumas físicos constituem importante causa direta de morbimortalidade em eventos de chuvas intensas e tempestades. Evidências da literatura indicam que o afogamento é a principal causa de morte direta nesses eventos, seguido por traumas decorrentes de impacto com destroços, soterramento associado a deslizamentos e, em menor proporção, eletrocussão (JONKMAN e KELMAN, 2005; GATHEN *et al.*, 2022). A distribuição relativa dessas causas varia significativamente conforme o tipo de evento, o contexto geográfico e as condições de resposta e infraestrutura local.



Foto: Adobe Stock

Em médio e longo prazo, os maiores riscos estão associados às doenças de veiculação hídrica. O contato com água contaminada por esgoto e urina de animais (principalmente ratos) eleva significativamente o risco de leptospirose, uma doença bacteriana grave que pode levar à insuficiência renal e morte (MWACHUI *et al.*, 2015). Além da leptospirose, surtos de hepatite A e doenças diarreicas agudas associadas a patógenos como rotavírus, norovírus, *Escherichia coli* e *Cryptosporidium sp.* também são comuns, além de febre tifóide e cólera especialmente em regiões onde são endêmicas (CANN *et al.*, 2013; LIU *et al.*, 2025), sobrecarregando os sistemas de saúde locais (BRASIL, 2024).

Eventos hidrometeorológicos também podem alterar as condições ambientais de forma a influenciar a dinâmica de vetores. No caso do *Aedes aegypti*, o acúmulo de água em recipientes artificiais após chuvas intensas, especialmente nas semanas subsequentes, pode favorecer a proliferação do vetor, contribuindo para o aumento do risco de transmissão de dengue, Zika e Chikungunya, embora essa relação seja fortemente dependente do contexto local (TEURLAI *et al.*, 2015). Adicionalmente, pode ser modificada a dinâmica de transmissão de malária em áreas endêmicas, favorecendo a formação de criadouros para mosquitos do gênero Anopheles (CAMINADE *et al.*, 2014).

A perda de moradia, bens materiais e entes queridos, bem como a ruptura abrupta da rotina e dos vínculos comunitários, constituem importantes fatores de estresse que podem aumentar o risco de desenvolvimento de Transtorno de Estresse Pós-Traumático (TEPT), Transtorno de Ansiedade Generalizada (TAG) e Depressão. Estudos longitudinais indicam impactos prolongados de eventos hidrometeorológicos sobre a saúde mental das populações afetadas. Revisões da literatura relatam ampla variação nas prevalências de TEPT (aproximadamente 12% a 45%), TAG (15% a 35%) e Depressão (10% a 30%) entre sobreviventes de desastres, refletindo diferenças contextuais, metodológicas e temporais entre os estudos. A ocorrência de ideação suicida também é relatada em alguns contextos, embora com maior variabilidade. Os sintomas podem persistir por meses ou anos após o evento. Fatores de risco incluem perda de entes queridos, deslocamento prolongado, perda de bens materiais, ausência de suporte social e exposição a situações traumáticas (FERNANDEZ *et al.*, 2015; RAHMAN *et al.*, 2025).

Ainda, estudos documentam aumento de doenças respiratórias associado à contaminação fúngica de ambientes internos, com exacerbação de condições como asma e rinite alérgica. Há, também, agravamento de doenças crônicas em decorrência da interrupção de tratamentos e da dificuldade de acesso a medicamentos, bem como deterioração da saúde mental relacionada ao estresse financeiro e à insegurança habitacional prolongada (STANKE *et al.*, 2012). Populações vulneráveis a eventos extremos hidrometeorológicos, incluindo crianças, idosos, gestantes, pessoas com doenças crônicas e populações de baixa renda, apresentam riscos desproporcionalmente mais elevados de agravos à saúde (GATHEN *et al.*, 2022).



Foto: Adobe Stock

1.4 Síntese final

As mudanças climáticas no Brasil estão intensificando a frequência e a severidade de tempestades e eventos meteorológicos extremos, estabelecendo um padrão de risco crescente para a sociedade e a economia. Os desastres hidrológicos e geológicos, resultantes de chuvas intensas, não apenas causam perdas econômicas diretas em setores como agricultura, infraestrutura e indústria, mas também impõem um pesado fardo sobre o sistema de saúde e a segurança dos trabalhadores.

A interrupção de cadeias de suprimentos, danos a instalações industriais e a impossibilidade de deslocamento de trabalhadores afetam diretamente a produtividade. Ao mesmo tempo, o aumento de doenças infecciosas, traumas e problemas de saúde mental na força de trabalho e na comunidade eleva o absenteísmo e sobrecarrega os serviços de saúde públicos e privados.

Fica claro, portanto, que a gestão de riscos de desastres, o planejamento urbano resiliente e a adaptação às mudanças climáticas são essenciais para o desenvolvimento econômico sustentável e a qualidade de vida. O entendimento desta complexa rede de impactos, agora fundamentado em evidências científicas robustas, é crucial para a transição que se propõe nos próximos capítulos: da análise do diagnóstico à formulação de estratégias de gestão de risco e diretrizes de adaptação para o setor industrial.

Os impactos econômicos diretos e indiretos dos desastres hidrometeorológicos no Brasil são substanciais. Estimativas baseadas em estudos do Banco Mundial e da CEPAL indicam que, historicamente, chuvas intensas e seus eventos secundários têm gerado perdas anuais da ordem de bilhões de reais, considerando danos à infraestrutura, habitação, atividades econômicas e interrupções produtivas, embora esses valores tendam a ser conservadores e possivelmente subestimados (BANCO MUNDIAL, 2012; CEPAL, 2014).

No setor industrial, os impactos manifestam-se através de múltiplos canais. Alagamento direto de plantas industriais causa danos a equipamentos, estoques, sistemas elétricos e pode resultar em paralisações prolongadas. A interrupção de cadeias logísticas por danos a rodovias, ferrovias e portos compromete o abastecimento de insumos. A indisponibilidade de trabalhadores, seja por deslocamento forçado ou problemas de saúde, reduz a produtividade e eleva custos operacionais (KREIBICH *et al.*, 2019).

Os efeitos sobre a saúde ocupacional são particularmente relevantes. Estudos demonstram aumento significativo de absenteísmo por doenças respiratórias, infecciosas e comprometimento da saúde mental, com redução mensurável da produtividade laboral (FERNANDEZ *et al.*, 2015). A exposição ocupacional à água contaminada e o estresse psicossocial associado à perda de bens contribuem para a deterioração da saúde e bem-estar dos trabalhadores.

Em perspectiva de longo prazo, as consequências dos desastres hidrometeorológicos convergem para um ciclo de retroalimentação negativa, onde a degradação de infraestrutura aprofunda vulnerabilidades sociais e econômicas. A instabilidade produtiva resulta em desemprego, redução de renda e intensificação das desigualdades. A migração forçada gera pressão sobre áreas urbanas receptoras, frequentemente resultando em ocupação de novas áreas de risco e perpetuação do ciclo de vulnerabilidade (RENTSCHLER e SALHAB, 2020; HALLEGATTE *et al.*, 2020).

Referências bibliográficas

Capítulo 1

AVELAR, A. S.; COELHO NETTO, A. L.; LACERDA, W. A.; *et al.* **Mechanisms of the recent catastrophic landslides in the mountainous range of Rio de Janeiro, Brazil**. Landslides, v. 11, p. 851-865, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Andre-Avelar/publication/287395470_Mechanisms_of_the_Recent_Catastrophic_Landslides_in_the_Mountainous_Range_of_Rio_de_Janeiro_Brazil/links/5cd992ca458515712ea77dda/Mechanisms-of-the-Recent-Catastrophic-Landslides-in-the-Mountainous-Range-of-Rio-de-Janeiro-Brazil.pdf?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uliwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19 Acesso em: 14 maio 2026.

BANCO MUNDIAL. **Avaliação de Perdas e Danos: Inundações e Deslizamentos na Região Serrana do Rio de Janeiro**. Brasília: Banco Mundial, 2012. Disponível em: http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/cooperacao-internacional/ativacoes-no-brasil/chamados/imagens/inundacoes-e-deslizamentos-na-regiao-serrana-do-rio-de-janeiro.pdf Acesso em: 13 maio 2026.

BERGIER, I.; ASSINE, M. L.; MCGLUE, M. M. *et al.* **Amazon rainforest modulation of water security in the Pantanal wetland**. Science of The Total Environment, v. 619-620, p. 1116-1125, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.163 Acesso em: 14 maio 2026.

BEZERRA, B. G.; SILVA, L. L.; SANTOS E SILVA, C. M.; SANTOS FILHO, J. A. C. **Changes of precipitation extremes indices in São Francisco River Basin, Brazil from 1947 to 2012**. Theoretical and Applied Climatology, v. 135, p. 565-576, 2019. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s00704-018-2396-6 Acesso em: 14 maio 2026.

BLUNDEN, J.; REAGAN, J. e DUNN, R. J. H. **State of the Climate in 2024**. Bull. Amer. Meteor. Soc., 106, S1–S513, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1175/2025BAMSStateoftheClimate.1. Acesso em: 8 maio 2026.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Secretaria de Proteção e Defesa Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. **Atlas Digital de Desastres no Brasil**. Brasília: MIDR, 2023. Disponível em: https://atlasdigital.mdr.gov.br/paginas/graficos.xhtml Acesso em: 19 de fev. de 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Situação Epidemiológica da Leptospirose no Brasil, 2010-2023**. Brasília: SVS, 2024. Disponível em: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjhgdiksLmUAxWNLbkGHdeNO7oQFnoECCIQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.gov.br%2Fsaude%2Fpt-br%2Fcentrais-de-conteudo%2Fapresentacoes%2F2024%2Fsituacao-epidemiologica-dos-casos-de-leptospirose-no-brasil-2010-a-2024&usg=AOvVaw1XsJL52Wy9tBYSsrS1KO6&opi=89978449 Acesso em: 14 maio 2026.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no Pampa (PPPampa) (2025 a 2027)**. Brasília MMA, 2025. 129 p. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/controle-ao-desmatamento-queimadas-e-ordenamento-ambiental-territorial/controle-do-desmatamento-1/pppampa/PPPampa_2025_internet.pdf Acesso em: 13 maio 2026.

BRASIL. **Relatório Anual CEMADEN: Estado do clima, extremos de clima e desastres no Brasil em 2025**. ISSN: 3086-4364, volume 2, fev. 2026a. Disponível em: relatorioclimaextremosdesastresbrasil2025.pdf Acesso em: 13 maio 2026.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Brasil registra aumento de raios em todo o território nacional**. Brasília, DF, 26 mar. 2026b. Disponível em: https://www.gov.br/inpe/pt-br/assuntos/ultimas-noticias/brasil-registra-aumento-de-raios-em-todo-o-territorio-nacional Acesso em: 13 maio 2026.

CAMARILLO-NARANJO, J.M.; *et al.* **The Global Climate Monitor System: From Climate Data-Handling to Knowledge Dissemination**. International Journal of Digital Earth, 12(4), 394-414, 2019. Disponível em: https://www.globalclimatemonitor.org/# Acesso em: 20 de fev. de 2026.

CAMINADE, C.; KOVATS, S.; ROCKLOV, J. *et al.* **Impact of climate change on global malaria distribution**. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 111, n. 9, p. 3286-3291, 2014. Disponível em: https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.1302089111 Acesso em: 14 maio 2026.

CANN, K. F.; THOMAS, D. R.; SALMON, R. L. *et al.* **Extreme water-related weather events and waterborne disease**. Epidemiology and Infection, v. 141, n. 4, p. 671-686, 2013. Disponível em: https://doi.org/10.1017/s0950268812001653 Acesso em: 14 maio 2026.

CEPAL – Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe. **La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe**. Santiago: CEPAL, 2014. Disponível em: https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/af31802f-c445-4c2d-823c-ea71aeb61874/content Acesso em: 14 maio 2026.

COBRADE – CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS. **Classificação e Codificação Brasileira de Desastres**. São José dos Campos: Cemaden Educação, 2017. Disponível em: https://educacao.cemaden.gov.br/midiateca/classificacao-e-codificacao-brasileira-de-desastres-cobrade/ . Acesso em: 23 fev. 2026.

COELHO-NETTO, A. L.; AVELAR, A. S.; FERNANDES, M. C.; LACERDA, W. A. **Landslide susceptibility in a mountainous geoecosystem, Tijuca Massif, Rio de Janeiro**. Catena, v. 87, n. 3, p. 407-419, 2011. Disponível em: (PDF) Landslide susceptibility in a mountainous geoecosystem, Tijuca Massif, Rio de Janeiro: The role of morphometric subdivision of the terrain Acesso em: 14 maio 2026.

DELFORGE, D.; BELOW, R.; WATHELET, V.; TONNELIER, M.; ALONSO, A. e SPEYBROECK, N. **2025 Disasters in Numbers**. Brussels, Belgium: Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), 2026. Disponível em: https://files.emdat. be/reports/2025_EMDAT_report.pdf Acesso em: 12 maio 2025.

EM-DAT – The International Disaster Database, CRED (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters) / UCLouvain – processed by Our World in Data. "**Number of total people affected by storms**" [dataset]. Disponível em: https://ourworldindata.org/explorers/natural-disasters?tab=table&time=2025&tableFilter=selection&Disaster+Type=Storms&Impact=Total+affected&Timespan=Annual&Per+capita=false&country=~OWID_WRL Acesso em: 11 maio 2026.

ESCOBAR-SILVA, E.V.; MARQUES-CARVALHO, R; DE ALMEIDA, C.M. *et al.* **Water-related disasters in Brazil: an assessment from 1991 to 2024**. Environ. Res. Lett. 21 07401, 2026. Disponível em: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ae5991/pdf Acesso em: 13 maio 2026.

ESPINOZA, J. C.; RONCHAIL, J.; MARENGO, J. A.; SEGURA, H. **Contrasting North-South changes in Amazon wet-day and dry-day frequency (1981-2017)**. Climate Dynamics, v. 52, p. 5413-5430, 2019. Disponível em: https://ui.adsabs.harvard.edu/link_gateway/2019ClDy...52.5413E/doi:10.1007/s00382-018-4462-2 Acesso em: 14 maio 2026.

FENG, Y.; NEGRÓN-JUÁREZ, R.I.; ROMPS, D.M. *et al.* **Amazon windthrow disturbances are likely to increase with storm frequency under global warming**. Nat Commun 14, 101 (2023). Disponível em: https://doi.org/10.1038/s41467-022-35570-1 Acesso em: 13 maio 2026.

FERNANDEZ, A.; BLACK, J.; JONES, M. *et al.* **Flooding and mental health: a systematic mapping review**. PLOS ONE, v. 10, n. 4, e0119929, 2015 Disponível em: https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0119929 Acesso em: 14 maio 2026.

FINNEY, D.L., DOHERTY, R.M., WILD, O. *et al.* **A projected decrease in lightning under climate change**. Nature Clim Change 8, 210–213 (2018). Disponível em: https://doi.org/10.1038/s41558-018-0072-6 Acesso em: 12 maio 2025.

FREITAS, C. M. de; *et al.* **Desastre no Rio Grande do Sul, Brasil: crise climática, resposta do Sistema Único de Saúde e desafios dos novos tempos**. Cadernos de Saúde Pública, v. 40, n. 11, p. e00114424, 2024. Disponível em: scielo.br/j/csp/a/KHDMywbZjLdMmhnG6sKpyVH/?format=pdf&lang=pt Acesso em: 14 maio 2026.

GATHEN, M.; WELLE, K.; JAENISCH, M.; KASAPOVIC, A.; ROMMELSPACHER, C.; NOVOSEL, S.; ROOS, J.; KABIR, K. **Are orthopaedic surgeons prepared? An analysis of severe casualties from the 2021 flash flood and mudslide disaster in Germany**. Eur J Trauma Emerg Surg. 2022 Oct;48(5):4233-4241. Disponível em: 10.1007/s00068-022-01967-2. Acesso em; 14 maio 2026.

HALLEGATTE, S.; RENTSCHLER, J.; ROZENBERG, J. **Lifelines: The Resilient Infrastructure Opportunity**. Washington: World Bank, 2020. Disponível em: https://documents1.worldbank.org/curated/en/111181560974989791/pdf/Lifelines-The-Resilient-Infrastructure-Opportunity.pdf Acesso em: 14 maio 2026.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Biomas e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250 000**. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. - Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

168 p., ISSN 0101-2843; v. 45. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101676.pdf Acesso em: 13 maio 2026.

IDMC – Cento de Monitoramento de Deslocados Internos. **Global Report on Internal Displacement 2025**. Internal Displacement Monitoring Centre, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.55363/IDMC.XTGW2833 Acesso em: 12 maio de 2026.

IPCC – Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. **Climate Change 2023: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, 2023. Disponível em: IPCC_AR6_SYR_LongerReport_PO.pdf Acesso em: 8 maio 2026.

JANSSEN, T.A.J., JONES, M.W., FINNEY, D. *et al.* **Extratropical forests increasingly at risk due to lightning fires**. Nat. Geosci. 16, 1136–1144 (2023). Disponível em: https://doi.org/10.1038/s41561-023-01322-z Acesso em: 12 maio 2025.

JONKMAN, S. N.; KELMAN, I. **An analysis of the causes and circumstances of flood disaster deaths**. Disasters, v. 29, n. 1, p. 75-97, 2005. Disponível em: https://doi.org/10.1111/j.0361-3666.2005.00275.x Acesso em: 14 maio 2026.

KREIBICH, H.; VAN LOON, A. F.; SCHRÖTER, K. *et al.* **The challenge of unprecedented floods and droughts in risk management**. Nature, v. 608, p. 80-86, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1038/s41586-022-04917-5 Acesso em: 14 maio 2026.

LITTLE, A.S.; PRIESTLEY, M.D.K. E CATTO, J.L. **Future increased risk from extratropical windstorms in northern Europe**. Nat Commun 14, 4434 (2023). Disponível em: https://doi.org/10.1038/s41467-023-40102-6 Acesso em: 12 maio 2025.

LIU, Q.; LIU, M.; LIU, J. **Climate-Sensitive Infectious Diseases under Global Climate Change**. Biomed Environ Sci. 2025 Sep 20;38(9):1129-1141. Disponível em: https://doi.org/10.3967/bes2025.077 Acesso em: 14 maio 2026.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; AMBRIZZI, T. *et al.* **Climatic characteristics of the 2010-2016 drought in the semiarid Northeast Brazil region**. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 90, n. 2, p. 1973-1985, 2018. Disponível em: https://www.scielo.br/j/aabc/a/MTyRKxxGcdwCvVhGNJNTrbG/?lang=en Acesso em: 14 maio 2026.

MARENGO, J. A.; *et al.* **O maior desastre climático do Brasil**: Chuvas e inundações no estado do Rio Grande do Sul em abril-maio 2024. Estudos Avançados, v. 38, n. 111, 2024. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ea/a/LyHVHKHzm67CwpvcWPKPwTm/abstract/?lang=pt Acesso em: 14 maio 2026.

MARENGO, J.A. e SOUZA JR, C. **Mudanças Climáticas**: impactos e cenários para a Amazônia. São Paulo, dezembro de 2018. Disponível em: https://www.oamanhaehoje.com.br/assets/pdf/Relatorio_Mudancas_Climaticas-Amazonia.pdf Acesso em: 13 maio 2026.

MAYRINK, J. O. **Urbanização e movimentos de massa no Brasil**: pensando os desastres socioambientais frente ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11 da Organização das Nações Unidas. Terræ Didatica, 21(Publ. Contínua), 1-16, e025046, 2025. Disponível em: 10.20396/td.v21i00.8678620 Acesso em: 12 maio 2026.

MWACHUI, M. A.; CRUMP, L.; HARTSKEERL, R. *et al.* **Environmental and behavioural determinants of leptospirosis transmission**: a systematic review. PLOS Neglected Tropical Diseases, v. 9, n. 9, e0003843, 2015. Disponível em: https://journals.plos.org/plosntds/article?id=10.1371/journal.pntd.0003843 Acesso em: 14 maio 2026.

O'GORMAN, P.A. **Precipitation Extremes Under Climate Change**. Curr Clim Change Rep 1, 49–59 (2015). Disponível em: https://doi.org/10.1007/s40641-015-0009-3 Acesso em: 12 maio 2025.

OMM – ORGANIZAÇÃO METEOROLÓGICA MUNDIAL. **State of the Global Climate 2024**. Genebra: OMM, 2025. Disponível em: https://wmo.int/sites/default/files/2025-03/WMO-1368-2024_en.pdf Acesso em: 8 maio 2026.

OMS – Organização Mundial da Saúde. **Climate change and health**. Fact sheet. 12 out. 2023. Disponível em: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health Acesso em: 14 maio 2026.

RAHMAN, M.M.; SHOBUJ, I.A.; ALAM, S.; SADIA, A.M.; KHANAM, S.; HOSSAIN, M.T.; ALAM, E. **The unforeseen tide: exploring mental health impacts of the 2024 flash flood in Bangladesh**. BMC Public Health. 2025 Aug 11;25(1):2728. Disponível em: https://doi.org/10.1186/s12889-025-24118-9 Acesso em: 14 maio 2026.

RENTSCHLER, J.; SALHAB, M. **People in Harm's Way**: Flood Exposure and Poverty in 189 Countries. Policy Research Working Paper 9447. Washington: World Bank, 2020. Disponível em: https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/04ad161e-7144-5984-8b85-91710f2900b4 Acesso em: 14 maio 2026.

ROZANTE, J.R.; ROZANTE, G.; CAVALCANTI, I.F.DE A. **Long-Term Temperature and Precipitation Trends Across South America, Urban Centers, and Brazilian Biomes**. Atmosphere. 2025; 16(12):1332. Disponível em: https://doi.org/10.3390/atmos16121332 Acesso em: 14 maio 2026.

SALIS, S. M. *et al.* **Changes in the structure due to strong winds in forest areas in the Pantanal, Brazil**. CERNE, Lavras, v. 18, n. 3, p. 387-395, jul./set. 2012. Disponível em: https://repositorio.ufla.br/handle/1/14297 Acesso em: 13 maio 2026.

SESI – Serviço Social da Indústria. Departamento Nacional. Ministério da Saúde, 2025. **Protocolo de respostas às emergências climáticas por inundação para a indústria**. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/24/55/2455c8cc-d61d-43e1-80fe-3e921b65abb5/mudancas_climaticas.pdf Acesso em: 20 fev. 2026.

SESI – Serviço Social da Indústria. Departamento Nacional. Ministério da Saúde, 2025. **Protocolo de respostas às emergências climáticas por secas e queimadas**. Disponível em: static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/0e/f6/0ef6f78c-5c56-4758-8796-4304ed6a6381/protocolo_secas_e_queimadas__-_com_testemunhas.pdf Acesso em: 11 maio 2026.

STANKE, C.; MURRAY, V.; AMLÔT, R. *et al.* **The effects of flooding on mental health**: outcomes and recommendations from a review of the literature. PLOS Currents Disasters, 2012. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3461973/ Acesso em: 14 maio 2026.

TEURLAI, M.; MENKÈS, C. E.; CAVARERO, V. *et al.* **Socio-economic and climate factors associated with dengue fever spatial heterogeneity**. PLOS Neglected Tropical Diseases, v. 9, n. 12, e0004211, 2015. Disponível em: https://journals.plos.org/plosntds/article?id=10.1371/journal.pntd.0004211 Acesso em: 14 maio 2026.

UNIFESP – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO. **Brasil em transformação: o impacto da crise climática**. Caderno Técnico III: A força do mar: os impactos de frentes frias, ciclones e ondas de frio. [S.l.]: Maré de Ciência, 2025a. Disponível em: https://maredeciencia.eco.br/wp-content/uploads/2025/11/Brasil-em-transformacao-3-A-Forca-do-MAr-Os-impactos-de-Frentes-Frias-Ciclones-e-Ondas-de-Frio-1.pdf. Acesso em: 4 mar. 2026.

UNIFESP – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO. **Brasil em transformação**: o impacto da crise climática. Caderno Técnico II: Temporadas das águas: o aumento das chuvas extremas. [S.l.]: Maré de Ciência, 2025b. Disponível em: https://maredeciencia.eco.br/wp-content/uploads/2025/07/Brasil-em-transformacao-2-Temporadas-das-Aguas-O-Aumento-das-Chuvas-Extremas.pdf. Acesso em: 4 mar. 2026.

2

Como o setor industrial pode se preparar para enfrentar emergências relacionadas a chuvas e tempestades

Neste capítulo

2.1 Importância da preparação do setor Industrial frente aos impactos das chuvas e tempestades

2.2 Diretrizes à Indústria para o monitoramento sistemático e contínuo

2.3 Estrutura para o protocolo de emergência climática por chuvas e tempestades

2.4 Diretrizes e orientações para a indústria na elaboração do Plano de Resposta a Emergências (PRE)

2.5 Apoio e atuação em Indústrias afastadas e áreas vulneráveis

2.6 Integração com serviços de urgência e atendimento

2.7 Primeiros socorros em situações associadas às tempestades, traumas físicos e choques elétricos

2.8 Síntese final

2.1 Importância da preparação do setor industrial frente aos impactos das chuvas e tempestades

Como apresentado no capítulo anterior, eventos climáticos extremos representam um dos maiores desafios contemporâneos para a segurança e saúde no trabalho. No âmbito setorial brasileiro, a mudança do clima provoca impactos heterogêneos, com ganhos concentrados em setores de baixo carbono e altamente dependentes de recursos naturais (RATHMANN, 2025). Sobre os efeitos de desastres naturais, modelos internacionais preveem redução da força de trabalho global total, particularmente em regiões tropicais (DASGUPTA, 2021), no entanto, no contexto brasileiro, investigações específicas na produtividade laboral são mínimas, senão ausentes (DELANHESE, 2024; MUNTANELLI, 2025).

A intensificação das mudanças climáticas tem alterado padrões meteorológicos, ampliando a incidência de chuvas intensas, tempestades elétricas, rajadas de vento acima da média histórica e tornados localizados, que podem gerar danos severos em períodos muito curtos. Eventos climáticos como tempestades exigem integração constante entre segurança operacional e proteção ambiental, bem como articulação com o Corpo de Bombeiros, Defesa Civil, concessionárias de energia e o Sistema Único de Saúde (SUS) para atender as necessidades emergentes de seus impactos. A maior frequência e imprevisibilidade desses eventos ampliam a necessidade de que a indústria atue de forma proativa e integrada na gestão dos riscos (BRASIL, 2025).

A proteção dos trabalhadores depende de medidas robustas, integradas e adaptativas envolvendo políticas nacionais específicas, fortalecimento dos sistemas de gestão de segurança e saúde do trabalhador, incorporação de tecnologias inteligentes, treinamento contínuo e diálogo social. Somente com uma abordagem preventiva, multidisciplinar e orientada ao risco será possível garantir ambientes de trabalho resilientes frente à intensificação das mudanças climáticas (ILO, 2024).

Nesse contexto, a indústria desempenha papel estratégico na preparação, prevenção e resposta a emergências climáticas, devendo integrar os riscos associados às tempestades ao seu Plano de Resposta a Emergências (PRE) (SENAI, 2024). Os procedimentos aplicáveis a esses cenários devem contemplar:

- Monitoramento meteorológico contínuo;
- Definição de critérios para acionamento de alertas e alarmes;
- Protocolos de interrupção segura das atividades;
- Ações de primeiros socorros e diretrizes para atendimento de trabalhadores atingidos por soterramentos;
- Quedas de estruturas, objetos projetados pelo vento, choques elétricos ou outros agravos decorrentes do evento.

Devem incluir, ainda, critérios técnicos para o retorno seguro às operações, garantindo avaliação prévia da estabilidade de edificações, equipamentos, linhas elétricas e sistemas logísticos. Assim como ocorre em protocolos nacionais e setoriais de resposta a desastres, é fundamental que as ações estejam articuladas com as estruturas locais e regionais de saúde, meio ambiente e Defesa Civil, assegurando proteção à vida dos trabalhadores, da população do entorno e à

integridade da infraestrutura produtiva (BRASIL, 2021a; BRASIL, 2024a; BRASIL, 2025).

A ocorrência de chuvas e tempestades impõe riscos significativos à saúde das pessoas e às instalações organizacionais, aumentando a ocorrência de descargas elétricas e rajadas de vento, o que pode comprometer a segurança e integridade das estruturas, elevando:

- Risco de quedas, impactos por objetos projetados e acidentes durante deslocamentos;
- Agravamento de condições de saúde, especialmente em situações de exposição ao frio, umidade ou esforço físico;
- Falhas no fornecimento de energia elétrica e comunicação;
- Danos a estrutura, equipamentos e instalações operacionais;
- Risco de alagamentos, infiltrações e comprometimento de áreas produtivas;
- Necessidade de abrigo imediato ou evacuação de áreas de risco.

Nas próximas páginas, apresentamos orientações para que o setor industrial se prepare adequadamente para enfrentar tempestades, com o objetivo de ampliar a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, diminuir vulnerabilidades e prevenir danos à saúde, à segurança e à continuidade das operações.



Foto: Adobe Stock

2.2 Diretrizes à indústria para o monitoramento sistemático e contínuo

O monitoramento sistemático e contínuo de chuvas e tempestades constitui um eixo central da gestão de riscos climáticos, especialmente em contextos industriais, urbanos e laborais. O acompanhamento permanente de variáveis atmosféricas e ambientais permite antecipar cenários de risco, subsidiar decisões operacionais e reduzir impactos adversos à saúde, à segurança e à continuidade das atividades produtivas. No Brasil, esse monitoramento é sustentado por uma rede institucional integrada, composta por órgãos federais, estaduais e municipais, que atuam de forma complementar na geração, análise e disseminação de informações meteorológicas e de alertas de desastres.

A análise contínua é fundamentada na vigilância sistemática de indicadores como precipitação intensa, rajadas de vento, descargas elétricas, variações abruptas de temperatura, pressão atmosférica e umidade relativa do ar, além de parâmetros hidrológicos associados, como elevação do nível de rios e saturação do solo. Esses elementos são essenciais para a identificação precoce de tempestades severas, enxurradas, vendavais e eventos associados, possibilitando a definição de níveis de prontidão e a adequação temporária das operações, conforme preconizado em protocolos de emergência climática (BRASIL, 2021a).



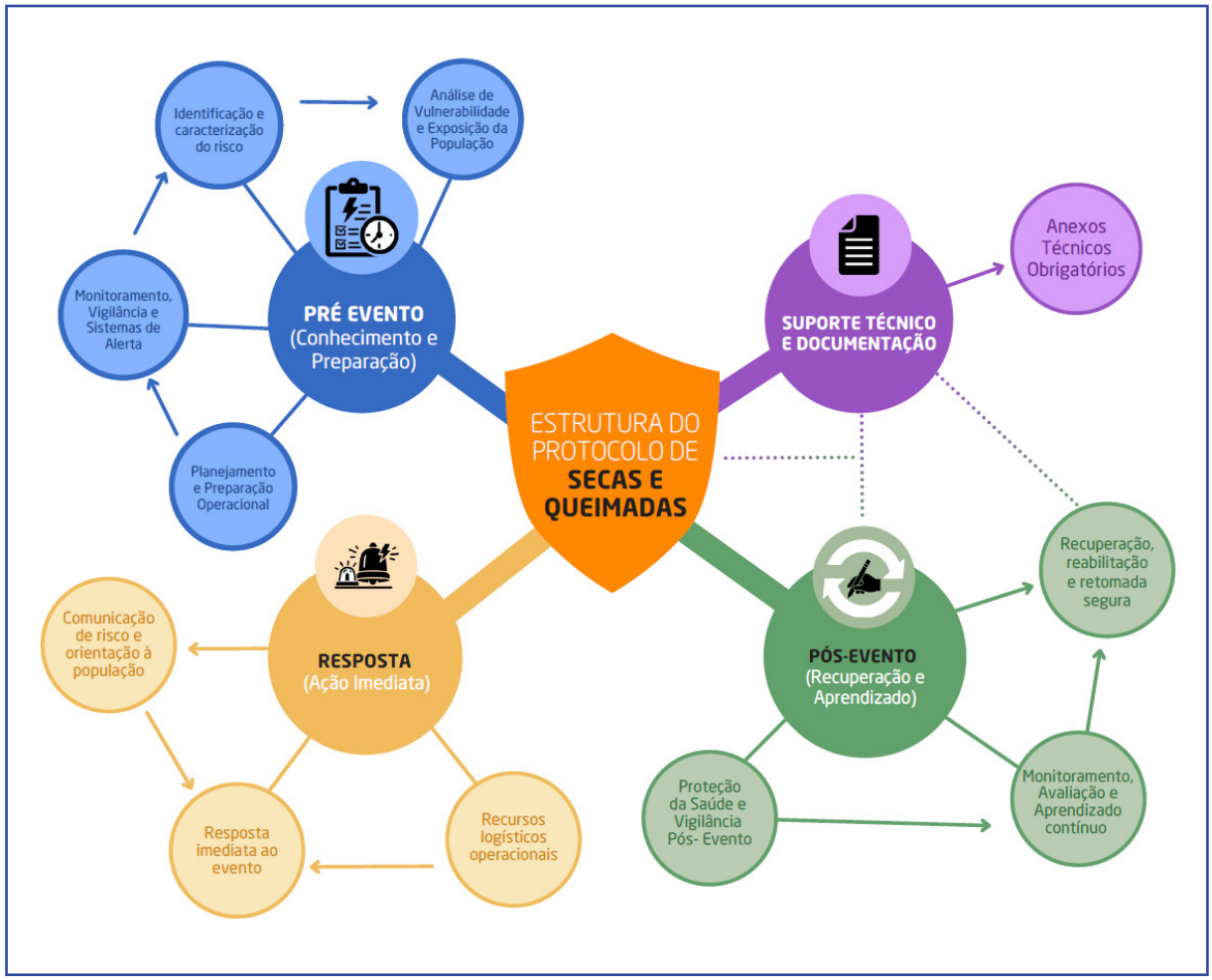
Foto: Adobe Stock

2.2.1 Sistema nacional de monitoramento e emissão de alertas

A fim de coletar constantemente informações sobre possíveis desastres e planejar os melhores desfechos, o Brasil conta com o Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD), coordenado pela Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil e vinculado ao Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. O CENAD é responsável por receber, integrar, analisar e sistematizar as informações provenientes de diversos órgãos de monitoramento do governo federal e disseminar os alertas, avisos e boletins às Defesas Civis Municipais e Estaduais (BRASIL, 2021a).

As principais plataformas de monitoramento podem ser observadas na Figura 6 e serão mencionadas abaixo.

● **Figura 6.** Principais plataformas de monitoramento geo-hidro-meterológico.



Fonte: Elaboração própria (2026).

O Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), órgão federal vinculado ao Ministério da Agricultura e Pecuária, é responsável pela coleta, análise e previsão das condições meteorológicas em todo o território nacional. O instituto opera uma extensa rede de estações meteorológicas convencionais e automáticas, modelos de previsão numérica de alta resolução e sistemas de observação em tempo real, que subsidiam a emissão de avisos e alertas de tempo severo. O sistema ALERT-AS, utilizado pelo INMET, adota protocolos padronizados com validação internacional para classificar e difundir alertas de tempestades intensas e chuvas volumosas e outros fenômenos meteorológicos adversos, permitindo rápida comunicação com órgãos públicos, setor produtivo agropecuário e população em geral (ALERT-AS, 2015).

De forma complementar, o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, desempenha papel estratégico na vigilância contínua de áreas suscetíveis a desastres naturais. O CEMADEN concentra sua atuação em municípios previamente mapeados como áreas de risco, monitorando de forma ininterrupta a ocorrência de riscos hidro-geo-hidrológicos (inundações, movimentações de massa e enxurradas). Para isso, o centro utiliza uma rede integrada de radares meteorológicos, pluviômetros automáticos, sensores hidrológicos e dados de sensoriamento remoto por satélite, que alimentam suas salas de situação em tempo real (CEMADEN, 2026).

Ainda, o Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE) contribui com a elaboração de modelos de previsão numérica de precipitações, nevoeiros, descargas elétricas, sistemas convectivos e outros (CPTEC, 2023), enquanto o Serviço Geológico do Brasil do Ministério de Minas e Energia (CPRM) fornece alertas hidrometeorológicos baseados no monitoramento de bacias hidrográficas com relação a chuvas e níveis dos rios (SACE, 2003). Nesse sentido, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) também monitora a evolução de chuvas, níveis e vazão dos principais rios, reservatórios e bacias hidrográficas, contribuindo ativamente para a implantação de Salas de Situação Estaduais que suportam a decisão de autoridades gestoras de eventos críticos no país (ANA, 2024).

Os dados observacionais coletados e produzidos pelo CEMADEN, CPTEC, INMET, CPRM e ANA são integrados a previsões meteorológicas e modelos ambientais, permitindo análises contínuas pelo CENAD das condições que podem desencadear eventos extremos. Esse fluxo de informação fortalece a capacidade de resposta antecipada e a adoção de medidas preventivas, especialmente em contextos de maior vulnerabilidade social e ambiental.



Foto: Adobe Stock

2.2.2 Integração tecnológica e automação do monitoramento

Do ponto de vista operacional, sempre que possível, o monitoramento deve ser realizado por meio de rotinas automatizadas de coleta, integração e análise de dados. A utilização de interfaces de programação de aplicações (APIs) e serviços web, como *Web Map Service* (WMS) e *Web Feature Service* (WFS), possibilita a extração de informações espaciais e temporais sobre tempestades e condições meteorológicas adversas em tempo quase real.

CEMADEN, INMET e CPTEC disponibilizam plataformas com dados abertos, mapas interativos e/ou dashboards em tempo real para monitoramento meteorológico, com dados de classificação de nuvens, descargas elétricas, precipitação e sistemas convectivos (ALERT--AS, 2015; CPTEC, 2023; CEMADEN, 2026). A ANA disponibiliza boletins diários com informações de cada bacia hidrográfica e monitoramento de chuvas (BRASIL, 2018; SACE, 2025). Além disso, é possível contar com os sistemas de alerta para celular com previsão imediata de tempestades, como o Projeto SOS Chuva (CPTEC, 2017), desenvolvido pelo CPTEC/INPE e, também, o Defesa Civil Alerta, que envia alertas de emergências de vendavais, alagamentos, chuvas, enxurradas e outros via telefonia celular, desenvolvido pela Defesa Civil Nacional (BRASIL, 2024b).

É possível, ainda, analisar mapas interativos com dados compilados de desastres já ocorridos e riscos para desastres em plataformas nacionais como o Sistema Integrado de Informações sobre Desastres, uma plataforma do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (S2iD, 2012) , AdaptaBrasil do Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação (BRASIL, 2021b), o Observatório do Clima e Saúde do Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde da Fundação Oswaldo Cruz (ICICT/FIOCRUZ) (OCS, 2022) e o Atlas Digital de Desastres no Brasil, desenvolvido e mantido pelo Banco Mundial, a Universidade Federal de Santa Catarina e a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil do Ministério da Integração e Desenvolvimento Regional (Sedec/MIDR) (BRASIL, 2023). Há também plataformas internacionais, como o Monitor de Clima Global (CAMARILLO-NARANJO, 2019), mantido pela Universidade de Sevilla, Espanha, a ThinkHazard! desenvolvida pela Global Facility for Disaster Reduction and Recovery junto com o Banco Mundial (GFDRR, 2026), e o mapa interativo de eventos extremos desenvolvido pela Organização Meteorológica Mundial (OMM, 2025).

A integração dessas bases de dados permite a consolidação de indicadores compostos de risco climático, capazes de sintetizar sinais meteorológicos e ambientais em modelos analíticos de apoio à decisão. Esses indicadores auxiliam gestores na definição de medidas preventivas, como restrição de atividades externas, readequação de jornadas de trabalho, reforço de orientações de segurança, proteção de estruturas e articulação com serviços públicos de emergência e saúde.

A vigilância contínua permite antecipar situações que demandam medidas específicas, como o uso de equipamentos de proteção individual, suspensão temporária de atividades externas, cuidados adicionais com instalações elétricas, armazenamento seguro de materiais e orientação clara aos trabalhadores sobre condutas seguras antes, durante e após eventos severos (SESI, 2025; SESI, 2026). Ademais, o monitoramento contribui para reduzir a exposição a riscos indiretos, como doenças transmitidas por água

contaminada, presença de animais peçonhentos e impactos psicossociais associados a desastres climáticos.

Em relação às experiências com tempestades passadas, o Brasil já vivenciou situações de desastres graves como o ocorrido na região Serrana do Rio de Janeiro, em 2011, com 890 mortes e cerca de 35 mil pessoas desabrigadas, e também as enchentes no Rio Grande do Sul, que vitimou 183 pessoas, afetando cerca 2,4 milhões de pessoas em mais de 400 municípios (BANCO MUNDIAL, 2012; BRASIL, 2025b). Ambas as situações, ainda que extremamente pesarosas, levaram ao estabelecimento de protocolos e melhorias no planejamento, gestão de risco e alertas, com a integração de dados ao CENAD, lançamento do Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), elaboração de estudos técnicos do panorama de desastres no Brasil, protocolo de respostas às emergências climáticas por inundação, entre outros (BRASIL, 2021a; BRASIL, 2025a; CNM, 2025; SESI, 2025).

Dados históricos apontam que municípios costeiros tem o maior registro de **eventos relacionados a ciclones**, com as regiões sul apresentando a maior quantidade de registros, embora a região sudeste também aponte número importante (Figura 7A). Ciclones são sistemas de baixa pressão atmosférica que geram ventos fortes podendo provocar tempestades, chuvas intensas, ressacas costeiras e aumento do nível do mar, responsáveis pela maior parte dos danos materiais. Atingem sobretudo habitações e obras de infraestrutura e geraram prejuízos significativos nos setores de energia, transporte e distribuição (UNIFESP, 2025a).

Chuvas intensas e as enxurradas foram responsáveis pela maior parte de registros meteorológico e hidrológico, respectivamente registrados. As regiões sul e sudeste concentraram 2/3 dos registros relacionados a chuvas, com danos principalmente em obras de infraestrutura e habitação, afetando os setores de agricultura, comércio, transporte e saneamento básico (Figura 7B e 7C) (UNIFESP, 2025b).

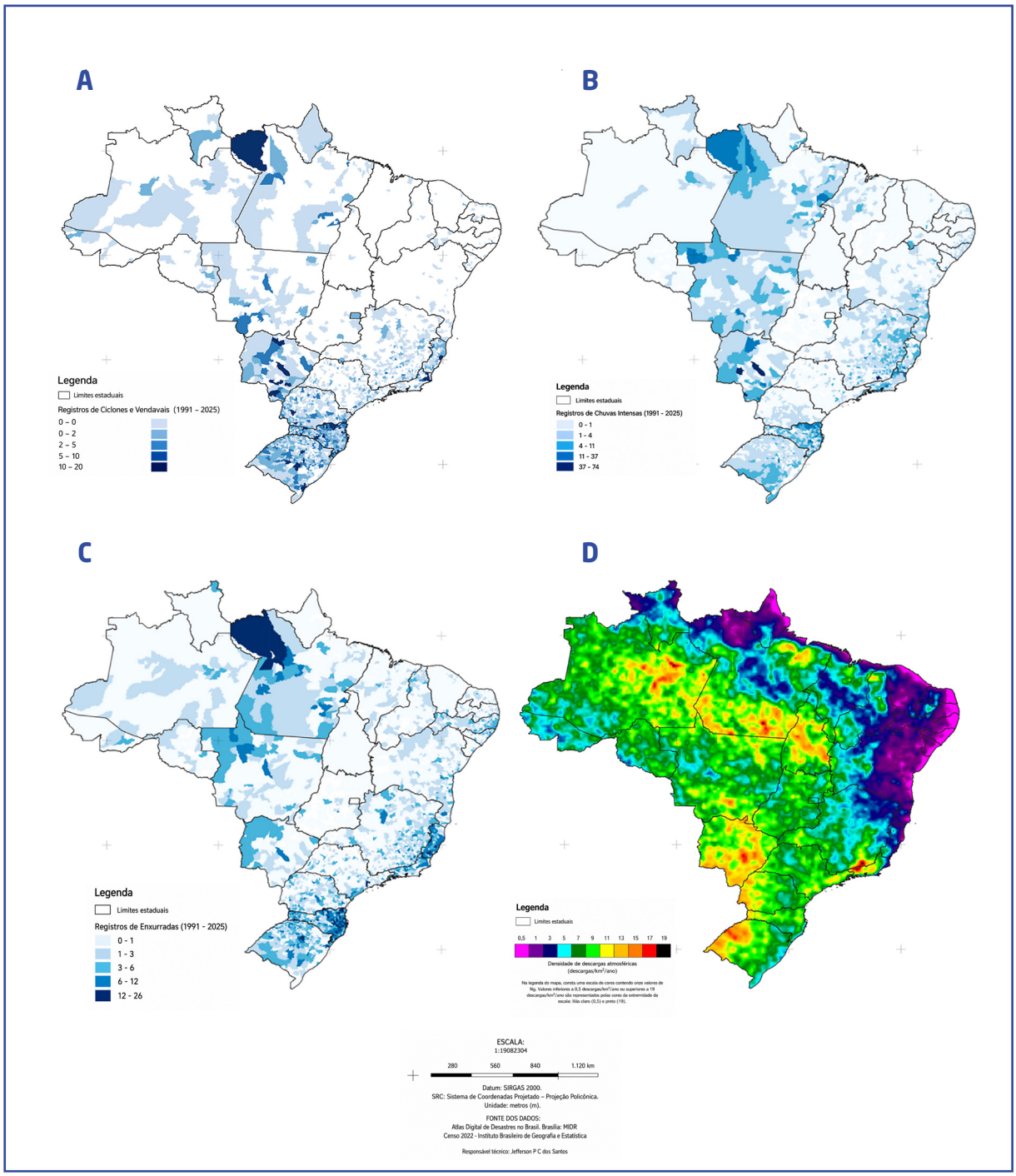
Em relação a **descargas atmosféricas**, as regiões sul e sudeste apresentam maior ocorrência, considerando a dimensão espacial, segundo dados do INPE (Figura 7D). A probabilidade de eventos com índices elevados de fatalidade é grande, uma vez que são estados com grande densidade populacional. Além disso, atividades dos setores industriais de mineração, setor elétrico, construção civil, pecuária e agricultura apresentam risco aumentado para a ocorrência de raios, devido à exposição ao ar livre e à presença de equipamentos ou estruturas que podem atrair descargas atmosféricas (SANTOS, 2024).

Relatórios de modelagem climática predizem aumento de precipitações intensas para o sudeste da América do Sul com risco a segurança hídrica e aumento dos danos causados por tempestades, vendavais e ciclones (COBRADE, 2017), principalmente na região do Rio Grande do Sul, no Brasil, tanto no verão, quanto no inverno (BRASIL, 2016; IPCC, 2023).

Os mapas abaixo apresentam a **distribuição de ciclones, chuvas intensas, enxurradas e descargas atmosféricas no Brasil, entre 1991 e 2025**, e mostram que a região sul e sudeste está mais exposta a chuvas intensas e enxurradas, bem como ao aumento de descargas atmosféricas, observado principalmente na região sudeste. A região norte, principalmente no que concerne ao noroeste do Pará, apresenta aumento significativo nas chuvas intensas e enxurradas por um somatório de efeitos meteorológicos, sendo uma região impactada pela Zona de Convergência Intertropical, pelo aumento da evapotranspiração proveniente da floresta amazônica, e pelo efeito barreira que o relevo das Guianas e o Suriname promovem no aumento da condensação da umidade. Também é possível observar o

aumento de chuvas intensas, enxurradas e descargas elétricas no corredor que vai da região norte, passando pelo centro-oeste e descendo até a porção oeste da região sul. A Amazônia fornece grande quantidade de vapor d'água que favorece o aparecimento de grandes nuvens que, ao se deslocarem para a região centro-oeste, se encontram com o ar quente e seco desta região, formando um ambiente altamente instável favorável a chuvas e raios. Ao descer até a região sul, este ar quente e úmido encontra as frentes frias vindas da Antártida, promovendo raios constantes.

● **Figura 7.** Mapas com a distribuição de (A) ciclones, (B) chuvas intensas, (C) enxurradas e (D) descargas atmosféricas no Brasil entre 1991 e 2025.



Fonte: Elaboração própria (2026).

2.2.3 Níveis de prontidão

Antes da definição dos níveis escalonados de prontidão operacional, é importante verificar o risco de ocorrência de tempo severo. Abaixo apresentamos uma matriz de risco, mostrando as escalas de probabilidade de ocorrência de tempo severo, correlacionadas com a gravidade de seus impactos (Tabela 1-3) (BRASIL, 2024a). Para previsão probabilística de tempo severo, o INPE considera quando houver:

- Granizo com diâmetro > 2cm;
- Rajada de vento > 80km/h
- Danos por vento e tornado em volta de um ponto com raio de influência de 40km (RIBEIRO, 2020).

Tabela 1. Matriz de risco mostrando as escalas de probabilidade da ocorrência de tempo severo versus seus impactos.

		Impacto				
		Muito Baixo	Baixo	Moderado	Grave	Muito grave
Probabilidade	Muito comum					
	Comum					
	Relativamente comum					
	Incomum					
	Raro					

Tabela 2. Indicadores de impacto de tempo severo.

Indicadores de impacto		
Categoria	Descrição dos critérios de impacto	Resposta
Muito baixa	Riscos com consequências pouco significativas.	Sem ação
Baixa	Riscos com consequências reversíveis a curto e médio prazos e custos pouco significativos.	Atenção
Moderada	Riscos com consequências reversíveis a curto e médio prazos e custos baixos.	Esteja preparado
Grave	Riscos com consequências reversíveis a curto e médio prazos e custos altos.	Defina ações
Muito Grave	Riscos com consequências irreversíveis e custos altos.	Defina ações/ Emergência

Tabela 3. Indicadores de probabilidade de ocorrência de tempo severo.

Indicadores de probabilidade de ocorrência			
Categoria	Nível	Numérico (%)*	Descrição simplificada
Muito comum	0	-	Tempestades esperadas, mas sem tempo severo associado.
Comum	1	10	Tempestades severas isoladas e/ou pouco organizadas.
Relativamente Comum	2	30	Algumas tempestades severas organizadas.
Incomum	3	60	Muitas tempestades severas organizadas, algumas significativas.
Raro	4	90	Muitas tempestades severas com alto poder destrutivo.

*Probabilidade de acumulado de chuva maior ou igual a 50mm em 24h não necessariamente associadas a tempestades convectivas. Para alerta de chuva intensa a probabilidade numérica muda para 15% no nível 1, 30% no nível 2, 45% no nível 3 e 60% no nível 4, considerando o limiar de chuva acumulada maior ou igual a 30mm em 1 hora.

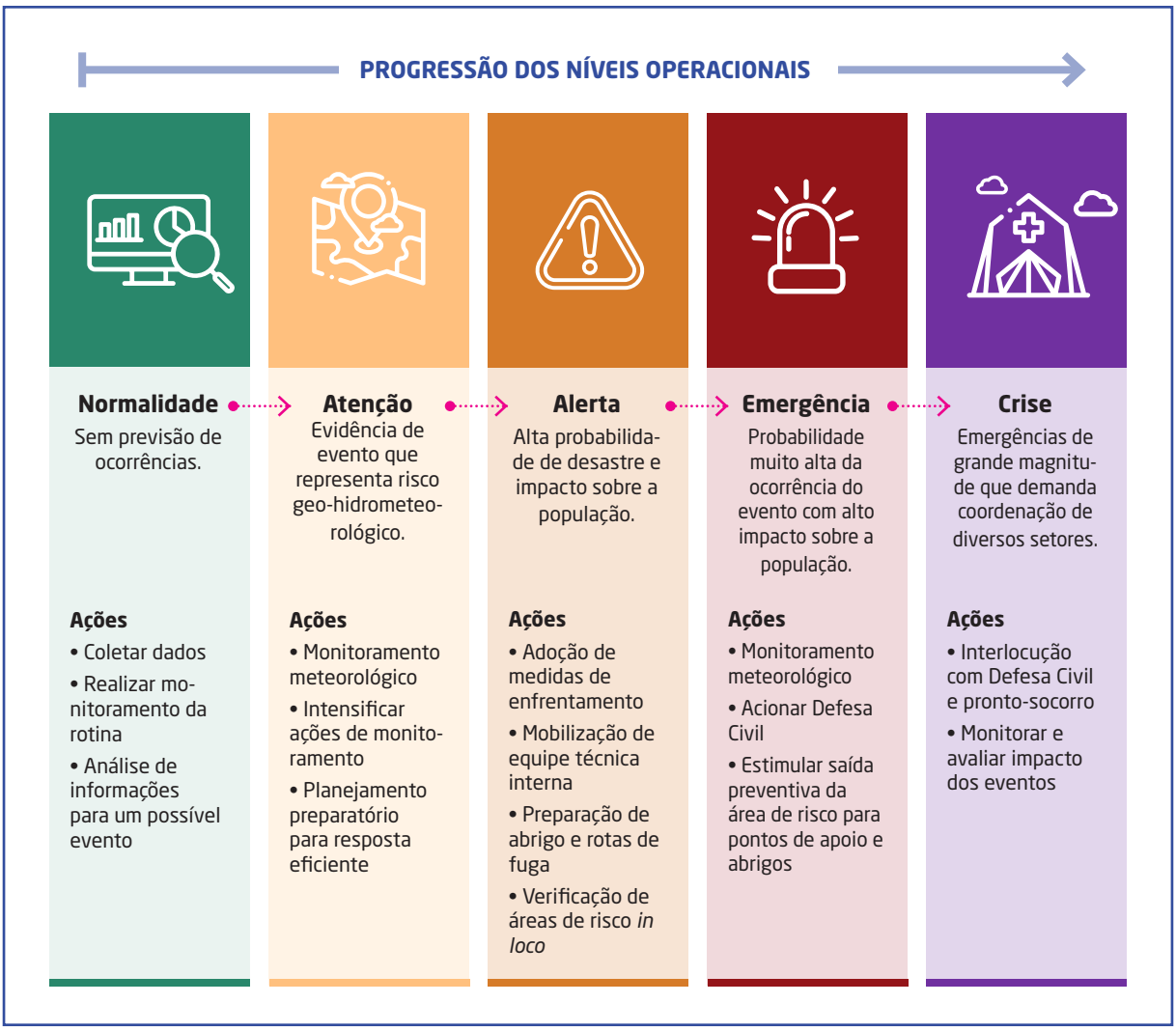
Fonte: Elaboração própria, adaptado de RIBEIRO (2020).

Nesse contexto, é recomendável que os protocolos institucionais adotem níveis de prontidão operacional, com transição progressiva entre estágios de normalidade, mobilização, alerta e emergência, como pode ser visto na Figura 8. Cada nível deve estar associado a critérios objetivos e mensuráveis, tais como intensidade da chuva prevista, velocidade do vento, duração do evento e grau de exposição das atividades realizadas, além de possuírem cores para caracterização dos níveis. Essa abordagem favorece decisões transparentes, reproduzíveis e alinhadas às melhores práticas de gestão de riscos climáticos (BRASIL, 2021a; BRASIL, 2024a).



Foto: Freepik

Figura 8. Diagrama demonstrando os cinco níveis operacionais e sua progressão.



Fonte: Elaboração própria (2026).

Os níveis operacionais seguem conforme definição abaixo.

Normalidade: Neste nível não há previsão de ocorrências e, portanto, o objetivo é coletar dados, realizando o monitoramento de rotina e análise de informações para um possível evento. É recomendado o acompanhamento dos boletins meteorológicos, plantão permanente de monitoramento, promover exercícios simulados com órgãos e entidades responsáveis pelas ações de resposta, cadastrar locais de abrigos, mapear rotas de fuga para evacuação e realizar vistorias em campo. Caracterizado pela cor verde.

Observação: Ocorre quando há evidências de um evento que represente riscos geo-hidrometeorológicos. Intensificam-se as ações de monitoramento, e planejamento preparatório para assegurar resposta adequada ao evento. É recomendado continuar acompanhando os boletins meteorológicos, avaliar a possível mudança do nível operacional, realizar vistorias em campo e acompanhar sua possível evolução. Caracterizado pela cor amarela.

Alerta: Nível onde a probabilidade do desastre e seu impacto sobre a população é alto. Medidas preparatórias para enfrentamento da situação devem ser adotadas, antecipando a ocorrência de agravos de modo estratégico. É fundamental manter o monitoramento meteorológico, mobilizar equipe técnica interna, iniciar preparação de abrigo e rotas de fuga e verificar as áreas de risco *in loco*. Caracterizado pela cor laranja.

Emergência: Estágio onde há probabilidade muito alta para ocorrência do evento, com alto impacto sobre a população. É fundamental neste nível continuar o monitoramento meteorológico, acionar as equipes de defesa civil, estimular a saída preventiva daqueles da área de risco em direção aos pontos de apoio e abrigos. Caracterizado pela cor vermelha.

Crise: Estágio operacional máximo onde há emergências de grande magnitude que demandam a coordenação de diversos setores frente ao evento extremo. Diante deste nível, é possível que haja interrupção dos serviços essenciais, impactos econômicos e sociais, além de perdas humanas. É importante a interlocução das equipes responsáveis da Defesa Civil com demais setores, como pronto-socorro, e monitorar e avaliar o impacto dos eventos. É caracterizado pela cor roxa.

Cada um dos níveis operacionais deve ser deflagrado a partir de níveis de alerta de cada um dos órgãos nacionais de monitoramento, segundo a tabela 4.

Tabela 4. Caracterização dos tipos de alerta das agências nacionais e sua relação com os níveis de prontidão operacional

	Tipo de alerta	Geo-hidrológico	Meteorológico		Hidro-meteorológico
Nível de prontidão operacional	Agência	CEMADEN	CPTEC	INMET	CPRM
Normalidade	Nível de Alerta	—	—	—	—
Observação		Moderado	Nível 1	Perigo Potencial	Cota de atenção
Alerta		Alto	Nível 2	Perigo	Cota de alerta
Emergência		Muito alto	Nível 3	Grande Perigo	Cota de inundação
Crise		Muito alto	Nível 4	Grande perigo	Cota de inundação severa

Fonte: adaptado de Brasil (2021a; Brasil, 2024a).

2.3 Estrutura para o protocolo de emergência climática por chuvas e tempestades

Este protocolo estabelece diretrizes e ações integradas de caráter estratégico, tático e operacional para orientar a prevenção, a preparação, a resposta e a recuperação frente a eventos meteorológicos extremos associados a tempestades intensas (relacionados ou não a tornados, tempestades de raios, granizo, chuvas intensas e vendavais), zonas de convergência (região ligada à tempestade que provoca vendavais, chuvas intensas e até granizo) e ciclones (associados a ventos costeiros ou marés de tempestade, com ondas violentas provocadas por rajadas fortes de vento). Esses eventos representam ameaças crescentes à saúde da população, à segurança dos trabalhadores, à infraestrutura crítica e à continuidade das atividades produtivas, sendo intensificados no contexto das mudanças climáticas globais (COBRADE, 2017).

O protocolo fundamenta-se nos princípios da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC (Lei nº 12.608/2012) (BRASIL, 2012), no Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres (2015–2030), nas diretrizes da OMS para saúde e mudanças climáticas, bem como em orientações técnicas do Ministério da Saúde, INMET, CEMADEN, CPTEC/INPE e dos órgãos do Sistema Nacional de Defesa Civil (BRASIL, 2012; UNDRR, 2015; OMS, 2025).

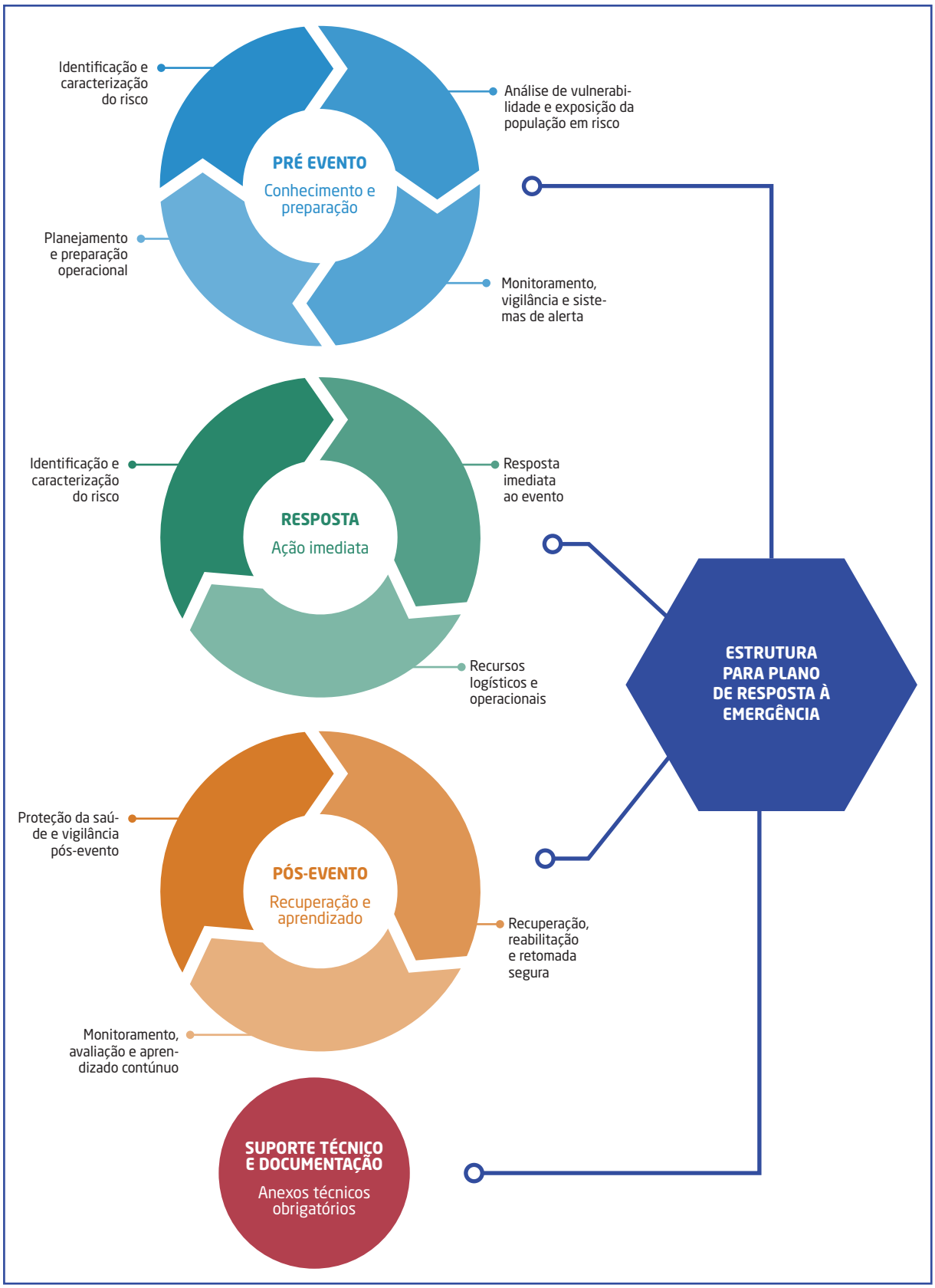
Tem como finalidade orientar uma resposta coordenada entre setor produtivo, poder público e sociedade civil, com atenção especial aos trabalhadores e populações expostas, visando à proteção da vida, à mitigação de danos à saúde física e mental, à redução de impactos socioeconômicos e ambientais e à promoção da resiliência institucional e comunitária frente a tempestades e condições meteorológicas adversas.

A estrutura do protocolo seguirá uma lógica sistêmica (Figura 9), alinhada às boas práticas nacionais e internacionais de gestão de riscos e desastres, organizada de modo a cumprir as seguintes etapas:



Foto: Freepik

Figura 9. Estrutura do Protocolo de Chuvas e Tempestades.



Fonte: Elaboração própria (2026).

2.3.1 Pré-evento (conhecimento e preparação)

2.3.1.1. Identificação e caracterização do risco

A primeira etapa do protocolo consiste na identificação e caracterização sistemática dos riscos associados às tempestades e ventos forte (vide item 2.2.1 e 2.2.2). Essa fase envolve o reconhecimento das ameaças climáticas predominantes em determinado território, como chuvas intensas, descargas elétricas, ventos fortes, granizo e alagamentos associados, considerando suas frequências, intensidades, sazonalidade e tendências de agravamento. Define-se também a extensão territorial que será impactada, caracterizando as condições ambientais, socioeconômicas e de saúde da área, apontando os serviços e estruturas de saúde presentes nela. Considera-se também a situação epidemiológica das doenças e agravos relacionados ao potencial desastre e fatores que podem apresentar risco à saúde humana (BRASIL, 2025c). Devem ser utilizados dados históricos, previsões meteorológicas, análises climatológicas e informações provenientes de sistemas oficiais de monitoramento, como INMET, CEMADEN, ANA, CPTEC/INPE e o Defesa Civil Alerta (ALERT-AS, 2015; BRASIL, 2018; CPTEC, 2023; BRASIL, 2024a; BRASIL 2024b; CEMADEN, 2026; SACE, 2025). Nesta fase, podem ser utilizados sistemas de monitoramento complementares, informados no item 2.2.2. Essa caracterização constitui a base técnica para as etapas subsequentes do protocolo, orientando decisões de planejamento e alocação de recursos.

2.3.1.2. Análise de vulnerabilidades e exposição da população em risco

A análise de vulnerabilidade e exposição avalia como as tempestades afetam diferentes grupos populacionais, trabalhadores, infraestruturas e sistemas produtivos. Nessa etapa, considera-se não apenas a presença do risco climático, mas também a capacidade de resposta e adaptação dos indivíduos e das instituições frente ao evento. A exposição está diretamente relacionada aos eventos passados e, portanto, devem ser considerados os dados históricos registrados e disponibilizados em fontes oficiais, como o Atlas Digital e as demais citadas no item 2.2.2 (BRASIL, 2023a). Devem ser considerados os grupos mais vulneráveis como crianças, adolescentes, idosos, gestantes, pessoas com doenças crônicas, pessoas com deficiências, pessoas em situação de vulnerabilidade socioeconômica, pessoas em situação de rua, populações do campo, e trabalhadores expostos a atividades externas ou ambientes inseguros (BRASIL,2025c). No contexto produtivo, avaliam-se também a dependência de energia elétrica, a fragilidade de estruturas, a exposição a riscos elétricos e a capacidade de resposta dos serviços de saúde e emergência (OMS, 2025).

2.3.1.3. Monitoramento, vigilância e sistemas de alerta

O protocolo deve prever monitoramento contínuo, integrado aos sistemas oficiais de vigilância e alerta precoce. Essa etapa articula os dados produzidos por INMET, CEMADEN, CPTEC/INPE, CPRM, ANA e órgãos de defesa civil, garantindo acompanhamento permanente e atualização frequente das informações. São definidos níveis progressivos de alerta (normalidade, atenção, alerta e emergência), baseados em parâmetros objetivos, como previsão de ventos intensos, acumulados de chuva, risco de descargas elétricas atmosféricas e impactos potenciais. Esses níveis orientam a ativação escalonada de

medidas preventivas, operacionais e assistenciais, permitindo respostas proporcionais à gravidade do cenário (BRASIL,2021a; BRASIL, 2025c).

2.3.1.4. Planejamento e preparação operacional

Na fase de planejamento e preparação, são estruturados planos de contingência específicos para tempestades e condições meteorológicas adversas, visando desenvolver as capacidades necessárias para gerir as potenciais emergências. Essa etapa envolve a definição clara de responsabilidades, fluxos de comunicação, protocolos de segurança e medidas de proteção à saúde (BRASIL, 2025a). Inclui-se a capacitação de trabalhadores e gestores, a realização de simulações e exercícios de emergência, a adequação temporária de jornadas de trabalho, o reforço de estruturas físicas e a preparação de estoques críticos, como equipamentos de proteção individual, materiais de primeiros socorros, medicamentos e insumos essenciais. A articulação prévia com serviços de saúde, Defesa Civil, bombeiros e concessionárias de serviços públicos é fundamental para garantir resposta integrada e eficiente.

2.3.2 Resposta (ação imediata)

2.3.2.1. Comunicação de risco e orientação à população

A comunicação de risco constitui componente essencial do protocolo, devendo ser contínua, clara, acessível e baseada em evidências científicas. O protocolo deve estabelecer estratégias de comunicação capazes de orientar trabalhadores e comunidades sobre riscos iminentes, sinais de agravamento e comportamentos protetivos antes, durante e após as tempestades. Devem ser utilizados múltiplos canais de comunicação, incluindo sistemas de alerta oficiais, mensagens por aplicativos, materiais educativos e orientações presenciais, respeitando as especificidades culturais e sociais dos diferentes públicos. A comunicação eficaz contribui para reduzir pânico, evitar exposições desnecessárias e fortalecer a adesão às medidas de proteção (BRASIL, 2025c; BRASIL, 2025a; WHO, 2025).

2.3.2.2. Resposta imediata ao evento

A fase de resposta imediata envolve a ativação dos planos de emergência e a adoção de medidas para proteção da vida e da saúde com ações de socorro imediato, de assistência e de restabelecimento. Inclui a interrupção ou adaptação de atividades de risco, a proteção de trabalhadores e usuários, o atendimento a ferimentos e agravos à saúde, o suporte logístico e, quando necessário, a evacuação de áreas de risco (BRASIL, 2025c). Essa etapa requer coordenação direta com os sistemas de saúde e emergência, assegurando acesso rápido a atendimento médico, transporte de vítimas e apoio psicossocial inicial. A resposta deve ser flexível e continuamente ajustada conforme a evolução do evento meteorológico.

2.3.2.3. Recursos logísticos e operacionais

Insumos, veículos e equipamentos relacionados às emergências devem constar em lista atualizada. A seleção, disponibilidade, funcionalidade e dimensionamento dos insumos devem ser definidos com base nos potenciais desdobramentos de cenários de chuvas e tempestades. Parcerias com o SESI e outras instituições ajudam a suprir demandas nessas situações adversas.

2.3.3 Pós-evento (recuperação e aprendizado)

2.3.3.1. Proteção da saúde e vigilância pós-evento

Após a passagem da tempestade, o protocolo orienta a vigilância ativa de agravos à saúde associados ao evento. Devem ser monitoradas lesões, doenças respiratórias, doenças infecciosas relacionadas à água contaminada, acidentes elétricos e impactos na saúde mental da população afetada. No contexto laboral, recomenda-se acompanhamento dos trabalhadores expostos, avaliação das condições ambientais e estruturais antes da retomada das atividades e oferta de suporte psicológico quando necessário. A vigilância pós-evento permite identificar efeitos tardios e prevenir agravamentos à saúde (OMS, 2025; SESI, 2025).

2.3.3.2. Recuperação, reabilitação e retomada segura

A etapa de recuperação envolve a avaliação dos danos sociais, ambientais, produtivos e à saúde, bem como o restabelecimento gradual e seguro das atividades. Inclui ações de reabilitação de infraestruturas, recomposição de serviços essenciais, apoio às populações afetadas e revisão das condições de trabalho.

A retomada das atividades deve ocorrer apenas quando as condições forem consideradas seguras, evitando exposições adicionais a riscos. O apoio psicossocial assume papel central nessa fase, contribuindo para a recuperação emocional e social das pessoas afetadas, conforme recomendado pela OMS e por diretrizes nacionais de saúde e segurança (OMS, 2025; SESI, 2025).

2.3.3.3. Monitoramento, avaliação e aprendizado contínuo

Por fim, o protocolo deve prever mecanismos de monitoramento e avaliação das ações implementadas, com definição de indicadores de desempenho e efetividade. A documentação de lições aprendidas e a revisão periódica do protocolo garantem sua atualização contínua, alinhada às novas evidências científicas, às mudanças climáticas em curso e às atualizações normativas.

Deve-se realizar inspeções estruturais em edificações, redes elétricas e áreas operacionais garantindo condições seguras antes do retorno pleno das atividades. Adicionalmente, o monitoramento de fatores ambientais internos como ventilação, umidade e possíveis infiltrações, é essencial para prevenir riscos secundários como mofo, contaminação e comprometimento da qualidade do ar, prevenindo eventuais infecções respiratórias.

2.3.4 Anexos técnicos obrigatórios

O documento deve incluir mapa de riscos, modelos de formulários padronizados, lista de contatos para emergências, garantindo embasamento técnico e conformidade legal às medidas adotadas.

2.4 Diretrizes e orientações para a indústria na elaboração do Plano De Resposta a Emergência (PRE)

Este item tem como finalidade orientar a construção do PRE para eventos de tempestades, com foco na proteção da vida e da saúde dos trabalhadores, na preservação da integridade das instalações industriais e a garantia da continuidade do negócio. Para isso, são considerados aspectos que incluem definir responsabilidades, fluxos de comunicação interna, a identificação de riscos específicos, procedimentos de evacuação, pontos de encontro seguros e critérios para paralisação e retomada das atividades. A capacitação e orientação dos trabalhadores também constituem um eixo central dessas diretrizes. A promoção de treinamentos periódicos e ações educativas favorece a construção de uma cultura de prevenção e segurança, reduzindo comportamentos de risco em situações de instabilidade climática (SESI, 2025). Os impactos indiretos das condições meteorológicas adversas na saúde física e mental dos trabalhadores também devem ser considerados, como o aumento do estresse, da ansiedade e da fadiga, especialmente em contextos de emergência ou interrupção prolongada das atividades.

Seguindo as diretrizes estabelecidas para o Planos de Resposta a Emergências para Eventos de Inundações (SESI, 2025), e para Eventos de Secas e Queimadas (SESI, 2026), os PRE para eventos de chuvas e tempestades devem incluir:

- Levantamento de áreas suscetíveis com base em dados históricos de precipitação, rajadas de vento, ocorrência de tempestades, registros meteorológicos, assim como monitoramento contínuo de ocorrências locais;
- Monitoramento contínuo das condições meteorológicas e dos níveis de alerta climático;
- Estruturação do PRE com definição de fluxos de resposta e proteção à saúde dos trabalhadores;
- Articulação com defesa civil, serviços meteorológicos e sistemas públicos de emergência;
- Adoção de medidas preventivas proativas, para mitigação de riscos operacionais e estruturais;
- Capacitação de equipes para atuação segura e comunicação eficiente;
- Planejamento de recuperação operacional e avaliação dos impactos pós-eventos, incluindo lições aprendidas.

O quadro a seguir resume os temas e elementos que compõem as diretrizes para o setor industrial em protocolos de emergência relacionados a chuvas e tempestades, e serão detalhados posteriormente, com vistas à aplicação prática no contexto industrial.

Quadro 1. Diretrizes para Planos de Resposta a Emergências climáticas por chuvas e tempestades (setor industrial).

Tema	Subitem	Descrição resumida
2.4.1 Mapeamento e análise de cenários	2.4.1.1 Planejamento e gestão do risco de chuvas e tempestades	Mapeamento técnico de áreas sujeitas a impactos por chuvas e tempestades, com base em dados geo-hidro-meteorológicos históricos, cartas topográficas, imagens de satélite e registros de ocorrências anteriores.
	2.4.1.2 Identificação de vulnerabilidade em pontos internos	Análise detalhada da planta industrial para localização de áreas vulneráveis, como tanques de armazenamento de produtos perigosos, subestações elétricas, áreas de disposição de resíduos, locais com equipamentos sensíveis, e potencial de agravamento em caso de liberação acidental.
	2.4.1.3 Identificação de vulnerabilidade em pontos externos	Mapeamento de áreas no entorno da planta, como encostas instáveis e pontes, risco de colapso, isolamento logístico, interrupção de energia, dificuldades de acesso para resposta emergencial, distância mínima entre equipamentos vulneráveis (gasodutos, subestações elétricas) e perigo potencial (árvores, guindastes) que podem cair devido ao vento.
	2.4.1.4 Avaliação de impactos humanos e operacionais	Correlação entre áreas de residência e mapas de risco de potenciais consequências de tempestades (enxurradas, alagamentos, deslocamentos de massa, descargas elétricas). Avaliação da exposição da força de trabalho, riscos à saúde, impactos sobre escalas operacionais e capacidade de manter atividades críticas com segurança.
2.4.2 Estruturação do PRE para cenários de chuvas e tempestades	2.4.2.1 Comitê de Emergência Climática	Formação de comitê multidisciplinar composto por representantes das áreas de Saúde, Segurança e Meio Ambiente, Operações, Manutenção, Recursos Humanos, Comunicação e Logística, com definição de responsabilidades, autoridade e suplência delegada para tomada de decisão rápida e estabelecimento de fluxos estruturados de comunicação, registro e comando.
	2.4.2.2 Descrição dos cenários de emergência e níveis de prontidão operacional	Definição dos diferentes níveis de risco associados aos níveis de prontidão operacional (vide item 2.2.3), com base em dados geo-hidro-meteorológicos, considerando indicadores de vulnerabilidades estruturais. Considerar cenários combinados (ex.: tempestade severa provocando enxurradas + liberação química) e eventos sucessivos (ex.: ventos fortes + colapso elétrico).
	2.4.2.3 Sistemas de monitoramento e alertas	Integração com sistemas oficiais do INMET, CEMADEN, ANA, CPTEC e Defesa Civil, monitoramento dos índices pluviométricos, descargas elétricas e velocidade do vento, além de protocolos de comunicação interna por SMS, rádio ou aplicativos corporativos, todos com redundância e cobertura em tempo real.
	2.4.2.4 Contatos de emergência	Manutenção de lista atualizada de contatos emergenciais (Corpo de Bombeiros, Defesa Civil, Serviço de Atendimento Móvel de Urgência), concessionárias de água e energia, órgãos ambientais e empresas especializadas em resgate técnico, desastres químicos/naturais e apoio logístico.
	2.4.2.5 Planos de evacuação	Definição de rotas seguras para evacuação, sinalização de áreas de risco, pontos de encontro seguros, protocolos específicos para trabalhadores com mobilidade reduzida e critérios para interrupção total ou parcial das atividades.

2.4.2 Estruturação do PRE para cenários de chuvas e tempestades	2.4.2.6 Logística do atendimento emergencial e apoio à saúde	Mapeamento de unidades de saúde de referência, pronto-atendimentos nas proximidades da planta industrial, e definição de fluxos para atendimento para primeiros socorros internos. Considerar contratos de apoio com empresas externas especializadas.
	2.4.2.7 Controle de produtos e substâncias perigosas (caso aplicável)	Contenções em caso de extravasamento de tanques, inclusão de válvulas de bloqueio manuais ou automáticas em dutos, com acionamento remoto ou por sensores, definição de zonas de isolamento químico com base em normas técnicas.
	2.4.2.8 Procedimentos de desligamento seguro de máquinas e equipamentos	Elaboração de protocolos para redução ou interrupção gradual e segura de processos industriais, diante de alerta antecipado de vento iminente, priorizando a integridade física, a prevenção dos impactos de chuvas e tempestades.
	2.4.2.9 Equipamentos de proteção individual e coletiva, e suprimentos de socorro	Disponibilização estratégica de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs), incluindo capacetes, capas impermeáveis, calçados antiderrapantes, e kits de primeiros socorros.
	2.4.2.10 Treinamentos e simulados	Capacitação periódica dos trabalhadores frente ao uso correto de EPIs e EPCs, evacuação e resposta a emergências, com realização de simulados e foco na melhoria contínua.
2.4.3 Sinergia entre ações governamentais e a iniciativas privadas: articulação com o sistema público de resposta	2.4.3.1 Acionamento de alertas e comunicação	Integração do PRE com sistemas oficiais de alerta climático (INMET, CEMADEN, ANA, CPTEC e Defesa Civil), subsidiando a definição dos níveis de prontidão operacional e resposta coordenada entre as equipes multidisciplinares.
	2.4.3.2 Articulação com planos públicos de contingência	Alinhamento com planos municipais, estaduais e federais, evitando sobreposição de procedimentos, garantindo complementaridade e resposta coletiva.
	2.4.3.3 Parcerias e recursos externos	Estabelecimento de parcerias de cooperação técnica com Defesa Civil, Corpo de Bombeiros, órgãos ambientais e prefeituras para o fornecimento de equipe de resgate, empréstimo de insumos, e outros itens adicionais, e contribuição com os planos governamentais.
	2.4.3.4 Linhas de apoio e retomada	Identificação de linhas de apoio financeiro, trabalhistas e assistenciais para suporte a empresas e trabalhadores afetados, incluindo medidas para retomada segura das atividades.
2.4.4 Mitigação proativa: medidas de prevenção e controle	2.4.4.1 Engenharia e infraestrutura adaptativa	Caso necessário, planejamento para investimento em solos permeáveis, áreas verdes, jardins de chuva, biovaletas, alagados construídos, terraços, taludes e infraestruturas naturais, que podem minimizar risco de deslizamentos, ressacas e erosão.
	2.4.4.2 Redundância e continuidade operacional	Planejamento de alternativas operacionais e rotas logísticas, redundância de sistemas críticos e protocolos para manutenção da funcionalidade mínima em situações extremas, reduzindo o tempo de resposta.
	2.4.4.3 Monitoramento contínuo e previsão de eventos	Monitoramento constante dos dados dos serviços oficiais geo-hidro-meteorológicos. Quando viável, automatização de alertas internos, bloqueio de válvulas, desligamento seguro dos equipamentos e acionamentos dos protocolos operacionais.

2.4.5 Gestão de pessoas: comunicação e treinamento	2.4.5.1 Gestão de recursos humanos	Definir estratégias que conciliem o cuidado com a saúde física e mental dos trabalhadores com a continuidade operacional, integrando os setores de Recursos Humanos, Saúde e Segurança do Trabalho, disponibilizando canais de escuta ativa e suporte emocional.
	2.4.5.2 Viabilização da retirada do local	Definição de estratégias para garantir a retirada segura dos trabalhadores, incluindo uso de veículos da empresa, rotas alternativas e/ou apoio de órgãos públicos. Em situação de alerta, considerar flexibilização de jornadas, trabalho remoto ou suspensão temporária da presença física.
	2.4.5.3 Amparo às pessoas afetadas	Disponibilização de recursos institucionais para amparo aos trabalhadores diretamente afetados por tempestades, incluindo abrigos temporários, água potável, medicamentos, vestimenta, alimentação, EPIs, apoio psicológico e assistencial, além de orientá-los ao acesso a programas sociais e benefícios trabalhistas.
2.4.6 Recuperação, continuidade das atividades e lições aprendidas	2.4.6.1 Análise pós-evento e aprimoramento contínuo	Levantamento dos danos materiais e operacionais, custos diretos e indiretos, análise de falhas em procedimentos, planos e respostas. Análise crítica das lições aprendidas e, em face destas novas evidências, atualizar o PRE, os treinamentos e capacitações.
	2.4.6.2 Plano de retomada da operação	Planejamento para retomada gradual e segura das atividades, avaliação de danos estruturais, gestão de insumos e equipamentos críticos, acionamento de recursos financeiros e de apólices de seguros aplicáveis a eventos climáticos, assegurando a continuidade do negócio e proteção dos trabalhadores.

Fonte: Elaboração própria (2026).

A seguir são detalhados os temas e elementos do Quadro 1, que compõem as diretrizes para o setor industrial, seguindo a numeração referenciada.

2.4.1 Mapeamento e análise de cenários

2.4.1.1 Planejamento e gestão do risco de chuvas e tempestades

Conforme abordado anteriormente, o planejamento estratégico para o enfrentamento de eventos severos associados às chuvas e tempestades é uma etapa primordial para o planejamento e gestão de risco, fundamentando o PRE, e deve considerar principalmente o levantamento do histórico climatológico da região de instalação da unidade. Esse processo tem como finalidade identificar vulnerabilidades relacionadas com contexto climático, territorial e operacional no qual a planta industrial está inserida, considerando fatores extremos e internos capazes de ampliar os impactos desses eventos extremos.

Entre os fatores externos destacam-se as chuvas intensas, alagamentos, vendavais, descargas atmosféricas, interrupções de fornecimento de energia e transbordamento de rios. Também devem ser avaliadas as características dos territórios como drenagem urbana,

impermeabilidade do solo, relevo, proximidade de encostas, cursos d'água e áreas sujeitas a enxurradas. Já os fatores internos envolvem áreas de armazenamento, sistemas elétricos, coberturas, acessos operacionais, sistemas de drenagem, pontos de acúmulo de água, e infraestrutura de saúde e segurança da unidade operacional.

A integração desses dados com diagnóstico retrospectivo e preditivo será utilizada como referência para elaboração do PRE, permitindo a priorização de investimentos em reforço estrutural. As séries temporais devem incluir velocidade de rajadas, incidência de descargas elétricas atmosféricas e índices pluviométricos extremos, a partir de informações provenientes de sistemas oficiais de monitoramento, como INMET, CEMADEN, ANA, CPTEC/INPE e o Defesa Civil Alerta (ALERT-AS, 2015; BRASIL, 2018; CPTEC, 2023; BRASIL, 2024a; BRASIL 2024b; CEMADEN, 2026; SACE, 2025), que possuem sistemas de alerta meteorológicos oficiais e em tempo real.

O mapeamento georreferenciado das áreas suscetíveis permite identificar padrões de sazonalidade, recorrência de eventos de baixa probabilidade e alto impacto, regiões críticas, zonas industriais vulneráveis, corredores de vento, estruturas com potencial de queda sobre ativos críticos e locais com maior exposição dos trabalhadores.

2.4.1.2 Identificação de vulnerabilidade em pontos internos

De forma complementar ao item anterior, é fundamental que haja uma análise detalhada da planta industrial para identificação e classificação de todos os ativos sensíveis da unidade. Nesse contexto, devem ser identificadas estruturas de grande altura como torres ou silos, coberturas de galpões, sistemas exaustão e ventilação, linhas de transmissão aérea, pórticos, guindastes, subestações elétricas e áreas de armazenamento de produtos perigosos e inflamáveis. Deve-se ainda avaliar o potencial de agravamento em caso de liberação acidental, com base no inventário de produtos perigosos, rotas de escoamento e presença de sistemas de contenção.

Tempestades com chuvas intensas podem levar a transbordamento de água para dentro das estruturas, atingindo estoques, comprometendo matérias-primas sensíveis a umidade e água e painéis elétricos. Recomenda-se, portanto, avaliar os sistemas de drenagem interna, promover desligamento preventivo de equipamentos sensíveis e monitorar bacias de contenção para que o excesso da chuva não promova transbordamento externo de resíduos industriais.

Em casos de tempestades com raios recomenda-se verificar os sistemas de automação e controle, uma vez que os componentes eletrônicos podem ser extremamente sensíveis a variações e, caso sejam atingidos, podem paralisar linhas inteiras de produção. Nesse sentido, é fundamental que haja verificação periódica da continuidade elétrica em estruturas metálicas internas e protocolos de desligamento seguro em caso de emissão de alertas para tempestades com descargas elétricas associadas (ABNT, 2019).

Modelos de carga de vento e simulações de trajetória de detritos podem ser sobrepostas à planta industrial, identificando assim áreas de alta pressão dinâmica e áreas suscetíveis a fadiga estrutural e desprendimento. A partir de então, é possível determinar prioridades de intervenção, com medidas estruturais como reforço de telhados, ancoragem preventiva de equipamentos móveis e barreiras corta-vento (ABNT, 2025).

Além dos danos estruturais diretos, a análise deve contemplar os riscos em cascata como alterações na integridade elétrica (queda de postes, interrupção de fornecimento de eletricidade, danos por raios), contaminação ambiental (vazamentos provocados por tombamento de tanques) e riscos à segurança humana (projeção de objetos, colapso de alvenarias e isolamento de rotas de fuga).

2.4.1.3 Identificação de vulnerabilidade em pontos externos

A resiliência operacional depende da estabilidade do ecossistema ao redor da planta e, e sendo assim, em caso de eventos extremos é fundamental garantir a estabilidade estrutural e a continuidade de serviços essenciais.

O alto volume hídrico trazido com as tempestades pode desestabilizar o solo e, portanto, recomenda-se monitorar taludes e encostas ao redor da planta industrial que podem sofrer deslizamentos e soterrar acessos secundários. A verificação de redes de drenagem externas também deve ser realizada, uma vez que podem causar acúmulo de água nas rotas de fuga e escoamento devido ao acúmulo de detritos promovidos pelo vento e chuva intensos.

Uma vez que ventos fortes podem impactar a rede aérea e projetar detritos, é importante mapear a infraestrutura de energia e telecomunicações, identificando trechos com vegetação alta e próximas às estruturas elétricas, antenas, torres de rádio e celular que possam isolar a comunicação da planta ou atingir áreas críticas. Mapear árvores de grande porte que apresentem risco de queda sobre as rotas de escoamento, fuga e transporte de material e de funcionários, além de painéis publicitários, assentamentos e estruturas vizinhas fixas ou temporárias que possam se desprender ou desprender sua cobertura. Também é relevante monitorar indústrias vizinhas que tenham tanques ou outras estruturas vulneráveis ao vento que possam gerar acidentes com substâncias perigosas ou incêndios que alcancem a planta (ABNT, 2025; TRÁVNÍČEK, 2025).

Além da força dos ventos e alto volume de chuvas, a incidência de descargas elétricas associadas a tempestades apresenta ameaça à continuidade operacional, bem como a segurança dos trabalhadores. Recomenda-se mapear equipamentos de terminação de redes digitais externas, uma vez que são vulneráveis a induções eletromagnéticas provocadas por quedas de raios próximos e podem causar isolamento digital da planta industrial. Além disso, mapear redes elétricas externas que podem ser sobrecarregadas por descargas e se propagar para o interior da planta, danificando servidores e sistemas de segurança. Por fim, identificar áreas abertas em rotas de fuga que possam aumentar o risco de descarga direta a trabalhadores.

O georreferenciamento destes elementos permite que, ao receber um alerta meteorológico, a planta possa acionar os protocolos de contingência antes do impacto, reforçando as fixações e o redirecionamento logístico. Ainda, o monitoramento contínuo a partir de informações provenientes dos sistemas oficiais podem contribuir para o reposicionamento de elementos da planta que contribuam para a melhoria contínua da gestão de riscos da empresa.

2.4.1.4 Avaliação de impactos humanos e operacionais

A avaliação dos impactos humanos deve considerar os riscos de acidentes, lesões, possíveis afastamentos e aumento da demanda de atendimentos de urgência. Para reduzir a exposição dos trabalhadores a situações de perigo, é fundamental estabelecer procedimentos rápidos de evacuação e deslocamento para áreas seguras, se possível por meio de simulados e treinamentos, especialmente em casos de alagamentos, descargas elétricas, queda de estruturas, objetivos projetados por ventos intensos e interrupções no fornecimento de energia.

Sob a perspectiva operacional, a análise deve contemplar possíveis impactos sobre os acessos viários, transporte de trabalhadores, fornecimento de energia, sistemas de drenagem, telecomunicações e funcionamento de equipamentos críticos. Também devem ser avaliados riscos de alagamentos internos,

interrupções logísticas e paralisações operacionais decorrente de eventos meteorológicos severos. Essa abordagem integrada permite antecipar vulnerabilidades, definir prioridades de resposta e planejar a continuidade das operações em situações de emergência climática.

2.4.2 Estruturação do PRE para cenários de chuvas e tempestades

2.4.2.1 Transição para a estruturação do PRE

A estruturação do PRE deve integrar componentes organizacionais, operacionais e logísticos, garantindo uma ação coordenada frente às tempestades. O plano deve ser desenhado com base no diagnóstico prévio de vulnerabilidades tanto da estrutura fabril, quanto do entorno geográfico, e adaptado quanto às especificidades da planta e criticidade dos ativos.

2.4.2.2 Comitê de Emergência Climática

A criação de um comitê de emergência constitui ponto fundamental na gestão de crises meteorológicas. Seu caráter deve ser multidisciplinar e envolver lideranças de Segurança, Saúde de Meio Ambiente, Operações, Manutenção, Recursos Humanos e Comunicação.

Chuvas e tempestades são eventos rápidos que exigem que o grupo opere com alta previsibilidade e autonomia decisória. Para isso, cada membro terá atribuições específicas que devem ser formalmente estabelecidas e incluir monitoramento geo-hidro-meteorológico, com acompanhamento em tempo real com os órgãos oficiais, gestão de infraestrutura, com prontidão de sistemas de energia críticos, gestão de abrigos seguros e controle de interrupção de atividades industriais e articulação imediata com Corpo de Bombeiros, concessionárias de energia e Defesa Civil.

Para assegurar o fluxo de responsabilidades, sugere-se a aplicação de uma Matriz RACI (Responsável, Aprovador, Consultado, Informado), definindo com clareza quem executa, quem aprova e quem deve ser informado em cada nível de alerta. A estrutura organizacional deve prever suplência para todas as funções, garantindo resiliência caso membros da equipe fiquem impossibilitados de atuar devido a bloqueios viários ou falhas de telecomunicações causadas pela tempestade. Por fim, o comitê deve possuir autonomia deliberativa para interromper operações e evacuar áreas de risco ao primeiro sinal de ventos críticos, chuvas intensas ou atividade elétrica aumentada, eliminando atrasos burocráticos que possam comprometer a integridade dos colaboradores e das instalações.

2.4.2.3 Descrição dos cenários de emergência e os níveis de prontidão operacional

A definição dos cenários de emergência deve ser fundamentada rigorosamente nos dados de diagnóstico e análise de vulnerabilidades (item 2.4.1), correlacionando com dados oficiais obtidos do monitoramento constante de órgãos oficiais (CEMADEN, CPTEC, ANA, INMET e Defesa Civil Alerta). Essa segmentação permite estabelecer respostas proporcionais à magnitude do evento meteorológico, garantindo que os protocolos de segurança sejam acionados com a antecedência necessária para a proteção de ativos e pessoas.

Para a estruturação do PRE frente a tempestades, recomenda-se a adoção de três categorias graduadas de cenários de risco, alinhadas aos alertas de severidade meteorológica e aos limites técnicos de resistência da infraestrutura da planta.

- **Nível baixo**

Alerta Amarelo | Perigo potencial:

São eventos de menor severidade, mas que exigem atenção quanto ao risco pontual de alagamentos, interrupções no fornecimento de energia elétrica, quedas de galhos e descargas elétricas. As atividades industriais podem seguir normal mente, com monitoramento contínuo.

Compreende o nível operacional de OBSERVAÇÃO (item 2.2.3). Tem como indicadores um ou mais alertas geo-hidrológicos de nível "Moderado" vigentes publicados pelo CEMADEN, um ou mais alertas de nível "Perigo Potencial" produzidos pelo INMET, alerta Nível 1 (tempestades severas isoladas e/ou pouco organizadas) do CPTEC/INPE e prognóstico meteorológico do INMET indicando previsão de chuva entre 20 e 30 mm/h ou até 50 mm/dia, com ventos fortes (40-60 km/h) (BRASIL, 2003; BRASIL, 2021a; BRASIL, 2025a).

- **Nível Moderado**

Alerta Laranja | Perigo:

Neste cenário já há risco concreto de alagamentos, enxurradas, queda de árvores, danos estruturais, interrupção de serviços essenciais e impactos à segurança operacional. Devem ser adotadas medidas preventivas e restritivas conforme o PRE, com possível suspensão de atividades em áreas de risco.

Compreende o nível operacional de ALERTA (item 2.2.3). Tem como indicadores um ou mais alertas geo-hidrológicos de nível "Alto" vigentes publicados pelo CEMADEN, um ou mais alertas de nível "Perigo" produzidos pelo INMET, alerta Nível 2 (algumas tempestades severas organizadas) do CPTEC/INPE e prognóstico meteorológico do INMET indicando previsão de chuva entre 30 e 60 mm/h ou entre 50 e 100 mm/dia, com ventos muito fortes (>60 km/h) (BRASIL, 2003; BRASIL, 2021a; BRASIL, 2025a).

- **Nível Alto**

Alerta Vermelho | Grande Perigo:

Trata-se de emergência, com grande potencial de danos a edificações, derrubada de árvores, ruptura de sistemas de drenagem, enxurradas, alagamentos severos e graves transtornos logísticos. Deve-se prever o risco de eventos sucessivos em curto intervalo de tempo bem como impactos sinérgicos com perda simultânea de energia, comunicação e até mesmo bloqueio físico de acessos. Áreas vulneráveis deverão ter planos de contingência específicos dentro do PRE, de modo a preservar o patrimônio técnico. É fundamental a implementação imediata de protocolos de evacuação e resposta que priorizem a integridade das pessoas e das instalações críticas.

Compreende o nível operacional de ALERTA (item 2.2.3). Tem como indicadores um ou mais alertas geo-hidrológicos de nível "Alto" ou "Muito Alto" vigentes publicados pelo CEMADEN, um ou mais alertas de nível "Perigo" ou "Grande Perigo" produzidos pelo INMET, alerta Nível 2 ou 3 (algumas tempestades severas organizadas ou muitas tempestades severas organizadas) do CPTEC/INPE e prognóstico meteorológico do INMET indicando previsão de chuva >60 mm/h ou >100 mm/dia, com vendaval (>80 km/h) (BRASIL, 2003; BRASIL, 2021a; BRASIL, 2025a).

2.4.2.4 Sistemas de monitoramento e alertas

A detecção precoce de chuvas e tempestades severas é o alicerce para a eficácia de qualquer PRE, permitindo a antecipação dos

riscos e o acionamento de medidas protetivas. Os sistemas de monitoramento devem operar de forma integrada às plataformas oficiais, junto ao INMET, CPTEC e Defesa Civil. Embora esse alinhamento amplie a capacidade preditiva, ele não substitui a necessidade de investimentos em tecnologia própria, como a instalação de anemômetros digitais, detectores de descargas atmosféricas e estações meteorológicas locais, especialmente em plantas localizadas em áreas de alta incidência de vendavais.

A disseminação dos alertas deve ser imediata e redundante, utilizando múltiplos canais como sirenes, sinais luminosos estroboscópicos, rádios e mensagens instantâneas, garantindo acessibilidade plena por meio de pictogramas e sinais combinados que atendam a todos os colaboradores, inclusive aqueles com limitações sensoriais ou cognitivas. Por fim, a estrutura do plano deve definir responsabilidades claras para o monitoramento contínuo das variáveis climáticas, assegurando que o acionamento dos alertas ocorra em perfeita sincronia com os órgãos públicos e os procedimentos de isolamento e segurança da unidade.

2.4.2.5 Contatos de emergência

A manutenção de uma lista de contatos de emergência atualizada e de fácil acesso é fundamental para garantir rapidez na comunicação e na mobilização de recursos durante situações de chuvas intensas e tempestades. Essas informações devem estar disponíveis em locais estratégicos da planta industrial, tanto em formato físico, quanto em formato digital, para consulta rápida em dispositivos móveis. A revisão periódica dos contatos é indispensável para assegurar sua efetividade em situações críticas.

Os contatos de emergência devem contemplar não apenas os membros do Comitê de Emergência e os serviços públicos de resposta, como o Corpo de Bombeiros, Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU) e Defesa Civil, mas também fornecedores essenciais para o enfrentamento de tempestades, incluindo empresas de manutenção elétrica de alta tensão, serviços de desobstrução de vias como remoção de árvores, abastecimento de água e locação de geradores de grande porte. É igualmente recomendável integrar contatos de concessionárias de energia e telecomunicações, além de operadores de máquinas pesadas e serviços de guincho que possam atuar na remoção de detritos ou estruturas colapsadas, garantindo que a comunicação flua sem gargalos entre a organização, as autoridades e os recursos de suporte logístico.

A relação deve incluir ainda os responsáveis internos da organização, com definição de funções, titulares e suplentes, assim como referências externas como unidades de saúde próximas e lideranças comunitárias.

2.4.2.6 Planos de evacuação

A elaboração de planos de evacuação deve integrar as diretrizes dos órgãos de proteção e as orientações da Defesa Civil às particularidades estruturais da planta industrial. Em cenários de chuvas e tempestades, o planejamento deve prever rotas seguras de deslocamento, sinalização visível das áreas de risco e definição de pontos de encontro protegidos localizados em áreas seguras e afastadas de estruturas vulneráveis, redes elétricas, árvores, áreas sujeitas a alagamentos e locais com risco de desabamento.

O plano de evacuação deve ser inclusivo, contemplando as necessidades específicas de trabalhadores com deficiência (PCDs), pessoas com mobilidade reduzida, gestantes e indivíduos com limitações sensoriais ou cognitivas. Para esse público, deve-se incluir estratégias de apoio, com equipes responsáveis pelo auxílio na evacuação e definição de rotas acessíveis que garantam o deslocamento seguro durante situações

de emergência, além de utilização de sinalização com símbolos universais, cores contrastantes e alertas sonoros. É fundamental que os procedimentos sejam amplamente divulgados e periodicamente testados por meio de treinamentos e simulados, fortalecendo a capacidade de resposta das equipes.

Dada a natureza das tempestades, quando severas, é recomendado prever a organização de abrigos provisórios situados em locais estruturalmente protegidos contra descargas atmosféricas. Esses ambientes devem ser dotados de infraestrutura mínima para acomodação temporária, incluindo água potável, alimentos de emergência, kits de primeiros socorros, iluminação autônoma e sistemas de comunicação resilientes para manter o contato com o Comitê de Emergência. A escolha desses locais deve priorizar o isolamento térmico e a proteção contra estilhaços ou detritos projetados pela força do vento.

Por fim, o planejamento precisa transcender os limites da unidade, mapeando rotas de fuga externas e trajetos de acesso para as equipes de socorro público. Em situações em que a tempestade cause o bloqueio de vias por queda de árvores ou postes, deve-se considerar o uso de veículos de tração especial e máquinas pesadas para a desobstrução rápida dos acessos. Essa visão logística externa assegura que, mesmo diante do isolamento provocado por danos na infraestrutura urbana, a planta mantenha canais viáveis para a evacuação total ou para o recebimento de ajuda externa especializada.

2.4.2.7 Logística do atendimento emergencial e apoio à saúde

A logística de socorro para cenários de chuvas e tempestades severas deve priorizar a articulação antecipada com órgãos públicos, como a Defesa Civil, o Corpo de Bombeiros e o SAMU, além de instituições privadas de suporte, considerando descargas elétricas atmosféricas, alagamentos e danos estruturais. A organização deve mapear previamente a rede hospitalar e as unidades de pronto atendimento da região com capacidade para serviços de urgência como traumas, afogamentos e choques elétricos, identificando aquelas que possuam rotas de acesso menos vulneráveis a bloqueios por queda de árvores, postes ou alagamentos repentinos, garantindo que o transporte de feridos não seja interrompido por falhas na infraestrutura urbana.

A responsabilidade pela coordenação das operações de socorro precisa estar claramente definida no PRE, levando em conta o tempo estimado de resposta dos serviços públicos sob condições climáticas adversas, quando a visibilidade e a mobilidade são reduzidas. Em localidades com alto risco de isolamento geográfico ou obstrução viária por destroços, é recomendável firmar acordos ou contratos com empresas especializadas em resgate técnico e remoção de obstáculos. Isso inclui a prontidão de veículos de tração 4x4, guinchos e equipamentos de corte para desobstrução rápida de vias, assegurando que as equipes de emergência consigam acessar a planta mesmo após vendavais intensos.

Para que seja eficaz, a logística de socorro deve atuar em total integração com os planos de comunicação e evacuação da unidade, garantindo coerência entre os procedimentos e a máxima redução no tempo de resposta. Essa sinergia é fundamental para proteger a vida e a integridade física dos trabalhadores, assegurando que, desde o primeiro alerta de vento crítico até o eventual resgate médico, todas as ações estejam sincronizadas para superar as limitações impostas pela severidade da tempestade e pelo possível colapso de sistemas de utilidades externos.

2.4.2.8 Controle de produtos e substâncias perigosas (caso aplicável)

A ocorrência de tempestades pode desencadear eventos tecnológicos secundários críticos, incluindo a liberação acidental de substâncias químicas perigosas. Nessas circunstâncias, o PRE deve contemplar protocolos específicos para lidar com emergências químicas agravadas por fenômenos atmosféricos. A força mecânica dos ventos e a vibração estrutural representam riscos ampliados à saúde humana, ao meio ambiente e à integridade física da planta, com potencial para provocar vazamentos por fadiga de materiais, incêndios causados por descargas elétricas e explosões decorrentes de reações químicas descontroladas após danos em sistemas de contenção (OMS, 2018).

Em cenários de vendavais severos, as unidades de armazenamento vertical, tanques aéreos e tubulações suspensas tornam-se zonas de alta criticidade, pois podem ser danificados pelo impacto de detritos projetados pelo vento, comprometendo as contenções primárias. É essencial considerar que a precipitação intensa associada à tempestade pode transportar contaminantes liberados para além dos limites da planta, atingindo aquíferos e solos.

Para mitigar tais riscos, o PRE deve prever ações coordenadas com órgãos ambientais, como o IBAMA e agências estaduais. A empresa deve fundamentar sua estratégia em diagnósticos técnicos que incluam o inventário atualizado de produtos perigosos, implementação de sistemas de contenção secundários e válvulas de bloqueio automático, zonas de isolamento químico dentro da planta e a manutenção de kits de emergência contendo barreiras. Ainda, é recomendado que a empresa possua seguros de responsabilidade ambiental para cobrir despesas emergenciais relacionadas à sinistros em caso de tempestades. Decisões estratégicas, como a relocalização preventiva de substâncias altamente reativas para áreas internas mais protegidas ou o reforço de fixações em tanques externos, devem ser priorizadas para garantir que a planta permaneça segura mesmo sob o estresse de fenômenos hidro meteorológicos severos.



Foto: Freepik

2.4.2.9 Procedimentos de desligamento seguro de máquinas e equipamentos

A definição de procedimentos sistematizados para o desligamento seguro de máquinas e equipamentos deve ser considerada para a proteção de pessoas e do patrimônio. Ativos críticos como painéis elétricos, caldeiras, compressores e linhas automatizadas representam riscos elevados se expostos a infiltrações, descargas atmosféricas ou vibrações excessivas, podendo gerar curtos-circuitos, incêndios, explosões ou a liberação descontrolada de substâncias perigosas. O PRE deve conter um inventário desses ativos e checklists técnicos que detalhem a sequência correta de desenergização, as responsabilidades e os tempos máximos de execução, priorizando sistemas pressurizados, redes elétricas expostas e processos químicos que possam sofrer instabilidade com a oscilação de energia.

É fundamental que a planta esteja preparada para executar o desligamento dos sistemas sensíveis imediatamente após o alerta meteorológico, antes que a intensidade dos ventos ou a atividade elétrica impossibilite o acesso às áreas críticas. A eficácia operacional depende da capacitação prática das equipes por meio de treinamentos periódicos e simulados que reproduzam condições adversas, como baixa visibilidade, ruídos intensos e pressão temporal. Esses exercícios devem reforçar o uso correto de EPIs específicos, como luvas e botas isolantes, além do uso de lanternas e rádios comunicadores para garantir a coordenação. O foco deve estar na prontidão para agir sobre processos contínuos e equipamentos vulneráveis à instabilidade elétrica, assegurando que o desligamento ocorra de forma coordenada para evitar danos mecânicos ou acidentes de trabalho durante o ápice da tempestade.

2.4.2.10 Equipamentos de Proteção Individual e coletiva, e suprimentos de socorro

A seleção, disponibilidade, funcionalidade e dimensionamento dos insumos devem ser definidos com base nos potenciais desdobramentos de cenários de tempestades e, portanto, devem contemplar a projeção de detritos, colapso de estruturas e descargas elétricas. Seu armazenamento deve seguir critérios de inventário rotativo, com inspeções regulares em fixações e vedações, além de estar localizado em estrutura reforçada.

Equipamentos de Proteção Individual (EPI)

Deve ser dimensionado de acordo com cada fase da tempestade, a quantidade de pessoal necessário para as intervenções de emergência e o tipo de proteção exigido para essas operações, considerando os riscos de impacto por detritos voadores, quedas de nível, choque elétrico e exposição à chuva intensa. Todos os EPIs devem estar em conformidade com as NR 6, que dispõe sobre utilização de EPI, e NR12 que dispõe sobre a segurança do trabalho em máquinas e equipamentos (ABNT, 2022a; ABNT, 2022b). É recomendável, de acordo com cada particularidade, que sejam incluídos:

- Capacetes com jugular de fixação reforçada: Para evitar a perda do equipamento com a força do vento e proteger contra detritos voadores.
- Botas de segurança com solado isolante: Proteção contra tensões de passo e contato em áreas com risco de descargas elétricas.

- Luvas de proteção mecânica e dielétrica: Para manipulação de escombros e intervenção em painéis elétricos atingidos.
- Óculos de proteção com vedação total (tipo ampla visão): Para garantir a visibilidade contra poeira, fragmentos e chuva torrencial lateral.
- Lanternas intrinsecamente seguras e de cabeça: Com proteção IP67 (resistentes a impactos e água), garantindo mãos livres para estabilização.
- Capas de chuva de alta resistência: Com faixas refletivas para facilitar a localização de equipes em baixa visibilidade.

Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC)

Devem ser dimensionados considerando a pressão dinâmica do vento, a incidência de raios, a instabilidade de coberturas e onde o fluxo de pessoas pode requerer proteção adicional, caso a infraestrutura seja comprometida. Todos os EPC devem ser frequentemente validados a fim de garantir seu uso imediato. É recomendável, de acordo com cada particularidade, que sejam incluídos:

- Sistemas de ancoragem e estaiamento temporário: Cabos de aço, catracas e fitas de alta resistência para travar portas, portões e estruturas leves antes da chegada de ventos críticos.
- Tapumes reforçados ou redes de proteção contra impacto: Para vedar janelas e áreas envidraçadas contra a projeção de objetos.
- Geradores de emergência com aterramento: Equipados com protetores de surto para manter sistemas críticos de exaustão ou iluminação ativos.
- Conjuntos de sinalização de alta estabilidade: Cones pesados ou barreiras fixáveis que não sejam arrastados pelo vento para isolar áreas de risco.
- Torres de iluminação portáteis de baixo perfil: Com base de apoio larga para evitar tombamento por rajadas.
- Rádios comunicadores de longo alcance: Com baterias sobressalentes, considerando que a infraestrutura de telefonia celular costuma falhar em tempestades.
- Kits de desobstrução: Motosserras (com operador treinado), desencarceradores e alavancas para remoção de galhos e estruturas metálicas que bloqueiem saídas de emergência.
- Detectores de tempestades e raios portáteis: Dispositivos que alertam sobre a aproximação de descargas elétricas para evacuação antecipada de pátios.
- Sacos de areia para lastro: Utilizados para estabilizar temporariamente coberturas soltas ou equipamentos móveis.

Suprimentos para primeiros socorros e apoio à saúde

Devem ser dimensionados no PRE, considerando as potenciais lesões consequentes de tempestades como traumas por impacto de detritos voadores, queimaduras por descargas elétricas, quedas de altura e hipotermia por exposição. Seu quantitativo deverá permitir o atendimento simultâneo a múltiplas vítimas, uma vez que o colapso de estruturas e vias pode dificultar a

mobilidade de equipes de saúde. É recomendável que as empresas disponham de:

- Kits básicos de primeiros socorros: com materiais para curativos, assepsia e manejo inicial de lesões.
- Kits de trauma e hemorragia: bandagens hemostáticas e torniquetes para controle de sangramentos graves causados por estilhaços de vidro ou metal lançados pelo vento.
- Dispositivos de imobilização: talas moldáveis, pranchas rígidas com cintos de fixação e colares cervicais para vítimas de quedas ou soterramentos parciais.
- Materiais de termoproteção: mantas aluminizadas e sacos de bivaque para prevenir a hipotermia em vítimas expostas à chuva torrencial e ventos frios.
- Desfibrilador Externo Automático (DEA): Essencial em casos de parada cardiorrespiratória por choque elétrico. Deve estar em estojo rígido com vedação IP67 contra umidade.
- Cilindros de oxigênio portáteis e unidades de respiração manual artificial (AMBU): Para suporte a vítimas de choques elétricos ou trauma torácico por impacto.
- Aspirador de secreções manual: para desobstrução de vias aéreas em vítimas inconscientes sob chuva intensa ou poeira de escombros.
- Equipamentos de resgate em altura/estruturas: cintos de segurança tipo paraquedista, cordas estáticas e polias para evacuação de vítimas presas em locais elevados ou áreas bloqueadas por quedas de árvores.
- Sinalizadores de emergência: strobo de LED de alta intensidade, bastões químicos e buzinas de ar comprimido para localização de vítimas em condições de visibilidade zero ou blecaute.
- Kits de irrigação ocular: estações portáteis para limpeza de olhos atingidos por poeira, fuligem ou fragmentos transportados por rajadas de vento.

Em plantas industriais que contenham substâncias perigosas, os kits devem incluir antídotos específicos e materiais de neutralização caso haja rompimento de tubulações ou dispersão de nuvens tóxicas. Se houver risco de reação entre a água da chuva e produtos químicos, o atendimento deve ser realizado em áreas protegidas e ventiladas, com o uso de chuveiros de emergência portáteis protegidos contra o vento.

Em cenários de tempestades severas que causem o isolamento da planta podem ser disponibilizados kits de sobrevivência 72h, contendo água potável em embalagens resistentes a impactos, alimentos de alta caloria e consumo imediato e medicamentos essenciais e suporte para crises alérgicas (anti-histamínicos) e outras situações conforme o perfil de saúde da equipe (BRASIL, 2022; FEMA, 2021).

Em situações com múltiplas vítimas, é importante aplicar métodos de triagem rápidos como o START (*Simple Triage and Rapid Treatment*), que estratificam os casos priorizando o atendimento conforme gravidade. É recomendável que a brigada de emergência e os profissionais de saúde da empresa sejam treinados em atendimento pré-hospitalar e cursos específicos como BLS (*Basic Life Support*), PHTLS (*Prehospital Trauma Life Support*) e ACLS (*Advanced Cardiac Life Support*).

2.4.2.11 Treinamentos e simulados

A eficácia do PRE depende da prontidão das equipes para agir sob estresse meteorológico. Preconiza-se que os treinamentos e simulados promovidos pela empresa sejam integrados ao Corpo de Bombeiros, SAMU e Defesa Civil para alinhar a comunicação via rádio e os pontos de triagem durante o caos meteorológico. O programa deve ser fundamentado em normas de gestão de emergências e de riscos (ABNT, 2018; ABNT, 2022c) e estabelecer um cronograma sistemático de simulados práticos para os seguintes cenários:

- Identificação de Níveis de Alerta: capacitação para reconhecimento de sinais precursores (nuvens *cumulonimbus*, queda abrupta de pressão) e interpretação de alertas de órgãos oficiais (Defesa Civil/INMET/CEMADEN/CPTEC).
- Comunicação Crítica e Alerta: testes de sistemas de aviso sonoro e visual, com foco em protocolos de rádio para condições de alta interferência e ruído de ventagem.
- Operação de EPI e EPC específicos: prática de ancoragem de estruturas, vedação de aberturas e uso de equipamentos de proteção contra descargas elétricas e impactos.
- Evacuação para abrigos seguros: treinamento em rotas de fuga que evitem áreas com risco de queda de árvores, postes ou colapso de coberturas, priorizando o deslocamento para pontos de abrigo estruturalmente protegidos.
- Protocolos de desligamento seguro de máquinas: simulação de desligamento emergencial de máquinas sensíveis, bloqueio de utilidades e estabilização de cargas suspensas ou materiais volantes.
- Socorro e triagem sob intempéries: exercícios de atendimento a múltiplas vítimas de choque por raio e traumas utilizando os métodos de triagem em ambientes com baixa visibilidade.

Após a realização de cada simulado, é recomendado uma reunião pós-ação (de *briefing*) para avaliar o tempo de resposta, a eficácia do abrigo e a integridade das comunicações. As lacunas identificadas devem gerar planos de ação imediatos para revisão dos procedimentos e proposição de melhorias. Todos os simulados e treinamentos devem conter registros de participação e checklists de proficiência para acompanhar a evolução das competências, promovendo maior preparo e autonomia nas respostas emergenciais.

2.4.3 Sinergia entre ações governamentais e a iniciativa privada

2.4.3.1 Acionamento de alertas e comunicação

O PRE da organização deve prever, obrigatoriamente, a integração sistêmica com os sistemas oficiais de monitoramento e alerta operados por órgãos como Defesa Civil, CEMADEN, INMET, ANA e CPTEC/INPE. Essa articulação garante o recebimento adequado de boletins hidrometeorológicos e dados de classificação de nuvens, descargas elétricas, precipitação e sistemas convectivos via SMS, aplicativos, rádios ou APIs.

É aconselhável que a organização utilize plataformas de dados abertos e dashboards em tempo real e possam aproveitar recursos adicionais, como os já citados no item 2.2.1 e 2.2.2 do presente protocolo, para análises de séries históricas que complementam as análises de vulnerabilidade. Esses fluxos de dados devem alimentar diretamente os protocolos internos de resposta, estabelecendo critérios técnicos claros para a transição entre os níveis de risco definidos no plano, fundamentando as tomadas de decisão em evidências científicas e bases de monitoramento contínuo.

Complementarmente, é essencial estabelecer uma estrutura de comunicação integrada com as autoridades locais e forças de resposta, como o Corpo de Bombeiros, prevendo canais diretos e sistemas interoperáveis. Sempre que possível, recomenda-se a adoção do modelo de comando unificado e a definição de interlocutores institucionais para o compartilhamento de informações em tempo real, garantindo que a sinergia entre a empresa e o poder público evite ruídos e resulte em uma resposta coordenada, eficiente e tecnicamente embasada.



Foto: Freepik

2.4.3.2 Articulação com planos públicos de contingência

No âmbito da Proteção e Defesa Civil, a elaboração de planos de contingência é regida por lei federal e obrigatória para estados e municípios que apresentam fatores de risco geo-hidro-meteorológicos identificados (BRASIL, 2012; BRASIL, 2024a), e envolve a atuação coordenada de órgãos responsáveis pela gestão de desastres, serviços de emergência, saúde pública, infraestrutura e assistência social. Esses instrumentos orientam ações preventivas, protocolos de resposta, evacuação de áreas de risco, restabelecimento de serviços essenciais e recuperação de regiões afetadas por chuvas intensas, tempestades, vendavais e inundações. Tais documentos são fundamentais para a organização da resposta pública e devem estar disponíveis para consulta em plataformas oficiais, como o S2iD (S2iD, 2012).

Para o setor industrial, os planos de contingência são componentes integrantes do PRE e devem estar em consonância com os Planos de Contingência Municipais e Estaduais onde a unidade está localizada. Este alinhamento evita a sobreposição de esforços ou conflitos logísticos, especialmente em ações críticas como o abandono de edificações vulneráveis, interdição de vias por queda de árvores ou estruturas, e a mobilização de recursos de socorro às comunidades do entorno e falhas na comunicação. Ainda, essa integração às diretrizes do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil confere maior precisão ao delineamento dos cenários de emergência, das rotas de fuga da empresa, amplia a viabilidade de acesso da empresa a suporte técnico, recursos logísticos emergenciais e priorização no restabelecimento de serviços essenciais, como o fornecimento de energia elétrica e telecomunicações, frequentemente interrompidos em episódios de ventos intensos e tempestades (S2iD, 2012).

Por ser o plano de contingência um instrumento técnico-operacional estratégico, delineando as diretrizes, procedimentos e recursos indispensáveis para uma resposta eficaz e coordenada a eventos adversos, emergenciais ou catastróficos, seu escopo visa salvaguardar a integridade humana, o ambiente, patrimônio e a continuidade operacional em territórios ou organizações, objetivando a mitigação de danos e o restabelecimento da normalidade.

2.4.3.3 Parcerias e recursos externos

A estruturação de parcerias com instituições públicas e privadas constitui uma estratégia importante para ampliar a capacidade de resposta da organização diante de tempestades severas que possam comprometer o parque fabril e a integridade social dos colaboradores. Essas articulações permitem a mobilização de insumos, equipes especializadas e estruturas de suporte, fortalecendo a integração da indústria com o território e promovendo respostas coordenadas, eficazes e socialmente responsáveis. Para tal, é indispensável realizar uma avaliação prévia da capacidade instalada dos parceiros locais, considerando tempo de resposta e cobertura geográfica, para que o PRE seja elaborado sobre parâmetros realistas e plenamente integrados ao contexto regional.

A formalização desses acordos pode ocorrer por meio de protocolos de intenção ou termos de cooperação e devem conter cláusulas específicas de acionamento, os limites de fornecimento, os prazos de entrega e as formas de compensação claramente definidos a fim de evitar a dependência de ajustes informais em momentos crítico, conferindo robustez jurídica e operacional à gestão de riscos da indústria.

Parcerias com o poder público

No âmbito das parcerias públicas é recomendado a celebração de acordos de cooperação técnica com o Corpo de Bombeiros, Defesa Civil, prefeituras, órgãos ambientais e instituições de ensino, visando garantir acesso ágil a recursos logísticos críticos durante a vigência de alertas meteorológicos ou após a ocorrência de sinistros. A cooperação deve contemplar o compartilhamento de recursos estratégicos essenciais para o enfrentamento de danos causados pelos vendavais e precipitações intensas, incluindo o empréstimo de equipamentos como geradores móveis, torres de iluminação, motosserras para desobstrução de vias, motobombas e veículos de resgate. A parceria deve incluir, também, o uso compartilhado de estruturas físicas, como galpões municipais e centros comunitários para a instalação eventual de abrigos temporários destinados a trabalhadores cujas residências tenham sido afetadas. Adicionalmente, a mobilização de equipes técnicas, como brigadas comunitárias, socorristas e profissionais de saúde, deve ser planejada de forma integrada para otimizar o atendimento emergencial. Paralelamente, a articulação com redes de assistência social facilita o encaminhamento de famílias de trabalhadores a cadastros emergenciais e programas de reabilitação habitacional em casos de desastres severos, como previsto no plano de emergências do Sistema Único de Assistência Social (BRASIL, 2023b).

Parcerias com o setor privado e instituições de apoio

As parcerias com o setor privado devem ser consideradas especialmente em regiões onde a infraestrutura pública é limitada, ou em polos industriais com cadeias produtivas altamente integradas. A colaboração com empresas vizinhas, fornecedores e prestadores de serviço permite a mobilização de recursos logísticos, operacionais e assistenciais que seriam onerosos ou lentos se mantidos de forma isolada. Diversas frentes operacionais podem ser contempladas, garantindo o abastecimento de itens essenciais, como parcerias com distribuidoras farmacêuticas para acesso a medicamentos em emergências, parcerias com redes atacadistas ou alimentícias, para suprimento de água potável, alimentos e materiais de higiene, com cooperativas de transporte ou empresas de fretamento para deslocamento dos colaboradores pelas rotas seguras, com redes hoteleiras para hospedagem temporária de trabalhadores, entre outros. Nesse cenário, o SESI atua como um parceiro estratégico fundamental, facilitando a conexão da indústria a canais de apoio para garantir o acesso de trabalhadores a recursos emergenciais, auxiliando na elaboração de protocolos de resposta, disponibilizando equipes especializadas e articulando a doação de insumos críticos em conformidade com as normas vigentes. Ao estruturar essas alianças sob os princípios da responsabilidade social e sustentabilidade, a organização não apenas fortalece sua resiliência institucional, mas também contribui para a estabilidade da sua rede de valor e para o bem-estar da comunidade local.

2.4.3.4 Linhas de apoio e retomada

Em cenários de chuvas intensas e tempestades, os impactos podem comprometer estruturas industriais, sistemas elétricos, redes de drenagem, equipamentos críticos, estoques e cadeias logísticas. A retomada das atividades exige planejamento técnico e operacional cauteloso, com avaliação das condições estruturais, ambientais e de segurança, assegurando a proteção das pessoas, a estabilidade das operações e a redução de riscos residuais após o evento climático.

Recomenda-se que a organização mantenha previamente identificados os mecanismos públicos e privados disponíveis para apoio à recuperação após estes eventos. Entre os instrumentos, destacam-se linhas de crédito emergenciais e incentivos fiscais voltados para reconstrução de áreas afetadas por desastres meteorológicos, como o BNDES Emergencial e o PRONAMPE, programas de apoio à continuidade operacional, medidas de flexibilização tributária, seguros patrimoniais e coberturas relacionadas a danos causados por eventos climáticos extremos. A articulação antecipada com instituições financeiras, seguradoras, fornecedores estratégicos e serviços especializados pode contribuir para acelerar a recuperação e reduzir impactos econômicos e operacionais decorrentes dos danos causados à infraestrutura, equipamentos e cadeias logísticas. É desejável que haja uma equipe institucional dedicada a captação de recursos e articulação com seguradoras e bancos públicos para o acesso aos mecanismos, bem como a liquidação de sinistros durante a reabilitação da empresa (BRASIL, 2025b).

Ainda, é importante que a empresa ofereça suporte técnico e administrativo aos trabalhadores, orientando e facilitando acessos a benefícios sociais e trabalhistas emergenciais como a liberação do FGTS por motivo de calamidade, seguro-desemprego específico e abonos assistenciais previstos na legislação. Para além do apoio financeiro, é importante que a empresa apoie o trabalhador em questões psicossociais, promovendo espaços que possibilitem a escuta, o apoio e o reconhecimento das contribuições dos tra-

balhadores, bem como realizar avaliações sistemáticas e manter as estratégias de apoio ativas mesmo após o término da fase de resposta (BRASIL, 2026). Essa assistência integral não apenas acelera o retorno seguro da força de trabalho, mas também fortalece o compromisso da organização com a resiliência social e a continuidade do negócio em bases humanizadas.

A retomada das atividades deve ocorrer de forma gradual e segura, condicionada à avaliação das condições operacionais e ambientais da planta industrial. Antes da reativação plena das operações, é fundamental realizar inspeções técnicas em sistemas elétricos, estruturas físicas, áreas alagadas, telhados, equipamentos críticos, sistemas de drenagem e dispositivos de segurança que possam ter sido comprometidos pelas chuvas ou descargas elétricas atmosféricas. Esse processo deve estar alinhado às orientações dos órgãos de proteção e defesa civil, concessionárias de serviços essenciais e autoridades competentes, assegurando que a retomada ocorra sem exposição adicional de trabalhadores e comunidades a riscos residuais.



Foto: Freepik

2.4.4 Mitigação proativa: medidas de prevenção e controle

2.4.4.1 Engenharia e infraestrutura adaptativa

As medidas de engenharia e a adequação da infraestrutura física representam uma das principais estratégias de proteção frente aos impactos provocados por chuvas intensas e tempestades em ambientes industriais. A adoção de soluções estruturais voltadas à drenagem eficiente, estabilidade das edificações, projeção de detritos, proteção elétrica e resistência a ventos extremos contribui para a segurança dos trabalhadores e continuidade das operações. Essas intervenções devem ser planejadas com base nas avaliações de risco climático, características do território e normas técnicas aplicáveis à segurança estrutural e operacional.

Para reduzir os impactos associados a alagamentos, recomenda-se a implantação e manutenção de sistemas adequados de drenagem pluvial, canaletas, bombas de sucção, reservatórios de contenção e dispositivos que favoreçam o escoamento da água. Também devem ser realizadas

inspeções periódicas em telhados, calhas, tubulações, estruturas metálicas, áreas de circulação e pontos suscetíveis ao acúmulo de água, minimizando riscos de infiltrações, quedas, desabamentos e interrupções operacionais. Frente a exposição de ventos intensos e aumento de probabilidade de eventos que envolvam vendavais, a implementação de sistemas de reforço estrutural em coberturas e fachadas é fundamental para resistir a pressões extremas. Isso inclui a instalação de fixadores, terças reforçadas e sistemas de travamento. Em áreas de estocagem externa, a ancoragem de equipamentos, tanques e estruturas autoportantes é indispensável para neutralizar a força de arrasto do vento (ABNT, 2025).

A infraestrutura deve prever, ainda, a mitigação dos efeitos da precipitação intensa das tempestades. A instalação de para-raios (SPDA) e sistemas de supressão de surtos elétricos protegem os equipamentos eletrônicos e de automação contra descargas atmosféricas e picos de tensão comuns em tempestades. Para garantir a efetividade dessas defesas é imprescindível um cronograma de manutenção preventiva contínuo, assegurando que todos os componentes de fixação e drenagem operem plenamente diante de eventos severos. Também é importante que os trabalhadores sejam orientados sobre áreas de risco, procedimentos de segurança e restrições de acesso durante eventos climáticos severos.

2.4.4.2 Redundância e continuidade operacional

A redundância operacional em cenários de tempestades orienta a organização no planejamento de alternativas técnicas, logísticas e organizacionais voltadas à redução do tempo de resposta, à prevenção de paralisações catastróficas, preservação de funções essenciais mesmo diante da falha de sistemas críticos, garantindo a continuidade mínima das atividades e a salvaguarda das pessoas (ABNT, 2018). As medidas devem integrar o PRE considerando cenários de falha parcial ou total de sistemas essenciais.

No âmbito da infraestrutura de suporte, a redundância exige a disponibilidade de sistemas de energia de emergência que possuam autonomia mínima, logística de abastecimento garantida e sejam dimensionados para alimentar cargas críticas, incluindo painéis de controle, sistemas de exaustão e equipamentos de comunicação. Da mesma forma, a iluminação de emergência e móvel, com baterias de alta autonomia, asseguram a visibilidade em áreas de circulação e facilitam manobras técnicas durante interrupções no fornecimento de energia elétrica.

Também devem ser previstas soluções para continuidade das comunicações em cenários de falha elétrica ou interrupção das redes convencionais. A resiliência da comunicação deve prever sistemas que não dependam exclusivamente da infraestrutura de telefonia móvel ou internet via cabo, uma vez que são vulneráveis em tempestades. O uso de rádios VHF ou UHF, devidamente homologados, garante o fluxo de informações entre as brigadas internas e as equipes de campo. Além disso, a redundância operacional deve contemplar sistemas de dados via satélite ou rádios digitais para a interface com órgãos externos de resposta.

Para que essas medidas sejam eficazes, ressalta-se que estas medidas devem estar integradas ao PRE, contando com responsabilidades definidas, cronogramas de manutenção preventiva dos equipamentos e simulações periódicas que validem a prontidão dos recursos disponíveis frente a eventos meteorológicos extremos.

2.4.4.3 Monitoramento contínuo e previsão de eventos

Conforme descrito no item "Diretrizes à indústria para o monitoramento sistemático e contínuo", no início deste capítulo, o monitoramento das condições meteorológicas e ambientais constitui um dos pontos principais do protocolo de resposta a chuvas e tempestades. O acompanhamento permanente permite antecipar cenários críticos e orientar a adoção gradual de medidas preventivas. O uso contínuo e sistemático de dados meteorológicos obtidos por meio de fontes oficiais (INMET, CEMADEN, CPTEC, Defesa Civil) ou via estações meteorológicas automáticas instaladas na própria unidade, garante a identificação precisa de padrões críticos e o acionamento de protocolos de segurança antes da incidência de rajadas destrutivas. Sistemas de alerta integrados a plataformas de gestão de risco possibilitam a emissão automatizada de notificações às equipes operacionais com base em limiares de velocidade do vento e pressão atmosférica predefinidos. Essa automação garante um ganho de tempo crucial para a tomada de decisões estratégicas, como a evacuação de áreas vulneráveis, o recolhimento de frotas e o desligamento preventivo de sistemas sensíveis a oscilações de energia, como mencionado nos itens 2.2.2, 2.2.3 e 2.2.4 do presente protocolo.

Além da previsão macroscópica, a infraestrutura tecnológica local, composta por anemômetros de alta precisão, barômetros digitais e sensores de detecção de descargas atmosféricas, fornece dados em tempo real que podem ser processados em sistemas de informação geográfica. Essa integração permite a visualização geoespacial do risco, mapeando quais setores da planta industrial possuem maior exposição a ventos predominantes ou riscos de queda de estruturas. A automação de respostas operacionais, como o recolhimento de coberturas retráteis, o travamento de portões de docas com sensores de pressão e o acionamento de sistemas de supressão de surtos, reduz a dependência de intervenções manuais em condições perigosas e aumenta significativamente a confiabilidade das ações emergenciais.

A robustez desse ecossistema tecnológico, quando devidamente calibrado para as particularidades climáticas da região, permite que organização antecipe, reaja e adapte-se com agilidade a estes eventos. Esse gerenciamento baseado em dados em tempo real é o que garante a efetiva proteção da integridade física dos trabalhadores, a preservação dos ativos de capital e a rápida estabilização da continuidade operacional após a passagem da frente de tempestade.



Foto: Freepik

2.4.5 Gestão de pessoas: comunicação e treinamento

2.4.5.1 Gestão de recursos humanos

Assim como em outros eventos climáticos severos, a gestão de pessoas em situações de chuvas e tempestades deve ser orientada por princípios de segurança, preservando a integridade física e emocional dos trabalhadores, proteção social e continuidade operacional. A gestão de recursos humanos diante de tempestades severas deve equilibrar o cuidado humanizado com a necessidade de assegurar, sempre que viável, a continuidade segura das operações. A organização deve dispor de diretrizes claras para adoção de medidas como liberação preventiva de empregados em áreas de risco, antecipação de férias, compensação de jornada e flexibilização temporária de horários. Tais medidas devem ser proporcionais à intensidade do evento, às orientações das autoridades competentes e às condições estruturais das instalações, com critérios objetivos previamente definidos em planos de contingência.

Nos setores em que a natureza das atividades permitir, o trabalho remoto deve ser priorizado como estratégia para reduzir deslocamentos sob condições meteorológicas adversas, minimizar a exposição a riscos como queda de árvores, destelhamentos e interrupções viárias, além de assegurar a continuidade de funções administrativas e de apoio. Para atividades presenciais indispensáveis, devem ser implementados protocolos específicos de segurança, incluindo monitoramento constante das condições climáticas, avaliação estrutural preventiva e definição de rotas seguras de acesso.

A comunicação institucional durante tempestades deve ser contínua e sensível ao contexto de instabilidade. Devem ser abertos e mantidos canais ativos com atualizações regulares sobre o funcionamento das instalações, eventuais suspensões de atividades, medidas de segurança adotadas e recomendações oficiais das autoridades meteorológicas e de Defesa Civil. O uso de mensagens de texto, aplicativos corporativos e sistemas internos permite disseminação ágil de informações, desde que estas sejam objetivas, consistentes e redigidas em linguagem acessível. A comunicação deve transmitir segurança, demonstrar empatia e orientar de maneira precisa quanto aos procedimentos esperados, contribuindo para reduzir a ansiedade, fortalecer a confiança organizacional e ampliar a adesão às medidas preventivas.

Nesse contexto, recomenda-se a incorporação de mecanismos formais de escuta ativa e acolhimento, garantindo que trabalhadores impactados por danos residenciais, falta de energia ou dificuldades de mobilidade tenham acesso a suporte emocional, orientação prática e canais seguros para relatar suas necessidades. A atuação integrada entre as áreas de Recursos Humanos, lideranças operacionais e serviços especializados em saúde e segurança do trabalho possibilita respostas rápidas, coerentes e fundamentadas em critérios técnicos, ajustadas às circunstâncias reais enfrentadas pelas equipes.

A efetividade da retomada das atividades após eventos climáticos severos está diretamente relacionada ao investimento institucional em uma abordagem centrada nas pessoas, que consolide a confiança dos trabalhadores e favoreça um retorno gradual, seguro e coordenado. Ao reconhecer a dimensão humana como eixo estruturante da continuidade operacional, a organização reduz impactos sociais e operacionais decorrentes de tempestades e ventos intensos, ao mesmo tempo em que reafirma sua responsabilidade institucional diante de situações críticas.

2.4.5.2 Transporte e retirada planejada

A viabilização do transporte de trabalhadores durante tempestades constitui medida estratégica para assegurar a continuidade de atividades essenciais sem comprometer a segurança individual e coletiva. Em cenários caracterizados por queda de árvores, bloqueio de vias por detritos, danos à sinalização, interrupções no transporte público e riscos estruturais, a organização deve adotar soluções logísticas compatíveis com o nível de criticidade do evento. Entre as alternativas possíveis estão a contratação de transporte fretado com rotas adaptadas, parcerias com cooperativas locais, utilização de veículos próprios com motoristas treinados para condução em condições adversas e articulação com órgãos públicos para apoio emergencial, como discutido no item 2.4.3.3.

Quando as condições meteorológicas ou estruturais não garantirem segurança mínima para deslocamento, deve-se considerar a suspensão temporária das atividades presenciais, restringindo-as às funções estritamente indispensáveis e tecnicamente viáveis. A decisão deve seguir o princípio da mínima exposição ao risco, levando em conta a intensidade dos ventos, a previsão de novas instabilidades, a integridade das rotas e as condições dos veículos disponíveis.

Para assegurar a continuidade operacional com segurança, podem ser adotadas estratégias de cooperação interinstitucional, compartilhamento de recursos logísticos e definição de pontos seguros de embarque e desembarque. O planejamento deve incluir rotas previamente mapeadas, ajustes de horários conforme as condições climáticas e atualização constante das informações junto à defesa civil, trânsito e serviços meteorológicos. A comunicação em tempo real, a articulação com lideranças locais e a eventual criação de pontos de apoio ao longo dos trajetos fortalecem a proteção dos trabalhadores e a gestão preventiva de riscos.



Foto: Freepik

2.4.5.3 Amparo às pessoas afetadas

A indústria pode adotar ações estratégicas para mobilizar recursos internos e estabelecer articulações com órgãos públicos e entidades da sociedade civil, com o objetivo de oferecer suporte imediato aos trabalhadores e à comunidade afetada por tempestades. Em cenários marcados por destelhamentos, quedas de árvores, interrupções no fornecimento de energia e danos estruturais, é fundamental assegurar uma resposta coordenada e tecnicamente orientada, reduzindo impactos sobre a saúde, a segurança e o bem-estar das pessoas, além de mitigar riscos adicionais decorrentes da instabilidade climática.

Uma medida prioritária consiste na identificação e disponibilização de abrigos temporários adequados, com condições seguras e dignas de acolhimento para trabalhadores e familiares que tenham sofrido danos em

suas residências. Esses espaços devem garantir acesso a água potável, alimentação, higiene básica, suporte elétrico emergencial quando possível e condições adequadas de descanso, especialmente em situações de interrupção prolongada de serviços essenciais. Recomenda-se que os abrigos sejam definidos com base em critérios técnicos de segurança estrutural e localização estratégica, preferencialmente próximos às áreas impactadas ou aos locais de trabalho, a fim de reduzir deslocamentos sob condições adversas.

Adicionalmente, a organização pode estruturar pontos de arrecadação e distribuição de insumos essenciais, como alimentos não perecíveis, roupas, medicamentos, lanternas, baterias e itens de higiene pessoal, em articulação com parceiros externos para ampliar a capilaridade e a eficiência da assistência. Também é relevante orientar os trabalhadores quanto ao acesso a programas sociais e medidas emergenciais disponibilizadas por órgãos públicos ou instituições parceiras, oferecendo apoio informativo ou operacional para obtenção de benefícios, como discutido no item 2.4.3.3. Ao promover proteção imediata e suporte estruturado, a empresa fortalece a resiliência dos trabalhadores e de suas famílias, contribuindo para uma recuperação mais rápida e para a continuidade segura e sustentável das atividades laborais.

2.4.6 Recuperação, continuidade das atividades e lições aprendidas

2.4.6.1 Análise pós-evento e aprimoramento contínuo

A revisão pós-evento constitui etapa essencial do ciclo de gerenciamento de emergências e deve ser conduzida de forma sistemática e baseada em evidências. O processo envolve a identificação e quantificação de danos materiais decorrentes de chuvas intensas e tempestades como avarias em coberturas, fachadas, estruturas metálicas, sistemas elétricos e equipamentos, bem como a apuração de perdas operacionais e custos diretos e indiretos associados à paralisação ou redução da produção. Essa análise fornece subsídios para decisões financeiras, contratuais e estratégicas, além de permitir mensurar com precisão o impacto global do evento sobre a organização.

A avaliação crítica da resposta deve abranger a efetividade dos planos acionados, a agilidade na comunicação interna e externa, a prontidão dos recursos mobilizados e o desempenho das equipes envolvidas. Para assegurar confiabilidade, as conclusões devem ser fundamentadas em registros operacionais, relatórios técnicos, cronogramas de ações, registros fotográficos e indicadores de desempenho previamente definidos, evitando percepções subjetivas ou avaliações não documentadas.

As lições aprendidas devem ser formalmente consolidadas e convertidas em ações corretivas e preventivas, como atualização de planos de contingência para eventos com ventos extremos, revisão de mapas de risco estrutural, reforço de sistemas de fixação e cobertura, aprimoramento de fluxos decisórios e reprogramação de treinamentos. A sistematização dessas informações em base de dados institucional fortalece a memória organizacional, promove cultura preventiva e assegura alinhamento com modelos de gestão baseados na melhoria contínua, elevando o nível de maturidade da organização diante de eventos climáticos críticos.

2.4.6.2 Plano de retomada da operação

A retomada das atividades industriais após tempestades deve ser planejada com base em critérios técnicos priorizando a segurança operacional, a estabilidade dos processos e a integridade dos trabalhadores. Esse processo somente deve ser iniciado quando houver evidências de estabilização das condições meteorológicas e quando os riscos imediatos, como estruturas instáveis, cabos energizados expostos ou áreas com risco de colapso, estiverem devidamente controlados e isolados.

A reativação segura depende da existência de diretrizes operacionais claras, planos de contingência específicos por setor produtivo e protocolos formais de validação das condições das instalações. Isso inclui inspeções estruturais detalhadas, verificação da integridade de sistemas elétricos, mecânicos e de automação, testes de funcionamento de equipamentos críticos e liberação técnica por profissionais habilitados das áreas de engenharia, manutenção e segurança do trabalho. A ausência de validação técnica pode ampliar o risco de incidentes secundários durante a fase de restabelecimento.

Paralelamente, a organização deve assegurar o acionamento ágil de recursos financeiros, sejam fundos próprios ou coberturas securitárias compatíveis com danos causados por vendavais e eventos atmosféricos severos, viabilizando a recomposição de ativos e a normalização gradual da produção, como discutido no item 3.4 do Tema 3. Também é necessário reavaliar contratos com fornecedores e parceiros estratégicos para garantir a continuidade da cadeia de suprimentos, podendo incluir realocação temporária de processos, ajustes logísticos ou parcerias com outras unidades produtivas. A participação ativa dos trabalhadores ao longo da retomada contribui para reforçar a cultura de segurança, restaurar a confiança organizacional e consolidar uma recuperação progressiva, resiliente e sustentável.



Foto: Freepik

2.5 Apoio e atuação em indústrias afastadas e áreas vulneráveis

Indústrias localizadas em áreas remotas, rurais, costeiras ou com difícil acesso apresentam vulnerabilidades específicas frente a eventos de chuvas intensas e tempestades, exigindo medidas diferenciadas de preparação, prevenção e resposta. Nessas unidades devem realizar mapeamento prévio das áreas de atuação industrial, considerando fatores relacionados à exposição e à sensibilidade a eventos hidrometeorológicos extremos. Esse levantamento deve contemplar, no mínimo:

- Proximidade de rios, encostas, áreas sujeitas a alagamentos, enxurradas ou deslizamentos;
- Características topográficas, drenagem local e condições das rotas de acesso e evacuação;
- Vulnerabilidade da infraestrutura elétrica, de comunicação e abastecimento;
- Presença de comunidades próximas e disponibilidade de serviços locais de saúde e emergência;
- Capacidade de resposta da rede regional de atendimento, incluindo hospitais, UPA, SAMU, Corpo de Bombeiros e Defesa Civil;
- Disponibilidade de rotas alternativas, transporte emergencial e áreas seguras para abrigo temporário;
- Definição de fluxos de encaminhamento para atendimento de vítimas de acidentes, traumas, choques elétricos, hipotermia e outros agravos relacionados a tempestades e inundações.

A atuação integrada entre indústria, órgãos públicos, serviços de saúde e defesa civil deve garantir resposta coordenada, especialmente importante em regiões com limitações de acesso, maior vulnerabilidade social ou baixa disponibilidade de infraestrutura emergencial.

Como medidas de proteção aos trabalhadores, recomenda-se a adoção de protocolos específicos para períodos de alerta meteorológico, incluindo restrição de atividades externas, suspensão temporária de operações em áreas de maior risco, monitoramento contínuo das condições climáticas e acompanhamento de trabalhadores vulneráveis, como pessoas com doenças crônicas, limitações de mobilidade ou maior exposição ocupacional. Também devem ser previstas áreas seguras para abrigo, disponibilidade de suprimentos essenciais, meios alternativos de comunicação e suporte emergencial em caso de isolamento prolongado das instalações.

2.5.1 Infraestrutura e logística

Deve-se garantir infraestrutura e logística compatíveis com os riscos associados a chuvas intensas e tempestades, principalmente em unidades industriais localizadas em áreas vulneráveis ou sujeitas a isolamento temporário. As recomendações logísticas seguem o preconizado anteriormente como a manutenção de sistemas adequados de drenagem,

iluminação de emergência, fontes alternativas de energia, equipamentos de comunicação e estruturas seguras para abrigo dos trabalhadores durante eventos climáticos severos.

Também devem ser assegurados estoques mínimos de água potável, alimentos, medicamentos, kits de primeiros socorros e insumos essenciais para atendimento emergencial e permanência temporária nas instalações, quando necessário. A organização deve prever rotas alternativas de acesso e evacuação, considerando possíveis bloqueios causados por alagamentos, quedas de árvores, deslizamentos ou danos à infraestrutura viária.

Sempre que aplicável, devem ser definidas áreas de abrigo temporário protegidas contra ventos intensos, descargas elétricas atmosféricas, infiltrações e riscos estruturais, garantindo condições adequadas de segurança, ventilação, iluminação e comunicação para os trabalhadores até o restabelecimento das condições seguras de deslocamento e operação.



Foto: Freepik

2.6. Integração com serviços de urgência e atendimento

A resposta eficiente a eventos de chuvas intensas e tempestades depende da organização de fluxos integrados de atendimento, comunicação intersetorial e articulação entre os serviços de emergência e da Rede de Atenção à Saúde (RAS). Esses mecanismos são fundamentais para garantir resposta rápida e continuidade do cuidado, reduzindo agravos à saúde decorrentes de acidentes, alagamentos, deslizamentos, descargas elétricas atmosféricas, traumas e outros impactos associados a esses eventos climáticos. Essa atuação integrada deve estar alinhada às diretrizes do Sistema Único de Saúde (SUS), da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil e dos protocolos públicos de resposta a desastres.

A integração entre vigilância em saúde, serviços assistenciais, defesa civil e gestão de emergências permite reorganizar os fluxos de atendimento conforme a magnitude do evento e as necessidades locais, asseguran-

do suporte adequado à população exposta e aos trabalhadores afetados. Em cenários de grande impacto, a articulação entre os diferentes níveis de atenção em saúde torna-se essencial para garantir atendimento oportuno, reduzir sobrecarga dos serviços e fortalecer a capacidade de resposta regional.

Fluxos de referência e contrarreferência

Os fluxos de referência e contrarreferência devem garantir atendimento adequado e continuidade do cuidado às pessoas afetadas por eventos hidrometeorológicos extremos:

- A. Referência (da atenção básica ou local para a atenção especializada): pessoas expostas com agravos leves como escoriações, mal-estar, hipotermia leve ou exposição à chuva intensa, podem ser atendidos inicialmente na atenção básica ou serviços locais. Casos graves, incluindo traumas, afogamentos, choques elétricos, desabamentos, quedas de estruturas ou lesões complexas, devem ser rapidamente encaminhados para unidades de média e alta complexidade, por meio dos sistemas de urgência e regulação.

- B. Contrarreferência (da atenção especializada para a atenção básica ou local): após alta hospitalar ou estabilização clínica, o indivíduo deve retornar ao acompanhamento pela rede local de saúde ou saúde ocupacional, garantindo monitoramento contínuo, reabilitação (caso necessário) e avaliação de possíveis impactos físicos e psicossociais relacionados ao evento.

Comunicação intersetorial

A articulação entre diferentes instituições assegura uma resposta coordenada e eficiente frente a chuvas intensas e tempestades. Entre os principais atores envolvidos destacam-se:

- Ministério da Saúde: responsável pela emissão de diretrizes, notas técnicas e protocolos de vigilância em saúde voltados à população exposta, além da coordenação da Força Nacional do SUS em situações de desastre;
- Defesa Civil: responsável pelo monitoramento de riscos, emissão de alertas meteorológicos, coordenação de evacuações e organização de abrigos temporários;
- Corpo de Bombeiros: atuação em resgates, salvamentos, atendimento a ocorrências de desabamento, quedas de árvores, alagamentos e apoio às operações emergenciais;
- Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU): responsável pelo atendimento pré-hospitalar, estabilização inicial e transporte de vítimas para unidades de referência;
- Serviço Social da Indústria: pode atuar na promoção de programas de educação em saúde voltados à orientação sobre práticas seguras em áreas industriais, e na capacitação de brigadas, conforme experiências e protocolos desenvolvidos em parceria com o Ministério da Saúde.

2.7 Primeiros socorros em situações associadas às tempestades, traumas físicos e choques elétricos

A aplicação adequada das medidas iniciais de primeiros socorros, fundamentadas em protocolos nacional e internacionalmente, reduz agravos e garante o encaminhamento às redes de urgência e emergência, onde a atuação rápida e tecnicamente orientada contribui para minimizar complicações decorrentes de traumas físicos, afogamentos, choques elétricos, quedas de estruturas e outros acidentes relacionados a esses eventos.

Os primeiros socorros em situações de tempestades devem integrar os processos de preparação para emergências, exigindo capacitação dos trabalhadores para reconhecimento precoce de situações de risco, adoção de medidas de autoproteção e prestação de assistência inicial às vítimas até a chegada do suporte especializado.

2.7.1 Procedimentos em casos de traumas físicos

Em caso de traumas físicos como quedas, cortes, contusões, fraturas, esmagamentos, soterramentos e impactos provocados por objetos projetados ou colapso de estruturas, a adoção de procedimentos adequados de primeiros socorros é fundamental para reduzir complicações e garantir encaminhamento seguro ao atendimento especializado.

Abaixo são apresentados os passos a seguir com os primeiros socorros em caso de ocorrência dos traumas físicos citados acima.

Segurança da cena e do socorrista

Antes de iniciar qualquer atendimento, deve-se avaliar as condições do ambiente, verificando a existência de riscos adicionais como estruturas instáveis, fios energizados, alagamentos, deslizamentos ou objetos com possibilidade de queda. O socorrista deve priorizar sua própria segurança e somente realizar a aproximação quando houver condições seguras.

Afastamento da área de risco

Sempre que possível e sem agravar o estado da vítima, recomenda-se remover a pessoa para local protegido e seguro, distante de áreas sujeitas a desabamentos, enxurradas, quedas de árvores, ventos intensos ou riscos elétricos.

Avaliação inicial da vítima

Deve-se avaliar o nível de consciência, respiração, circulação e presença de hemorragias. Em casos de inconsciência, ausência de respiração ou parada cardiorrespiratória, devem ser iniciadas manobras de reanimação cardiopulmonar conforme treinamento prévio, até a chegada do suporte especializado.

Controle de hemorragias e imobilização

Em casos de sangramentos, recomenda-se realizar compressão direta no local da lesão utilizando material limpo. Suspeitas de fraturas, entorses ou lesões traumáticas devem ser manejadas com imobilização provisória, evitando movimentações desnecessárias que possam agravar o quadro.

Cuidados em casos de soterramento ou esmagamento

Quando houver vítimas presas sob estruturas, destroços ou materiais pesados, a remoção não deve ser realizada sem avaliação das condições de segurança e estabilidade do ambiente. Nesses casos, o acionamento imediato do Corpo de Bombeiros é indispensável.

Acionamento dos serviços de emergência

Todos os casos de trauma moderado ou grave devem ser encaminhados rapidamente para avaliação médica. Deve-se acionar imediatamente os serviços de emergência, como SAMU (192) e Corpo de Bombeiros (193), seguindo as orientações fornecidas pelas equipes especializadas.

2.7.2 Procedimentos em casos de descargas elétricas

As descargas elétricas atmosféricas e os acidentes envolvendo instalações energizadas representam riscos graves durante tempestades e chuvas intensas, podendo causar queimaduras, parada cardiorrespiratória, lesões neurológicas e morte. A adoção de procedimentos corretos de primeiros socorros é essencial para proteger o socorrista, reduzir agravos e aumentar as chances de sobrevivência da vítima.

Segurança da cena e interrupção da fonte elétrica

Antes de qualquer aproximação, deve-se verificar se a área apresenta risco elétrico ativo. Nunca se deve tocar diretamente na vítima enquanto houver possibilidade de contato com corrente elétrica. Sempre que possível, a fonte de energia deve ser desligada antes do início do atendimento.

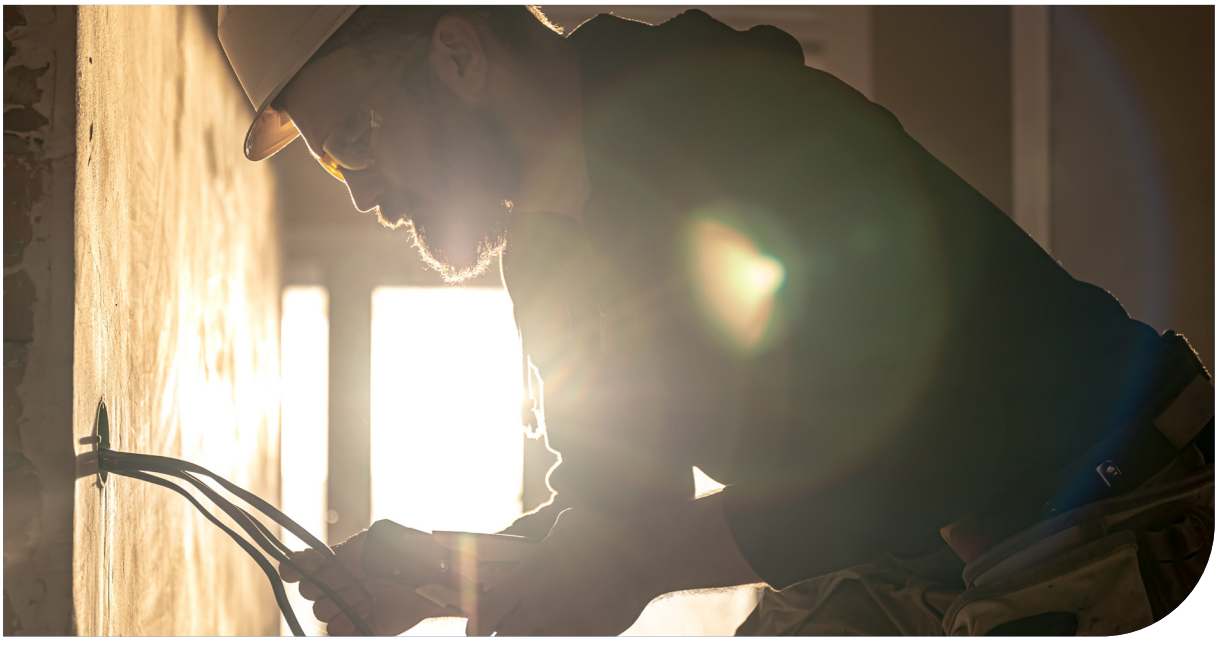


Foto: Freepik

Isolamento da área

A área deve ser isolada para impedir aproximação de outras pessoas, especialmente em locais alagados, próximos a fios rompidos, equipamentos energizados ou estruturas metálicas molhadas. Deve-se aguardar suporte especializado quando houver risco elétrico persistente.

Avaliação dos sinais vitais

Após garantir a segurança do ambiente, deve-se avaliar o nível de consciência, respiração e circulação da vítima. Em situações de parada cardiorrespiratória, devem ser iniciadas imediatamente manobras de reanimação cardiopulmonar, conforme capacitação prévia, até a chegada do atendimento especializado.

Identificação de lesões e queimaduras

Choques elétricos podem causar queimaduras externas e lesões internas graves. Recomenda-se observar sinais de queimaduras, perda de consciência, confusão mental, dificuldade respiratória, dor torácica e alterações neurológicas. As queimaduras não devem receber aplicação de pomadas, gelo ou substâncias caseiras.

Cuidados durante tempestades e raios

Em casos de vítimas atingidas por raios, o atendimento pode ser realizado imediatamente após a descarga, pois a vítima não permanece energizada. Deve-se priorizar o deslocamento para local seguro e protegido contra novas descargas atmosféricas.

Acionamento imediato dos serviços de emergência

Todo acidente envolvendo choque elétrico ou descarga atmosférica deve ser considerado potencialmente grave. O SAMU (192) e o Corpo de Bombeiros (193) devem ser acionados imediatamente, garantindo encaminhamento rápido para avaliação médica especializada, mesmo nos casos em que os sintomas iniciais aparentem ser leves.



Foto: Freepik

2.8 Síntese final

A intensificação das chuvas extremas e tempestades representa um dos principais desafios contemporâneos para a gestão de riscos climáticos no setor industrial. Esses eventos, cada vez mais frequentes e severos em decorrência das mudanças climáticas, ampliam os riscos à saúde e à segurança dos trabalhadores, comprometem infraestruturas críticas e afetam cadeias logísticas, o que pode ocasionar interrupções significativas das operações produtivas. Nesse contexto, o PRE deixa de ser instrumentos exclusivamente reativo e passam a assumir papel estratégico na construção da resiliência organizacional e territorial.

As diretrizes para o monitoramento sistemático e contínuo de chuvas e tempestades devem ser compreendidas como um processo integrado, permanente e interinstitucional. A articulação entre INMET, CEMADEN, CPTEC/INPE, CPRM, ANA e o Sistema Nacional de Defesa Civil constitui o arcabouço técnico-científico que sustenta a antecipação de riscos e a tomada de decisão baseada em evidências.

A proposta para o protocolo adota abordagem sistêmica, iniciando pela identificação e caracterização dos riscos, análise de vulnerabilidades e exposição, monitoramento e alerta precoce, avançando para o planejamento, a comunicação de risco e resposta imediata, culminando nas ações de vigilância pós-evento, recuperação, avaliação contínua e primeiros-socorros. Ao integrar dados de monitoramento oficiais, planejamento intersetorial e medidas de proteção à saúde, especialmente de trabalhadores e populações vulneráveis, o protocolo consolida um instrumento técnico de gestão capaz de reduzir impactos sanitários, sociais, econômicos e ambientais decorrentes de tempestades e condições meteorológicas adversas. Em um cenário de crescente exposição a eventos extremos, antecipar riscos, proteger trabalhadores e adaptar operações torna-se condição indispensável para a sustentabilidade do setor industrial e para a construção de ambientes de trabalho mais seguros.

Referências bibliográficas

Capítulo 2

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISSO 31000:2018. Gestão de riscos – Diretrizes**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://dintegcgcin.saude.gov.br/attachments/download/23/2018%20-%20Diretrizes%20-%20Gest%C3%A3o%20de%20Riscos_ABNT%20NBR%20ISO%2031000.pdf> Acesso em 11 fev. 2026.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR16785 DE 09/2019. Proteção contra descargas atmosféricas - Sistemas de alerta de tempestades elétricas**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/12600/abnt-nbr16785-protecao-contra-descargas-atmosfericas-sistemas-de-alerta-de-tempestades--eletricas Acesso em 02 mar. 2026.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NR 06 - EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL - EPI**. Rio de Janeiro, 2022a. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-06-atualizada-2022-1.pdf> Acesso em 03 mar. 2026.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NR 12 - SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS**. Rio de Janeiro, 2022b. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-12-atualizada-2022-1.pdf>. Acesso em 03 mar. 2026.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 22320: Segurança e resiliência — Gestão de emergências — Diretrizes para resposta a incidentes**. Rio de Janeiro: ABNT, 2022c. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/pnm.aspx?Q=b0VpTmMxWWtFeUJ4eldOWkk2NHNndEZJK3MwRFFDbFlUYk5UMkhxdkdUVT0=>. Acesso em 03 mar. 2026.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT **NBR 6123:2023 Versão Corrigida:2025. Forças devidas ao vento em edificações**. Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/pnm.aspx?Q=ZU9pOGRZZVZHVERLVExBSWlQdWdMTzcxRDRrWThjV1c3MlVGVko1YVFXTT0=>. Acesso em 02 mar. 2026.

ALERT-AS – **Centro Virtual para Avisos de Eventos Meteorológicos Severos para o Sul da América do Sul**. Instituto Nacional de Meteorologia, 2015. Disponível em: <https://alertas2.inmet.gov.br/>. Acesso em 11 fev. 2026.

ANA – **Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico**. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/monitoramento-e-eventos-criticos>. Acesso em 11 fev. 2026.

BANCO MUNDIAL. **Avaliação de Perdas e Danos: Inundações e Deslizamentos na Região Serrana do Rio de Janeiro de 2011**. Relatório elaborado pelo Banco Mundial com apoio do Governo do Estado do Rio de Janeiro. Novembro de 2012. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/cooperacao-internacional/ativacoes-no-brasil/chamados/imagens/inundacoes-e-deslizamentos-na-regiao-serrana-do-rio-de-janeiro.pdf>. Acesso em: 20 de fev. de 2026.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, 1981. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em 02 mar. 2026.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **Manual de Desastres. Volume I. Desastres Naturais**. Brasília, 2003. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/protecao-e-defesa-civil-sedec/ManualdeDesastresNaturaisVolumeI.pdf>. Acesso em 02 mar. 2026.

BRASIL. **Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012**. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil. Diário Oficial da União, 2012. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm>. Acesso em 23 fev. 2026.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento. **Modelagem climática e vulnerabilidades Setoriais à mudança do clima no Brasil**, 2016. Disponível em: <mcti-livromodelagemclimatica-edicaao-eletroenica-31mai2016_baixa_resolucaao.pdf>. Acesso em 20 de fev. de 2026.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), Ministério da Integração e Desenvolvimento Regional. **Todos os boletins diários**, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/sala-de-situacao/todos-os-boletins-diarios>. Acesso em 20 de fev. de 2026.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. **Norma Regulamentadora nº 01: Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais**. Brasília: MTP, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/normas-regulamentadoras/nr-01>. Acesso em: 26 fev. 2026.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **Guia prático de utilização de alertas do governo federal para ações de preparação para desastres**, 2021a. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/protecao-e-defesa-civil-sedec/copy_of_guiapraticodesastres.pdf>. Acesso em 11 de fev. de 2026.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **AdaptaBrasil MCTI**: Sistema de Informações e Análises sobre Impactos das Mudanças Climáticas, 2021b. Disponível em: <https://sistema.adaptabrasil.mcti.gov.br/>. Acesso em 20 de fev. de 2026

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 7: Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO)**. Brasília, DF: MTE, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/nr-07-atualizada-2022-1.pdf>. Acesso em 03 mar. 2026.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Secretaria de Proteção e Defesa Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. **Atlas Digital de Desastres no Brasil**. Brasília: MIDR, 2023a. Disponível em: <https://atlasdigital.mdr.gov.br/paginas/graficos.xhtml>. Acesso em 19 de fev. de 2026.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome. **Emergências no Sistema Único de Assistência Social: O que fazer?** Brasília, 2023b. Disponível em: <https://www.gov.br/mds/pt-br/acoes-e-programas/calamidades-publicas-e-emergencias/orientacoes-tecnicas/o_que_fazer.pdf>. Acesso em 03 mar. 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia Para Elaboração de Planos de Contingência**, 2024a. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/svsa/emergencia-em-saude-publica/guia-para-elaboracao-de-planos-de-contingencia>. Acesso em 19 de fev. de 2026.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **Defesa Civil Alerta**, 2024b. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/protecao-e-defesa-civil/defesa-civil-alerta>. Acesso em 20 de fev. de 2026.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, 2025a. **Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil**. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/protecao-e-defesa-civil-sedec/20251110_PNPDC_site_compressed.pdf>. Acesso em 20 fev. 2025.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, 2025b. **Estudo aponta que enchentes de 2024 foram maior desastre natural da história do RS e sugere caminhos para futuro com eventos extremos mais frequentes**. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/estudo-aponta-que-enchentes-de-2024-foram-maior-desastre-natural-da-historia-do-rs-e-sugere-caminhos-para-futuro-com-eventos-extremos-mais-frequentes>. Acesso em 20 fev. 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Emergências em Saúde Pública. **Plano de Contingência para Emergências em Saúde Pública por chuvas intensas e desastres associados**. Brasília, 2025c. 76 p. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/plano_contingencia_emergencias_chuvas_desastres.pdf>. Acesso em 23 fev. 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Cuidados a trabalhadores**. (Série Saúde Mental e Atenção Psicossocial em Desastres, v. 5). Brasília, DF: fev. 2026. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/cartilhas/2026/cartilha-cuidados-a-trabalhadores.pdf/view>. Acesso em 3 mar. 2026.

CAMARILLO-NARANJO, J.M.; et al. (2019). **The Global Climate Monitor System: From Climate Data-Handling to Knowledge Dissemination**. International Journal of Digital Earth, 12(4), 394-414. Disponível em: <https://www.globalclimatemonitor.org/#> Acesso em: 20 de fev. de 2026.

CEMADEN – Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação, 2026. **Monitoramento e emissão de alertas de desastres naturais**. Disponível em: <https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assuntos/monitoramento>. Acesso em 11 fev. 2026.

CMN – Confederação Nacional do Municípios. **Estudo Panorama dos desastres no Brasil 2013 a 2024**. Brasília, maio de 2025. Disponível em: <https://cnm.org.br/storage/biblioteca/2025/Estudos_Tecnicos/ET_DEFCIVIL_05-2025_Panorama_dos_Desastres_no_Brasil_2013_a_2024.pdf>. Acesso em 20 fev. 2026.

COBRADE – CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS. **Classificação e Codificação Brasileira de Desastres**. São José dos Campos: Cemaden Educação, 2017. Disponível em: <https://educacao.cemaden.gov.br/midiateca/classificacao-e-codificacao-brasileira-de-desastres-cobrade/>. Acesso em 23 fev. 2026.

CPTEC – **Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2023. Disponível em: <https://satelite.cptec.inpe.br/home/index.jsp>. Acesso em 11 fev. 2026.

CPTEC – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Aplicativo SOS Chuva**, 2017. Disponível em: <https://satelite.cptec.inpe.br/soschuvaapp/#hero>. Acesso em 20 fev. 2026.

DASGUPTA, S. et al. **Effects of climate change on combined labour productivity and supply: an empirical, multi-model study**. The Lancet Planetary Health, Volume 5, Issue 7, e455 - e465. Disponível em: <https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196(21)00170-4/fulltext>. Acesso em 26 fev. 2026.

DELANHESE, B.C. et al. **Mudanças climáticas frente à sociedade, s indústrias e os setores econômicos**. Latin American Journal of Business Management. V.15, N.1, Jan – Jun,2024. Disponível em: <https://www.lajbm.com.br/journal/article/view/741>. Acesso em 26 fev. 2026.

FEMA – FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY (Agência Federal de Gestão de Emergências). **Emergency Supply List: Build a Kit**. Washington, DC: FEMA, 2021. Disponível em: <https://www.ready.gov/kit>. Acesso em 03 mar. 2026.

GFDRR – GLOBAL FACILITY FOR DISASTER REDUCTION AND RECOVERY. **ThinkHazard!: natural hazard information for decision making**. Washington, DC, 2026. Disponível em: <https://thinkhazard.org/en/>. Acesso em 20 fev. 2026.

ILO – International Labor Organization. **Ensuring safety and health at work in a changing climate: Global report**. Geneva, 2024. Disponível em: <https://www.ilo.org/sites/default/files/2024-07/ILO_SafeDay24_Report_r11.pdf>. Acesso em 26 fev. 2026.

IPCC – Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. **Climate Change 2023: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, 2023. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_LongerReport_PO.pdf>. Acesso em 20 fev. 2026.

MUNTANELLI B.R. et al. **Impacts of climate change on labor productivity: a narrative review**. Rev Bras Med Trab.2025;23(4) DOI:10.47626/1679-4435-2025-1524:e20251524. Disponível em: <https://rbmt.org.br/details/3174/pt-BR/impactos-das-mudancas-climaticas-na-produtividade-laboral--uma-revisao-narrativa>. Acesso em: 26 fev. 2026.

OCS – OBSERVATÓRIO DE CLIMA E SAÚDE. **Sistema de eventos extremos: inundações e seca**. Rio de Janeiro: ICICT/Fiocruz, 2022. Disponível em: <https://mapas.climaesaude.icict.fiocruz.br/extremos/>. Acesso em 20 fev. 2026.

OMM – ORGANIZAÇÃO METEOROLÓGICA MUNDIAL. **World Weather & Climate Extremes Archive**. Genebra: OMM, 2025. Disponível em: <https://wmo.int/site/world-weather-and-climate-extremes-archive/visualisation/world-weather-climate-extremes-map#:~:text=World%20Weather%20Climate%20Extremes%20Map,About>. Acesso em 20 fev. 2026.

OMS – Organização Mundial da Saúde. **Chemical releases caused by natural hazard events and disasters – information for public health authorities**. Geneva, 2018. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Disponível em: <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/cf67d02b-34db-440b-962a-76bdcb1b2fe1/content>. Acesso em 5 de mar. de 2026.

OMS – Organização Mundial da Saúde. **Delivering the Belém Health Action Plan: COP30 Special Report on Health and Climate Change**. Geneva: World Health Organization; 2025. Disponível em: <https://www.who.int/publications/m/item/cop30-special-report-on-climate-and-health>. Acesso em 20 de fev. de 2026.

RATHMANN, Régis. **Estudo estratégico dos impactos econômicos da mudança do clima no Brasil**. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento, 2025. 219 p. Disponível em: <https://www.gov.br/planejamento/pt-br/assuntos/planejamento/estrategia-2050-conteudo/Arquivos/ee-clima_final.pdf> Acesso em 26 fev. 2026.

RIBEIRO, B.Z.; SCHILD, G.T.; COSTA, I.C. **Proposta de metodologia para previsão probabilística de tempo severo**. Biblioteca do INPE, 2020. Disponível em: <http://urlib.net/rep/8JMKD3MGP3W34R/43BKQF8>. Acesso em 19 fev. 2026.

S2iD – **Sistema Integrado de Informação sobre Desastres**. Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. 2012. Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/paginas/index.xhtml>. Acesso em 20 fev. 2026.

SACE – **Sistema de Alerta de Eventos Críticos do Serviço Geológico do Brasil**, 2025. Disponível em: <https://www.sgb.gov.br/sace/>. Acesso em 11 fev. 2026.

SANTOS, A.P.P.; FERREIRA, D.B.S. **Proteção contra raios: redução de riscos para aumento da segurança**. Belém: ITV, 2024. Disponível em: <https://repositorio.itv.org/server/api/core/bitstreams/fb9f1b4a-1881-407b-b206-64ac7f32c57f/content>. Acesso em 11 mar. 2026.

SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Nacional. **Macrotendências para o futuro da indústria 2040: tecnologia da informação e comunicação**. Departamento Regional do Paraná, Instituto Euvaldo Lodi - Núcleo Regional de Santa Catarina, Federação das Indústrias do Estado do Ceará, Federação das Indústrias do Espírito Santo. Brasília: SENAI/DN, 2024. 77 p. il. Disponível em: <https://storageoni.blob.core.windows.net/portal/macrotendencias-2040/Macrotendências%20para%20o%20Futuro%20da%20Indústria%202040%20-%20Tecnologia%20da%20Informação%20e%20Comunicação.pdf>. Acesso em 26 fev. 2026.

SESI – Serviço Social da Indústria. Departamento Nacional. Ministério da Saúde. **Protocolo de respostas às emergências climáticas por inundação para a indústria**. 2025. Disponível em: <https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/24/55/2455c8cc-d61d-43e1-80fe-3e921b65abb5/mudancas_climaticas.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2026.

SESI – Serviço Social da Indústria. Departamento Nacional. Ministério da Saúde. **Protocolo de respostas às emergências climáticas por secas e queimadas**. 2025. Disponível em: <static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/0e/f6/0ef6f78c-5c56-4758-8796-4304ed6a6381/protocolo_secas_e_queimadas__-_com_testemunhas.pdf>. Acesso em 6 abr. 2026

TRÁVNÍČEK P. et al. **Industrial emergencies caused by extreme wind**. Process Saf Prog. 2025; 44(2): 239-244. Disponível em: <https://aiche.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/prs.12689>. Acesso em 27 fev. 2026.

UNDRR – United Nations Office for Disaster Risk Reduction. **Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030**. Sendai, Japón. 2015. Disponível em: <https://educacao.cemaden.gov.br/midiateca/marco-de-sendai-para-a-reducao-do-risco-de-desastre-2015-2030/>. Acesso em 20 de fev. de 2026.

UNDRR – United Nations Office for Disaster Risk Reduction and World Meteorological Organization. **Global Status of Multi-Hazard Early Warning Systems**, 2025. Geneva, Switzerland. Disponível em: <https://library.wmo.int/viewer/69684/download?file=Global-Status-of-Multi-Hazard-Early-Warning-Systems-2025.pdf&type=pdf&navigator=1>. Acesso em: 20 de fev de 2026.

UNIFESP – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO. **Brasil em transformação: o impacto da crise climática. Caderno Técnico III: A força do mar: os impactos de frentes frias, ciclones e ondas de frio**. [S.l.]: Maré de Ciência, 2025a. Disponível em: <https://maredeciencia.eco.br/wp-content/uploads/2025/11/Brasil-em-transformacao-3-A-Forca-do-MAr-Os-impactos-de-Frentes-Frias-Ciclones-e-Ondas-de-Frio-1.pdf>. Acesso em 4 mar. 2026.

UNIFESP – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO. **Brasil em transformação: o impacto da crise climática. Caderno Técnico II: Temporadas das águas: o aumento das chuvas extremas**. [S.l.]: Maré de Ciência, 2025b. Disponível em: <https://maredeciencia.eco.br/wp-content/uploads/2025/07/Brasil-em-transformacao-2-Temporadas-das-Aguas-O-Aumento-das-Chuvas-Extremas.pdf>. Acesso em 4 mar. 2026.

Neste capítulo

3.1 Impactos diretos e indiretos das chuvas e tempestades sobre a saúde

3.2 Doenças crônicas não transmissíveis (DCNT)

3.3 Alterações oftalmológicas

3.4 Doenças transmitidas por vetores

3.5 Riscos infecciosos e ambientais no período pós-evento

3.6 Insegurança alimentar e riscos nutricionais

3.7 Imunização em contextos de chuvas e tempestades

3.8 Impactos na saúde mental e psicossocial

3.9 Pressão sobre os sistemas de saúde e capacidade de resposta

3.10 Síntese Final

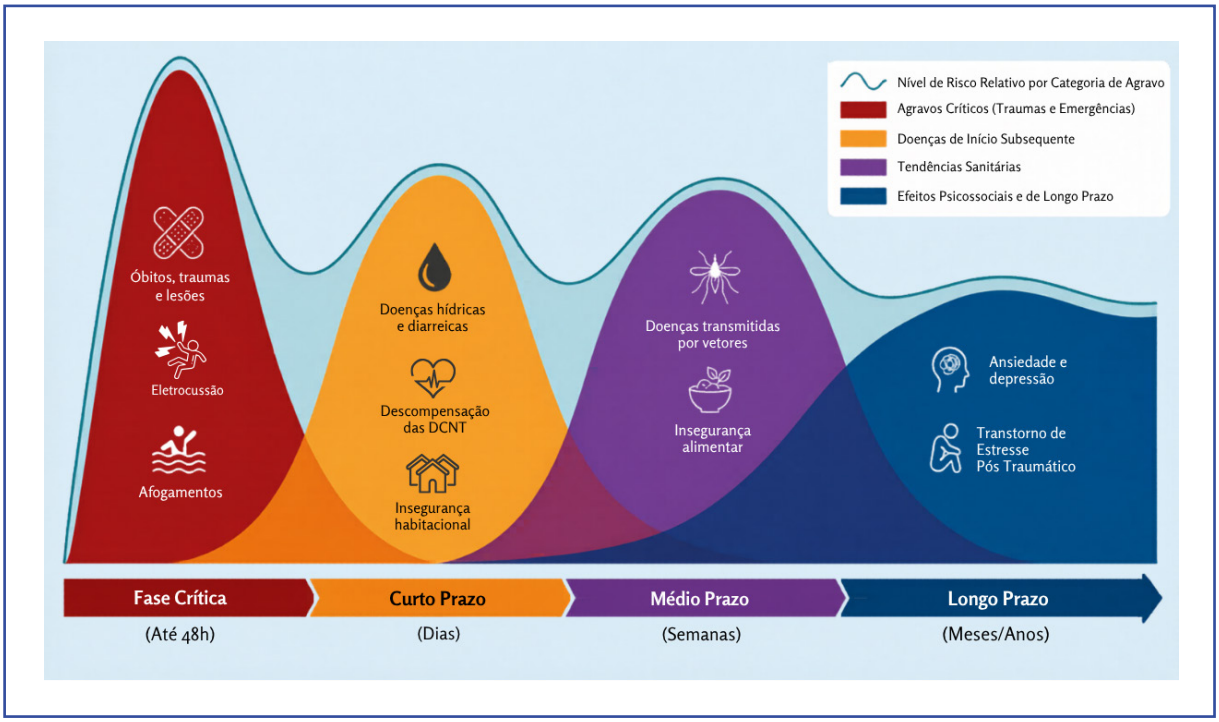
3

Principais agravos à saúde relacionados às chuvas e tempestades

3.1 Impactos de diretos e indiretos das chuvas e tempestades na saúde

Conforme apresentado nos capítulos anteriores, as tempestades e condições meteorológicas adversas relacionadas principalmente às chuvas intensas e tempestades de raios, configuram eventos de elevado impacto para a saúde pública. Esses fenômenos produzem efeitos diretos e indiretos que afetam indivíduos, comunidades e os sistemas de saúde, ampliando riscos à vida, ao bem-estar físico, mental e à continuidade dos serviços essenciais. O impacto desses eventos é amplo e estrutural, ultrapassando os ferimentos físicos imediatos, sendo agravado pela interrupção de serviços essenciais e pela sobrecarga das redes de atendimento (EBI et al., 2021; BUTSCH, 2023). A evolução dos agravos à saúde após o evento pode ter consequências duradouras e sua distribuição temporal pode ser observada na Figura 10.

Figura 10. Evolução cronológica dos agravos à saúde após eventos de chuvas e tempestades. DCNT: Doenças Crônicas Não Transmissíveis.



Fonte: Elaboração própria (2026).

Em um contexto de mudanças climáticas, o aumento da frequência, intensidade e imprevisibilidade desses eventos, reforçam a necessidade de abordagens preventivas e integradas nos protocolos de gestão de riscos e emergências em saúde (OMS, 2025). Na Tabela 6 é possível observar, de forma resumida, os principais impactos que serão analisados neste capítulo.

Tabela 6. Principais consequências de chuvas e tempestades.

Categoria do impacto	Descrição
Ambientais	Contaminação da água, aumento da deposição de sedimentos.
Estruturais	Interrupção de serviços essenciais, como fornecimento de energia elétrica, abastecimento de água potável, transporte e comunicação.
Socioeconômicas	Impacto na produção de alimentos, aumento da desigualdade, perda de moradia e pobreza.
Saúde da população	Óbitos, desabrigamento, ferimentos, acidentes com animais peçonhentos, doenças por transmissão alimentar, doenças respiratórias, agravamento de doenças crônicas, interrupção de tratamentos em andamento, insegurança alimentar, ansiedade, depressão, luto, estresse pós-traumático.
Serviços de saúde	Desabastecimento de insumos, medicamentos, falta de recursos humanos, dano em estrutura física, aumento da demanda de alta complexidade e sobrecarga do serviço de saúde.

Fonte: Adaptado de GOLDMAN, 2014; BEIER, 2015; LOWE, 2016; MAKRUFARDI, 2023; AIHW, 2023; SMITH, 2024; LIU, 2025; SILVEIRA e OLIVEIRA, 2024; OMS, 2025 e BRASIL, 2025b.

3.1.1 Impactos diretos e suas consequências

Os impactos diretos das tempestades sobre a saúde da população manifestam-se principalmente na forma de lesões físicas e traumas que ocorrem durante a fase aguda do evento que podem levar ao desfecho morte. Pode ocorrer aumento significativo de ferimentos, fraturas, contusões e traumas cranioencefálicos associados à projeção de detritos pelo vento, quedas de árvores, colapsos de estruturas, destelhamentos e acidentes em vias públicas (GOLDMAN, 2014). As fatalidades, no cenário brasileiro, estão diretamente ligadas aos afogamentos provocados pelas enxurradas e os soterramentos consequentes dos deslizamentos de terra (FREITAS et al., 2012; OLIVER et al., 2024; PAIVA et al., 2025). Acidentes relacionados a danos estruturais em redes viárias, sejam em ruas ou estradas, bem como aumento de aquaplanagem, pressionam ainda mais o sistema de saúde (AIHW, 2023).

A exposição da população em ambientes externos, habitações precárias ou estruturas não projetadas para suportar ventos intensos agrava esse cenário, elevando o risco de lesões graves e fatais. A mortalidade, nestes casos, está frequentemente relacionada a impactos diretos, como soterramentos, fraturas, síndrome de esmagamento, contato direto a detritos flutuantes (no caso de enxurradas provocadas por tempestades) e objetos transportados pelo vento, quedas de estruturas e acidentes elétricos diretos por descargas atmosféricas ou indiretos

via redes elétricas rompidas, especialmente em áreas com infraestrutura vulnerável ou com acesso limitado a serviços de emergência (AKRIVOS et al., 2025; STEPHENS et al., 2024; KAMARUZZAMAN et al., 2025). Esses óbitos tendem a concentrar-se em curtos intervalos de tempo (horas ou alguns dias após o evento), exigindo resposta rápida dos serviços de saúde e de resgate, bem como estratégias de alerta precoce e comunicação eficaz com a população (AIHW, 2023; GOLDMAN, 2014).

O atendimento desses casos exige capacidade para cirurgias e cuidados de urgência, além de vigilância rigorosa para prevenir o tétano. Ferimentos causados por objetos cortantes ou lacerações em contato com solo e lama contaminada aumentam muito o risco de infecção e, portanto, a triagem de sobreviventes feridos deve incluir obrigatoriamente a verificação do histórico vacinal, a aplicação de reforço da vacina e, se necessário, o uso de imunoglobulina (AFSHAR et al., 2011). A seguir, na Tabela 7, estão descritas as principais condutas relacionadas às mortes e lesões traumáticas em contexto de tempestades.

Tabela 7. Condutas iniciais frente a lesões traumáticas associadas a chuvas e tempestades.

Situação	Conduta recomendada
Vítima com compressão prolongada de membros (soterramento ou escombros)	Iniciar hidratação venosa vigorosa antes mesmo da liberação do membro preso (prevenção de insuficiência renal) e monitoramento cardíaco imediato após o resgate
Exposição ao frio, umidade ou imersão em água (risco de hipotermia)	Remoção imediata das roupas molhadas, isolamento térmico (mantas aluminizadas ou cobertores secos) e aquecimento ativo, prioritário antes de procedimentos cirúrgicos não vitais
Ferimentos abertos ou perfurocortantes com contato com lama/água de enchente	Lavagem exaustiva da ferida, desbridamento de tecidos desvitalizados, verificação da imunização antitetânica e início de antibioticoterapia profilática
Presença de objeto encravado/empalado (metal, madeira, vergalhão, destroços)	Não remover o objeto no local; estabilizá-lo para evitar movimentação, controlar sangramentos ao redor e realizar transporte imediato para unidade hospitalar com suporte cirúrgico
Suspeita de trauma na coluna ou quedas de altura	Imobilização completa (colar cervical e prancha rígida) durante a extração e transporte, evitando movimentação excessiva da vítima na cena
Sinais de gravidade (palidez intensa, pulso fraco, alteração de consciência, hipotensão ou dificuldade respiratória)	Controle imediato de hemorragias visíveis (torniquete ou compressão), oferta de oxigênio suplementar e transporte urgente para centro de trauma com capacidade cirúrgica

Fonte: Adaptado de BRASIL (2016).

3.1.2 Impactos indiretos e o agravamento de condições de saúde pré-existentes

Além dos efeitos imediatos, as tempestades produzem impactos indiretos substanciais que podem se estender por dias ou semanas após o evento. A interrupção de serviços essenciais, como fornecimento de energia elétrica, abastecimento de água potável, transporte e comunicação, compromete o acesso da população aos cuidados de saúde e pode agravar doenças crônicas preexistentes, como diabetes, hipertensão, doenças cardiovasculares e respiratórias (BRASIL, 2025a; VALENTE, 2025).

Do ponto de vista respiratório, as tempestades e eventos meteorológicos extremos estão consistentemente associadas ao agravamento de doenças respiratórias, com destaque para a asma. Estes eventos promovem ressuspensão de partículas finas, variações abruptas de temperatura e umidade, aumento da concentração de poluentes atmosféricos e maior exposição a alérgenos transportados pelo vento. Evidências oriundas de revisões sistemáticas e meta-análises demonstram aumento significativo de exacerbações asmáticas, internações hospitalares e atendimentos em serviços de emergência nos dias subsequentes a eventos extremos, principalmente de crianças, idosos e grupos com doenças respiratórias crônicas (MAKRUFARDI, 2023).

A dependência de equipamentos médicos domiciliares, como oxigenoterapia domiciliar, ventiladores mecânicos e bombas de infusão, torna determinados grupos particularmente vulneráveis durante apagões prolongados. Ainda, o uso inadequado de geradores e fontes alternativas de energia está associado ao aumento de casos de intoxicação por monóxido de carbono, representando um risco adicional à saúde, especialmente em ambientes fechados e mal ventilados (GOLDMAN, 2014).

Os impactos indiretos frequentemente superam os efeitos imediatos em termos de carga para o sistema de saúde uma vez que i) prolongam a exposição da população a condições adversas, ii) ampliam desigualdades sociais, considerando que grupos mais vulneráveis são sistematicamente mais expostos a perigos ambientais e sanitários, e iii) dificultam a recuperação plena após o evento (SILVEIRA e OLIVEIRA, 2024; VALENTE, 2025).



Foto: Freepik

3.2 Doenças crônicas não transmissíveis (DCNT)

Desastres climáticos agravam quadros de hipertensão, diabetes e doenças do coração, aumentando a ocorrência de infartos e AVCs. O estresse físico e psicológico intenso desregula o organismo, causando subidas repentinas na pressão arterial e nos níveis de açúcar no sangue (glicemia), o que eleva o risco de arritmias e eventos cardíacos graves, especialmente em quem já possui histórico de doenças cardiovasculares (DE VITA et al., 2024; MOREIRA et al., 2024). Esse risco é agravado pela interrupção do tratamento. A destruição de unidades de saúde, o bloqueio de vias e a sobrecarga dos serviços reduzem o acesso a consultas e exames. Isso leva à interrupção abrupta do uso de medicamentos essenciais, como anti-hipertensivos e insulina, resultando na perda de controle da doença. Além disso, a falta de energia elétrica e água compromete a conservação da insulina (que exige refrigeração) e torna inviável a realização de hemodiálise, o que pode levar a emergências fatais em pacientes renais crônicos (HASSAN et al., 2020).

A resposta a esses desastres deve priorizar a manutenção dos cuidados para pacientes crônicos. Recomenda-se o mapeamento prévio de colaboradores ou membros da comunidade em situação de maior vulnerabilidade, a garantia de estoques estratégicos de medicamentos e o rápido restabelecimento de serviços vitais, como diálise e oxigenoterapia. Estratégias como pontos alternativos de entrega de remédios e planos de contingência de infraestrutura (energia e água) são fundamentais para evitar que doenças controladas se transformem em emergências críticas (BABAIE et al., 2021; HASSAN et al., 2020). As ações imediatas recomendadas para o manejo dessas condições estão sintetizadas na Tabela 8.

Tabela 8. Condutas iniciais frente a doenças crônicas não transmissíveis em situações relacionadas a chuvas e tempestades.

Situação	Conduta recomendada
Interrupção abrupta do acesso a medicamentos de uso contínuo (bloqueio de vias/serviços)	Estabelecimento imediato de rotas alternativas e pontos descentralizados para dispensação de anti-hipertensivos, hipoglicemiantes e outros fármacos essenciais
Pacientes submetidos a estresse físico/psicossocial intenso (risco de IAM/AVC)	Monitoramento ativo da pressão arterial e glicemia em abrigos e unidades de pronto atendimento, com priorização de triagem para dor torácica e déficits neurológicos
Falha na rede elétrica afetando a cadeia de frio (insulina)	Acionamento de sistemas de redundância (geradores) ou provisão de métodos alternativos de refrigeração para garantir a estabilidade de insumos termolábeis
Suspensão de terapias de suporte vital (hemodiálise e oxigenoterapia)	Transferência urgente de pacientes renais e dependentes de oxigênio para unidades funcionais ou restabelecimento prioritário da infraestrutura desses serviços para evitar óbitos por sobrecarga hídrica/anóxia
Perda de prontuários e histórico clínico dos pacientes	Utilização de registros de base populacional prévios para busca ativa de pacientes de alto risco e incentivo ao autocuidado (planos de autogestão) durante a fase aguda

Fonte: Adaptado de BRASIL (2005), HASSAN et al., 2020 e MOREIRA et al., 2024.

3.3 Alterações oftalmológicas

A mucosa ocular, por estar diretamente exposta ao ambiente, é extremamente vulnerável ao contato com águas de enxurradas, lama e poeira contaminada por agentes químicos e microbianos. Essa exposição favorece o surgimento de conjuntivites irritativas e tóxicas, causadas pelo atrito de micropartículas (abrasão) e pela ação de poluentes dissolvidos na água. Além disso, a presença de microrganismos no solo e na água de alagamentos aumenta o risco de conjuntivite infecciosa (ERICKSON et al., 2019; LIU et al., 2020). A região dos olhos também pode servir como porta de entrada para doenças que afetam todo o organismo como bactérias causadoras da leptospirose (LIU et al., 2020). As diretrizes para o primeiro atendimento às alterações oftalmológicas estão resumidas na Tabela 9.

Tabela 9. Condutas iniciais frente a alterações oftalmológicas relacionadas a chuvas e tempestades.

Situação	Conduta recomendada
Contato direto da mucosa ocular com águas de inundação, lama ou material particulado	Irrigação abundante e imediata dos olhos com soro fisiológico ou água limpa para remoção mecânica de detritos e poluentes químicos dissolvidos
Sinais iniciais de conjuntivite (vermelhidão, prurido ou secreção)	Manutenção da higiene ocular rigorosa e suspensão do uso de lentes de contato, evitando a automedicação com colírios que podem mascarar lesões graves (ex: corticoides)
Risco de infecção sistêmica via mucosa ocular (ex: Leptospirose)	Considerar a exposição ocular como porta de entrada relevante durante a anamnese, alertando para o monitoramento de sintomas febris sistêmicos associados
Sinais de gravidade (dor intensa, fotofobia ou redução da acuidade visual)	Encaminhamento urgente para avaliação oftalmológica especializada para descartar úlceras de córnea, traumas perfurantes ou infecções profundas

Fonte: Adaptado de BRASIL (2005) e BRASIL (2016).



Foto: Freepik

3.4 Doenças transmitidas por vetores

O acúmulo de resíduos sólidos e água parada provocados por tempestades ampliam os criadouros de mosquitos e outros vetores, favorecendo surtos de doenças transmitidas pela água e por insetos (SHARMA et al., 2022). Além disso, a falha ou sobrecarga dos sistemas de drenagem e esgoto aumenta a contaminação do solo e das águas por fezes, elevando a exposição humana a diversos agentes causadores de doenças (SUCHKOWSKA-KISIELEWICZ e NOWOGOŃSKI, 2021).

As arboviroses, como Dengue, Chikungunya e Zika, tendem a se intensificar no período após as chuvas devido ao aumento de criadouros em lixos e recipientes e da maior umidade acelerando a reprodução dos mosquitos. Embora chuvas muito intensas possam, inicialmente, "lavar" as larvas e reduzir a população de mosquitos temporariamente, o risco aumenta nas semanas seguintes, conforme a água escoa e restam poças e recipientes acumuladores (KOENRAADT e HARRINGTON, 2008; SIQUEIRA et al., 2025).

Da mesma forma, ocorre aumento expressivo de casos de leptospirose devido ao contato com águas contaminadas pela urina de ratos, que são desalojados de seus abrigos pela enxurrada conseguinte a tempestade (PELISSARI et al., 2011). O controle desses problemas exige resposta rápida, com vigilância rigorosa, diagnóstico ágil e ações emergenciais de limpeza e saneamento (ACOSTA-ESPAÑA et al., 2024). Para orientar as primeiras ações de resposta, a Tabela 10 resume as condutas iniciais recomendadas diante desses riscos.

Tabela 10. Condutas iniciais frente a doenças transmissíveis por vetores relacionadas a chuvas e tempestades.

Situação	Conduta recomendada
Acúmulo de resíduos sólidos, entulhos e água estagnada no peridomicílio	Ações emergenciais de limpeza urbana e saneamento para eliminação mecânica de criadouros, complementadas por controle químico (fumacê/larvicida) quando indicado pelas autoridades sanitárias
Exposição direta a águas de enchente ou lama (risco de Leptospirose)	Monitoramento de sintomas febris e mialgias (especialmente em panturrilhas) por até 30 dias após o evento, com início precoce de antibioticoterapia em casos suspeitos, independente de confirmação laboratorial
Período de semanas pós-chuva (aumento da densidade de mosquitos)	Intensificação da vigilância epidemiológica e busca ativa de casos de arboviroses (Dengue, Zika, Chikungunya), alertando a população sobre o risco tardio de surtos após o escoamento das águas
Surgimento de síndromes febris agudas na população afetada	Diagnóstico diferencial imediato entre arboviroses e leptospirose, priorizando a hidratação venosa em casos de dengue e o suporte renal/antibiótico na leptospirose
Rompimento de sistemas de água e esgoto	Orientação rigorosa para consumo de água potável (ou tratada com hipoclorito) e higiene de alimentos, visando prevenir doenças de veiculação hídrica secundárias
Acúmulo de resíduos sólidos, entulhos e água estagnada no peridomicílio	Ações emergenciais de limpeza urbana e saneamento para eliminação mecânica de criadouros, complementadas por controle químico (fumacê/larvicida) quando indicado pelas autoridades sanitárias

Fonte: Adaptado de ACOSTA-ESPAÑA et al., 2024 e BRASIL, 2005.

3.5 Riscos infecciosos e ambientais no período pós-evento

Em contextos de chuvas intensas e enchentes associadas às tempestades, observa-se aumento do risco de doenças infecciosas relacionadas à água contaminada e ao contato com lama e resíduos. Doenças como leptospirose, hepatite A, doenças diarreicas agudas e tétano apresentam maior incidência após eventos hidrometeorológicos extremos (alguns dias ou semanas), especialmente em áreas com saneamento básico inadequado (OMS, 2025; BRASIL, 2025a; SESI, 2025). Ainda, acúmulo de água proveniente de tempestades podem favorecer a reprodução de vetores de doenças como dengue e malária (BRASIL, 2025b).

Vulnerabilidades prévias, como pobreza, podem se combinar com os efeitos dos eventos climáticos como tempestades e resultar em insegurança alimentar, deterioração das condições ambientais e sanitárias, maior morbimortalidade e aprofundamento da pobreza, causado por perda de renda imediata e/ou duradoura (BEIER, 2015; MARENGO, 2024).

Materiais institucionais brasileiros, como os elaborados pela FIRJAN SESI, ressaltam ainda o risco aumentado de contato com animais peçonhentos, deslocados de seus habitats naturais durante os eventos meteorológicos, além de acidentes elétricos e estruturais no retorno às áreas afetadas (SESI, 2025). Esses fatores reforçam a necessidade de protocolos claros de orientação à população sobre cuidados com água, alimentos, higiene e segurança ambiental no período pós-evento.

3.6 Insegurança alimentar e riscos nutricionais

Chuvas e tempestades podem contribuir para o aumento do risco de insegurança alimentar e nutricional ao afetar a produção agrícola, causar danos a infraestruturas de armazenamento e transporte de alimentos e provocar interrupções no abastecimento, especialmente em territórios socialmente vulneráveis. Esses eventos climáticos também podem comprometer a estabilidade dos sistemas alimentares locais e elevar o risco nutricional, seja pela redução da disponibilidade de alimentos, seja pela piora nas condições de conservação e distribuição, o que pode resultar em menor qualidade da dieta e maior exposição a alimentos inadequados do ponto de vista sanitário e nutricional.

Nesse contexto, ações relacionadas à alimentação em cenários de tempestades devem considerar o conceito de Saúde Única (One Health), integrando a saúde humana, no âmbito do Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (SISAN), a saúde ambiental, vinculada à produção sustentável e à mitigação das mudanças climáticas, e a saúde da cadeia produtiva, com atenção à segurança sanitária de pequenos produtores (BRASIL, 2023b). Essa abordagem reforça a necessidade de articular a mitigação dos riscos climáticos ao fortalecimento dos sistemas alimentares, reconhecendo a insegurança alimentar e nutricional como expressão de desigualdades estruturais presentes nos sistemas alimentares contemporâneos e destacando a importância de estratégias voltadas ao fortalecimento de sistemas alimentares urbanos e de

políticas públicas direcionadas às populações mais vulneráveis (FAO et al., 2023; IPCC, 2022). Para orientar a gestão da segurança alimentar no setor industrial sob a ótica da Saúde Única são propostas as ações detalhadas na Tabela 11.

Tabela 11. Estratégias de Segurança Alimentar e Nutricional frente a tempestades.

Fase da Resposta	Ações e Medidas Prioritárias
Preparação e Prevenção	Mapeamento Fonte de vulnerabilidades (desertos alimentares); implantação de tecnologias de acesso à água; fortalecimento do SISAN e articulação intersetorial (Decreto nº 11.822/2023).
Resposta Imediata	Ativação de Cozinhas Solidárias e Restaurantes Populares; aplicação da RDC nº 49/2013 (Anvisa) para flexibilização sanitária com razoabilidade; regularização de atividades em áreas informais.
Recuperação e Resiliência	Modernização de bancos de alimentos; integração entre os sistemas SUS-SUAS-SISAN; implementação de sistemas de compostagem ou biodigestores para redução de perdas.
Ação do Trabalhador	Organização de equipes de suporte e Cozinhas Solidárias internas; gestão de excedentes seguros para doação; multiplicação de práticas de higiene e segurança sanitária.

Fonte: Adaptado de BRASIL (2023b) e FAO et al., 2023.

3.7 Imunização em contextos de chuvas e tempestades

A desordem das condições sanitárias e o eventual deslocamento de pessoas para abrigos temporários após tempestades elevam o risco de surtos de doenças que podem ser prevenidas por vacinas. Nesses contextos, a estratégia de imunização deve priorizar ações seletivas, focadas em riscos específicos em vez de uma vacinação em massa indiscriminada (LAM et al., 2015; PROCIANOY et al., 2025). A prevenção do tétano é essencial para trabalhadores feridos e equipes de resgate expostos a detritos. Já a vacinação contra a Hepatite A é recomendada para populações em contato prolongado com lama ou água de enchentes e enxurradas, prevenindo surtos de transmissão por água ou alimentos contaminados. Em situações de abrigamento ou confinamento, a atualização das vacinas contra Influenza, Covid-19 e Sarampo (tríplice viral) é fundamental para evitar epidemias respiratórias que possam sobrecarregar o sistema de saúde local (DA SILVA et al., 2025; LAM et al., 2015; PROCIANOY et al., 2025).

A execução dessas ações depende da inclusão imediata da imunização na resposta à emergência. É crucial garantir a manutenção da cadeia de frio (refrigeração das vacinas), que costuma ser comprometida pela falta de energia elétrica. Estudos no Brasil mostram que desastres

climáticos impactam negativamente as coberturas vacinais em áreas afetadas, o que reforça a urgência de estratégias ativas para proteger os grupos mais vulneráveis antes que surtos se estabeleçam (LAM et al., 2015; PROCIANOY et al., 2025). Para orientar a tomada de decisão, a Tabela 12 resume as principais frentes de vacinação nessas emergências.

Tabela 12. Estratégias de imunização frente a desastres por chuvas e tempestades.

Situação	Conduta recomendada
Ferimentos traumáticos, cortes ou exposição de equipes de resgate a detritos	Atualização imediata da profilaxia antitetânica (vacina e/ou soro) conforme o histórico vacinal do indivíduo e a gravidade da lesão, visando prevenir o tétano acidental
Aglomeração de pessoas em abrigos temporários (risco de transmissão aérea)	Busca ativa para atualização da caderneta vacinal contra Influenza, COVID-19 e Sarampo (Tríplice Viral), bloqueando surtos respiratórios que podem colapsar o sistema de saúde local
Contato prolongado com água de enchente, lama ou ruptura de saneamento	Indicação de vacinação contra Hepatite A para populações expostas e grupos de risco, prevenindo a transmissão fecal-oral em cenários de higiene precária
Cenário geral de calamidade com recursos limitados	Priorização da imunização seletiva focada em riscos específicos e grupos vulneráveis, evitando o desperdício de recursos com campanhas de vacinação em massa indiscriminadas na fase aguda
Instabilidade na rede elétrica e danos à infraestrutura de saúde	Ativação de planos de contingência para garantir a manutenção da cadeia de frio das vacinas e integração das equipes de imunização na resposta emergencial desde as primeiras horas

Fonte: Adaptado de DA SILVA et al., 2025, LAM et al., 2015 e PROCIANOY et al., 2025



Foto: Freepik

3.8 Impactos na saúde mental e psicossocial

A literatura científica aponta associação consistente entre a exposição a eventos meteorológicos extremos e o aumento da prevalência de transtornos mentais, incluindo ansiedade, depressão, fobias, luto e sintomas de estresse pós-traumático (BRASIL, 2025a; LOWE et al., 2016). Esses impactos psicológicos podem ocorrer mesmo na ausência de ferimentos físicos diretos, sendo influenciados por perdas materiais, deslocamento forçado, ruptura de redes de apoio, insegurança quanto ao futuro e interrupção das rotinas sociais e econômicas. Estressores secundários como dificuldades para acesso a benefícios, insegurança financeira, descontinuidade dos serviços, perdas simbólicas e prolongamento do deslocamento, tendem a intensificar e prolongar o sofrimento emocional, aumentando a prevalência de quadros de ansiedade, depressão e transtorno de estresse pós-traumático (CARVALHO e OLIVEIRA, 2020). Entre as reações emocionais e comportamentais mais frequentes observadas após tempestades e inundações, destacam-se:

- angústia intensa e sensação de ameaça constante;
- medo, tristeza e choro recorrente;
- irritabilidade e alterações de humor;
- transtornos do sono e alterações do apetite;
- dificuldade de concentração e sensação de irrealidade;
- queixas somáticas, como desconfortos gastrointestinais.

Segundo o Conselho Federal de Psicologia (2024), essas manifestações devem ser compreendidas como reações esperadas diante de uma situação anormal, não devendo ser imediatamente patologizadas. A identificação precoce de sinais de agravamento, entretanto, é fundamental, especialmente em pessoas com condições de saúde mental preexistentes, uso abusivo de substâncias ou exposição prolongada ao evento. Além disso, a recorrência de eventos extremos tem contribuído para o aumento da ecoansiedade ou ansiedade climática, caracterizada por medo persistente, preocupação com o futuro e sensação de impotência frente às mudanças climáticas. Em populações jovens, esse fenômeno tende a se manifestar de forma mais intensa, exigindo estratégias educativas, como a educação ambiental, comunicacionais e psicossociais que favoreçam a compreensão, a conscientização e a sensibilização da população (VALADÃO e GUANÃBENS, 2025).

A atuação em saúde mental nesses contextos deve estar integrada à Gestão Integral de Riscos, Emergências e Desastres, conforme orientações do Conselho Federal de Psicologia e do Centro de Referências Técnicas em Psicologia e Políticas Públicas (Fonte). Essa abordagem pressupõe ações articuladas ao longo de cinco etapas interdependentes: prevenção, mitigação, preparação, resposta e reconstrução, resumidas na Tabela 13.

Na **prevenção**, o foco está na redução das vulnerabilidades psicossociais antes da ocorrência do evento extremo. As ações incluem educação ambiental e climática; fortalecimento de redes comunitárias e apoio comunitário; disseminação de informações acessíveis sobre riscos e capacitação de profissionais das políticas públicas (CREPOP, 2021).

A **mitigação** refere-se às medidas destinadas a reduzir os danos quando o desastre ocorre. No campo da saúde mental, envolve o mapeamento de grupos prioritários e o Centro de

Referência da Assistência Social (CRAS) assume papel estratégico nesse processo, devido à sua capilaridade territorial e à atuação junto às famílias por meio do Serviço de Proteção e Atendimento Integral à Família, contribuindo para a identificação de demandas, atualização de cadastros e encaminhamentos necessários (UNICEF e CONGEMAS, 2020).

A **preparação** envolve o planejamento de respostas institucionais e comunitárias, incluindo a elaboração de planos de contingência, definição de fluxos de atuação e capacitação de profissionais e voluntários em Primeiros Cuidados Psicológicos (PCP) por psicólogos qualificados. Segundo a OMS (2011), os PCP são uma resposta humana, prática e não invasiva, voltada ao acolhimento, à redução do sofrimento imediato, à promoção de segurança, à escuta ativa e ao fortalecimento das redes de apoio, sem exigir a revivência do evento traumático. Não se configuram como atendimento clínico, debriefing ou intervenção especializada, podendo ser aplicados por profissionais e voluntários capacitados de diferentes áreas, desde que aptos a realizar ações como psicoeducação (CFP, 2024).

Durante a **resposta**, as intervenções devem priorizar a proteção da vida, a dignidade e os direitos das pessoas afetadas. Recomenda-se a oferta de PCP e ações de Saúde Mental e Apoio Psicossocial (SMAPS), a organização de abrigos com condições adequadas, a disponibilização de informações claras e a identificação de sinais de sofrimento intenso que demandem encaminhamento especializado (CFP, 2024).

A fase de **reconstrução** envolve ações de médio e longo prazo voltadas à reintegração comunitária e planejamento participativo da comunidade, à reconstrução dos vínculos sociais e à retomada dos projetos de vida, prezando pela manutenção das condições de autocuidado dos indivíduos afetados e dos profissionais atuantes. As intervenções devem estar articuladas às políticas públicas locais e respeitar as especificidades culturais, históricas e sociais dos territórios afetados (CFP, 2024).

Tabela 13. Medidas de Saúde Mental e Apoio Psicossocial nas etapas do ciclo do desastre envolvendo chuvas e tempestades.

Etapa	Medidas de Saúde Mental e Atenção Psicossocial (SMAPS)
Prevenção	Atividades educativas e psicoeducativas sobre riscos, estresse e enfrentamento; fortalecimento de redes comunitárias; ações psicoeducativas; capacitação de profissionais em PCP e SMAPS; promoção da participação social.
Mitigação	Organização do Plano de Contingência; mapeamento de grupos vulneráveis; articulação intersetorial; atuação territorial do CRAS; organização de fluxos e cadastros; redução de riscos psicossociais.
Preparação	Capacitação de profissionais em PCP; definição de responsabilidades institucionais; estratégias de comunicação de risco.
Resposta	Oferta de ações de SMAPS e PCP; acolhimento; escuta ativa e humanizada; organização de abrigos com proteção e dignidade; identificação das reações esperadas e sinais de alerta ou agravamento; suporte psicossocial a trabalhadores e equipes; encaminhamento para serviços quando necessário.
Reconstrução	Acompanhamento continuado; reintegração comunitária; fortalecimento de vínculos; grupos de apoio; promoção da resiliência e autonomia; monitoramento de sintomas persistentes; articulação entre saúde, assistência social e defesa civil.

Fonte: Adaptado de CFP (2024) e CREPOP (2021).

A Organização Mundial da Saúde destaca que os impactos psicossociais dos desastres climáticos tendem a persistir no médio e longo prazo, afetando a qualidade de vida e a capacidade funcional dos indivíduos e das comunidades. Nesse sentido, o acompanhamento psicológico e a integração da saúde mental aos planos de resposta e reconstrução são componentes essenciais dos protocolos de gestão de desastres (OMS, 2025). Ainda, a efetividade das intervenções depende da articulação entre diferentes políticas públicas, integrando equipes da Defesa Civil, serviços do SUS, SUAS, CRAS e à rede socioassistencial (CFP, 2024).

3.9 Pressão sobre os sistemas de saúde e capacidade de resposta

As chuvas e tempestades impõem pressões significativas sobre os sistemas de saúde, comprometendo sua capacidade de resposta em momentos críticos. Artigos publicados recentemente indicam que eventos extremos podem causar danos diretos à infraestrutura de unidades de saúde, interrupção de serviços ambulatoriais, dificuldades logísticas para equipes de emergência e aumento abrupto da demanda por atendimentos de urgência e emergência (LIU et al., 2025; VALENTE et al., 2026). Ainda, pode ocorrer desabastecimento de insumos estratégicos, medicamentos e redução de profissionais, levando à redução ou interrupção parcial do atendimento (BRASIL, 2025a).

As alterações nos padrões de utilização dos serviços de saúde evidenciam a necessidade de planejamento específico, com definição de fluxos assistenciais, estratégias de contingência e integração com sistemas de alerta precoce. A preparação adequada contribui para minimizar falhas na assistência, proteger profissionais de saúde e garantir a continuidade do cuidado à população afetada.



Foto: Freepik

3.10 Síntese final

Os impactos de chuvas e tempestades na saúde da população são multidimensionais e têm consequências ambientais, estruturais, socioeconômicas, culturais, além de efeitos sobre a saúde da população e os próprios serviços de saúde. Essa complexidade justifica a incorporação desse eixo como componente central dos protocolos de preparação, mitigação, resposta e recuperação no âmbito da saúde pública, da defesa civil e da gestão de riscos climáticos.

Impactos de forma direta se manifestam através de traumas físicos agudos e de forma indireta pelo colapso de serviços essenciais. A interrupção de energia e água agrava condições crônicas pré-existentes, como diabetes e hipertensão, além de precipitar crises respiratórias e intoxicações. O cenário é agravado por riscos ambientais e infecciosos que surgem no período pós-evento, incluindo surtos de doenças transmitidas por vetores, contaminações oftalmológicas e insegurança alimentar, exigindo estratégias de imunização seletiva e vigilância sanitária rigorosa.

A saúde mental emerge como uma preocupação central e duradoura, com o aumento de transtornos como ansiedade, depressão e estresse pós-traumático, exacerbados por perdas materiais e pela "ecoansiedade". O sofrimento emocional não deve ser acolhido e uma gestão integral de riscos que perpasse as fases de prevenção, resposta e reconstrução deve ser implementada. Essa abordagem psicossocial deve ser comunitária e articulada entre diferentes políticas públicas para evitar a cronificação do trauma e promover a resiliência das populações afetadas.

Por fim, a eficácia da resposta depende da resiliência dos sistemas de saúde, que frequentemente enfrentam danos estruturais e sobrecarga logística durante esses eventos.

Em um contexto de mudanças climáticas, a gestão de emergências exige protocolos antecipatórios que garantam a continuidade do cuidado, o mapeamento de grupos vulneráveis e a manutenção de insumos estratégicos. A integração entre defesa civil, assistência social e saúde é o pilar fundamental para mitigar as desigualdades sociais aprofundadas pelos desastres e assegurar uma recuperação plena e sustentável. Uma abordagem integrada, baseada em evidências científicas e alinhada às recomendações nacionais e internacionais, fortalece a capacidade de reduzir vulnerabilidades, salvar vidas e promover a resiliência das comunidades frente ao cenário crescente de eventos meteorológicos extremos.



Foto: Freepik

Referências bibliográficas

Capítulo 3

ACOSTA-ESPAÑA, J.; ROMERO-ALVAREZ, D.; LUNA, C.; RODRÍGUEZ-MORALES, A. **Infectious disease outbreaks in the wake of natural flood disasters: global patterns and local implications**. Le Infezioni in Medicina, v. 32, n. 4, p. 451–462, 2024. Disponível em:<https://www.infezmed.it/index.php/article?Anno=2024&numero=4&ArticoloDaVisualizzare=>. Vol_32_4_2024_451. Acesso em 19 fev. 2026.

AFSHAR, M.; RAJU, M.; ANSELL, D.; BLECK, T. **Narrative review: Tetanus – A health threat after natural disasters in developing countries**. Annals of Internal Medicine, v. 154, p. 329–335, 2011. Disponível em: <https://www.acpjournals.org/doi/10.7326/0003-4819-154-5-201103010-00007?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%200pubmed>. Acesso em 16 fev. 2026.

AIHW – Australian Institute of Health and Welfare. **Let's talk about the weather:** injuries related to extreme weather, 2023. AIHW, Australian Government. Disponível em: <https://www.aihw.gov.au/reports/injury/extreme-weather-injuries/contents/rain-and-storms>. Acesso em 23 fev. 2026.

AKRIVOS, V.; KOUTALOS, A.; STEFANOU, N.; KOSKINIOTIS, A.; ARNAOUTOGLOU, C. **Crush injury and crush syndrome:** a comprehensive review. EFORT Open Reviews, v. 10, p. 424–430, 2025.Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/org/science/article/pii/S2058524125000416>. Acesso em 8 fev. 2026.

BABAIE, J.; ASL, Y.; NAGHIPOUR, B.; FARIDAALAEE, G. **Cardiovascular diseases in natural disasters:** a systematic review. Archives of Academic Emergency Medicine, v. 9, 2021. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8126350/>. Acesso em17 fev. 2026.

BEIER, D., BRZOSKA, P., e KHAN, M.H. **Indirect consequences of extreme weather and climate events and their associations with physical health in coastal Bangladesh:** a cross-sectional study. Global Health Action, 8(1). 2015. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.3402/gha.v8.29016#d1e2275>. Acesso em 23 fev. 2026

BRASIL. Ministério da Saúde. **Doenças infecciosas e parasitárias:** guia de bolso. Secretaria de Vigilância em Saúde. 5. ed., Brasília, 2005. Disponível em: < https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_bolso_5ed2.pdf> Acesso em 26 fev. 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Política Nacional de Saúde do Trabalhador e da Trabalhadora**. Brasil, 2012. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/svsa/saude-do-trabalhador/pnstt>. Acesso em 26 fev. 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. **Protocolos de Intervenção para o SAMU 192 - Serviço de Atendimento Móvel de Urgência**. Brasília, 2016. Disponível em: < https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/protocolo_suporte_basico_vida.pdf> Acesso em 26 fev. 2026.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, 2025a. **Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil**. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/protecao-e-defesa-civil-sedec/20251110_PNPDC_site_compressed.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2025.

BRASIL. Ministério Da Saúde. **Emergências climáticas e os Impactos na Saúde**. 2025b. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/e/emergencias-climaticas>. Acesso em 23 fev. 2026

BUTSCH, C.; BECKERS, L.; NILSON, E.; FRASSL, M.; BRENNHOLT, N.; KWIATKOWSKI, R.; SÖDER, M. **Health impacts of extreme weather events – cascading risks in a changing climate**. Journal of Health Monitoring, v. 8, p. 33–56, 2023. Disponível em: <https://www.rki.de/EN/News/Publications/Journal-of-Health-Monitoring/GBEDownloadsJ/Focus_en/JHealthMonit_2023_S4_Extreme_weather_climate_change_health.pdf?__blob=publicationFile&v=1> . Acesso em 3 fev. 2026

CARVALHO, M. M. D.; OLIVEIRA, S. S. **Aspectos psicossociais em desastres socioambientais de origem geoclimática:** uma revisão integrativa da literatura. Saúde em Debate, v. 44, p. 334–352, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/vgGnYcB8TQLsSvPPsR3tNSz/?lang=pt> . Acesso em 23 fev. 2026

CREPOP – CENTRO DE REFERÊNCIAS TÉCNICAS EM PSICOLOGIA. **Referências técnicas para atuação de psicólogas(os) na gestão integral de riscos, emergências e desastres. Brasília**, DF: CREPOP, 2021. Disponível em: <https://site.cfp.org.br/publicacao/referencias-tecnicas-para-atuacao-de-psicologas-os-na-gestao-integral-de-riscos-emergencias-e-desastres/>. Acesso em 27 fev. 2026.

CFP – CONSELHO FEDERAL DE PSICOLOGIA. **Nota n.º 22:** Atualização das orientações para a atuação de psicólogas(os) nas fases de preparação, resposta e reconstrução em desastres. 2024. Disponível em: <https://transparencia.cfp.org.br/legislacao/nota-tecnica-cfp-no-22-2024/>. Acesso em 27 fev. 2026.

DA SILVA, T.M.R.; DE SÁ, A.C.M.G.N.; PRATES, E.J.S.; VELOSO, G.A.; CARRATO, B.A.; GOMES, C.S.; NAGHAVI, M.; MALTA, D.C. **Trends and spatial distribution of the burden of vaccine-preventable diseases in children under five in Brazil from 2000 to 2019**. Vaccine, v. 55, p. 127060, 2025. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264410X25003573>. Acesso em 23 fev. 2026.

DE VITA, A.; BELMUSTO, A.; DI PERNA, F.; TREMAMUNNO, S.; DE MATTEIS, G.; FRANCESCHI, F.; COVINO, M. **The impact of climate change and extreme weather conditions on cardiovascular health and acute cardiovascular diseases**. Journal of Clinical Medicine, v. 13, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-0383/13/3/759>. Acesso em 18 fev. 2026

EBI, K.; VANOS, J.; BALDWIN, J.; BELL, J.; HONDULA, D.; ERRETT, N.; HAYES, K.; REID, C.; SAHA, S.; SPECTOR, J.; BERRY, P. **Extreme weather and climate change:** population health and health system implications. Annual Review of Public Health, v. 42, p. 293–312, 2021. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev-publhealth-012420-105026>. Acesso em 3 fev. 2026

ERICKSON, T.; BROOKS, J.; NILLES, E.; PHAM, P.; VINCK, P. **Environmental health effects attributed to toxic and infectious agents following hurricanes, cyclones, flash floods and major hydrometeorological events**. Journal of Toxicology and Environmental Health Part B, v. 22, p. 157–171, 2019. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10937404.2019.1654422>. Acesso em 18 fev. 2026

FAO; IFAD; UNICEF; WFP; WHO. **The State of Food Security and Nutrition in the World 2023:** Urbanization, agrifood systems transformation and healthy diets across the rural–urban continuum. Rome: FAO, 2023. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/items/445c9d27-b396-4126-96c9-50b335364d01>. Acesso em 23 fev. 2026.

UNICEF (FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFÂNCIA); (CONGEMAS) COLEGIADO NACIONAL DE GESTORES MUNICIPAIS DE ASSISTÊNCIA SOCIAL. **Diretrizes e orientações gerais para a preparação dos CRAS em contextos de calamidades e emergências**. 2020. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/relatorios/preparacao-dos-cras-em-emergencias-diretrizes-e-orientacoes>. Acesso em 3 mar. 2026.

GOLDMAN A, et al., **The health impacts of windstorms:** a systematic literature review. Public Health. 2014 Jan;128(1):3-28. Epub 2013 Nov 15. PMID: 24246783. Disponível em: <https://engineeringshelter.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/01/systematic-review-impact-of-high-winds-on-health.pdf>. Acesso em 23 fev. 2026.

HASSAN, S. et al. **Management of chronic noncommunicable diseases after natural disasters in the Caribbean:** a scoping review. Health Affairs, v. 39, n. 12, p. 2136–2143, 2020. Disponível em: <https://www.healthaffairs.org/doi/10.1377/hlthaff.2020.01119>. Acesso em 17 fev. 2026.

IPCC – INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2022:** Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf>. Acesso em 27 fev. 2026.

KAMARUZZAMAN, Z. et al. **Development of an automated electrical cut-off mechanism for mitigating electrical hazards during flood**. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, v. 1516, 2025.Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1516/1/012008> . Acesso em 9 fev. 2026.

KOENRAADT, C. J.; HARRINGTON, L. C. **Flushing effect of rain on container-inhabiting mosquitoes Aedes aegypti and Culex pipiens**. Journal of Medical Entomology, v. 45, n. 1, p. 28–35, 2008. Disponível: <https://bioone.org/journals/journal-of-medical-entomology/volume-45/issue-1/0022-2585(2008)45%5b28%3aFEOROC%5d2.0.CO%3b2/Flushing-Effect-of-Rain-on-Container-Inhabiting-Mosquitoes-Aedes-aegypti/10.1603/0022-2585(2008)45[28:FEOROC]2.0.CO;2.short>. Acesso em 19 fev. 2026.

LAM, E.; MCCARTHY, A.; BRENNAN, M. **Vaccine-preventable diseases in humanitarian emergencies among refugee and internally displaced populations**. Human Vaccines & Immunotherapeutics, v. 11, p. 2627–2636, 2015. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21645515.2015.1096457>. Acesso em 19 fev. 2026.

LIU, X. et al. **Effects of floods on the incidence of acute hemorrhagic conjunctivitis in Mengshan, China**. The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 2020. Disponível em: <https://www.ajtmh.org/view/journals/tpmd/102/6/article-p1263.xml> . Acesso em 17 fev. 2026.

LOWE, S.R.; KWOK, R.K.; PAYNE, J.; ENGEL, L.S.; GALEA, S.; SANDLER, D.P. **Why Does Disaster Recovery Work Influence Mental Health?** Pathways through Physical Health and Household Income. Am J Community Psychol. 2016 Dec;58(3-4):354-364. Disponível em: <https://publications.ersnet.org/content/errev/32/168/230019>. Acesso em 23 fev. 2026.

MAKRUFARDI F., et al. **Extreme weather and asthma:** a systematic review and meta-analysis. Eur Respir Rev. 2023 Jun 7;32(168):230019. PMID: 37286218; Disponível em: <https://publications.ersnet.org/content/errev/32/168/230019>. Acesso em 23 fev. 2026.

MARENGO, JOSE A. **Impactos sociais dos eventos climáticos extremos**. Ciência e Cultura. vol.76 no.3. São Paulo Jul./set. 2024. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252024000300009>. Acesso em 23 fev. 2026.

MOREIRA, R. et al. **The influence of climate, atmospheric pollution, and natural disasters on cardiovascular diseases and diabetes mellitus in drylands:** a scoping review. Public Health Reviews, v. 45, 2024. Disponível: <https://www.ssph-journal.org/journals/public-health-reviews/articles/10.3389/phrs.2024.1607300/full>. Acesso em 18 fev. 2026.

OMS – Organização Mundial da Saúde. **Delivering the Belém Health Action Plan:** COP30 Special Report on Health and Climate Change. Geneva: World Health Organization; 2025. Disponível em: <https://www.who.int/publications/m/item/cop30-special-report-on-climate-and-health>. Acesso em 20 de fev. de 2026.

PELISSARI, D. M. et al. **Revisão sistemática dos fatores associados à leptospirose no Brasil**, 2000–2009. Epidemiologia e Serviços de Saúde, v. 20, n. 4, p. 565–574, 2011. Disponível em: <http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742011000400016>. Acesso em 19 fev. 2026.

PROCIANOY, G.; SILVEIRA, R.; PROCIANOY, R. **Impact of the May 2024 floods on childhood immunization coverage in Rio Grande do Sul, Brazil**. Vaccine, v. 62, p. 127573, 2025. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264410X25008709>. Acesso em 19 fev. 2026.

SESI – Serviço Social da Indústria. Departamento Nacional. Ministério da Saúde, 2025. **Protocolo de respostas às emergências climáticas por inundação para a indústria**. Disponível em: <https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/24/55/2455c8cc-d61d-43e1-80fe-3e921b65abb5/mudancas_climaticas.pdf>. Acesso em 20 fev. 2026.

SHARMA, S. N.; KUMAWAT, R.; SINGH, S. K. **Risk assessment and impact of floods on the transmission of vector borne diseases**. Journal of Communicable Diseases, v. 54, n. 3, p. 15–21, 2022. Disponível em: <https://discovery.researcher.life/article/risk-assessment-and-impact-of-floods-on-the-transmission-of-vector-borne-diseases/80993194be70323daf158fa7c0d3908d>. Acesso em 19 fev. 2026.

SILVEIRA, L.T.C. da; OLIVEIRA, A.B. de. **Emergências em Saúde Pública, desastres e risco:** perspectivas e abordagens a partir das ciências sociais. Saúde em Debate, Rio de Janeiro, v. 47 (139), 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/q3ZwNbrp9hQJbpsxpHSVkyf/?lang=pt#>. Acesso em 23 fev. 2026.

SIQUEIRA, D. Z.; MOREIRA, E. A.; DE MELO, L.M.M.; GARCIA, M.D.M.; DE OLIVEIRA, S.R.; ELER, A.L.S.; FILETTI, F.M. **Zika, dengue e chikungunya:** impactos climáticos no controle de arboviroses. Revista Ensino, Educação & Ciências Exatas, v. 7, edição especial, p. 72–78, 2025. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwju0NW3zKSTAxU8GLkGHUIxBEAQFnoECBsQAQ&url=https%3A%2F%2Frevista.grupofaveni.com.br%2Findex.php%2Fensinoeducacaoeciencias%2Farticle%2Fdownload%2F2629%2F1269&usg=AOvVaw3-G1SImSF1JWQ_zM31OzIZ&opi=89978449> . Acesso em 16 fev. 2026.

STEPHENS, C. et al. **Extreme weather injuries and fatalities**, 2006 to 2021. JAMA Network Open, v. 7, 2024. Disponível em: <https://jamanetwork.com/journals/jamanetworkopen/fullarticle/2822803>. Acesso em 16 fev. 2026.

SUCHOWSKA-KISIELEWICZ M, NOWOGOŃSKI I. **Influence of storms on the emission of pollutants from sewage into waters**. Sci Rep. 2021 Sep 22;11(1):18788. doi: 10.1038/s41598-021-97536-5. PMID: 34552112; PMCID: PMC8458288. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8458288/>. Acesso em 18 fev. 2026.

VALADÃO, A. C. B.; GUANÃBENS, P. F. S. **Impacto das mudanças climáticas na saúde mental:** uma revisão da literatura sobre ecoansiedade e educação ambiental. REVISTA DELOS, 18(65), e4460, 2025. Disponível em: <https://ojs.revistadelos.com/ojs/index.php/delos/article/view/4460> . Acesso em 27 fev. 2026.

VALENTE, M.; DEL PRETE, C.; FACCI, G.; MUSSO, F.; CENATI, S.; CALLIGARO, S.; RAGAZZONI, L.; BARONE-ADESI, F. **The impacts of extreme weather events on health services and systems:** A systematic review of reviews. Public Health, Volume 250, 106049, ISSN 0033-3506, 2026. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0033350625004950>. Acesso em 17 fev. 2026.

Anexo 1

Checklist com orientações para construção do plano de resposta a emergências climáticas por chuvas e tempestades para o setor Industrial

1. Diagnóstico e análise de cenários

1.1 Levantamento histórico de zonas sujeitas a chuvas e tempestades

Informações provenientes de sistemas oficiais de monitoramento: INMET, CEMADEN, ANA, CPTEC/INPE e o Defesa Civil Alerta.

- ☐ Velocidade de rajadas de vento;
- ☐ Incidência de descargas atmosféricas;
- ☐ Índices pluviométricos extremos;
- ☐ Mapa georreferenciado da região de instalação da unidade.

1.2 Identificação de vulnerabilidade em pontos internos

- ☐ Identificação e classificação de ativos sensíveis na unidade (ex.: estruturas de grandes alturas, coberturas de galpões, sistemas de exaustão e ventilação, linhas de transmissão, pórticos, guindastes, subestações elétricas, áreas de armazenamento de produtos perigosos);
- ☐ Modelos de carga de vento e simulação de trajetória de detritos sobre a planta industrial para determinação de áreas de alta pressão dinâmica e áreas suscetíveis a fadiga estrutural e desprendimento;
- ☐ Avaliação de sistemas de drenagem interna;
- ☐ Monitoramento de bacias de contenção quando chover em excesso;
- ☐ Verificação periódica da continuidade elétrica em estruturas metálicas internas;
- ☐ Protocolos de desligamento seguro em caso de alertas para tempestades com raios;
- ☐ Riscos em cascata: alterações na integridade elétrica, contaminação ambiental e/ou riscos à segurança humana.

1.3 Identificação de vulnerabilidade em pontos externos

- ☐ Mapeamento de infraestrutura de energia e telecomunicações (ex.: mapear árvores de grande porte, painéis publicitários e/ou outras estruturas que possam se desprender em rotas de escoamento).
- ☐ Monitoramento de indústrias vizinhas com estruturas vulneráveis ao vento que possam gerar consequências à planta industrial;
- ☐ Monitoramento de taludes e encostas ao redor da planta industrial;
- ☐ Mapear equipamentos de terminação de redes digitais externas que possam ser atingidas por descargas atmosféricas e isolar digitalmente a planta;
- ☐ Mapear redes elétricas externas que possam ser sobrecarregadas por descargas atmosféricas e se propagar para o interior da planta.

1.4 Avaliação de impactos humanos e operacionais

- ☐ Mapeamento geoespacial da força de trabalho: cruzando os endereços residenciais dos colaboradores com os mapas de risco meteorológico e as áreas suscetíveis bloqueios por quedas de árvores e deslizamento de encostas;
- ☐ Classificação de criticidade operacional: equipes de emergência e brigadistas devem estar de sobreaviso e geradores e sistemas de drenagem devem estar prontos para serem acionados;
- ☐ Categorização das funções conforme essencialidade: atividades de logística interna devem sofrer interrupção programada e postos com potencial de migração para trabalho remoto devem fazê-lo;
- ☐ Avaliação da cadeia de suprimentos e logística: Fornecedores-chave devem acionar seus planos de contingência para eventos meteorológicos e operações devem ser interrompidas quando necessário.

2. Estruturação do PRE para cenários de chuvas e tempestades

2.1 Comitê de Emergência Climática

- ☐ Comitê de segurança multidisciplinar: lideranças de Segurança, Saúde de Meio Ambiente, Operações, Manutenção, Recursos Humanos e Comunicação com suplência para cada função;
- ☐ Atribuições específicas para cada membro;
- ☐ Monitoramento geo-hidro-meteorológico em tempo real;
- ☐ Gestão de infraestrutura com prontidão de sistemas de energia críticos;
- ☐ Gestão de abrigos seguros;
- ☐ Autonomia deliberativa: controle de interrupção de atividades industriais;
- ☐ Articulação com Corpo de Bombeiros, concessionárias de energia e Defesa Civil.

2.2 Descrição dos cenários de emergência e os níveis de prontidão operacional

- ☐ **Nível baixo (Alerta Amarelo | Perigo potencial):** um ou mais alertas geo-hidrológicos de nível "Moderado" vigentes publicados pelo CEMADEN, um ou mais alertas de nível "Perigo Potencial" produzidos pelo INMET, alerta Nível 1 (tempestades severas isoladas e/ou pouco organizadas) do CPTEC/INPE e prognóstico meteorológico do INMET indicando previsão de chuva entre 20 e 30 mm/h ou até 50 mm/dia, com ventos fortes (40-60 km/h);
- ☐ **Nível Moderado (Alerta Laranja | Perigo):** um ou mais alertas geo-hidrológicos de nível "Alto" vigentes publicados pelo CEMADEN, um ou mais alertas de nível "Perigo" produzidos pelo INMET, alerta Nível 2 (algumas tempestades severas organizadas) do CPTEC/INPE e prognóstico meteorológico do INMET indicando previsão de chuva entre 30 e 60 mm/h ou entre 50 e 100 mm/dia, com ventos muito fortes (>60 km/h);

- **Nível Alto (Alerta Vermelho | Grande Perigo):** um ou mais alertas geo-hidrológicos de nível "Alto" ou "Muito Alto" vigentes publicados pelo CEMADEN, um ou mais alertas de nível "Perigo" ou "Grande Perigo" produzidos pelo INMET, alerta Nível 2 ou 3 (algumas tempestades severas organizadas ou muitas tempestades severas organizadas) do CPTEC/INPE e prognóstico meteorológico do INMET indicando previsão de chuva >60 mm/h ou >100 mm/dia, com vendaval (>80 km/h).

2.3 Sistemas de monitoramento e alertas

Sistemas oficiais:

- INMET: Sistema ALERT-AS do Instituto Nacional de Meteorologia conta com rede de estações meteorológicas convencionais e automáticas, modelos de previsão numérica de alta resolução e sistemas de observação em tempo real;
- CEMADEN: Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações conta com rede integrada de radares meteorológicos, pluviômetros automáticos, sensores hidrológicos e dados de sensoriamento remoto por satélite, que alimentam suas salas de situação em tempo real;
- CPTEC: Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais contribui com a elaboração de modelos de previsão numérica de precipitações, nevoeiros, descargas elétricas, sistemas convectivos e outros;
- CPRM: Serviço Geológico do Brasil do Ministério de Minas e Energia fornece alertas hidrometeorológicos baseados no monitoramento de bacias hidrográficas com relação a chuvas e níveis dos rios;
- ANA: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico também monitora a evolução de chuvas, níveis e vazão dos principais rios, reservatórios e bacias hidrográficas;
- Defesa Civil: Sistema Integrado de Informações sobre Desastres, uma plataforma do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil.

Sistemas complementares nacionais:

- AdaptaBrasil do Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação;
- Observatório do Clima e Saúde do Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde da Fundação Oswaldo Cruz (ICICT/FIOCRUZ);
- Atlas Digital de Desastres no Brasil, desenvolvido e mantido pelo Banco Mundial, a Universidade Federal de Santa Catarina e a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil do Ministério da Integração e Desenvolvimento Regional (Sedec/MIDR).

Sistemas complementares internacionais:

- Monitor de Clima Global (CAMARILLO-NARANJO, 2019), mantido pela Universidade de Sevilla, Espanha;

- [ ] **ThinkHazard!** desenvolvida pela Global Facility for Disaster Reduction and Recovery junto com o Banco Mundial;
- [ ] **Mapa interativo de eventos extremos** desenvolvido pela Organização Meteorológica Mundial.

2.4 Contatos de emergência

- [ ] Membros do Comitê de Emergência;
- [ ] Corpo de Bombeiros;
- [ ] Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU);
- [ ] Defesa Civil;
- [ ] Fornecedores essenciais: empresas de manutenção elétrica de alta tensão, serviços de desobstrução de vias (operadores de máquinas pesadas e serviços de guincho) e locação de geradores de grande porte;
- [ ] Concessionárias de energia e telecomunicações.

2.5 Planos de evacuação

- [ ] Mapeamento de rotas internas de fuga

  – Devem incluir pontos de apoio estratégicos e procedimentos de evacuação assistida contemplando necessidades específicas de trabalhadores (ex.: trabalhadores com deficiência (PCDs), pessoas com mobilidade reduzida, gestantes e indivíduos com limitações sensoriais ou cognitivas);

  – Devem prever abrigos provisórios com acomodação temporária, incluindo água potável, alimentos de emergência, kits de primeiros socorros, iluminação autônoma e sistemas de comunicação resilientes para contato com o Comitê de Emergência;
- [ ] Sinalização das rotas de fuga com materiais resistentes a intempéries;
- [ ] Rotas devem ser revisadas periodicamente para garantir a eficácia do fluxo operacional.

2.6 Logística do atendimento emergencial e apoio à saúde

- [ ] Articulação antecipada com órgãos públicos: Defesa Civil, Corpo de Bombeiros, SAMU e instituições privadas de suporte;
- [ ] Mapeamento prévio da rede hospitalar e unidades de pronto atendimento da região;
- [ ] Firmar acordos ou contratos com empresas especializadas em resgate técnico e remoção de obstáculos em localidades com alto risco de isolamento geográfico.

2.7 Controle de produtos e substâncias perigosas (caso aplicável)

- [ ] Ações coordenadas com órgãos ambientais (IBAMA e agências estaduais);
- [ ] Manutenção de inventário atualizado de produtos perigosos;

- [ ] Implementação de sistemas de contenção secundários e válvulas de bloqueio automático;
- [ ] Zonas de isolamento químico dentro da planta;
- [ ] Manutenção de kits de emergência contendo barreiras;
- [ ] Posse de apólice de seguro de responsabilidade ambiental para cobrir despesas emergenciais relacionadas à sinistros em caso de tempestades.

2.8 Procedimentos de desligamento seguro de máquinas e equipamentos (caso aplicável)

- [ ] Inventário de ativos críticos;
- [ ] Checklists técnicos com a sequência correta de desenergização, responsabilidades e tempos máximos de execução;
- [ ] Capacitação prática das equipes por meio de treinamentos periódicos e simulados que reproduzam condições adversas;

2.9 Insumos, equipamentos de proteção individual, coletiva e suprimentos para socorro

- [ ] Insumos serão definidos com base nos potenciais desdobramentos de cenários de tempestades.

Equipamentos de Proteção Individual (EPI):

- [ ] Capacetes com jugular de fixação reforçada: Para evitar a perda do equipamento com a força do vento e proteger contra detritos voadores;
- [ ] Botas de segurança com solado isolante: Essenciais para proteção contra tensões de passo e contato em áreas com risco de descargas elétricas;
- [ ] Luvas de proteção mecânica e dielétrica: Para manipulação de escombros e intervenção em painéis elétricos atingidos;
- [ ] Óculos de proteção com vedação total (tipo ampla visão): Para garantir a visibilidade contra poeira, fragmentos e chuva torrencial lateral;
- [ ] Lanternas intrinsecamente seguras e de cabeça: Com proteção IP67 (resistentes a impactos e água), garantindo mãos livres para estabilização;
- [ ] Capas de chuva de alta resistência e alta visibilidade: Com faixas refletivas para facilitar a localização de equipes em baixa visibilidade.

Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC):

- [ ] Sistemas de ancoragem e estaiamento temporário: Cabos de aço, catracas e fitas de alta resistência para travar portas, portões e estruturas leves antes da chegada de ventos críticos;
- [ ] Tapumes reforçados ou redes de proteção contra impacto: Para vedar janelas e áreas envidraçadas contra a projeção de objetos;

- [ ] Geradores de emergência com aterramento robusto: Equipados com protetores de surto para manter sistemas críticos de exaustão ou iluminação ativos;
- [ ] Conjuntos de sinalização de alta estabilidade: Cones pesados ou barreiras fixáveis que não sejam arrastados pelo vento para isolar áreas de risco;
- [ ] Torres de iluminação portáteis de baixo perfil: Com base de apoio larga para evitar tombamento por rajadas;
- [ ] Rádios comunicadores de longo alcance: Com baterias sobressalentes, considerando que a infraestrutura de telefonia celular costuma falhar em tempestades.

Suprimentos de socorro:

- [ ] Kits de trauma e hemorragia: Gazes estéreis, bandagens hemostáticas e torniquetes para controle de sangramentos graves causados por estilhaços de vidro ou metal lançados pelo vento;
- [ ] Dispositivos de imobilização: Talas moldáveis, pranchas rígidas com cintos de fixação e colares cervicais para vítimas de quedas ou soterramentos parciais;
- [ ] Materiais de termoproteção: Mantas aluminizadas e sacos de bivaque para prevenir a hipotermia em vítimas expostas à chuva torrencial e ventos frios;
- [ ] Desfibrilador Externo Automático (DEA): Essencial em casos de parada cardiorrespiratória por choque elétrico. Deve estar em estojo rígido com vedação IP67 contra umidade;
- [ ] Cilindros de oxigênio portáteis e unidades de respiração manual artificial (AMBU): Para suporte a vítimas de choques elétricos ou trauma torácico por impacto;
- [ ] Aspirador de secreções manual: Para desobstrução de vias aéreas em vítimas inconscientes sob chuva intensa ou poeira de escombros;
- [ ] Equipamentos de resgate em altura/estruturas: Cintos de segurança tipo paraquedista, cordas estáticas e polias para evacuação de vítimas presas em locais elevados ou áreas bloqueadas por quedas de árvores;
- [ ] Sinalizadores de emergência: Strobo de LED de alta intensidade, bastões químicos e buzinas de ar comprimido para localização de vítimas em condições de visibilidade zero ou blecaute;
- [ ] Kits de irrigação ocular: Estações portáteis para limpeza de olhos atingidos por poeira, fuligem ou fragmentos transportados por rajadas de vento.

2.10 Treinamentos e simulados

- [ ] Identificação de Níveis de Alerta: Capacitação para reconhecimento de sinais precursores (nuvens cumulonimbus, queda abrupta de pressão) e interpretação de alertas de órgãos oficiais (Defesa Civil/INMET/CEMADEN/CPTEC/ANA);
- [ ] Comunicação Crítica e Alerta: Testes de sistemas de aviso sonoro e visual, com foco em protocolos de rádio para condições de alta interferência e ruído de ventagem;
- [ ] Operação de EPI e EPC específicos: Prática de ancoragem de estruturas, vedação de aberturas e uso de equipamentos de proteção contra descargas elétricas e impactos;

- [ ] Evacuação para abrigos seguros: Treinamento em rotas de fuga que evitem áreas com risco de queda de árvores, postes ou colapso de coberturas, priorizando o deslocamento para pontos de abrigo estruturalmente protegidos;
- [ ] Protocolos de desligamento seguro de máquinas: Simulação de desligamento emergencial de máquinas sensíveis, bloqueio de utilidades e estabilização de cargas suspensas ou materiais volantes;
- [ ] Socorro e triagem sob intempéries: Exercícios de atendimento a múltiplas vítimas de choque por raio e traumas utilizando os métodos de triagem em ambientes com baixa visibilidade;

3. Sinergia entre ações governamentais e a iniciativa privada

3.1 Monitoramento de alertas e comunicação unificada

- [ ] Integração sistêmica com os sistemas oficiais de monitoramento e alerta operados por órgãos como Defesa Civil, CEMADEN, INMET, ANA e CPTEC/INPE;
- [ ] Estrutura de comunicação integrada com as autoridades locais e forças de resposta, como o Corpo de Bombeiros, prevendo canais diretos e sistemas interoperáveis.

3.2 Planos de contingência estaduais e municipais

- [ ] Cenários de risco e níveis de criticidade: com foco em fenômenos meteorológicos severos, como tempestades convectivas, vendavais, micro explosões e queda de granizo;
- [ ] Protocolos de ação por fases: estabelecimento de ações preventivas, de resposta imediata e de recuperação (antes, durante e após o evento);
- [ ] Matriz de responsabilidades: definição clara das atribuições das equipes e cadeias de comando;
- [ ] Estratégias de comunicação e articulação: fluxos de interface com órgãos públicos e parceiros externos;
- [ ] Procedimentos operacionais: diretrizes para evacuação, isolamento de áreas sinistradas, atendimento a vítimas e protocolos de retomada segura.

3.3 Parcerias e recursos externos

Parcerias públicas:

- [ ] Acordos de cooperação técnica com o Corpo de Bombeiros, Defesa Civil, prefeituras, órgãos ambientais e instituições de ensino.

  – Empréstimo de equipamentos como geradores móveis, torres de iluminação, motosserras para desobstrução de vias, motobombas e veículos de resgate;

  – Uso compartilhado de estruturas físicas, como galpões municipais e centros comunitários para a instalação eventual de abrigos temporários destinados a trabalhadores cujas residências tenham sido afetadas;

- [ ] Mobilização de equipes técnicas, como brigadas comunitárias, socorristas e profissionais de saúde;
- [ ] Articulação com redes de assistência social.

Parcerias com o setor privado:

- [ ] Colaboração com empresas vizinhas, fornecedores e prestadores de serviço permite a mobilização de recursos logísticos, operacionais e assistenciais que seriam onerosos ou lentos se mantidos de forma isolada;
- [ ] Parcerias com distribuidoras farmacêuticas para acesso a medicamentos em emergências;
- [ ] Parcerias com redes atacadistas ou empresas de food servisse para suprimento de água potável, alimentos e materiais de higiene;
- [ ] Parcerias com cooperativas de transporte ou empresas de fretamento para deslocamento dos colaboradores pelas rotas seguras;
- [ ] Parcerias com redes hoteleiras para hospedagem temporária de trabalhadores, caso necessário.

3.4 Linhas de apoio e retomada

- [ ] Inspeção de estruturas, telhados, redes de energia e sistemas de utilidades e, eventualmente a depender dos danos, a reconstrução de determinados segmentos;
- [ ] Monitoramento da disponibilidade de linhas de créditos emergenciais (BNDES Emergencial e PRONAMPE);
- [ ] Monitoramento de incentivos fiscais oferecidos por entes públicos e instituições de fomento voltados para reconstrução de áreas afetadas por desastres meteorológicos;
- [ ] Oferecimento de suporte técnico e administrativo aos trabalhadores, orientando e facilitando acessos a benefícios sociais e trabalhistas emergenciais.

4. Mitigação proativa

4.1 Infraestrutura adaptativa

- [ ] Implementação de sistemas de reforço estrutural em coberturas e fachadas para aumentar a resistência a pressões por ventos;
- [ ] Ancoragem de equipamentos, tanques e estruturas autoportantes em áreas de estocagem externa para neutralizar a força de arrasto do vento;
- [ ] Sistemas de drenagem para evitar transbordamento e infiltração em áreas sensíveis por efeito de precipitações intensas em tempestades;
- [ ] Instalação de para-raios e sistemas de supressão de surtos elétricos para proteção de equipamentos eletrônicos e de automação contra descargas atmosféricas e picos de tensão.

4.2 Redundância e continuidade operacional

- ☐ Descentralização do gerenciamento de estoques estratégicos, matérias primas e peças de reposição de insumos emergenciais;
- ☐ Sistemas de energia de emergência com autonomia mínima, logística de abastecimento garantida e dimensionados para alimentar cargas críticas;
- ☐ Sistemas de comunicação resilientes que não dependam exclusivamente da infraestrutura de telefonia móvel ou internet via cabo;
- ☐ Sistemas de dados via satélite ou rádios digitais para a interface com órgãos externos de resposta;

4.3 Tecnologia e previsão de eventos

- ☐ Aplicação de tecnologias de monitoramento com sistemas oficiais (Defesa Civil, CEMADEN, INMET, ANA e CPTEC/INPE);
- ☐ Modelagem preditiva de eventos meteorológicos;
- ☐ Infraestrutura tecnológica local, composta por anemômetros de alta precisão, barômetros digitais e sensores de detecção de descargas atmosféricas;
- ☐ Automação de respostas operacionais (ex.: recolhimento de coberturas retráteis, travamento de portões de docas com sensores de pressão e acionamento de sistemas de supressão de surtos).

5. Gestão de pessoas

5.1 Gestão de recursos humanos

- ☐ Liberação preventiva de empregados em áreas de risco, antecipação de férias, compensação de jornada e flexibilização temporária de horários proporcionais à intensidade do evento climático, às orientações das autoridades competentes e às condições estruturais das instalações;
- ☐ Para atividades presenciais indispensáveis: ter protocolos específicos de segurança incluindo monitoramento constante das condições climáticas, avaliação estrutural preventiva e definição de rotas seguras de acesso;
- ☐ Manter canais de comunicação ativos com atualizações regulares sobre o funcionamento das instalações, eventuais suspensões de atividades, medidas de segurança adotadas e recomendações oficiais das autoridades meteorológicas e de Defesa Civil (ex.: mensagens de texto, aplicativos corporativos e sistemas internos).

5.2 Transporte e retirada planejada

- ☐ Adoção de soluções logísticas compatíveis com o nível de criticidade do evento (ex.: contratação de transporte fretado com rotas adaptadas, parcerias com cooperativas locais, utilização de veículos próprios com motoristas treinados para condução em condições adversas e articulação com órgãos públicos para apoio emergencial);

- [ ] Suspensão temporária das atividades presenciais quando as condições meteorológicas ou estruturais não garantirem segurança mínima para deslocamento;
- [ ] Garantir continuidade operacional com segurança (ex.: cooperação interinstitucional, compartilhamento de recursos logísticos e definição de pontos seguros de embarque e desembarque).

5.3 Amparo às pessoas afetadas

- [ ] Identificação e disponibilização de abrigos temporários adequados para trabalhadores e familiares que tenham sofrido danos em suas residências;
- [ ] Garantir condições seguras e dignas de acolhimento nos abrigos que devem conter: água potável, alimentação, higiene básica, suporte elétrico emergencial e condições adequadas de descanso;
- [ ] Estruturar pontos de arrecadação e distribuição de insumos essenciais (ex.: alimentos não perecíveis, roupas, medicamentos, lanternas, baterias e itens de higiene pessoal);
- [ ] Orientar trabalhadores quanto ao acesso a programas sociais e medidas emergenciais disponibilizadas por órgãos públicos ou instituições parceiras.

6. Recuperação, continuidade das atividades e lições aprendidas

6.1 Análise pós-evento

- [ ] Identificação e quantificação de danos materiais (ex.: avarias em coberturas, fachadas, estruturas metálicas, sistemas elétricos e equipamentos);
- [ ] Apuração de perdas operacionais, custos diretos e indiretos associados à paralisação ou redução da produção;
- [ ] Avaliação crítica da resposta contemplando:
  - Efetividade dos planos acionados;
  - Agilidade na comunicação interna e externa;
  - Prontidão dos recursos mobilizados;
  - Desempenho das equipes envolvidas;
- [ ] Elaborar documentação com conclusões da resposta pós-evento fundamentadas em registros operacionais, relatórios técnicos, cronogramas de ações, registros fotográficos e indicadores de desempenho previamente definidos;
- [ ] Consolidar e converter lições aprendidas em ações corretivas e preventivas em:
  - Atualização de planos de contingência para chuvas e tempestades;
  - Revisão de mapas de risco estrutural;
  - Reforço de sistemas de fixação e cobertura;
  - Aprimoramento de fluxos decisórios;
  - Reprogramação de treinamentos.

6.2 Plano de retomada e continuidade

- ☐ Retomada das atividades quando houver evidências de estabilização das condições meteorológicas e quando os riscos imediatos estiverem controlados e isolados;
- ☐ Validação das condições das instalações
  - – Inspeções estruturais detalhadas;
  - – Verificação da integridade de sistemas elétricos, mecânicos e de automação;
  - – Testes de funcionamento de equipamentos críticos;
  - – Liberação técnica por profissionais habilitados das áreas de engenharia, manutenção e segurança do trabalho;
- ☐ Reavaliação de contratos com fornecedores e parceiros estratégicos para garantir a continuidade da cadeia de suprimentos.

Créditos

SESI - DEPARTAMENTO NACIONAL

Antonio Ricardo Alvarez Alban
Diretor

Paulo Mol Junior
Diretor Superintendente

Emmanuel de Souza Lacerda
Superintendente de Saúde na Indústria

Katyana Aragão Menescal
Gerente de Segurança e Saúde no Trabalho

Anamaria Villar Raposo
Marcelo Gomes Carneiro
Ricardo Dantas Monteiro
Roberta Jacovetti Mesquita
Sibele Lebtag Gobo
Equipe Técnica

André Nascimento Curvello
Diretor de Comunicação

Mariana Caetano Flores Pinto
Superintendente de Publicidade e Mídias Sociais

Ana Carolina Seganfredo
Erika Carmen Batista da Silva
Irineu Afonso de Oliveira
Nathalia Soares Dourado Del Castilo
Patrícia Borges Barroso Barbosa
Equipe Técnica

Cid Carvalho Vianna
Diretor Corporativo

Renato Paiva
Superintendente de Desenvolvimento Humano

Alberto Nemoto Yamaguti
Equipe Técnica

SESI - CONSELHO NACIONAL

Fausto Augusto Junior
Presidente

Sérgio Eduardo Arbulu Mendonça
Superintendente Executivo

Edson Barbeiro Campos
Chefe de Gabinete

Alexandre Antonio da Silva
Gerente Administrativo e Financeiro

Vanessa Ramos da Silva
Gerente de Comunicação

Fanie Ofugi Rodrigues Miranda
Gerente de Integridade

Renata Martins Domingos
Gerente Jurídica

Altair da Silva Garcia
Gerente de Planejamento, Gestão e Fiscalização

Roberta de Oliveira
Gerente de Projetos

Marcel Francis D'Angio Engelberg
Coordenador de Projetos

Rafael Giglio Bueno
Equipe Técnica

MINISTÉRIO DA SAÚDE

Alexandre Rocha Santos Padilha
Ministro de Estado da Saúde

Mariângela Batista Galvão Simão
Secretária de Vigilância em Saúde e Ambiente

Agnes Soares da Silva
Diretora do Departamento de Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador

Luís Henrique da Costa Leão
Coordenador-Geral de Vigilância em Saúde do Trabalhador (CGSAT)

Edenilo Baltazar Barreira Filho
Diretor do Departamento de Emergências em Saúde Pública (DEMSP)

Camila da Silva Coradi
Coordenadora Geral para às Emergências em Saúde Pública

José Lucas Pinho da Fonseca
Thiago Basílio Mendoça
Equipe Técnica

Mozart Julio Tabosa Sales
Secretário de Atenção Especializada à Saúde

Rodrigo Guerino Stabeli
Diretor da Força Nacional do SUS – FNSUS/SAES/MS

Bruna Ferreira Costa
Renato Oliveira Santos
Equipe Técnica

SESI - DEPARTAMENTO REGIONAL DO RIO DE JANEIRO

Luiz Césio Caetano
Presidente da Firjan

Carlos Erane de Aguiar
1º Vice-Presidente

Henrique Antônio Nora Oliveira Lima Junior
2º Vice-Presidente

Isadora Landau Remy
1º Vice-Presidente CIRJ

Antonio Carlos Vilela
2º Vice-Presidente CIRJ

Diretoria Executiva Operacional

Alexandre dos Reis
Diretor Regional SENAI e Superintendente SESI

Diretoria de Operações e Negócios

Carlos Magno Lucas do Nascimento
Diretor de Operações e Negócios

Henrique da Fonseca Marques
Gerente de Saúde Integrada

Noélly Cristina Harrison Mercer
Gerente Operacional do Centro de Referência em Saúde

Rossana Atalah de Araujo
Gerente de Mercado

Juliana Fontanezi de Moraes Fabrica
Coordenadora Saúde Digital e Operação

Narciso Carlos Pinheiro Dos Santos
Coordenador Segurança do Trabalho Operação

Luiz Humberto Werdine Machado
Coordenador Produto Medicina

Luzia Tatiane Meneses de Lima
Coordenadora de Segurança do Trabalho

Jaqueline Adelino Tavares Rodrigues
Analista de Relacionamento com o Mercado

Ana Caroline B. de Carvalho Madeira
Caio Cesar Richter Nogueira
Jefferson Pereira Caldas dos Santos
Juliana Alves Januario
Luíza Dantas Pereira
Mônica Vieira de Souza
Morgana Maria Malveira Waked
Yara Vanessa F. Nicacio Bentes
Equipe Técnica

Gerência Pesquisa e Serviços Tecnológicos

Carla Santos de Souza Giordano
Gerente Geral

Paulo Roberto Furio
Gerente Pesquisa e Desenvolvimento

Antonio Augusto Fidalgo Neto
Gerente Pesquisa Aplicada Química, Biologia e Saúde

Leon de França Nascimento
Coordenador Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

Fernanda Caroline Tavares de Melo
Larissa Gabriela Oliveira de Santana
Mariana Muniz da Rocha
Manoela Henriger da Silva
Equipe Técnica

Gerência Geral Jurídico

Gisela Pimenta Gadelha
Diretora Compliance Jurídico

Bruno Souza Barros
Gerente Geral do Jurídico

Flavia Ayd Loretti Henrici
Gerente Jurídica de Negócios

Bruno de Carvalho Vilela
Advogado

Ursula Maia de Araujo
Advogada

Gerência Geral de Reputação e Comunicação

Mauricio Fontenele Moreira
Diretor de Competitividade Industrial, Inovação Empresarial e Comunicação Corporativa

Luiz Phillipe Steenhagen Blower
Gerente Geral de Reputação e Comunicação

Amanda Zarife Martins Curty
Gerente de Comunicação Estratégica e Consultoria

Viviane Nogueira Ramos Pimentel
Coordenadora de Comunicação Estratégica e Consultoria

Gerência Geral de Suprimentos Engenharia e Segurança

Luciana Costa M. de Sá
Diretora de Finanças e Serviços Corporativos

João Tostes Ferreira Lemos
Gerente Geral de Suprimentos Engenharia e Segurança

Reivilson De Andrade e Silva
Gerente de Suprimentos

Danilo Costa Silva
Coordenador de Compras e Contratações

FIOCRUZ - FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ

Observatório de Clima e Saúde

Christovam Barcellos
Pesquisador titular do ICICT

Diego Ricardo Xavier
Pesquisador do Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde

Raquel Lana
Julia Martins
Hermano Gomes Albuquerque
Vanderlei Matos
Heglaucio da Silva Barros
Equipe Técnica

CONSELHO NACIONAL | SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA | SESI 80 anos

SUS

MINISTÉRIO DA SAÚDE

GOVERNO DO BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

9 788577 107513